Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentacón

Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos -DIGEGR-

Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC- Colombia

Estudio Semidetallado de los Suelos del Departamento de Guatemala, Guatemala



VOLUMEN I



Convenio de Cooperación 43-2006 MAGA-IGAC

GUATEMALA



Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos -DIGEGR-
7ª. Avenida 12-90 zona 13, edificio DIGEGR-MAGA, PBX: 2413-7370, infogeograficamaga@gmail.com
www.maga.gob.gt

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
-MAGA-
Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos
-DIGEGR-
Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-
-Subdirección de Agrología-

Convenio de Cooperación No. 43-2006

Estudio Semidetallado de los Suelos del Departamento de Guatemala, Guatemala

Volumen I

Guatemala, Marzo 2017



© Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-
Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos -DIGEGR-
7ª. Av. 12-90 Zona 13, Ciudad de Guatemala
Telefax: (502) 2413-7370
Dirección electrónica: infogeograficamaga@gmail.com

Elaborado en Guatemala
Primera Edición: Marzo 2017

Diagramación y Diseño Gráfico: Impresiones D.F.R. Copropiedad
Dirección electrónica: impresionesdfrcop@gmail.com

ISBN: 978-9929-775-00-8

La diagramación de esta publicación fue posible gracias al apoyo financiero de:

COUNTERPART INTERNATIONAL
In partnership for results that last.



El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación permite la reproducción parcial o total del contenido del presente documento, siempre y cuando se le cite como la fuente de la información generada, tanto documental como cartográfica.

República de Guatemala
MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN
Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos -DIGEGR-

JIMMY MORALES CABRERA
Presidente de la República de Guatemala

MARIO MÉNDEZ MONTENEGRO
Ministro de Agricultura, Ganadería y Alimentación

PERSONAL DE LA DIGEGR VINCULADO A LA EJECUCIÓN DEL ESTUDIO

Rudy Aroldo Vásquez Villatoro
Director DIGEGR y
Coordinador del Convenio No. 43-2006 para Guatemala

Sergio Rafael López Salazar
Subdirector A.F. / Enlace del MAGA ante el IGAC

José Miguel Duro Tamasiunas
Asesor

William Hernán González Martínez
Asesor

Manuel de Jesús Tum Canto
Profesional de Levantamiento de Suelos

César David García Sic
Profesional de Levantamiento de Suelos

Rogelio Augusto Pacheco Cabrera
Profesional de Levantamiento de Suelos

Oscar Antonio Hernández de la Parra
Profesional de Levantamiento de Suelos

Judith Azucena del Cid Herrera
Profesional de Levantamiento de Suelos

Claudia Cecilia Saput Coj
Profesional de Levantamiento de Suelos

Rovoham Mardoqueo Monzon Miranda
Jefe Depto. Laboratorio-SIG

Daniela Samanta Santos López
Analista Espacial SIG

Oscar Alberto Palencia Alonzo
Técnico SIG

Wendy Mirella Flores Donis
Técnico SIG

Marco Antonio Gonzáles Esleker
Analista de Sistemas Informáticos SIG/Diseño Gráfico

Ashley Merary Coronado Herrera
Técnico SIG

Miriam Raquel Tejeda Rodas
Técnico SIG

Enmanuel Sánchez Pérez
Técnico SIG

José Nazario López Par
Analista Espacial SIG

Gustavo Adolfo Rosal Samayoa
Analista Espacial SIG

Jorge Cárcamo Hichos
Analista Espacial SIG

Dunia Ivanova López Menchú
Analista Espacial SIG

Delphy Nicté Gálvez López
Analista Espacial SIG

Linda Paola Leal Salguero
Analista Espacial SIG

Oscar Javier Munar Vivas
Edafólogo

Gustavo Adelmo Bonilla Arias
Edafólogo

Raúl Álvarez Beltrán (QEPD)
Fotointérprete







LABORATORIO DE SUELOS

José Jesús Chonay Pantzay, Director
Laboratorio de Suelos, Plantas y Agua – Escuela Nacional Central de Agricultura
(ENCA)

Wendy de Cano, Directora
Laboratorio Agronómico – Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar
(CENGICAÑA)

Oscar Humberto Jiménez García, Director
Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas – Asociación Nacional del Café
(ANACAFÉ)

Jorge Alberto Sánchez, Coordinador
Laboratorio Nacional de Suelos – Instituto Geográfico Agustín Codazzi
(IGAC) de Colombia

COLABORADOR

Samuel Boris Bonnis, Geólogo y Vulcanólogo
Asesor en Geología



Asistencia Técnica y Revisión General del Estudio
LIBARDO ANTONIO BURGOS REVELO
(contratista Subdirección de Agrología del IGAC)

Juan Manuel Santos Calderón
Presidente de la República de Colombia

Juan Antonio Nieto Escalante
Director General / Instituto Geográfico Agustín Codazzi

COMITÉ DIRECTIVO

Juan Antonio Nieto Escalante
Director General

Diana Patricia Ríos García
Secretaria General

Germán Darío Álvarez Lucero
Subdirector de Agrología

Fernando León Rivera
Subdirector de Geografía y Cartografía

Andrea Melissa Olaya Álvarez
Subdirectora de Catastro

Martha Patricia Camacho Hernández
Jefe de Oficina de Planeación

Marcela Abella Palacios
Jefe Oficina Asesora Jurídica

Héctor Mauricio Ramírez Daza
Jefe Oficina Centro de Investigación

Jorge Armando Porras Buitrago
Jefe Oficina Control Interno

María Elena Silva Fandiño
Jefe Oficina de Informática

Paola Andrea Méndez Hernández
Jefe Oficina Difusión y Mercadeo

María Isabel Pérez Hazime
Asesora de Dirección General

Clara Inés Parra Rojas
Asesora de Dirección General

Luis Carvajal Celemin
Asesor de Dirección General

Karen Julieth Barriga Bohórquez
Asesora de Dirección General

Personal Técnico del IGAC vinculado a la ejecución del proyecto
Germán Darío Álvarez Lucero
Coordinador del convenio MAGA - IGAC en Colombia

Napoleón Ordóñez Delgado
Director Técnico del convenio MAGA - IGAC en Colombia
- Coordinador del GIT. Levantamiento de Suelos y Aplicaciones Agrológicas
- Profesor Titular Universidad Nacional de Colombia

Libardo Antonio Burgos Revelo
Contratista Subdirección de Agrología

Viviana Andrea Rueda Calderón
Contratista Subdirección de Agrología

Beatriz Elena Ortiz Gutiérrez
Contratista Subdirección de Agrología

Pedro Karim Serrato Álvarez
Profesional Especializado
Apoyo Geomorfología

Jorge Alberto Sánchez Espinosa
Profesional Especializado Laboratorio Nacional de Suelos
Apoyo en Química y Mineralogía

Jaime Álvarez Herrera
Profesional Especializado
Apoyo Física de Suelos

CONSEJO DIRECTIVO

Mauricio Perfetti del Corral
Director del Departamento Nacional de Estadística (DANE)
Presidente Titular Consejo Directivo

Simón Gaviria Muñoz
Director Departamento Nacional de Planeación

Luis Carlos Villegas Echeverri
Ministro de Defensa Nacional

Gabriel Vallejo López
Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Aurelio Iragorri Valencia
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

Édgar Moncayo Jiménez
Representante Presidencia de la República

Juan Antonio Nieto Escalante
Director General / Instituto Geográfico Agustín Codazzi

Diana Patricia Ríos García
Secretaria General / Instituto Geográfico Agustín Codazzi





GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA
MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN

PRESENTACION

A partir del año 2006, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA- suscribe un primer convenio de cooperación y asistencia técnica con el Instituto Geográfico Agustín de Codazzi –IGAC- de la República de Colombia, con el objetivo de generar ocho estudios departamentales de suelos utilizando la taxonomía de suelos desarrollada por el Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA); como resultado se cuenta ya con los estudios de los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez y Sololá. Debido a la calidad de los resultados e interés del IGAC en seguir con la asistencia técnica, el MAGA suscribe un segundo convenio en el año 2015, para realizar los estudios de los 14 departamentos restantes.

El estudio que acá presento, es el cuarto resultado alcanzado a la fecha a partir de la alianza estratégica con el IGAC, y el mismo se constituye en una herramienta de suma importancia para instrumentalizar la Política Agropecuaria 2016 – 2020, de tal forma que se apuntalen la ejecución del Plan Nacional de Desarrollo K'atun y la Política General de Gobierno 2016 – 2017, en la gran temática de mejorar las condiciones de Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN) y económico productivas de los guatemaltecos. Es por ello, que a partir de estudios como el presente, es factible aumentar las probabilidades de éxito para la producción de alimentos con apoyo del Sistema Nacional de Extensión Rural (SNER), hacer efectiva la Política Nacional de Riego mediante aumentar las capacidades productivas a partir de un adecuado uso del agua para riego y diversificación productiva; y fomentar la producción, no solo alimentaria, sino comercial mediante encadenamientos agrícolas que permitan mejorar los ingresos del productor, por la vía de ofrecer productos para el mercado nacional e internacional, y con ello aumentar el empleo y la riqueza rural.

La importancia de contar con estudios de esta índole, es porque el suelo se constituye en almacén de nutrientes, así como depósito de agua superficial y reserva de aire para el adecuado crecimiento de las plantas; entre más conocimiento del suelo exista, así como de sus principales aplicaciones: la capacidad de uso de las tierras y la zonificación agropecuaria, mayor eficiencia habrá en las propuestas de desarrollo agrícola y rural promovidas por el MAGA, ya que mediante este conocimiento se sientan las bases para el manejo y conservación del suelo y el agua, se promueven las medidas para realizar agricultura climáticamente inteligente y se aumentan las capacidades de resiliencia de los productores agrícolas ante el cambio climático y sus efectos en la agricultura local, nacional y mundial.

Por lo indicado, a nombre del Gobierno de la República de Guatemala agradezco a las autoridades y cuadros técnicos del IGAC de la hermana República de Colombia, el irrestricto apoyo brindado para finalizar el documento acá presentado, así como extiendo los agradecimientos a todas y todos las connacionales que de una u otra manera contribuyeron a generarlo.

Mario Méndez Montenegro
Ministro MAGA

DESPACHO

PRESENTACIÓN

En los últimos años, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), entidad encargada de realizar la cartografía oficial de Colombia, la formación y actualización catastral y el inventario de suelos en todo el territorio nacional, ha cruzado fronteras.

Gracias a la amplia experiencia en el estudio de los suelos en las más de 114 millones de hectáreas con las que cuenta Colombia, el Instituto se ha convertido en un punto de referencia para otros países Latinoamericanos, quienes han manifestado el interés de que contribuyamos a la planificación del desarrollo agrícola, pecuario, forestal y ambiental de sus territorios.

En esta oportunidad, la República de Guatemala decidió apostarle al inicio de estudios semidetallados de suelos en sus 22 departamentos, para lo cual ha suscrito varios convenios desde el año 2006 con el IGAC a través del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA).

Estos estudios de suelos en la República de Guatemala permitirán que las autoridades planifiquen y ordenen sosteniblemente su territorio, basados en esta información técnica que incluye la capacidad de uso de las tierras y las potencialidades y limitantes del recurso natural; así como determinar los procesos de degradación que afectan a los suelos.

Estos resultados podrán aportar a la puesta en marcha de estrategias de investigación, desarrollo tecnológico y zonificación agroecológica, además de ser un insumo primordial para el ordenamiento territorial de las cuencas hidrográficas, la protección de sus recursos naturales, los proyectos forestales y el desarrollo social de las comunidades guatemaltecas.

Por todo lo anterior, al Instituto Geográfico Agustín Codazzi y al MAGA nos complace hacer entrega oficial del Estudio Semidetallado de los Suelos del Departamento de Guatemala, elaborado a escala 1:50.000; un documento que plasma con mayor precisión el mosaico edáfico de este departamento, ubicado en la región central o metropolitana y que tiene una extensión de 220.450 hectáreas.

Con este nuevo insumo, ambas entidades completan cuatro estudios de suelos semidetallados en el país guatemalteco, después de Sacatepéquez, Solalá y Chimaltenango, territorios que ahora conocen detalladamente su geología, geomorfología, clima, hidrología, cobertura y uso, amenazas naturales, taxonomía y la clasificación de las tierras por su capacidad de uso.

Para Colombia, un país que ya gira en torno al posconflicto y que está ad portas de firmar la tan anhelada paz, realizar este tipo de estudios con un país igual de golpeado por la violencia como Guatemala y que por décadas ha luchado para convertirse en un territorio armonioso e igualitario, no solo permitirá afianzar y fortalecer los lazos de nuestros pueblos hermanos, sino aprender de la experiencia del proceso de paz de este país Latinoamericano.







Además, esta alianza binacional se convertirá en el corto y mediano plazo en la columna vertebral para que las autoridades tomen decisiones en pro del bienestar y el desarrollo productivo de la comunidad campesina guatemalteca, la cual, al igual que la colombiana, se ha visto forzada a abandonar sus tierras para buscar mejores opciones de vida.

Con esta compilación técnica, los campesinos de este país centroamericano conocerán de antemano las zonas aptas para el desarrollo agropecuario y el tipo de producto que pueden implementar en sus parcelas, mientras que sus gobernantes tendrán una hoja de ruta tanto productiva como ambiental, ya que les permitirá identificar aquellas zonas que por su importancia ecosistémica deben ser protegidas.

En nombre del Gobierno de Colombia, y del Instituto que actualmente dirijo, agradezco toda la confianza y compromiso del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación en el arduo proceso de estudiar el suelo, un recurso natural que también se puede agotar; estoy más que seguro de que los frutos binacionales se verán reflejados en el bienestar de sus habitantes, en un mejor ordenamiento territorial, en un lucrativo desarrollo productivo y en la conservación de los tesoros naturales que alberga su país.

Juan Antonio Nieto Escalante,
Director General
Instituto Geográfico Agustín Codazzi
Colombia





AGRADECIMIENTOS

La Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos del MAGA, expresa sus más sinceros agradecimientos a todas las municipalidades y Comités Comunitarios de Desarrollo -COCODES- del departamento de Guatemala, así como a todas aquellas instituciones, profesionales y particulares que apoyaron la generación del Estudio Semidetallado de los Suelos del Departamento de Guatemala, Guatemala, mismo que se espera contribuya como una herramienta de utilidad a los procesos de planificación del desarrollo municipal y departamental.





INSTRUCTIVO PARA EL USO DE ESTE DOCUMENTO

El estudio de suelos del departamento de Guatemala ha sido editado en dos volúmenes, el Volumen I contiene la información de contexto general que se necesita saber sobre el departamento, o sea, la información biofísica, social y económica; asimismo, encontrará la información sobre la génesis de los suelos y su taxonomía; y se completa este volumen con la Leyenda que acompaña al Mapa de Suelos y la descripción detallada de cada Unidad Cartográfica de Suelos -UCS- .

Para encontrar la información sobre los suelos en su área de interés debe proceder de la siguiente manera:
El Mapa de Suelos que acompaña a este estudio y que ha sido impreso a tamaño "poster", posee un diseño que facilita la ubicación geográfica de las UCS; para ello se han colocado los polígonos de las UCS (rotulados con una etiqueta que los identifica), sobre un "tapiz de fondo" formado por una hoja cartográfica a escala 1:50,000 que ha sido fundida en un Modelo de Elevación Digital -MED- muy detallado y se ha dotado a estos polígonos, con una transparencia que facilita la lectura de las localidades donde se encuentran. Una vez localizada la UCS que le interese, debe tomar nota de esa etiqueta y dirigirse al cuadro inserto en el Mapa de Suelos y con las tres primeras letras de la etiqueta, buscarla por orden alfabético. Una vez ubicada, anote el nombre vernáculo de la consociación y el acápite correspondiente. Con esos datos diríjase al Capítulo IV y encontrará la información de la UCS que busca; la etiqueta completa nos indica una "fase", obtenga todas las informaciones con esa clave.

El Volumen II incluye las aplicaciones prácticas del levantamiento de suelos que son la Capacidad de Uso de la Tierra, la Zonificación y otras aplicaciones referidas a variables físicas, químicas y ambientales; para acceder a esta información proceda de la siguiente manera: en la descripción de cada consociación que representa una UCS, diríjase al numeral E). "Capacidad de Uso y recomendaciones específicas" ahí encontrará para la fase de la UCS que busca, la clase que lo define, la subclase, el grupo de manejo y la vocación. Con estos datos consulte el Capítulo V, titulado "Clasificación de las Tierras por su Capacidad de Uso" y el Capítulo VI "Zonificación de Tierras". Las otras aplicaciones del Capítulo VII "Aplicaciones Adicionales del Levantamiento de Suelos" las puede derivar a partir de la ubicación geográfica de la UCS.

Tenga en cuenta que en las UCS puede haber información adicional que proviene de otros perfiles leídos de calicatas que se han abierto en la misma UCS y que fueron calificados como "Inclusiones" o "Réplicas". La información se encuentra en formato digital y está ubicada en el Anexo B del Compact Disk que acompaña este documento. Asimismo en el Anexo C que incluye la descripción y gráficas de las pruebas de infiltración; en el Anexo D del CD indicado, se encuentra un Glosario de Términos que le puede ayudar a comprender los términos técnicos utilizados y en el anexo E las observaciones de identificación (cajuelas) y de comprobación (barrenajes).



INDICE VOLUMEN I

1	**CAPÍTULO 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES**	**1**
1.1	LOCALIZACIÓN, EXTENSIÓN Y LÍMITES	1
1.2	DIVISIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA	2
1.3	POBLACIÓN	3
1.4	VÍAS DE COMUNICACIÓN	5
1.5	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	6
1.5.1	Actividad industrial	6
1.5.2	Actividad turística	7
1.5.3	Actividad agrícola	8
1.5.4	Actividad ganadera	10
1.5.5	Actividad forestal	12
1.5.6	Actividad minera	12
1.5.7	Actividad artesanal	14
1.6	BIBLIOGRAFÍA DEL CAPÍTULO	21
2	**CAPÍTULO 2. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL**	**25**
2.1	GEOLOGÍA	25
2.1.1	Geología del departamento de Guatemala	26
2.1.1.1	Zona de Sutura	26
2.1.1.2	El Bloque Chortí	30
2.1.2	Mapa geológico del departamento y su vinculación con la Zona de Sutura y el Bloque Chortí del mapa geológico simplificado	35
2.1.3	Síntesis del aporte de la Geología al estudio de los suelos del departamento de Guatemala	41
2.1.4	Glosario de términos de geología utilizados	42
2.2	GEOMORFOLOGÍA	43
2.2.1	Contexto del estudio geomorfológico	43
2.2.2	Metodología	44
2.2.3	Paisaje montaña volcano - erosional (M)	48
2.2.3.1	Tipo de relieve estrato - volcán	48
2.2.3.2	Tipo de relieve domos	50
2.2.3.3	Tipo de relieve filas y vigas	51
2.2.3.4	Tipo de relieve lomas	52
2.2.3.5	Tipo de relieve glacis	53
2.2.3.6	Tipo de relieve mesas	54
2.2.3.7	Tipo de relieve escarpe	54
2.2.3.8	Tipo de relieve cañones y cañadas	55
2.2.3.9	Tipo de relieve vallecitos	56
2.2.3.10	Tipo de relieve plano de inundación	56
2.2.4	Paisaje de montaña fallada o de convergencia erosional (X)	57
2.2.4.1	Tipo de relieve filas y vigas	57
2.2.4.2	Tipo de relieve lomas	58
2.2.4.3	Tipo de relieve glacis	59
2.2.4.4	Tipo de relieve mesa	60





2.2.4.5	Tipo de relieve vallecitos	61
2.2.5	Paisaje de lomerío volcano – erosional (L)	61
2.2.5.1	Tipo de relieve filas y vigas	62
2.2.5.2	Tipo de relieve lomas	62
2.2.5.3	Tipo de relieve de vallecitos	63
2.2.6	Paisaje altiplano (A)	63
2.2.6.1	Tipo de relieve domos	64
2.2.6.2	Tipo de relieve lomas	65
2.2.6.3	Tipo de relieve glacis	65
2.2.6.4	Tipo de relieve abanico-terraza	66
2.2.6.5	Tipo de relieve terrazas	67
2.2.6.6	Tipo de relieve cañones y cañadas	67
2.2.6.7	Tipo de relieve vallecitos	68
2.2.7	Paisaje planicie fluvio - lacustre (F)	69
2.2.7.1	Tipo de relieve abanicos aluviales	70
2.2.7.2	Síntesis del aporte de la geomorfología al estudio de los suelos del departamento de Guatemala	71
2.3	ASPECTOS CLIMÁTICOS	72
2.3.1	Características climáticas del departamento de Guatemala	72
2.3.1.1	Temperatura	72
2.3.1.2	Precipitación	73
2.3.1.3	Climadiagramas	73
2.3.2	Clasificación climática	74
2.3.2.1	Clima Ambiental	74
2.3.2.2	Clima edáfico	75
2.4	HIDROLOGÍA	79
2.4.1	Descripción de las cuencas hidrográficas del departamento de Guatemala	80
2.4.1.1	Cuenca del río Motagua	80
2.4.1.2	Cuenca del río María Linda	80
2.4.1.3	Cuenca del río Los Esclavos	80
2.4.1.4	Cuenca del río Achiguate	80
2.4.2	Usos del recurso hídrico	80
2.5	COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA	81
2.5.1	Descripción de los usos principales	82
2.5.2	Zonas de vida y los bosques del departamento de Guatemala	83
2.5.2.1	Bosque seco Subtropical	83
2.5.2.2	Bosque húmedo Subtropical templado	83
2.5.2.3	Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical	84
2.5.2.4	Bosque muy húmedo Subtropical (cálido)	84
2.6	AMENAZAS NATURALES	84
2.6.1	Amenazas por sequía	84
2.6.2	Amenazas por heladas	86
2.6.3	Índice integrado de amenazas climáticas	87
2.6.4	Amenaza por deslizamientos	88
2.7	BIBLIOGRAFÍA DEL CAPÍTULO	90

3 CAPÍTULO 3. GÉNESIS, TAXONOMÍA Y CARTOGRAFÍA DE LOS SUELOS 95

3.1 INTRODUCCIÓN 95
3.2 GÉNESIS DE SUELOS 95
3.2.1 Factores de formación del suelo 95
3.2.1.1 Material parental 96
3.2.1.2 Relieve 105
3.2.1.3 Clima 107
3.2.1.4 Organismos 108
3.2.1.5 Tiempo 109
3.2.2 Procesos formadores del suelo 110
3.2.2.1 Procesos generales 110
3.2.2.2 Procesos específicos 115
3.3 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS 120
3.3.1 Clasificaciones Taxonómicas 121
3.3.1.1 Categorías del sistema de clasificación 122
3.3.1.2 Horizontes diagnósticos 123
3.4 DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS CLASIFICADOS 124
3.4.1 Inceptisoles 126
3.4.2 Molisoles 127
3.4.3 Andisoles 128
3.4.4 Entisoles 129
3.4.5 Orden Alfisoles 130
3.4.6 Áreas de no suelos 130
3.4.7 Síntesis de los suelos presentes en el departamento de Guatemala 131
3.5 CARTOGRAFÍA DE SUELOS 132
3.6 BIBLIOGRAFÍA 135

4 CAPÍTULO 4. LEYENDA DE SUELOS Y DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS 139

4.1 INTRODUCCIÓN 139
4.2 LEYENDA DE SUELOS Y SÍMBOLOS UTILIZADOS PARA IDENTIFICAR LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS Y SUS FASES 139
4.3 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS Y SUS COMPONENTES TAXONÓMICOS 182
4.3.1 Suelos del paisaje montaña volcano – erosional (M) 183
4.3.1.1 Unidad MJA 187
4.3.1.2 Unidad MSA 194
4.3.1.3 Unidad MSB 202
4.3.1.4 Unidad MSC 208
4.3.1.5 Unidad MSD 216
4.3.1.6 Unidad MSE 223
4.3.1.7 Unidad MSF 229
4.3.1.8 Unidad MSG 237
4.3.1.9 Unidad MSH 245
4.3.1.10 Unidad MSI 252

4.3.1.11 Unidad MSJ 259
4.3.1.12 Unidad MSK 266
4.3.1.13 Unidad MSL 274
4.3.1.14 Unidad MSM 281
4.3.1.15 Unidad MSN 288
4.3.1.16 Unidad MSÑ 295
4.3.1.17 Unidad MBA 301
4.3.1.18 Unidad MBB 308
4.3.1.19 Unidad MBC 315
4.3.1.20 Unidad MBD 322
4.3.1.21 Unidad MBE 328
4.3.1.22 Unidad MBF 336
4.3.1.23 Unidad MBG 343
4.3.1.24 Unidad MBH 354
4.3.1.25 Unidad MBI 361
4.3.1.26 Unidad MBJ 369
4.3.1.27 Unidad MBK 378
4.3.1.28 Unidad MBL 385
4.3.1.29 Unidad MBM 391
4.3.1.30 Unidad MQA 398
4.3.1.31 Unidad MQB 410
4.3.1.32 Unidad MQC 417
4.3.1.33 Unidad MQD 424
4.3.1.34 Unidad MQE 431
4.3.1.35 Unidad MQF 438
4.3.1.36 Unidad MQG 446
4.3.1.37 Unidad MQH 452
4.3.1.38 Unidad MQI 460
4.3.1.39 Unidad MQJ 467
4.3.1.40 Unidad MQK 475
4.3.1.41 Unidad MQL 483
4.3.1.42 Unidad MQM 490
4.3.1.43 Unidad MQN 498
4.3.1.44 Unidad MQÑ 506
4.3.1.45 Unidad MQO 513
4.3.1.46 Unidad MQP 521
4.3.1.47 Unidad MQQ 528
4.3.1.48 Unidad MQR 536
4.3.1.49 Unidad MQS 543
4.3.1.50 Unidad MQT 550
4.3.1.51 Unidad MQU 558
4.3.1.52 Unidad MQV 565
4.3.1.53 Unidad MQW 573
4.3.1.54 Unidad MQX 580
4.3.1.55 Unidad MQY 587
4.3.1.56 Unidad MQZ[1] 594
4.3.1.57 Unidad MQZ[2] 601
4.3.1.58 Unidad MQZ[3] 609

4.3.1.59 Unidad MPA 621
4.3.1.60 Unidad MPB 628
4.3.1.61 Unidad MPC 635
4.3.1.62 Unidad MPD 642
4.3.1.63 Unidad MCA 649
4.3.1.64 Unidad MCB 664
4.3.1.65 Unidad MCC 675

Continúa en Volumen II...





CAPÍTULO 1

CARACTERÍSTICAS GENERALES





CAPÍTULO 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

1.1 LOCALIZACIÓN, EXTENSIÓN Y LÍMITES

El departamento de Guatemala está localizado en la "región central" del país o "Región I Metropolitana". La cabecera departamental es la Ciudad de Guatemala - capital de la República-, ubicada en el Valle de la Ermita, parte central del departamento (Figura 1.1 y Cuadro 1.1).

Esta unidad político administrativa, ocupa una extensión territorial de 220,450 hectáreas (UPGGR-MAGA, 2006). Limita al norte con el departamento de Baja Verapaz; al este con los departamentos de El Progreso, Jalapa y Santa Rosa; al sur con los departamentos de Escuintla y Santa Rosa y al oeste, con los departamentos de Sacatepéquez y Chimaltenango.

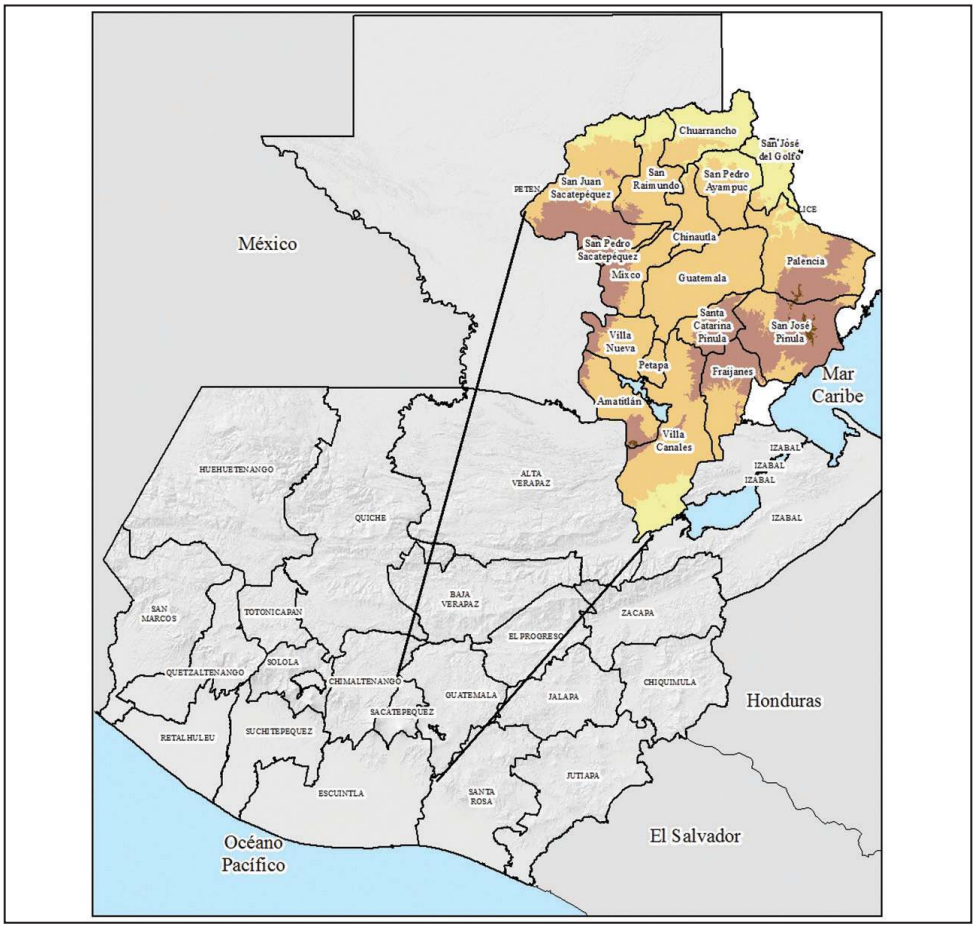


Figura 1.1 Localización del departamento de Guatemala

Fuente: DIGEGR-MAGA, 2015

El departamento de Guatemala, se encuentra ubicado en tres regiones fisiográficas: "Tierras Altas Volcánicas"; "Tierras Altas Cristalinas y "Depresión del Río Motagua". Estas regiones tienen características morfológicas

bien diferenciadas, el centro y sur corresponde a los paisajes de montaña y altiplanicie; el área central hace parte de una altiplanicie completamente disectada por grandes cañones o barrancos escarpados; en la parte norte del departamento el paisaje que domina es el montañoso, descendiendo hacia el río Motagua.

El departamento presenta diferentes gradientes de altitud sobre el nivel del mar; al sur, cerca del rio Aguacapa, tiene alturas de 270 msnm y asciende en la parte central, hasta una altitud máxima de 2,561 msnm en el Cerro Grande. A partir de esa altitud comienza un descenso hacia el norte del departamento hasta el río Motagua, ubicado en su punto más bajo a una altura de 410 msnm. (UPGGR-MAGA, 2006).

El clima es variado, muestra diferentes gradientes de temperatura y de humedad: al sur es semicálido subhúmedo, en la parte central es templado subhúmedo y en el norte (depresión del Río Motagua), es cálido semiseco.

Cuadro 1.1 Localización geográfica del departamento de Guatemala

Coordenadas WGS84 GTM	X	Y
Norte	500709	1647066
Oeste	531124	1622131
Sur	490771	1574851
Este	471739	1628987

Fuente: IGN, 2009.

Con respecto a la hidrografía, el departamento posee dos grandes vertientes: la del Mar Caribe y la del Océano Pacífico y cuatro Cuencas Hidrográficas correspondiente a los ríos Motagua, María Linda, Los Esclavos y Achiguate. En el Cuadro 1.2 se muestran las dos vertientes y sus respectivas cuencas.

Cuadro 1.2 Vertientes y cuencas en el departamento de Guatemala

Vertiente	Cuenca	Supericie	
		ha	%
Vertiente del Caribe	Motagua	138,816.95	62.98
Vertiente del Océano Pacífico	María Linda	68,525.40	31.09
	Los Esclavos	13,013.55	5.90
	Achiguate	74.10	0.03
Total		**220,450.00**	**100.00**

Fuente: UPGGR-MAGA, 2009.

1.2 DIVISIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA

Según la Ley Preliminar de Regionalización (Decreto 70-86), Guatemala se divide en 8 regiones político administrativas. La división administrativa de la región es el departamento. La división administrativa del departamento es el municipio. El departamento de Guatemala se encuentra en la Región I Metropolitana y está constituido por 17 municipios. La codificación y los nombres de los municipios se muestran en el Cuadro 1.3.

Cuadro 1.3 División político – administrativa a nivel municipal

Código	Municipio	Supericie	
		km²	%
0101	Guatemala	214.71	9.74
0102	Santa Catarina Pinula	67.25	3.05
0103	San José Pinula	197.71	8.97
0104	San José del Golfo	76.37	3.46
0105	Palencia	217.41	9.86
0106	Chinautla	66.95	3.04
0107	San Pedro Ayampuc	106.67	4.84
0108	Mixco	90.19	4.09
0109	San Pedro Sacatepéquez	28.84	1.31
0110	San Juan Sacatepéquez	272.49	12.36
0111	San Raimundo	124.80	5.66
0112	Chuarrancho	117.80	5.34
0113	Fraijanes	115.00	5.22
0114	Amatitlán	116.01	5.26
0115	Villa Nueva	88.93	4.03
0116	Villa Canales	279.60	12.68
0117	San Miguel Petapa	23.76	1.08
	Total	**2,204.50**	**100.00**

Fuente: IGN, 1999.

1.3 POBLACIÓN

La Ciudad de Guatemala es el principal núcleo urbano, alberga a más de la mitad de la población urbana del país; cuatro de cada diez migrantes internos tienen al departamento de Guatemala como su destino en búsqueda de mejores oportunidades económicas. Esta migración interna, genera un importante crecimiento de la población y la existencia de ciudades dormitorio alrededor de la capital, lo que implica que municipios aledaños a la ciudad de Guatemala, también incrementen su población (Figura 1.2).

El "XI" Censo de Población y "VI" de Habitación realizado por el Instituto Nacional de Estadística en el año 2002 y publicado en el año 2003, fue la base para que el INE elaborara las proyecciones de crecimiento de la población; de tal forma que para el año 2010, la población proyectada del departamento de Guatemala, fue de 3,103,683 habitantes, de los cuales 1,590,046 eran mujeres y 1,513,637 hombres. La mayor parte de esta población está ubicada en el área urbana con 2,629,735 habitantes (84.7% del total), mientras que 473,948 habitantes (15.3%) constituyen la población rural (ver cuadro 1.4).

Los municipios con mayor densidad de población son Guatemala, Mixco, San Miguel Petapa y Villa Nueva. Los municipios con menor densidad de población son Chuarrancho y San José del Golfo. La densidad media del departamento era de 1,416 habitantes/km², una de los valores más altos del país y que supera con mucho la media nacional al 2010, que era de 132 habitantes/km²

En el departamento el español es el idioma dominante, sin embargo se hablan otros dos idiomas: Poqomam; en los municipios de Mixco y Chinautla, y Kaqchikel en los municipios de San Pedro Sacatepéquez, San Juan Sacatepéquez y en San Raimundo.

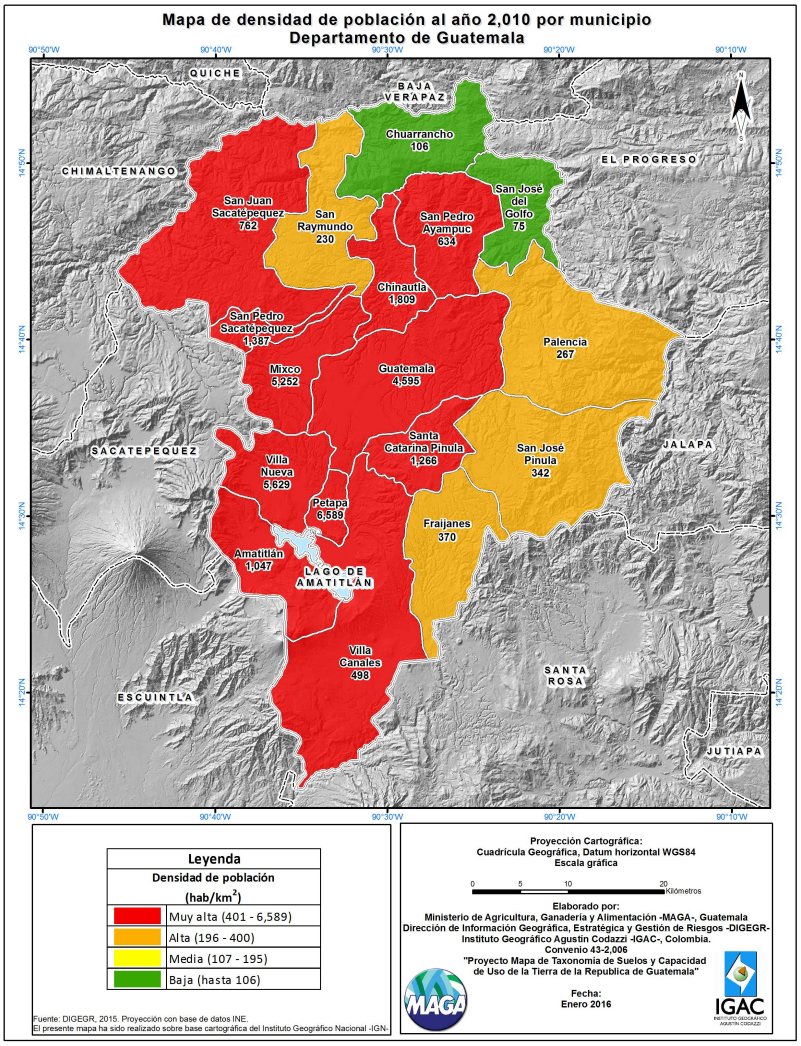


Figura 1.2 Densidad de población (INE, 2006, proyección 2010)

Cuadro 1.4 Población total al 2010 por municipio. Proyección INE, 2006

Código	Municipio	Total	Hombres	Mujeres	Indígenas	No indígenas	Urbano	Rural
0101	Guatemala	988,150	466,942	521,208	72,169	915,981	988,150	0
0102	Santa Catarina Pinula	85,290	41,806	43,484	3,470	81,820	60,154	25,136
0103	San José Pinula	67,730	33,785	33,945	2,607	65,123	45,035	22,695
0104	San José del Golfo	5,721	2,761	2,960	59	5,662	3,910	1,811
0105	Palencia	58,046	28,937	29,109	1,107	56,939	17,234	40,812
0106	Chinautla	121,306	60,164	61,142	19,484	101,822	98,090	23,216

Código	Municipio	Total	Hombres	Mujeres	Indígenas	No indígenas	Urbano	Rural
0107	San Pedro Ayampuc	67,728	34,404	33,324	18,359	49,369	44,649	23,079
0108	Mixco	474,421	227,906	246,515	58,181	416,240	451,785	22,636
0109	San Pedro Sacatepéquez	40,059	20,145	19,914	33,124	6,935	16,115	23,944
0110	San Juan Sacatepéquez	208,035	104,859	103,176	136,142	71,893	111,233	96,802
0111	San Raimundo	28,756	13,905	14,851	21,033	7,723	9,418	19,338
0112	Chuarrancho	12,462	6,572	5,890	10,597	1,865	7,657	4,805
0113	Fraijanes	42,607	22,920	19,687	2,008	40,599	26,998	15,609
0114	Amatitlán	105,738	52,407	53,331	3,329	102,409	77,736	28,002
0115	Villa Nueva	501,395	247,535	253,860	38,041	463,354	425,384	76,011
0116	Villa Canales	139,449	70,097	69,352	4,671	134,778	100,258	39,191
0117	San Miguel Petapa	156,790	78,492	78,298	9,870	146,920	145,928	10,862
Total		**3,103,683**	**1,513,637**	**1,590,046**	**434,249**	**2,669,434**	**2,629,735**	**473,948**

Fuente: INE, 2006.

1.4 VÍAS DE COMUNICACIÓN

Todas las carreteras del país inician en el kilómetro "0", punto ubicado frente al Palacio Nacional de la Cultura en la ciudad capital (6ª. Avenida y 6ª. Calle, zona 1). A continuación se hace una descripción de las principales carreteras que parten del punto mencionado:

- **Carretera CA-1 Occidente:** tiene una longitud hasta el municipio de Mixco de 22 km (esta vía colinda hasta la frontera con México).
- **Carretera CA-1 Oriente:** posee una longitud de 163.3 km; inicia en la ciudad de Guatemala encontrando su límite departamental a 31 km con el municipio de Fraijanes () y termina en San Cristóbal, frontera con El Salvador, ver la Figura 1.3.
- **Carretera CA-9 Norte:** tiene una longitud de 305.3 km, se inicia en la ciudad de Guatemala, su límite departamento se encuentra a 30 km en el municipio de San José del Golfo (termina en Puerto Barrios y Santo Tomás de Castilla).
- **Carretera CA-9 Sur:** posee una longitud de 123.5 km, se inicia en la ciudad de Guatemala, y su límite departamental se encuentra a 32 km en el municipio de Amatitlán (termina en los puertos de San José e Iztapa).

Además, se dispone de rutas internas o secundarias que comunican la ciudad con algunos municipios, por ejemplo, la ruta Nacional 5, que se inicia en la ciudad de Guatemala, pasa por San Pedro Sacatepéquez, San Juan Sacatepéquez y San Raimundo. La Ruta Nacional 20, se inicia en la ciudad, circunda el lago de Amatitlán, pasa por Villa Canales y Villa Nueva, entre otras (IGN, 1999).



Figura 1.3 Sectores de la carretera Interamericana CA-1 Oriente, a la altura del municipio de Fraijanes, vía El Salvador (Fotos: W. González, 2011)

1.5 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Las principales fuentes de ingresos económicos del departamento de Guatemala se basan en actividades industriales, comerciales, turísticas, agrícolas, ganaderas, forestales, mineras y artesanales. La industria manufacturera ocupa al 7.61% de la población económicamente activa; la actividad comercial el 30.44%; los servicios comunales el 14.6%; la construcción el 3.53%; la agricultura el 2.52%; actividades inmobiliarias el 10.74%; actividades profesionales, científicas y técnicas el 16.86%; el área financiera y de seguros 1.81%; el transporte el 4.36%; la administración pública y defensa el 6.3%, otras actividades 5.24%. (INE, 2013).

Los principales productos industriales son: alimentos procesados, productos lácteos, textiles, vestuario, productos de cuero, madera y papel, imprentas, materiales de construcción (tubos, ladrillo, cemento, vidrio), químicos, aceites, jabón, ensamble de automóviles y electrodomésticos, aguas gaseosas, licores, cervezas, concentrados para animales, gases industriales, estructuras metálicas y otras. (INGUAT, 2012).

En lo concerniente a las actividades agrícolas, las tierras ubicadas la altiplanicie, presentan buenas condiciones para la producción agrícola. Las actividades ganaderas son orientadas a la producción de leche; las áreas ubicadas al norte del departamento, presentan limitantes de carácter físico para la producción agropecuaria.

La ciudad concentra una actividad industrial y comercial importante, lo que provoca una fuerte migración de mano de obra de otros municipios y departamentos; fenómeno que se ha incrementado desde la promulgación del Decreto 29-89 “Ley de Fomento y Desarrollo de la Actividad Exportadora y Maquila”, que permite a las industrias confeccionadoras de ropa contratar mano de obra barata y exportar mercancías a países del área.

1.5.1 Actividad industrial

Se considera un producto “industrial” es generado con el uso de alta o mediana tecnología y con mano de obra calificada; alrededor del 70% de los establecimientos industriales del país que encajan en esta definición, se encuentran localizados en el departamento de Guatemala y la mayoría de ellos (58%) están ubicados en la ciudad capital. Esto representa una importante concentración de unidades económicas industriales en el departamento (USAC, 2006).

De acuerdo con el Directorio Nacional de Empresas y sus Locales, de un total de 79,542 industrias existentes en el país, 49,357 se localizan en el departamento de Guatemala, representando el 62.1%. (DINEL, 2013)

1.5.2 Actividad turística

La actividad turística es una de las fuentes de desarrollo económico del departamento, tal y como lo muestran los datos obtenidos por el Instituto Guatemalteco de Turismo. Hasta el año 2008, la ciudad de Guatemala ocupaba el primer lugar entre los sitios más visitados por turistas, tanto nacionales como extranjeros (68.4%), debido principalmente a que cuenta con áreas de potencial turístico como: el centro histórico de la ciudad, museos, parques ecoturísticos, áreas protegidas, sitios prehispánicos e históricos como el sitio arqueológico Kaminal Juyú situado en la zona 7 de la ciudad. Es importante mencionar el volcán de Pacaya, en el municipio de San Vicente Pacaya (pertenece al departamento de Escuintla) y la laguna de Calderas ubicada en el municipio de Amatitlán, (Figura 1.4), (INGUAT, 2012).



Figura 1.4 Laguna de Calderas, municipio de Amatitlán (Fotos: J. del Cid, 2011)

En la ciudad capital se ubica el aeropuerto internacional La Aurora y se concentra la mayor cantidad de servicios hoteleros, restaurantes, centros comerciales, teatros, discotecas, zoológico, parques recreativos, complejos deportivos, museos, jardín botánico, mercados tradicionales, sedes centrales de las universidades tanto privadas como públicas.

Algunos otros sitios turísticos de la ciudad (Figura 1.5) son: el Palacio Nacional de la Cultura, la Catedral Metropolitana, Centro Cultural Miguel Ángel Asturias, Mapa en Relieve, Mercado de Artesanías, Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Museo Nacional de Historia Natural, Museo Nacional de Arte Moderno, Museo del Niño, Museo Ixchel del Traje Indígena (Universidad Francisco Marroquín), Museo Miraflores, Museo Popol Vuh, Mercado Central, Mundo Petapa (Instituto de Recreación de los Trabajadores de Guatemala), Portal del Comercio, sitio arqueológico Kaminal Juyú, Zona viva, Zoológico La Aurora, Reloj de Flores, Acueducto Antiguo, Cerrito del Carmen, Museo del Ferrocarril, Estadio Mateo Flores, Autódromo Nacional, entre otros (INGUAT, 2012).

Debido a la importancia de la Ciudad de Guatemala, como uno de los principales destinos turísticos a nivel nacional, a continuación se describen sus principales características:

La ciudad está dividida en 25 zonas, este plan urbanístico fue diseñado por el Ingeniero Raúl Aguilar Batres, tiene un diseño cuadrado con avenidas orientadas de norte a sur y calles orientadas de oeste a este; la ciudad ha crecido de manera desordenada, debido al alto crecimiento de la población y a su ubicación en un altiplano, dividido por cañones o barrancos profundos.

El centro de la ciudad de Guatemala, especialmente el área histórica, está en constante recuperación y remodelación; paulatinamente se ha dado mayor espacio a las actividades educativas, políticas y turísticas. La concentración de los centros económicos y financieros que albergan oficinas internacionales, se ha extendido hacia el sur de la capital guatemalteca, especialmente a las zonas 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15; estas zonas presentan alto desarrollo y crecimiento, con la construcción de grandes edificios destinados a oficinas financieras. La industria está concentrada mayormente en la zona 12, siendo esta a su vez, la más contaminada de la ciudad. No obstante, los nuevos proyectos urbanísticos, desplazaron las fábricas (maquilas) contaminantes, hacia las márgenes de las carreteras que van al Pacífico y al Atlántico (INGUAT, 2012).



Figura 1.5 A la izquierda el Palacio Nacional de la Cultura y a la derecha una panorámica de Ciudad de Guatemala (INGUAT, 2012)

1.5.3 Actividad agrícola

El cultivo de granos básicos se ubica en las áreas rurales de todo el departamento. El cultivo de flores se ubica en los municipios de San Juan Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez y San Raimundo. En los municipios de la zona sur, existe variedad de cultivos tal es el caso de Villa Canales donde se cultiva piña y caña de azúcar (Figura 1.6).



Figura 1.6 A la izquierda se aprecian cultivos de maíz, municipio de Palencia; al centro cultivos de crisantemos, municipio de San Pedro Sacatepéquez y a la derecha cultivos de piña, municipio de Villa Canales (Fotos: W. González, 2011)

El Instituto Nacional de Estadística realizó el IV Censo Agropecuario Nacional en el año 2003, los resultados del departamento se muestran en el Cuadro 1.5 y en la Figura 1.7.

Cuadro 1.5 Volumen de producción agrícola del departamento de Guatemala

Productos agrícolas		Volumen de producción		Supericie cultivada
		quintales (qq)	%	ha
Granos básicos	Fríjol negro	92,062	1.9	9,504
	Maíz amarillo	40,057	0.8	1,183
	Maíz blanco	428,347	9.0	13,742
	Maicillo	32,592	0.7	909
Frutales	Aguacate	33,553	0.7	369
	Banano	111,175	2.3	320
	Durazno y melocotón	20,212	0.4	101
	Jocote	15,984	0.3	266
	Limón	50,904	1.1	261
	Mango	57,578	1.2	382
	Naranja	157,577	3.3	462
	Piña	453,686	9.5	706
Hortalizas	Ayote	5,487	0.1	349
	Brócoli	20,139	0.4	68
	Chile pimiento	16,846	0.4	48
	Ejote	10,306	0.2	76
	Papa	120,868	2.5	375
	Repollo	16,114	0.3	20
	Tomate	142,595	3.0	245
	Zanahoria	12,926	0.3	37
	Güisquil	202,010	4.2	558
Café		1,127,105	23.7	13,729
Caña de azúcar		1,464,275	30.8	944

Productos agrícolas		Volumen de producción		Supericie cultivada
		quintales (qq)	%	ha
Flores y plantas ornamentales		41,834	0.9	25
Otros		87,199	1.8	1,428
Total		**4,761,431**	**100.0**	**46,108**

Fuente: INE, 2004

En la Figura 1.7, se presenta la distribución de la producción agrícola en el departamento.

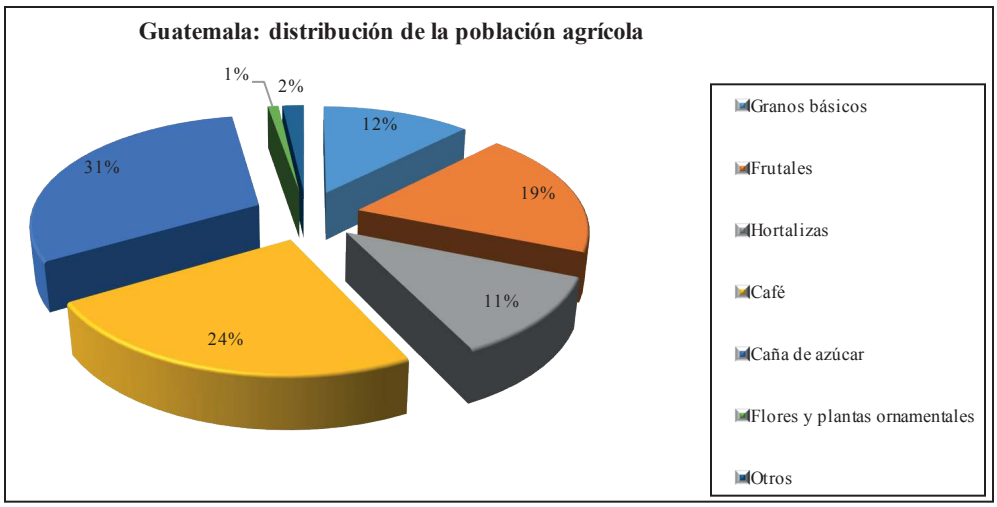


Figura 1.7 Distribución de la producción agrícola, departamento de Guatemala (Fuente: INE, 2004)

Como se observa en el Cuadro 1.5 y Figura 1.7, la mayor producción proviene del cultivo de caña de azúcar; el segundo cultivo en importancia es el cultivo de café, cuyo producto se dirige hacia la exportación y se cultiva en los municipios de Villa Canales, Fraijanes, Amatitlán, Palencia, San Juan Sacatepéquez y San José Pinula.

El cultivo de frutales, contribuye con el 18.8% de la producción agrícola del departamento, las principales variedades frutales cultivadas son: banano, durazno, melocotón, jocote, limón, mango, naranja y piña. El cultivo de granos básicos (maíz, frijol) es muy importante para las poblaciones, ya que sus producciones son dedicadas al autoconsumo familiar, se produce en todos los climas del departamento.

Con respecto a las hortalizas se cultivan aquellas de clima templado y semifrío, como la papa, ayote, tomate, ejote, brócoli, chile pimiento, zanahoria y repollo; los municipios con mayor producción son Palencia, Amatitlán, San Raimundo, Guatemala, San José Pinula, Fraijanes y Chinautla.

1.5.4 Actividad ganadera

Según el IV Censo Agropecuario Nacional, realizado por el Instituto Nacional de Estadística en el año 2003, los resultados del departamento relacionados con la actividad ganadera se muestran en el Cuadro 1.6.

Cuadro 1.6 Volumen de producción pecuaria del departamento de Guatemala

Ganado	Número de cabezas
Aviar	6,041,694
Porcino	32,524
Bovino	32,278
Cunícula	14,353
Caballar, asnal y mular	4,941
Caprino	1,204
Ovino	953

Fuente: INE, 2003

La mayoría de fincas de ganado bovino se ubican en los municipios de San José Pinula, Villa Canales, San Raimundo, Amatitlán y Villa Nueva. En la Figura 1.8, se observa a un grupo de bovinos y porcinos cuyo propósito es la producción de carne.



Figura 1.8 En la fotografía de la izquierda se aprecia un hato con ganado bovino en el municipio de San Raimundo y en la fotografía de la derecha un criadero de ganado porcino, municipio de Fraijanes (Fotos: C. García 2011)

La producción de leche se obtiene a través de razas mejoradas tal como se observa en la Figura 1.9 del lado derecho, explotadas en forma estabulada y semi-estabulada.



Figura 1.9 A la izquierda hato productor de leche de la raza Jersey y a la derecha hato de ganado criollo, municipio de Palencia (Fotos: W. González, 2011)

1.5.5 Actividad forestal

El mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra a escala 1:50,000 de la República de Guatemala año 2010, reporta para el departamento la cobertura forestal detallada en el cuadro 1.7 (MAGA, 2015).

Cuadro 1.7 Cobertura forestal del departamento de Guatemala

Cobertura forestal	ha	%
Bosque mixto	46,212	79.29
Árboles dispersos	3,696	6.34
Bosque latifoliado	3,309	5.68
Bosque de coníferas	2,914	5.00
Plantación de coníferas	2,029	3.48
Plantación de Latifoliadas	121	0.21
Total	58,281	100.00

Fuente: MAGA, 2015.

Los municipios con mayor cobertura forestal son San Juan Sacatepéquez, San José Pinula, Guatemala y San Raimundo; el municipio con menor cobertura forestal es San Miguel Petapa (MAGA, 2015).

Según el INAB la industria forestal se divide en tres grupos: a). industrias que comprenden aserraderos cuya función es transformar la troza en madera aserrada y carpinterías cuya función es trasformar la madera aserrada en muebles, tarimas, bolillos, molduras, etc., el objetivo principal es darle un valor agregado a la madera, b). depósitos cuya función únicamente es comprar, almacenar y vender madera y c), empresas que se dedican a exportar e importar productos forestales (SIFGUA, 2015).

Según la base de datos del registro nacional forestal del INAB, en la región I, Metropolitana se cuenta con 182 industrias forestales (aserraderos y carpinterías), 220 depósitos de productos forestales y 237 empresas que exportan e importan productos forestales (SIFGUA, 2015).

Los registros de INAB y CONAP muestran a nivel nacional que, la madera autorizada por éstas instituciones, aproximadamente un 50% es para uso en la industria y el otro 50% para consumo energético (FAO, 2004); mientras que el boletín de estadística forestal de INAB 2009 reporta para el departamento de Guatemala un 55% para troza y un 45% para leña. El volumen (m^3) producido y aprovechado en trozas de 16,838.69 y para leña 14,055.27 (INAB 2009). En cuanto al consumo de leña, a nivel urbano el departamento consume un promedio por año de 0.7 metros cúbicos por persona y a nivel rural consume 2.2 (INAB, IARNA-UR, FAO/GFP, 2012); lo anterior da lugar a una mayor demanda, convirtiendo al departamento en un consumidor importante de madera y leña.

1.5.6 Actividad minera

Según el Ministerio de Energía y Minas, el departamento de Guatemala, posee el mayor número de licencias de explotación de minerales de todo el país, con un total de 7. En el cuadro 1.8 se presentan los municipios y tipos de actividad; en el cuadro 1.9 se presenta el uso de los materiales (MEM, 2016).

Cuadro 1.8 Municipios y tipo de actividad

Municipio	Explotación
Guatemala	Caliza, dolomita, caliza dolomítica, dolomita, arena pómez, arena amarilla, material selecto, piedra caliza, toba, basalto, pómez, arena de aluvión, grava, andesita.
San Juan Sacatepéquez	Caliza, caliza dolomítica, dolomita, conglomerados, aglomerados, cenizas volcánicas, brecha dolomítica, arenisca, limolita, pizarra, mármol.
Chuarrancho	Serpentina, mármol, piedra caliza.
Palencia	Toba riolítica, ignimbritas, basalto andesitico, obsidiana, estibina, antimonio, cenizas volcánicas.
Amatitlán	Rocas volcánicas, pómez y ceniza volcánica, basalto, andesita, escoria y arena volcánica, diatomita.
San Miguel Petapa	Arena de río, Arena blanca, amarilla y material selecto, arena y grava.
Villa Nueva	Arena pómez y material selecto, arena de río, arena blanca, arena amarilla.
San Pedro Sacatepéquez	Piedra caliza.
San José del Golfo	Arena, grava y cantos rodados (piedra de rio), cenizas volcánicas y rocas pomáceas, tobas rioliticas, ignimbritas, basalto andesíticos y obsidiana.
San Pedro Ayampuc	Oro, plata, cobre, plomo y zinc.
Fraijanes	Material selecto, toba y pómez.
Chinautla	Arena de río y piedrín o grava, cantos rodados, arcillas derivadas de las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (basalto, andesita y granito).
Villa Canales	Arena de río, andesitas, basaltos, tobas y cenizas volcánicas.
San José Pinula	Oro, plata, níquel, cobalto, cromo, cobre, plomo, zinc, antimonio.

Fuente: MEM, 2016

En el Cuadro 1.9 se describen los usos industriales de minerales existentes en el departamento.

Cuadro 1.9 Minerales existentes en el departamento y su uso industrial

Mineral	Uso industrial
Minerales Metálicos	
Oro	Joyería, monedas, conductores eléctricos, dorado de metales, medicina.
Zinc	Se utiliza para elaborar clavos, alambres y tubos.
Plata	Joyas, vidrios, espejos y fotografía.
Plomo	Forro de cables (conductores eléctricos).
Cobre	Cables, conductores eléctricos.
Minerales no metálicos	
Arena y grava	Construcción, pavimentos, basalto para caminos, filtrado.

Mineral	Uso industrial
Caliza	Uso agrícola, cal para morteros, neutralización de ácidos, fabricación de álcalis, blanqueador, fabricación de carburo de calcio (acetileno), cremerías y lecherías, gelatina, desodorante para aceite vegetal, fabricación de vidrio, grasa lubricante, fundente para acero, concentración de minerales por flotación, cianuración, obtención de magnesio, tratamiento de aguas negras, fabricación de papel y hule, refinación de sal, fabricación de jabón y grasas, refinación de azúcar, tratamiento de curtiembre, purificación de agua, fabricación de carbonato de calcio precipitado, compuestos pulidores.
Cuarzo (sílice pura)	Fabricación de vidrio, arena para pulido a chorro, como abrasivos, como regulador de frecuencia de radio, vidrios ópticos.
Diatomita	Aislante, medio filtrante, abrasivo fino para dentífricos, fabricación de vidrio y esmaltes.
Dolomita	Cal dolomita para neutralizar suelos y desacidificar el agua, carbonizado con coque forma un excelente aislante.
Mármol	Material decorativo y fuente de carbonato de calcio.
Obsidiana	Ornamentación.
Perlita	Vidrio volcánico que al calentarse se expande hasta 20 veces su volumen, agregado liviano para concreto, aislante térmico, relleno, medio filtrante, empleo en agroindustria y como purificador de aguas contaminadas.
Pómez	Abrasivos, pulimentos, carga para detergentes, para teñir telas, vehículo para insecticidas.
Turmalina	Gema semipreciosa, propiedad piezoeléctrica (produce electricidad de golpe).

Fuente: MEM, 2014

El uso de los minerales metálicos y no metálicos extraídos en el departamento es variado, se extraen minerales preciosos como el oro; minerales como la caliza que tiene uso agrícola e industrial hasta materiales para la construcción, generando inversión e ingresos a nivel municipal, por concepto de pago de impuestos, regalías y generación de empleo.

1.5.7 Actividad artesanal

Las artesanías de mayor importancia son: textil (algodón), cerámica tradicional de barro cocido, productos metálicos, cerería, aplicaciones bordadas, joyería, materiales de construcción, pirotecnia, entre otros. De acuerdo con la Figura 1.10, el departamento ocupa el décimo primer lugar a nivel nacional en mano de obra artesanal (CECI, 2006).

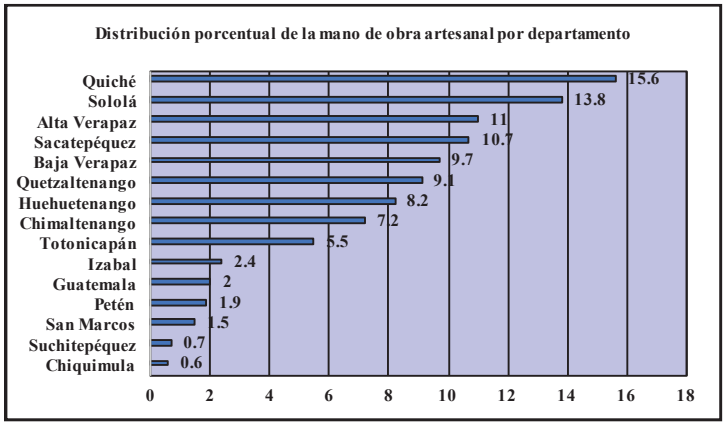


Figura 1.10 Distribución de la mano de obra artesanal en el país (CECI, 2006)

En el departamento se diseña gran variedad de artesanías entre las que destacan las siguientes:

- **Tejidos de algodón:** Los tejidos de algodón tradicionales consisten en güipiles, cortes, manteles y otros productos que se elaboran con dichas fibras (Figura 1.11). Se fabrican en los municipios de San Juan Sacatepéquez, San Raimundo, Chuarrancho, San Pedro Ayampuc, San Pedro Sacatepéquez, Mixco, San Miguel Petapa y Amatitlán (MCD-OEA, 1990).



Figura 1.11 En la fotografía de la izquierda se aprecian cortes típicos, en la del centro manteles y en la de la derecha una niña con la vestimenta típica del municipio de San Juan Sacatepéquez (Fotos: C. García, 2011)

Guatemala es reconocida mundialmente por el colorido, calidad y riqueza de sus tejidos, de lo cual los trajes regionales indígenas, usados diariamente, son una muestra. Para su elaboración se siguen usando antiguas técnicas, como el telar de cintura, manejado por mujeres, y el telar de pie, por hombres. Hoy en día, a partir de los textiles artesanales, se elaboran también artículos para el hogar, como manteles y tapetes, así como prendas de vestir de atractivos diseños (AGEXPORT, 2013).

En el Cuadro 1.10 se relacionan las principales características y la distribución geográfica de algunos de los güipiles más representativos del departamento de Guatemala (MCD, 2014).

Cuadro 1.10 Principales características y distribución geográfica de algunos de los güipiles más representativos del departamento

Características	Materiales	Municipio	Imagen referencia
Tejido en telar de cintura, brocado de dos caras con trama suplementaria.	Algodón mercerizado.	San Raimundo	
Tejido en telar de cintura, brocado de dos caras con trama suplementaria.	Algodón mercerizado, algodón blanqueado y seda.	Chuarrancho	

Tejido en telar de pie, brocado de dos caras con trama suplementaria, aplicaciones de terciopelo en cuello y mangas.	Algodón, rayón y terciopelo.	Mixco	
Tejido en telar de pie, brocado de dos caras con trama suplementaria, aplicaciones de terciopelo en cuello y mangas	Algodón mercerizado y terciopelo.	Chinautla	
Tejido en telar de cintura, brocado de dos caras con trama suplementaria.	Algodón y seda.	San José Nacahuil, (San Pedro Ayampuc)	
Tejido en telar de cintura, brocado de dos caras con trama suplementaria.	Algodón mercerizado y rayón.	Mixco	
Tejido en telar de cintura, brocado de dos caras con trama suplementaria.	Algodón blanqueado y rayón.	San Pedro Ayampuc	
Tejido en telar de cintura, brocado de dos caras con trama suplementaria.	Algodón mercerizado, algodón café natural (cuyuscate) y rayón.	San Juan Sacatepéquez	
Tejido en telar de cintura, brocado de dos caras con trama suplementaria.	Algodón natural y algodón mercerizado. El color púrpura proviene del caracol *Purpura patula*.	San Juan Sacatepéquez	

Tejido en telar de cintura, brocado de una y dos caras con trama suplementaria.	Algodón mercerizado, algodón blanqueado y rayón.	Chuarrancho	
Tejido en telar de cintura, brocado de dos caras con trama suplementaria	Algodón mercerizado y seda.	San Pedro Sacatepéquez	

Fuente: MCD, 2014 (Fotos: W. González, 2014).

- **Cerámica:** Esta actividad se elabora con arcilla o barro preparado y moldeado utilizando técnicas prehispánicas, también existen algunos talleres donde la cerámica tradicional es elaborada con tornos de origen hispánico y el horneado se realiza en hornos de leña (Figura 1.12). Se producen ollas, comales, jarros y batidores, se elaboran en los municipios de San Juan Sacatepéquez, San Raimundo, Chinautla, Mixco, Palencia, San José Pinula y Villa Canales (MCD-OEA, 1990).



Figura 1.12 En las fotografías de la izquierda y centro, se aprecian artesanías de barro, acompañadas de una de sus fabricantes en el municipio de Chinautla; en la de la derecha porcelanas fabricadas en el municipio de San Juan Sacatepéquez (Foto. C. García 2011)

En el Cuadro 1.11 se describen las principales características y la distribución geográfica de algunas de las cerámicas más representativas (MCD, 2014).

Cuadro 1.11 Principales características y la distribución geográfica de algunos de las cerámicas más representativas del departamento

Nombre de la pieza	Materiales	Municipio	Imagen referencia
Incensario	Cerámica roja modelada a mano, decoración pintada en blanco	Chinautla	
Figura de aguatera	Cerámica blanca modelada a mano	Chinautla	
Figura de cargadora	Cerámica blanca modelada a mano	Guatemala	
Garrafa con tapadera	Cerámica blanca modelada a mano	Chinautla	
Jarra miniatura en forma de ave	Cerámica roja modelada a mano, decoración pintada en blanco	Chinautla	
Garrafa con vaso	Cerámica roja modelada a mano, decoración aplicada y pintada en blanco	Chinautla	

Figura miniatura, alcancía en forma de cerdo	Cerámica roja modelada a mano, decoración pintada en blanco	Chinautla	
Olla de base plana y dos asas	Cerámica roja tosca modelada a mano, borde festonado	San Raimundo	
Jarra miniatura en forma de ave	Cerámica roja modelada a mano, decoración pintada en blanco	Chinautla	

Fuente: MCD, 2014 (Fotos: W. González, 2014).

- **Productos metálicos:** En este rubro se elaboran productos tradicionales de hierro forjado tales como compuertas y balcones, en los municipios de San Juan Sacatepéquez, San Raimundo, San Pedro Sacatepéquez, Mixco, Amatitlán y Villa Canales. Artesanías de hojalata de tipo tradicional como candiles, faroles y candelabros se trabajan en San José del Golfo, Mixco, Villa Canales y Amatitlán. Artesanías de plata se trabajan en San Juan Sacatepéquez, produciendo pulseras, cadenas, esclavas y anillos (INGUAT 2012).

- **Cerería:** Se elaboran diferentes tipos de candelas, palmatorias y veladoras, utilizando el cebo y la parafina en los municipios de San Juan Sacatepéquez, San Raimundo, San Pedro Ayampuc, Chinautla, San Pedro Sacatepéquez, Mixco, Villa Nueva, Amatitlán, Villa Canales, San José Pinula y Palencia (INGUAT, 2012).

- **Materiales de construcción:** las artesanías relacionadas con este rubro incluyen la fabricación de tejas de barro en los municipios de San Juan Sacatepéquez, San Raimundo, Chuarrancho, San Pedro Ayampuc, San José del Golfo, Mixco, Palencia, Villa Canales, Fraijanes y San José Pinula; ladrillos en barro, se fabrican en los municipios de San Juan Sacatepéquez, San Raimundo, San Pedro Sacatepéquez, San Pedro Ayampuc, Palencia, Amatitlán, Villa Canales, Fraijanes, San José Pinula y Santa Catarina Pinula, (MCD-OEA, 1990). El tejamanil, que consiste en una tabla delgada que por lo general es de pinabete, se utiliza para fabricar los techos en sustitución de las tejas. Se elaboran en el municipio de San Pedro Ayampuc.

- **Pirotecnia:** En este rubro se producen cohetillos, toritos, castillos, volcanes y canchinflines, que son utilizados en fiestas familiares, religiosas, populares y cívicas. Se elaboran en los municipios de San Juan Sacatepéquez, San Raimundo, Mixco, Villa Nueva, Amatitlán, Villa Canales y Fraijanes (INGUAT, 2012).

Además, en el departamento de Guatemala se trabaja la cestería, productos de madera, tul, cuero, palma, hojalata y cobre, con los cuales se fabrican instrumentos musicales, jícaras y guacales, entre otros (Cuadro 1.12).

Cuadro 1.12. Relación de otras artesanías y diferentes materiales con los cuales se elaboran, además de su distribución geográfica en el departamento

Nombre de la pieza	Materiales	Municipio	Imagen referencia
Máscara de español	Madera	Guatemala	
Perol	Cobre con asas de acero	Guatemala	
Figurilla de Pedro de Alvarado con traje de la Danza de la Conquista	Madera	Guatemala	
Figurilla de Tecún Umán con traje de la Danza de la Conquista	Madera	Guatemala	
Aviones de juguete	Madera y hojalata	Guatemala	
Caballito de juguete	Madera	Guatemala	

Fuente: MCD, 2014 (Fotos: W. González, 2014).

1.6 BIBLIOGRAFÍA DEL CAPÍTULO

AGEXPORT (Asociación Guatemalteca de Exportadores, GT) 2013. Artesanías de Guatemala (en línea) AGEXPORT, Guatemala. Consultado el 20 de enero 2016. Disponible en http://export.com.gt/sectores/sector-exportador-de-artersanias/

Álvarez Castillo, E. 2007. Promoción y fortalecimiento a las actividades desarolladas en la sección de industrias forestales de la región I, Metropolitana. Tesis Ing. R.N.R. Guatemala, USAC. 133p.

CONGRESO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA, GT. 1989. Acuerdo Gubernativo número 29-89. Reglamento de la "Ley de Fomento y Desarrollo de la Actividad Exportadora y de Maquila".

CONGRESO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA, GT. 1986. Decreto número 70-1986: Ley preliminar de regionalización. Guatemala, 2 p.

DINEL (Boletín Informativo del Directorio Nacional de Empresas y sus Locales, GT), 2013. Programa Nacional de Mejoramiento de las Estadísticas Económicas, BANGUAT, INE, Guatemala. 2013. Consultado 20 de enero 2016. Disponible en http://www.banguat.gob.gt/Publica/DINEL/Informe_Dinel_2013.pdf

FAO (Food and Agricultural Organization). 2004. Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina, Documento de Trabajo Informe Nacional Guatemala. Consultado en noviembre 2014. Disponible en: http: //www.fao.org/ docrep/007/j3029s/j3029s07.htm.

IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 2009. Base cartográfica de la República de Guatemala. Compilado por Francis Gall. Versión electrónica, Guatemala, 4 t.

IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1999. Diccionario geográfico de la República de Guatemala. Compilado por Francis Gall. Versión electrónica, Guatemala, 4 t.

INAB, IARNA-URL, FAO/GFP. 2012. Oferta y demanda de leña en la República de Guatemala/Woodfuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping. Guatemala, FAO/GFP/Facility. 70 p.

INAB (BOLETIN DE ESTADÍSTICA FORESTAL). 2009. INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES INAB, Guatemala. 28 p.

INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2006. Proyecciones de población y lugares poblados con base al XI Censo de Población y VI de Habitación 2002, período 2000-2020. XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación. INE, Dirección de Censos y Encuestas. sde. 10 p.

INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2003. XI Censo nacional de población y VI de habitación. Dirección de Censos y Encuestas, 2002. 275 p, Tomo IV.

INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2004. IV Censo Nacional Agropecuario. Dirección de Censos y Encuestas. 2003. Tomo I 165 p, Tomo II 267 p, Tomo III 225 p.

INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2005. IV Censo Nacional Agropecuario. Dirección de Censos y Encuestas. 2003. Tomo IV 365 p.

INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2013. Estadísticas agropecuarias de la república de Guatemala. Dirección de Censos y Encuestas. 35 p.

INGUAT (Instituto Guatemalteco de Turismo, GT). 2012. Consultado mayo 2012. Disponible en:http://www.visitaguatemala.com/web/index.php?option=comcontent&task=view=12&Itemid=993.

MAGA-UPGGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Planificación Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgo, GT). 2009. Mapa de cuencas hidrográficas de la república de Guatemala a escala 1:50,000, 55 p.

MAGA-UPGGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo, GT). 2006. Proyecto obtención de imágenes digitales a escala de detalle de la República de Guatemala, con resolución de 0.40 metros y escala aproximada de 1:20.000, 2006. MAGA, UPGGR. 18 p. más anexos.

MAGA-DIGEGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos, GT). 2015. Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra a escala 1:50,000 de la República de Guatemala a escala 1:50,000. 205 p.

MCD (Ministerio de Cultura y Deportes, GT). 2014. Museo Nacional de Arqueología y Etnología. Muestras de los Güipiles representativos del departamento de Guatemala.

MCD-OEA (Ministerio de Cultura y Deportes, Organización de los Estados Americanos, GT). 1990. Distribución geográfica de las artesanías de Guatemala.274 p.

MEM (Ministerio de Energía y Minas, GT). 2016. Derechos mineros en el departamento de Guatemala. Dirección General de Minería, MEM, (en línea). Guatemala. Consultado 21 ene 2016. Disponible en:http://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2015/06/Ot_guatemala.pdf

MEM (Ministerio de Energía y Minas, GT). 2014. Anuario estadístico minero 2014. Dirección General de Minería, MEM, Guatemala. 12 p.

MEM (Ministerio de Energía y Minas, GT). 2007. Lineamientos de Política Minera, 2008-2015. Dirección General de Minería, MEM, Guatemala. 20 p.

MEM (Ministerio de Energía y Minas, GT). 2004. Caracterización de la minería en Guatemala. Dirección General de Minería, MEM, Guatemala. 31 p.

URL, IARNA (Universidad Rafael Landívar; Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, GT). 2009. Descripción de la actividad productiva forestal en San Juan Sacatepéquez, Guatemala 2009. 58 p.

USAC (Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC). 2006. Evaluación de los Términos de Intercambio de la Industria Manufacturera de Guatemala, nivel Centroamericano. Primera edición. 88 p.

CAPÍTULO 2

ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL





CAPÍTULO 2. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL

La geología, la geomorfología, el clima, la hidrografía, la cobertura vegetal y el uso de la tierra son aspectos del medio natural, que se tratan en el presente capítulo, para entender el proceso de formación y evolución de los suelos del departamento de Guatemala.

2.1 GEOLOGÍA

La geología está conformada por una variedad de materiales de origen volcánico, metamórfico y sedimentario. Estos materiales provienen de la evolución del istmo centroamericano, región relativamente joven en términos geológicos. Según Dengo (1973), la evolución geológica del istmo ha tenido la secuencia que se indica en el Cuadro 2.1.

Cuadro 2.1. Evolución geológica de Centro América

Era / Período	Límites temporales (años)	Evento evolutivo
Mesozoico / Jurásico	160,000,000	América del Sur aún permanece unida a África.
	130,000,000	América del Sur principia a separarse de África.
		Surgimiento de las protoAntillas.
Mesozoico / Cretácico	100,000,000	África completamente separada de América del Sur.
	80,000,000	Comienza a emerger América Central Septentrional, por fuerte actividad volcánica y tectónica: surgen el altiplano de Chiapas, Centro y parte montañosa del sur de Guatemala, Honduras, El Salvador y norte de Nicaragua.
Cenozoico / Terciario	60,000,000	América del Norte y América Central Septentrional se encuentran separadas de América del Sur por una porción marina.
		América Central Septentrional, mediante actividad volcánica, aumenta su extensión hacia el sur de Nicaragua y Costa Rica.
Cenozoico / Cuaternario	2,000,000	Surge la región de Panamá, con lo que el istmo centroamericano se consolida.

Fuente: Dengo, 1973.

De acuerdo con lo que se indica en el Cuadro 2.1, en el período Cretácico comenzó a emerger el istmo centroamericano del fondo del océano, en consecuencia las rocas originales estuvieron conformadas por carbonatos cálcicos de origen marino. En la parte central del país y debido a la constante actividad volcánica, las rocas preexistentes fueron cubiertas por mantos de ceniza volcánica de diferente espesor.

La geología del país depende ampliamente y puede explicarse a través del concepto de la "tectónica de placas"; en el territorio confluyen 3 de las 15 placas mayores existentes en el planeta; estas son la Placa Oceánica de Cocos, la Placa América del Norte y la Placa Caribe (Figura 2.1).

En las costas del pacífico de Guatemala, existe un proceso de subducción provocado por la placa de Cocos, esta al adquirir mayor densidad por su naturaleza, por la composición de los materiales oceánicos y por la presión

lateral que ejercen las dorsales marinas (cordilleras marinas), se torna más pesada; además al desplazarse de oeste a este, colisiona y penetra por debajo de la placa continental, provocando el fenómeno de subducción mencionado, generando la actividad volcánica y sísmica en la planicie costera.

Por otro lado, la Placa Caribe, ejerce presión con dirección este a oeste, hacia la Placa de Cocos del Pacífico guatemalteco, permitiendo la formación de la plataforma central de Guatemala, por la emanación de material volcánico de entre las fisuras de las dos cortezas. Asimismo, la Placa Caribe también colisiona con la Placa América del Norte, originando las cadenas montañosas existentes al sur de la Sierra de las Minas, hasta la falla del río Motagua, conformando así el complejo sistema geológico de Guatemala.

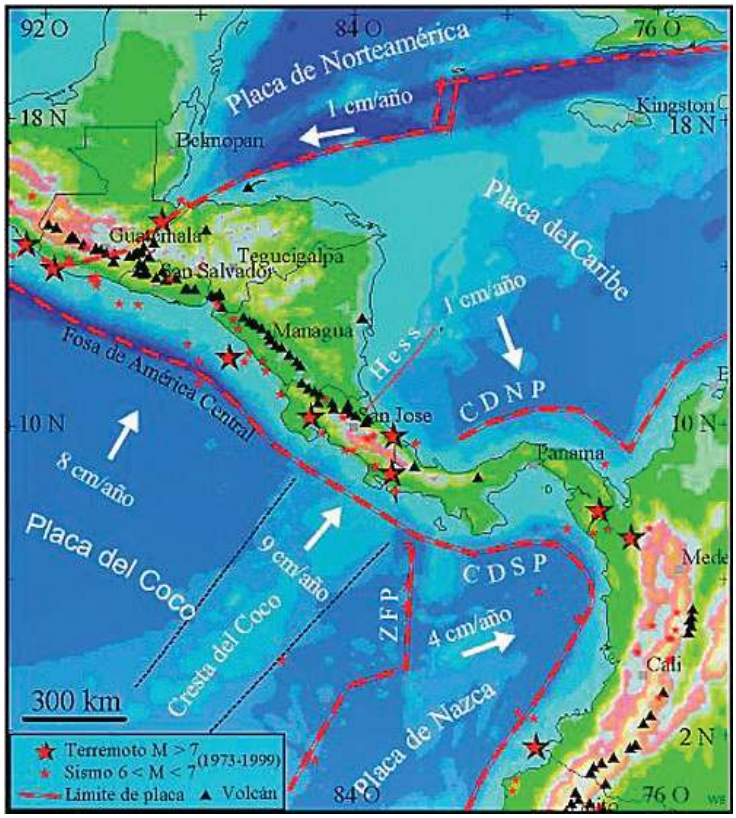


Figura 2.1 Tectónica de Placas en Centroamérica (Fuente: webserver2.ineter.gob.ni/geofísica/tect-placas.html, 2011)

2.1.1 Geología del departamento de Guatemala

Respecto a la geología del departamento, en ella se presentan dos áreas bien definidas (Figura 2.2); en la parte media hacia el norte se encuentra el área o "Zona de Sutura" y hacia el sur el conjunto geológico o "Bloque Chortí" (Dengo, 1985; Donelly et al., 1990, citado por Pérez, 2000). La Zona de Sutura se caracteriza por la presencia de rocas variadas (ígneas, sedimentarias y metamórficas), mientras que en el Bloque Chortí dominan las rocas ígneas, los materiales piroclásticos sueltos (cenizas volcánicas). En el numeral 2.1.4 se ha desarrollado un pequeño glosario de términos geológicos utilizados en éste capítulo.

Las 2 áreas identificadas se describen a continuación:

2.1.1.1 Zona de Sutura

Comprende la porción de terreno ubicada al norte del departamento, entre la falla del río Motagua y la zona de falla de Jocotán – Chamelecón. Esta zona es atravesada por varias fallas, que ocasionan un intenso fracturamiento de las rocas preexistentes, reflejado en el afloramiento de materiales de diverso origen y tamaño.

En esta zona se encuentran las formaciones (grupos o conjuntos de rocas): Subinal, El Tambor, Filitas Agua Salobre, Filitas San Diego y Complejo las Ovejas (Dengo, 1985; Donelly et al., 1990, citado por Pérez, 2000). Se describen a continuación:

a). Grupo Subinal

Unidad distribuida dentro de la *Zona de Sutura,* en los municipios de Chuarrancho, San Juan Sacatepéquez y San Raimundo.
Está conformada por rocas erosionadas, provenientes de antiguos rellenos continentales de edad Terciaria Temprana, distribuidas en la depresión del Motagua en forma de franjas con dirección noreste y pueden variar entre 1 y 5 kilómetros de ancho (Figura 2.3).

Los materiales geológicos se caracterizan por presentar una secuencia de *capas rojas* (presencia de mineral de hematita u óxidos de hierro en la matriz arcillosa), *areniscas* (de grano grueso, baja selección, dominada por fragmentos de rocas cuarzo metamorfizadas), *lutitas limolíticas* (de color rojo oscuro a café y verdes), *conglomerados* (fragmentos sedimentarios redondeados), con algunas cantidades pequeñas de *calizas, tobas, andesita, esquistos, gneiss, serpentina, diorita, granito, mármol* (Hirschmann, 1963, citado por Pérez, 2000).

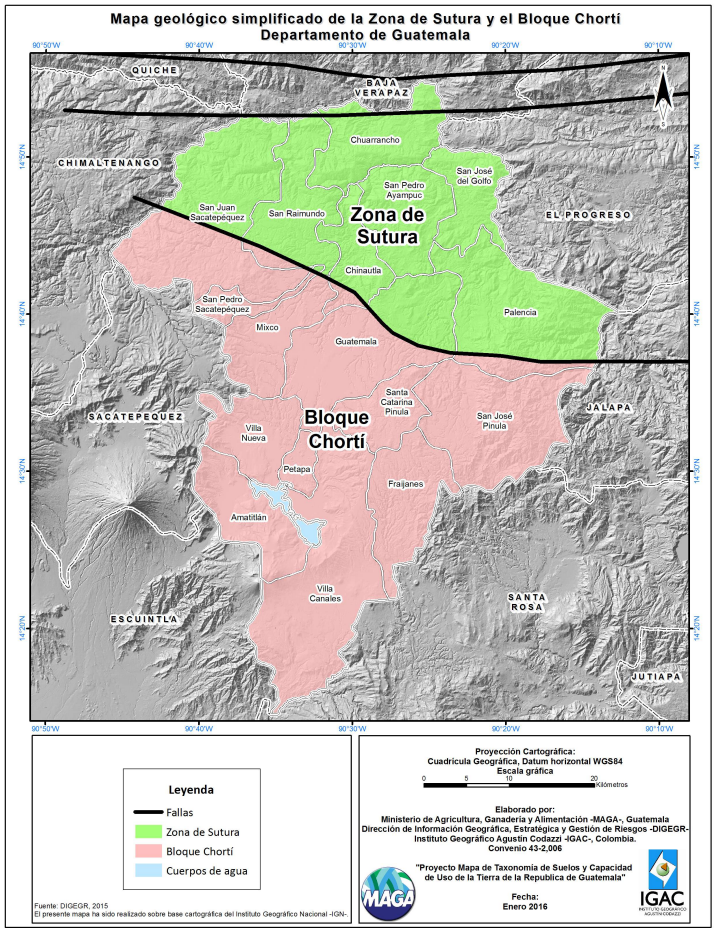


Figura 2.2 Mapa geológico simplificado de la Zona de Sutura y el Bloque Chortí, departamento de Guatemala.



Figura 2.3 Areniscas de colores rojizos debido a la abundancia de hematita (mineral de hierro en la matriz arcillosa), municipio de San Raimundo (Fotos: W. González, 2011)

b). Grupo El Tambor

Unidad ampliamente distribuida dentro de la *Zona de Sutura,* en los municipios de Chinautla, Chuarrancho, San José del Golfo, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Ayampuc y San Raimundo; aflora en una franja estrecha a lo largo del margen derecho del Río Motagua; está compuesta por una secuencia de rocas máficas (básicas y oscuras), ultramáficas y sedimentos asociados (Figura 2.4).

Sin embargo, las rocas más abundantes son las *pizarras cloríticas y filitas* compuestas de plagioclasa, cuarzo, hornblenda verde, clorita, esfena y mena de grano fino; interestratificaciones (entre capas de sedimentos) de *metachert bandeado,* compuesto de cuarzo de grano fino, calcita y grafito.

Las unidades ricas en *filitas* consisten principalmente de capas alternas de cuarzo, clorita, moscovita, grafito y albita; las unidades de *serpentina* se observan en rocas no cizalladas. Aparece como capas y bolsadas (yacimientos formados por cristalización más acumulación) paralelas a la foliación en la filita y los esquistos verdes (Horne, 1990, citado por Pérez, 2000).



Figura 2.4 Serpentinita o roca verde que presenta alta densidad, por efecto de la transformación o metamorfismo con bajo grado de alteración, municipio de Chuarrancho (Fotos: W. González, 2011)

c). Grupo Filitas Agua Salobre y Filitas San Diego

Estos dos grupos se han identificado en

- **Filitas Agua Salobre:** Unidad geológica presente en los municipios de San José del Golfo y San Pedro Ayampuc; grupo de rocas ligeramente transformadas o metamorfizadas, formadas por *caliza bronceada y gris, lutita calcárea parda y verde, arenisca calcárea café, conglomerados y guijarros (*Figura 2.5). Las areniscas y lutitas presentan granos detríticos (granos sueltos) angulares y redondeados de tamaño limo – arena, calcita, plagioclasa, moscovita, biotita, feldespatos potásicos, circón, turmalina y magnetita (Lawrence, David P., 1975; citados por Pérez, 2000).

- **Filitas San Diego:** Las Filitas de San Diego, fueron identificadas en los municipios de San José del Golfo y San Pedro Ayampuc; consisten en rocas transformadas o metamórficas de esquistos verdes; *filita, esquisto y*

pizarra con interestratificaciones (entre capas) delgadas de cuarcita. El área de afloramiento se caracteriza por presentar secciones con alto contenido material grafitoso, cuarzo, moscovita, pirita y clorita (Lawrence, 1975; citado por Pérez 2000).



Figura 2.5 A la izquierda se aprecia una roca metamórfica filítica verdosa, y a la derecha una filita de bajo grado de metamorfismo, municipio de Chuarrancho (Fotos: W. González, 2011)

d). Complejo Las Ovejas

Corresponde a las rocas más antiguas, con alto grado de transformación o metamorfismo, afloran al sur de la falla del Motagua, identificadas en los municipios de San José del Golfo y San Pedro Ayampuc (Figura 2.6). Comprende principalmente *gneiss cuarzofeldespático, esquistos* de dos micas, *anfibolita, mármol* subordinado y rocas ígneas intrusivas foliadas, dispuestas en forma de láminas al romperse (Bosc, 1971, Lawrence, 1975; citados por Pérez, 2000).

Los *esquistos* son rocas bien foliadas por el alto contenido de micas, contienen moscovita, biotita y cuarzo; dependiendo del grado de metamorfismos pueden contener granates, cianita o distena.



Figura 2.6 A la izquierda se muestra un esquisto bandeado con moscovita (mica clara) y a la derecha un esquisto con moscovita y biotita (mica negra), municipio de San Raimundo (Fotos: W. González, 2011)

2.1.1.2 El Bloque Chortí

Forma parte de la Placa Caribe, comprende un sector de la falla de Jocotán - Chamelecón hacia el sur del departamento (Figura 2.2). El bloque puede considerarse como una unidad, conjunto o mosaico de fragmentos pequeños de diverso origen, el cual expone rocas sedimentarias, metamórficas con predominio de rocas ígneas compuestas por tefras, cenizas volcánicas y pómez; y depósitos consolidados (tobas e ignimbritas).

En esta zona se encuentran las siguientes formaciones (grupos o conjuntos de rocas): Pre-Grupo Yojoa, Grupo Yojoa, Atima, Granito Tres Sabanas, Sumpango, San Cristóbal y Volcánicos Cuaternarios de Amatitlán; estas unidades se escriben a continuación:

a). Pre-Grupo Yojoa, Grupo Yojoa y Formación Atima

Estos tres grupos de rocas se han identificado en los municipios de Chinautla, Guatemala y Palencia, se describen a continuación:

- **Pre-Grupo Yojoa:** Presenta afloramientos de rocas clásticas (rocas sedimentarias fragmentadas) de capas rojas no-fosilíferas, al sur de la falla de Jocotán, en el Bloque Chortí, denominadas *limolitas y areniscas interestratificadas*. En algunos sitios se describe como depósitos de *conglomerados rojos,* delgados y discontinuos; en otros sitios como conglomerado cementado con *hierro y sílica, brecha y arenisca*. Los fragmentos más gruesos son de rocas intrusivas y cuarzo, con fragmentos pequeños de rocas metamórficas y chert (Figura 2.7).

- **Grupo Yojoa:** Este grupo está ampliamente dominado por rocas marinas*: caliza gris, masiva y de estratificación fina; lutitas calcáreas cafés, lutita negra, arenisca parda, chert estratificado negro y blanco, conglomerado café, rocas volcánicas andesíticas y sills;* en varios informes se les conoce como Caliza Atima, Caliza Buena Vista, Formación Lajas, Caliza Chispán, Formación Los Planes, Caliza Cerro el Sillón y Formación Cantarranas.



Figura 2.7 A la izquierda se aprecia una caliza gris recristalizada y a la derecha una caliza silícea del grupo de rocas Carbonatadas, en el municipio de Chuarrancho (Fotos: W. González, 2011)

- **Grupo o formación Atima:** Está conformada por rocas denominadas *calizas recristalizadas* grises intensamente fracturadas en algunos sitios, especialmente son calizas Cretácicas y del Paleozoico; se pueden observar en algunos cauces de quebradas y ríos, son de color gris claro. Los suelos desarrollados sobre carbonatos de calcio pueden ser ácidos, debido al proceso de carbonatación de la roca que produce ácidos carbónicos (Ritchie, 1975; Montgomery, 1972; citados por Pérez, 2000).

b). Grupo o formación Granito Tres Sabanas

Este grupo presenta rocas ígneas intrusivas, originando relieves ligeramente ondulados, sobresaliendo como colinas redondeadas cubiertas por cantos redondeados meteorizados de rocas graníticas un poco más resistentes. Los afloramientos son pocos, debido a la saprolización rápida que los materiales graníticos sufren, generalmente están recubiertos por suelos profundos derivados de estos. Litológicamente está compuesta por cuarzomonzonita (con presencia de micas), que se convierte en granito (con dominio de feldespatos potásicos, cuarzo), granodiorita y cuarzodiorita con aumento de plagioclasas (Figura 2.8).

El granito es una roca plutónica félsica (ácida y de colores pálidos) de grano grueso, integrada por cuarzo, feldespatos y mica; el cuarzo constituye del 10 al 50% de los compuestos félsicos y la proporción de feldespato alcalino a feldespato total se encuentra en el rango de 65 a 90%. La biotita y la moscovita son minerales con menor presencia. Esta unidad presenta dos grupos de diques, los cuales son:

- **Grupo uno:** Esta intrusión ígnea aflora en San Juan Sacatepéquez, donde hay pequeños grupos de diques cortando rocas metamórficas e intrusivas; se caracterizan por ser delgados, porosos y de fácil meteorización, compuestos por pegmatita de cuarzo – feldespato – moscovita de granos gruesos y aplita de cuarzo – feldespato – moscovita de granos medios.

- **Grupo dos:** Intrusión ígnea con alta meteorización, de composición andesítica y riolítica común dentro de las rocas a lo largo del margen del graven (valle tectónico) de la Ciudad de Guatemala. De color verde oscuro y verde grisáceo a gris pardo y consiste principalmente de residuos meteorizados de clorita y arcilla con cristrales de plagioclasa visibles (Unidad caracterizada por Ritchie, Alexander W., 1975; Montgomery, Warren, 1972; citados por Pérez, 2000).



Figura 2.8 A la izquierda se aprecia un granito cuarzomonzonítico con micas moscovita, biotita y cuarzo, y a la derecha afloramiento por corte de carretera, municipio de San Juan Sacatepéquez (Fotos: W. González, 2011)

c). Grupo Sumpango

Cubre el área entre la Ciudad de Guatemala y occidente del departamento, se ubica en los municipios de Amatitlán, Guatemala, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez y Villa Nueva (Figura 2.9); esta unidad ocupa cuencas y zonas depresionales en secuencias definidas por el relieve. Consiste en 7 capas de pómez aerotransportado, 3 de diamictones (sedimento mal clasificado, con cimas localmente en forma de capas en depósitos de espesor variable hasta de 50 metros) pomáceos y 3 secuencias de sedimentos fluviales y lacustres, y varias capas de paleosuelo (Pérez, 2000).

La tefra o fragmentos de roca piroclástica de Sumpango está compuesta por pómez de coloración clara con abundantes fragmentos de roca, proveniente de los estrato-volcanes de Pacaya, Agua, Fuego, Acatenago y Los Chocoyos (volcán extinto, en el departamento de Sololá), varía entre 2 y 10 metros de espesor; los diamectones pomáceos se encuentran en formas de capas o mantos con tefra en las zonas depresionales (zonas bajas entre lomas), estas capas pueden alcanzar los 100 metros de espesor.



Figura 2.9 Se muestra los mantos de ceniza volcánica (color pardo) sobre bancos espesos de piedra pómez (color blanco), localizados en un agujero de más de 50 metros de profundidad, formado en la Zona 2 de la Ciudad de Guatemala, en mayo de 2010. (Fotos: W. González, 2010)

d). Grupo San Cristóbal

Esta unidad presenta afloramientos en Ciudad San Cristóbal, Villa Nueva y Amatitlán, al suroeste de la Ciudad de Guatemala (Figura 2.10). La unidad geológica se compone principalmente de depósitos de piedra pómez del Cuaternario, que se pueden apreciar en varios cortes de carretera. Se disponen en forma de sucesión, compuesto por 12 unidades de tefra, capas de cinder; diamectones; sedimentos fluviales pomáceos (lapilli de pómez redondeada y lapilli) y lacustres semi-consolidados (areniscas blancas, bien estratificadas, lodolitas tobáceas, diatomeas interestratificadas y láminas negras carbonáceas).

La tefra es angular y presenta buen sorteamiento debido al trasporte aéreo, el tamaño disminuye y la selección aumenta con la distancia de los volcanes, cubriendo con mantos continuos tanto en pendientes elevadas, como en bajas. Los diamectones se encuentran principalmente en terrenos bajos, no presentan selección ni estratificación alguna, caracterizados por una matriz de cenizas finas y gruesas dominantes sobre la piedra pómez y fragmentos

líticos como lapilli y bombas, en algunos puntos presentan troncos y ramas carbonizadas (Unidad caracterizada por Koch, Allan James, 1970; citados por Pérez, 2000).



Figura 2.10 En a). tobas pomáceas de color blanco (municipio de Palencia); b). depósitos de piedra pómez interestratificados con ceniza y lapilli (municipio Villa Canales), y c). diamectones con interestratificaciones de troncos y ramas carbonizadas (municipio de Villa Canales) (Fotos: W. González, 2011)

e). Volcánicos Cuaternarios de Amatitlán

Denominado también Complejo Volcánico del Pacaya, está formado por estrato-volcanes, domos, conos cineríticos (conos pequeños, con pendientes inclinadas, formados en gran medida por la acumulación de ceniza, escorias y rocas) y depósitos pomáceos, con varios centros eruptivos que han permanecido activos durante el Cuaternario (Figura 2.11); abarca una amplia zona entre el volcán de Pacaya y la Ciudad de Guatemala, donde se encuentran los municipios de Amatitlán, Guatemala, San Miguel Petapa, Villa Canales y Villa Nueva.

En esta área se ha registrado la presencia de diatomeas con abundancia de especies de *Stephanodicus niagarae Ehrenberg* (género de diatomeas perteneciente al reino protista, son algas pardas eucariotas, unicelulares, diplontes, autótrofas) como vestigio de un anterior lago de Amatitlán de mayor diámetro. En la zona existen numerosos domos producto de erupciones de lava viscosa silícea a intermedia. Las lavas y piroclastos, respecto a su composición varía en un amplio rango, desde basalto olivínico, pasando por rocas intermedias hasta riodacita (Eggers, Laurent, 1971; citados por Pérez, 2000).

De acuerdo con la historia eruptiva del complejo Pacaya, esta se ha caracterizado por la secuencia de 3 fases eruptivas distintas (Eggert, Laurent 1971):

- **Fase I:** período de vulcanismo andesítico primario y crecimiento de un pequeño volcán ancestral. Compuesta por flujos de andesita con interestratificaciones piroclásticas (bombas, lapilli y escorias). En la composición detallada de la lava se destacan: latita – andesitas de piroxenos, roca porfirítica de plagioclasa, augita, hiperstena, olivino, tridimita y vidrio intersticial. Afloran en la finca el Durazno y en el área de la laguna de Calderas.

- **Fase II:** se caracteriza por erupciones voluminosas de pómez dacítica y formación de domos. Presenta capas gruesas de lluvias de ceniza y flujos de ceniza pomácea; fragmentos no consolidados ni seleccionados de pómez dacítica, blanca (1-10 cm de diámetro), con pocas inclusiones de andesita, basalto, granito de

biotita en matriz de ceniza y fragmentos de carbón esparcidos en el techo de los paleosuelos. Aflora en el kilómetro 24 y 29 de la carretera CA-9.



Figura 2.11 Estrato- volcán de Pacaya, a la izquierda se aprecia el cono volcánico y a la derecha coladas de lava muy viscosas (actividad vulcaniana apacible), desplazándose cuestas abajo del edificio volcánico (Fotos: W. González, 2007)

- **Fase III:** fase actual, caracterizada por erupciones basálticas de olivino, crecimiento y destrucción de conos basálticos y conos cineríticos. Forman el cono volcánico principal donde se puede apreciar erupciones de lava y piroclastos basálticos. Las erupciones se reportan desde el año de 1565 y continúan intermitentes (discontinuas) hasta la actualidad (Figura 2.12), alternando entre **períodos cortos** de actividad ***estromboliana*** (expulsión de piroclastos) y **períodos largos** de actividad ***vulcaniana apacible*** (expulsión de lava viscosa). Los conos más importantes de esta fase son Pacaya y Cerro Grande.



Figura 2.12 Aspecto del volcán de Pacaya, después de la erupción explosiva de *actividad estromboliana* ocurrida en mayo de 2010, con laderas recubiertas por ceniza y brechas volcánicas (Fotos: C. García, 2011)

El volcán de Pacaya hasta mayo de 2010, registraba emisiones de lava viscosa, pero por las constantes explosiones que mantiene en la actualidad, emite considerables cantidades de materiales piroclásticos no consolidados, por el cambio de periodo de actividades.

2.1.2 Mapa geológico del departamento y su vinculación con la Zona de Sutura y el Bloque Chortí del mapa geológico simplificado

Para el estudio de suelos, se tomaron como base los cuadrángulos geológicos de escala 1:50,000 denominados: San Juan Sacatepéquez 2060-II, Ciudad de Guatemala 2059-I, San José Pinula 2159-IV, Amatitlán 2059-II y Nueva Santa Rosa 2159-III (Bonnis, 2009) y fue complementado con el mapa geológico a escala 1:250,000 (IGN, 1993), al noreste y sur del departamento (Figura 2.13).

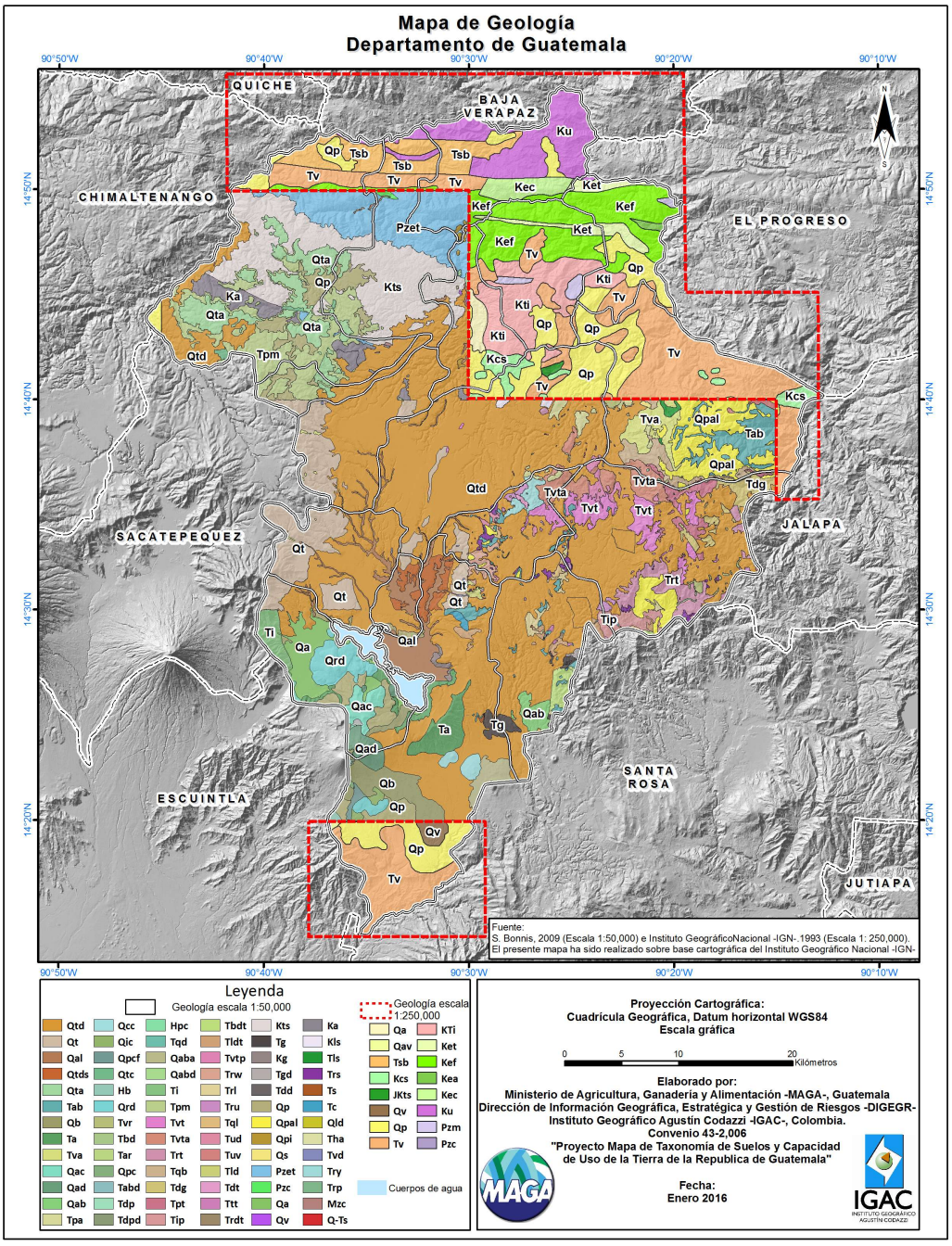


Figura 2.13 Mapa geológico del departamento de Guatemala, escala 1:50,000 (Bonnis 2009), complementado en la parte noreste y sur con el mapa geológico escala 1:250,000 (IGN, 1993)

En los cuadros 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5 se presentan en resumen los materiales geológicos tomados de los mapas a escala 1:50,000 y 1:250,000 (IGN, 1993), identificados en la Zona de Sutura y el Bloque Chortí, del departamento de Guatemala.

Cuadro 2.2 Materiales geológicos según el mapa a escala 1:50,000, en la Zona de Sutura

Grupo	Símbolo	Descripción	Supericie	
			ha	%
Rocas graníticas	Kts	Granito, monzonita de cuarzo, granodiorita y cuarzo diorita.	9,392.65	4.26
Esquistos, anfibolitas	Pzc	Rocas metamórficas; esquistos, migmatitas, mármol y anfibolitas (Grupo Chuacús).	6,953.97	3.15
	Pzet	Filita en facie esquisto verde y esquisto.		
Tefras volcánicas	Qal	Tefra y diamictones pomáceos interestratificados con sedimentos lacustres tobáceos-diatomáceos.	5,512.37	2.50
	Qtd	Tefra y diamictones pomáceos interestratificados con sedimentos lacustres tobáceos-diatomáceos.		
Rocas en edificios volcánicos	Qv	Rocas en edificios volcánicos y coladas sin diferenciar.	5,374.09	2.44
	Qta	Flujos de andesita y andesita olivino-piroxena, andesita, flujos de andesita olivino-piroxena.		
Rocas en edificios volcánicos	Qtc	Conglomerado de grano grueso, primariamente clastos de andesita.	5,374.09	2.44
	Tab	Andesita-basalto (Formación Sanguayabá), andesitas y basalto sin dividir.		
	Tpa	Piroxenos (Formación Sanguayabá).		
	Tva	Andesita-basalto vítrico (Formación Sanguayabá) y andesita gris oscura.		
	Tvr	Diques de basalto, pórfidos de cuarzo diorito y diorita y vidrio riolítico (Formación Sanguayabá).		
Depósitos piroclásticos	Qp	Depósitos subaéreos y subacuáticos de pómez riolítica y riodacítica.	4,136.04	1.88
	Qpal	Pómez y aluvión.		
	Qpi	Depósitos pomáceos bien soldados.		
	Qs	Pómez y aluvión con sedimentos y suelos.		
Tobas volcánicas	Tpm	Estratos tobáceos; toba subacuática, sillar, ignimbrita soldada, flujos delgados de andesita y basalto.	1,348.69	0.61
	Tqb	Toba soldada cuarzo-biotita (Formación San Agustín - Las Minas).		
	Trt	Toba soldada vítrea (Formación San Agustín Las Minas), toba biotítica gris claro, toba soldada riolítica.		
	Tuv	Rocas volcánicas sin dividir (Formación San Agustín Las Minas).		
	Tvta	Toba soldada vítrea (Formación San Agustín Las Minas), toba biotítica gris claro, toba soldada riolítica.		
	Tvtp	Toba soldada vítrea dividida en facies fanerítica (Formación San Agustín - Las Minas).		
Sedimentos volcánicos	Tls	Lahar y sedimentos tobáceos (Formación Sanguayabá).	148.67	0.07
Rocas carbonatadas	Kls	Caliza recristalizada incluyendo capas limosas delgadas.	89.29	0.04
Total mapa a escala 1:50,000			**32,956.55**	**14.95**

Fuente: Datos DIGEGR; IGAC 2015.

Cuadro 2.3 Materiales geológicos según el mapa a escala 1:250,000, en la Zona de Sutura

Grupo	Símbolo	Descripción	Superficie	
			ha	%
Rocas volcánicos sin dividir	Tv	Rocas volcánicas sin dividir del Mioceno - Plioceno. Incluye: coladas de lava, depósitos laháricos, tobas, ignimbritas y sedimentos volcánicos.	14,597.37	6.62
Esquistos, serpentinas y filitas	Ket	Filitas, esquistos verdes, anfibolitas, basaltos, subordinadamente carbonatos y rocas de mezcla tectónica (Grupo El Tambor sin dividir).	10,685.19	4.85
	Kef	Grupo El Tambor. Filitas y esquistos verdes		
Pómez	Qp	Depósitos piroclásticos, principalmente pómez de origen diverso.	9,216.48	4.18
Rocas ultrabásicas	Ku	Rocas ultrabásicas, sin dividir. Predominantemente serpentinitas; subordinadamente peridotitas, anfibolitas y diabasas.	6,128.04	2.78
Rocas graníticas	Kti	Intrusivos ácidos a intermedios.	5,309.18	2.41
Areniscas en capas rojas y otros sedimentos clásticos	Tsb	Capas rojas y otros sedimentos clásticos, principalmente en el Valle del Motagua (Formación Subinal).	4,229.52	1.92
	Jkts	Capas rojas (Formación Todos Santos). Incluye: Formación San Ricardo y otras capas rojas al sur del Valle del Motagua.		
Rocas carbonatadas	Kcs	Carbonatos sin dividir. Incluye: Formaciones Cobán, Ixcoy, Campur, Sierra Madre, Atima y Grupo Yojoa.	2,940.41	1.33
	Kec	Calizas cataclásticas (Grupo El Tambor).		
Aluviones Cuaternarios.	Qa	Aluviones Cuaternarios.	624.15	0.28
Rocas metamórficas	Pzc	Rocas metamórficas esquistos, migmatitas, mármol y anfibolitas (Grupo Chuacús).	540.76	0.25
	Pzm	Rocas metamórficas sin dividir. Incluye: esquistos, gneises, migmatitas, mármol; Grupo Chuacús, Grupo Las Ovejas, Filitas San Diego.		
Anfibolitas	Kea	Grupo El Tambor. Anfibolitas	164.23	0.07
Rocas en edificios volcánicos	Qv	Rocas en edificios volcánicos y coladas sin diferenciar.	3.39	0.00
Total mapa a escala 1:250,000			54,438.72	24.69
Total Zona de Sutura			87,395.27	39.64

Fuente: Datos DIGEGR; IGAC 2015.

Cuadro 2.4 Materiales geológicos según el mapa a escala 1:50,000, en el Bloque Chortí

Grupo	Símbolo	Descripción	Superficie	
			ha	%
Tefras volcánicas	Qt	Tefra, pómez gris a blanco y ceniza gris a negra interestratificada.	75,187.47	34.11
	Qtd	Tefra interestratificada con diamectones pomáceos y sedimentos fluvio-lacustres.		
	Qal	Tefra y diamectones pomáceos interestratificados con sedimentos lacustres tobáceos-diatomáceos.		
	Qtds	Tefra y diamictones pomáceos interestratificados con sedimentos lacustres tobáceos-diatomáceos.		
Tobas volcánicas	Tbdt	Toba biotita dacítica.	18,549.73	8.41
	Tdg	Ignimbrita dacítica (Formación San Agustín - Las Minas).		
	Tdt	Toba dacítica inferior con sedimentos locales (Formación San Agustín Las Minas).		
	Tip	Toba dacítica vítrica petrificada y toba pomácea endurecida.		
	Tld	Toba dacítica inferior con sedimentos locales (Formación San Agustín - Las Minas).		
	Tldt	Toba dacita vítrica petrificada.		
	Tpm	Estratos tobáceos; toba subacuática, sillar, ignimbrita soldada, flujos delgados de andesita y basalto.		
	Tpt	Toba pomácea endurecida (Formación San Agustín - Las Minas).		
	Tqb	Toba soldada cuarzo-biotita (Formación San Agustín - Las Minas).		
	Tql	Cuarzo latita toba soldada (Formación San Agustín - Las Minas).		
	Trdt	Toba soldada riodacita.		
	Trl	Toba soldada inferior (Formación San Agustín - Las Minas).		
	Trt	Toba soldada vítrea (Formación San Agustín - Las Minas), toba biotítica gris claro, toba soldada riolítica.		
	Tru	Toba soldada superior (Formación San Agustín - Las Minas).		
	Trw	Toba dacítica dividida en toba soldada riodacítica (Formación San Agustín - Las Minas).		
	Ttt	Toba traquítica petrificada.		
	Tud	Dacita superior toba soldada (Formación San Agustín-Las Minas).		
	Tvt	Toba soldada vítrea (Formación San Agustín - Las Minas), toba biotítica gris claro, toba soldada riolítica.		
	Tvta	Toba soldada vítrea (Formación San Agustín - Las Minas), toba biotítica gris claro, toba soldada riolítica.		
	Tvtp	Toba soldada vítrea dividida en facies fanerítica (Formación San Agustín Las Minas).		

Grupo	Símbolo	Descripción	Superficie	
			ha	%
Rocas en edificios volcánicos y coladas de lava	Hb	Flujo histórico de basalto.	16,166.10	7.33
	Hpc	Flujo de basalto y tefras sin dividir.		
	Qab	Andesitas y basalto sin dividir.		
	Qaba	Cenizas y flujos Cerro Alto.		
	Qabd	Cenizas y flujos Cerro Redondo.		
	Qac	Volcán ancestral andesítico.		
	Qad	Cúpula de andesita y dacita.		
	Qb	Flujo de basalto.		
	Qcc	Cono cinerítico Cuaternario		
	Qic	Cono inicial.		
	Qpc	Cono parasítico.		
	Qpcf	Flujo de basalto de orificio parasítico.		
	Qrd	Cúpula de andesita, dacita y flujos de riodacitas.		
	Qta	Flujos de andesita y andesita olivino-piroxena, andesita, flujos de andesita olivino-piroxena.		
	Qtc	Conglomerado de grano grueso, primariamente clastos de andesita.		
	Ta	Andesitas.		
	Tab	Andesita-basalto (Formación Sanguayabá) y Andesitas y basalto sin dividir.		
	Tabd	Diques Terciarios de andesita y basalto.		
	Tar	Diques Terciarios de andesita y basalto.		
	Tbd	Diques de basalto, pórfidos de cuarzo diorito y diorita.		
	Tdp	Diques de basalto, pórfidos de cuarzo diorito y diorita.		
	Tdpd	Diques de basalto, pórfidos de cuarzo diorito y diorita.		
	Ti	Lavas de composición intermedia.		
	Tpa	Piroxenos (Formación Sanguayabá).		
	Tqd	Diques de basalto, pórfidos de cuarzo diorito y diorita.		
	Tva	Andesita-basalto vítrico (Formación Sanguayabá) y Andesita gris oscura.		
	Tvr	Diques de basalto, pórfidos de cuarzo diorito y diorita y vidrio rolítico (Formación Sanguayabá).		
Depósitos piroclásticos principalmente pómez de origen diverso	Qp	Depósitos subaéreos y subacuáticos de pómez riolítica y ríodacítica.	5,809.04	2.64
	Qpal	Pómez y aluvión.		
	Qpi	Depósitos pomáceos bien soldados.		

Grupo	Símbolo	Descripción	Superficie	
			ha	%
Rocas graníticas	Kg	Granito de biotita.	2,285.25	1.04
	Kts	Granito, monzonita de cuarzo, granodiorita y cuarzo diorita.		
	Tg	Granito		
	Tdd	Diques Terciarios de granito.		
	Tgd	Diques Terciarios de granito.		
Aluvión y coluvión.	Qa	Aluvión y coluvión.	2,121.74	0.96
Rocas carbonatadas	Ka	Caliza recristalizada incluyendo capas limosas delgadas.	1,853.81	0.84
	Kls	Caliza recristalizada incluyendo capas limosas delgadas.		
Rocas riolíticas, daciticas y riodacíticas	Tha	Ceniza riodacita córnea.	576.61	0.26
	Trp	Riodacita pórfida.		
	Try	Riolita (Formación Sanguayabá).		
	Tvd	Dacita de color claro y grano fino, riodacita y latita.		
Sedimentos volcánicos	Qld	Depósitos por deslizamientos.	559.40	0.25
	Tc	Conglomerados arcósicos.		
	Trs	Sedimentos tobáceos (Formación San Agustín Las Minas).		
	Ts	Sedimentos volcánicos - clásticos.		
Esquistos, serpentinas y filitas	Pzet	Filita en facie esquisto verde y esquisto.	80.01	0.04
Areniscas en capas rojas y otros sedimentos clásticos	Mzc	Rocas clásticas en capas rojas pobremente expuestas (Formación Subinal).	19.73	0.01
	Q-Ts	Rocas sedimentarias. Lutita arcillosa, tobácea - diatomácea, sobreyace areniscas interestratificadas con conglomerados masivos andesíticos.		
Total mapa a escala 1:50,000			123,208.87	55.89

Fuente: Datos DIGEGR; IGAC 2015.

Cuadro 2.5 Materiales geológicos según el mapa a escala 1:250,000, en el Bloque Chortí

Grupo	Símbolo	Descripción	Superficie	
			ha	%
Sedimentos volcánicos	Tv	Rocas volcánicas sin dividir del Mioceno - Plioceno. Incluye: coladas de lava, depósitos laháricos, tobas, ignimbritas y sedimentos volcánicos.	4,634.69	2.10
Pómez	Qp	Depósitos piroclásticos, principalmente pómez de origen diverso.	3,014.39	1.37
Rocas en edificios volcánicos	Qv	Rocas en edificios volcánicos y coladas sin diferenciar.	470.53	0.21

Grupo	Símbolo	Descripción	Superficie	
			ha	%
Rocas carbonatadas	Kcs	Carbonatos sin dividir. Incluye: Formaciones Cobán, Ixcoy, Campur, Sierra Madre, Atima y Grupo Yojoa.	77.33	0.04
Avalanchas de detritos volcánicos.	Qav	Avalanchas de detritos volcánicos.	64.92	0.03
Total escala 1:250,000			8,261.86	3.75
Total Bloque Chortí			131,470.73	59.64
Cuerpos de agua			1,584.00	0.72
Total área del departamento			220,450.00	100.00

Fuente: Datos DIGEGR; IGAC 2015.

2.1.3 Síntesis del aporte de la Geología al estudio de los suelos del departamento de Guatemala

La geología del departamento de Guatemala, presenta contrastes bien marcados, desde la parte media hacia el norte se ubica el área o "Zona de Sutura", que se encuentra entre la falla del río Motagua y la falla de Jocotán-Chamaleón, en esta zona se encuentran rocas de origen sedimentario, metamórfico, e ígneo. De la parte media del departamento hacia el sur, se presenta el conjunto geológico o "Bloque Chortí", con amplio dominio de materiales ígneos, especialmente ceniza volcánica, en pequeñas áreas se encuentran materiales de origen sedimentario y metamórfico. Las principales características detectadas en estas dos zonas son:

- En la Zona de Sutura, las rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas, han originado un variado sistema montañosos muy complejo o mixto, que además es afectado por fuerzas externas erosionales, pero que aún conservan huellas de sus formas ancestrales; geomorfológicamente se ha denominado "Montañas falladas o de convergencia volcano – erosional", que se describe en la sección de Geomorfología.

- Los suelos presentan bajo grado de desarrollo genético, debido en gran parte a la exposición de materiales geológicos de difícil meteorización o transformación por agentes medioambientales, como el clima; además las altas pendientes, la distribución regular de las lluvias, el exceso de pedregosidad tanto superficial como en el perfil del suelo; estos aspectos favorecen más a la erosión que la formación de suelos; además, presentan muchas limitantes para el uso agrícola (Ver detalles en los Capítulos 4 y 5).

- En el Bloque Chortí, a diferencia de la Zona de Sutura, dominan los materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y piedra pómez); existen también piroclastos consolidados como tobas y rocas mezcladas en menor proporción, lo que se evidencia claramente en los suelos por su grado evolutivo.

- Los suelos desarrollados cerca de la zona volcánica son de baja evolución, ampliamente influenciados por la distribución de partículas; durante las explosiones volcánicas, los materiales más gruesos caen primero en los conos o en sus laderas, registrando en los suelos texturas medias a gruesas; a medida que la distancia hacia los conos es mayor, el aire transporta materiales de menores tamaños, por lo que los suelos registran texturas medias a finas.

- Al igual que en la zona de sutura, las pendientes fuertes y los aspectos ambientales de algunos lugares no

favorecen el desarrollo de los suelos; sin embargo, en las zonas planas del bloque Chortí, los suelos son más evolucionados, de texturas finas, con mayor retención de humedad y mejor fertilidad (Ver detalles en los Capítulos 4 y 5).

- La breve descripción realizada de algunos temas geológicos establece el marco general de referencia para entender la configuración del territorio y aplicarlo a la geomorfología y suelos del departamento.

- Los suelos, tienen importantes aplicaciones y aportes para establecer su composición granulométrica y mineralógica. Al tratar la génesis y la taxonomía de ellos, se explican con detalle estos aspectos.

2.1.4 Glosario de términos de geología utilizados

Algunos de los principales términos geológicos utilizados en el inciso de geología y definiciones cortas, se presentan a continuación:

- **Andesita:** roca ígnea intrusiva de composición intermedia, de color gris, compuesta de plagioclasas, olivinos y otros minerales.
- **Aplita:** roca ígnea compuesta por feldespato alcalino, mica moscovita y cuarzo.
- **Basalto:** roca efusiva, básica de color gris oscuro a negro y de estructura densa compuesta fundamentalmente de plagioclasa, augita, olivino y ortoclasa.
- **Biotita:** mineral perteneciente al grupo de los silicatos y subgrupo de los filosilicatos, también denominado mica negra.
- **Bolsada (pods):** yacimientos formados por cristalización más acumulación.
- **Caliza:** roca sedimentaria de origen marino, cuyo componente principal es la calcita: su corrosión forma en ella el paisaje karst.
- **Caolinita:** mineral perteneciente al grupo de los silicatos, subgrupo de los filosilicatos o mineral de arcilla poco expandible al hidratarse con agua.
- **Cenizas volcánicas:** partículas de rocas y minerales con diámetro menor a 4 mm, expulsadas por un conducto volcánico.
- **Chert:** roca sedimentaria rica en óxidos de silicio de grano fino.
- **Cianita:** también llamada distena, pertenece al grupo de los silicatos.
- **Circón:** mineral con escala de dureza nueve, perteneciente al grupo de los nesosilicatos.
- **Clorita:** aluminosilicato del grupo de los filosilicatos.
- **Conglomerado:** roca clástica consolidada no volcánica en su matriz, con fragmentos y minerales de diámetro mayor de 2 mm, en forma redondeada.
- **Conos cineríticos:** cuerpos geológicos pequeños con pendientes inclinadas formadas en gran medida por la acumulación de ceniza, escorias y rocas.
- **Cuarzo:** es un mineral compuesto de SiO_2.
- **Dacita:** roca ígnea volcánica rica en minerales de hierro.
- **Detrito:** fragmento de roca suelto.
- **Diorita:** roca ígnea intrusiva de composición intermedia, compuesta de plagioclasas y minerales oscuros.
- **Distena:** también llamada cianita.
- **Escorias:** se le da este nombre a varios materiales de origen volcánico, del tamaño del lapilli (4 a 34 mm de diámetro) o mayor, de composición basáltica o andesítica.
- **Esfena:** también denominado titanita, pertenece al grupo de minerales de los silicatos.
- **Esquisto:** rocas metamórficas, se caracteriza por la presencia de minerales laminares y que al fragmentarse

quedan expuestos en forma de capas delgadas.

- **Estratificación:** disposición de los sedimentos en capas, característico de las rocas sedimentarias y de las tobas volcánicas.
- **Filita:** roca de bajo grado de metamorfismo, se puede ubicar entre la pizarra y el esquisto.
- **Foliación:** formas o disposiciones en láminas que adquiere la materia de algunas rocas cuando son sometidas a grandes presiones.
- **Gneiss:** roca metamórfica compuesta de cuarzo, feldespatos y micas.
- **Grafito:** es una de las formas alotrópicas en que se puede encontrar el carbono en la naturaleza.
- **Granate:** es un mineral perteneciente al grupo de los silicatos considerado como una piedra preciosa.
- **Granito:** es una roca ígnea intrusiva, compuesta principalmente de cuarzo, feldespatos y micas.
- **Guijarro:** es un canto rodado o fragmento de roca suelto.
- **Hornblenda:** nombre dado a los minerales del grupo de los anfíboles.
- **Ígnea:** roca formada a partir del enfriamiento y solidificación del magma o roca fundida.
- **Limolita:** roca de origen sedimentario, presenta un tamaño de grano intermedio entre arenas y arcillas.
- **Lutita:** roca de origen sedimentario detrítica o clástica
- **Mármol:** roca metamórfica compactada formada a partir de calizas, la cual fue sometida a grandes temperaturas y presiones.
- **Mena:** mineral del que se puede extraer cierto elemento químico. Ej. Mena de hematita.
- **Metamórfica:** tipo de roca formada a partir de grandes temperaturas y presiones.
- **Mica:** mineral perteneciente al grupo de los silicatos y subgrupo de lo filosilicatos.
- **Moscovita:** mineral perteneciente al grupo de los silicatos y subgrupo de los filosilicatos.
- **Sedimentaria:** roca formada a partir de sedimentos desprendidos por meteorización de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias.
- **Pegmatita:** roca ígnea compuesta principalmente por granito rica en cuarzo.
- **Pirita:** roca metamórfica del grupo de los sulfuros, también llamada oro de tontos, o también oro de pobres, por su parecido.
- **Pizarra:** roca metamórfica homogénea formada por la compactación de arcillas.
- **Plagioclasa:** es un feldespato de la serie calco – sódica, silicato alto en aluminio.
- **Plutón:** roca ígnea intrusiva que se forma por solidificación del magma en el interior de la tierra.
- **Serpentinita:** roca metamórfica compuesta del mineral de serpentina.
- **Tefra:** cualquier fragmento de roca sólida expulsado por la caldera volcánica y puede ser lapilli, ceniza, piedra pómez o escorias.
- **Tobas:** rocas ígneas piroclásticas consolidadas y/o solidificadas.
- **Turmalina:** mineral perteneciente al grupo de los silicatos y al subgrupo de los ciclosilicatos.

2.2 GEOMORFOLOGÍA

2.2.1 Contexto del estudio geomorfológico

La geomorfología describe y explica las diferentes formas de la tierra, el relieve de la superficie terrestre, los materiales, la composición y el tiempo que lleva en evolución. Su utilización práctica se fundamenta en que permite la descripción y análisis de las formas del terreno, y la evolución del relieve mediante su estudio. Su importancia en los estudios de suelos se vincula con la relación directa que existe entre las unidades geomorfológicas y las unidades de suelos (relación paisaje-suelo).

Los rasgos geomorfológicos que ha heredado el departamento de Guatemala, son el producto de la acción conjunta de las fuerzas endógenas (fuerzas internas) y exógenas (fuerzas externas) de la tierra tales como el *levantamiento de los continentes, las erupciones volcánicas, los procesos y eventos de carácter tectónico (choque entre placas tectónicas), estructural (afectación de rocas sedimentarias), erosionales y acumulativos,* que han actuado con gran intensidad sobre las rocas existentes, permitiendo el modelado actual que presenta la superficie terrestre, a través del tiempo que lleva en formarse, desde el período Terciario hasta el Cuaternario.

La geomorfología contempla cuatro aspectos que permiten la interpretación y entendimiento de las principales formas de la tierra, estos son:

Morfogénesis: estudia el origen, la evolución, la composición, las fuerzas, agentes y procesos que caracterizan los paisajes terrestres; **Morfocronología:** estudia la edad absoluta o relativa y la correlación que se sucede entre las formas de la tierra; **Morfometría:** estudia la geometría, el tamaño, los contornos, gradientes y pendientes de los paisajes y **Morfografía:** estudia, describe y clasifica la distribución espacial de las geoformas. El presente estudio está centralizado sobre esta última.

2.2.2 Metodología

Para el estudio, delineación, descripción y clasificación de las unidades geormorfológicas se utilizaron 754 imágenes digitales de color verdadero, verticales y de escala aproximada 1:20,000; el mapa de geología del departamento a escala 1:50,000 (Bonis, 2009), el mapa de geología 1:250,000 (IGN, 1993) y el mapa de Clima de Guatemala (UPGGR – MAGA, 2009).

Para la interpretación de las imágenes y la fotointerpretación de las aerofotografías se aplicó el "Sistema Geomorfológico Taxonómico Multicategórico de Zinck (1987)"; el cual, categoriza los niveles relacionados con: geoestructura, ambiente morfogenético, paisaje, tipo de relieve litología y facies y formas del terreno, cuyo esquema se muestra en la Figura 2.14.

La fotointerpretación constituye un método moderno de interpretación de imágenes de la superficie terrestre que, en este caso, está dirigido a establecer la relación geomorfología-suelos; la clasificación seguida jerarquiza una zona cualquiera, de lo general a lo particular, en diferentes categorías.

A continuación se describen las clases del Sistema Jerarquizado, Zinck (1987):

- **Geoestructura:** gran porción continental, caracterizada por una estructura geológica específica, relacionada con la tectónica de placas, p.ej. cordillera, escudo, megacuenca.

- **Ambiente morfogenético:** tipo amplio del medio biofísico, originado y controlado por una forma dada de geodinámica, endógena y/o exógena, por ejemplo. estructural, denudacional, depositacional, otros.

- **Paisaje:** gran porción de la tierra caracterizada por una repetición de tipos de relieve similares o bien por una asociación diferente de ellos; en su mayoría están determinados por procesos morfogenéticos específicos de tipo plegado, volcánico, erosional, glaciárico, aluvial, coluvial, marino y otros, p.ej. montaña, piedemonte, altiplano.

- **Tipo de relieve:** geoforma determinada por una combinación de relieve y estructura geológica, por

condiciones morfoclimáticas específicas o por procesos morfogenéticos, p.ej. cresta homoclinal, cono volcánico, fila-viga, glacís, abanico, delta, plano inundable, otros.

- **Litología/facies:** clase referida a la naturaleza petrográfica de la roca fresca y a las facies de formaciones sueltas superficiales. Puede definirse a nivel de grupos o tipos de material litológico dentro de cada tipo de relieve, p.ej. sedimentaria, toba, ceniza, otros.

- **Forma del Terreno:** geoforma considerada como el concepto fundamental para el nivel más bajo del sistema jerárquico propuesto. Es la unidad geomorfológica elemental, la cual puede subdividirse únicamente por medio de faces. Está caracterizada por una geometría (morfografía, morfometría), una dinámica (morfodinámica) y una historia (morfocronología), p.ej. ápice de abanico subreciente, albardón de orilla reciente, vega holocénica, otros.

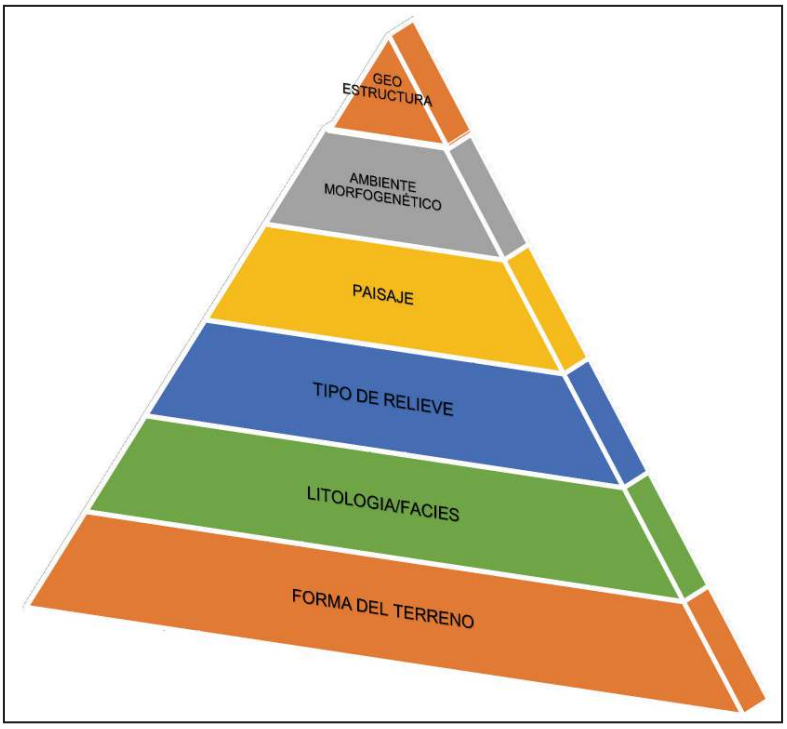


Figura 2.14 Sistema de clasificación geomorfológica de Zinck, 1987

El resultado de la aplicación de la metodología utilizada para el departamento de Guatemala se presenta en la figura 2.15, a nivel de tipos de paisaje.

En la delimitación de los paisajes y los tipos de relieve se incluyen los materiales presentes (consolidados y no consolidados) y los procesos (endógenos y exógenos) en función del tiempo. En los levantamientos de suelos la delineación de las geoformas permite la conformación de las unidades geomorfológicas, donde se describen: paisajes, tipos de relieve, formas del terreno, pendientes y materiales que las componen.

Las tierras altas volcánicas del departamento de Guatemala están incluidas en el primer nivel o "geoestructura" (cordillera), el cual no se presenta en la leyenda pedológica; además el "ambiente morfogenético" se agrupó como un atributo del paisaje. La leyenda incluye las categorías: paisaje y ambiente morfogenético; tipo de relieve; formas del terreno, y sus materiales.

El número de paisajes identificados en el estudio mediante el análisis de imágenes y fotointerpretación fueron seis y son los siguientes: Montaña volcano-erosional; Montaña fallada o de convergencia erosional; Lomerío volcano-erosional; Altiplano hidro–volcánico y Planicie fluvio-lacustre. En el Cuadro 2.6 se muestran los **Paisajes, Tipos de Relieve y Formas del Terreno** del departamento de Guatemala, con sus respectivas superficies (ha) y el porcentaje con respecto al área total del departamento.

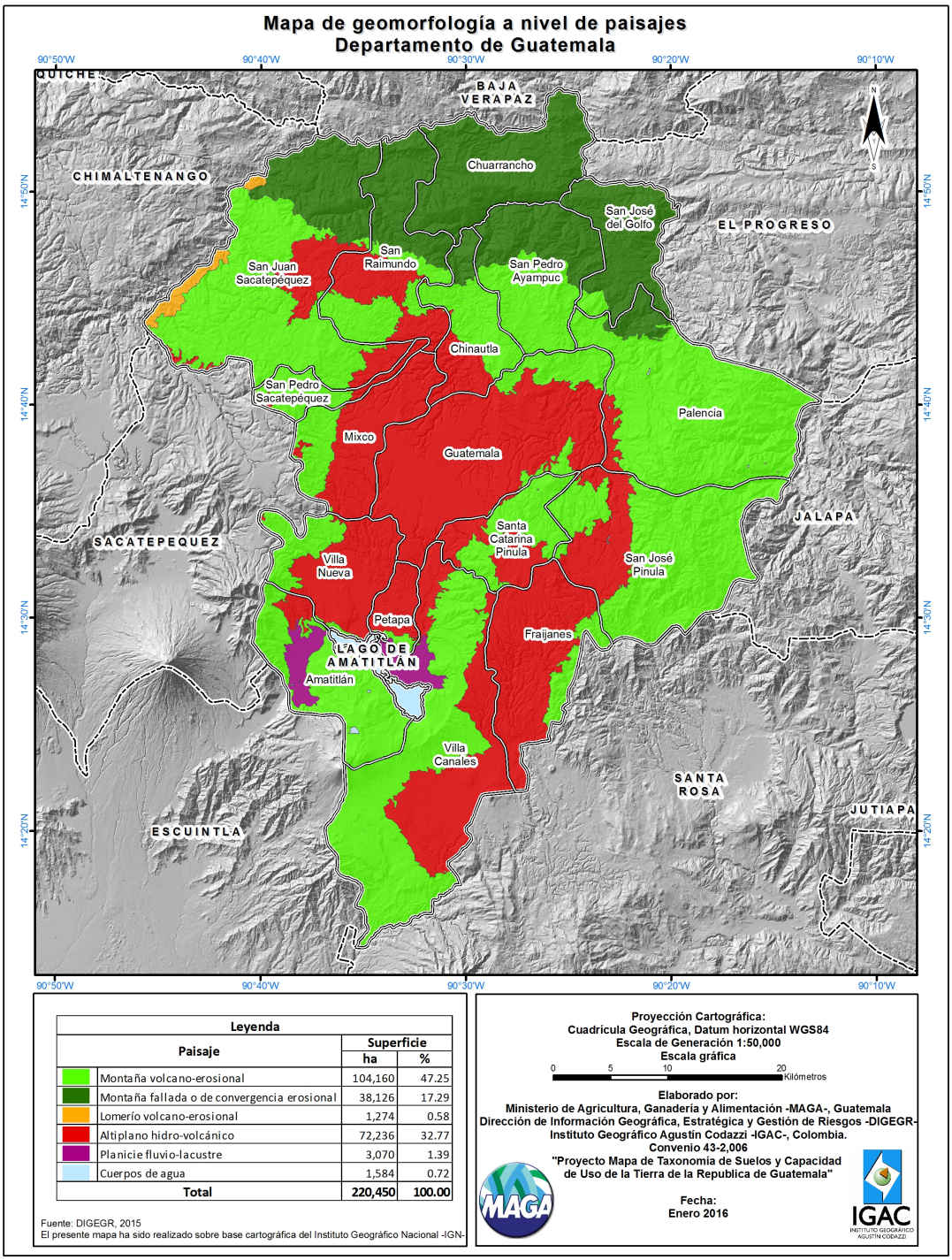


Figura 2.15 Mapa de geomorfología a nivel de paisaje departamento de Guatemala (DIGEGR, 2015)

Cuadro 2.6 Paisajes, tipos de relieve y formas del terreno del departamento de Guatemala

Paisajes	Tipos de relieve	Formas del terreno	Supericie	
			ha	%
Montaña volcano-erosional (M)	Estrato – volcán	Ladera	104,159	47.24
	Domo	Ladera		
	Filas y vigas	Ladera		
	Lomas	Ladera		
	Glacís	Cuerpo de glacís		
	Mesa	Plano de mesa		
	Escarpe	Escarpe		
	Cañones y cañadas	Ladera		
	Plano de inundación	Reborde de lago		
	Vallecito	Vega		
Montaña fallada o de convergencia erosional (X)	Filas y vigas	Ladera	38,127	17.30
	Lomas	Ladera		
	Glacís	Cuerpo de glacis		
	Mesa	Plano de mesa		
	Cañones y cañadas	Ladera		
	Vallecito	Vega		
Lomerío volcano-erosional (L)	Filas y vigas	Ladera	1,274	0.58
	Lomas	Ladera		
	Glacís	Cuerpo de glacís		
	Vallecito	Vega		
Altiplano hidro–volcánico (A)	Abanico	Cuerpo de abanico, talud de abanico	72,236	32.77
	Domo	Ladera		
	Lomas	Ladera		
	Glacís	Cuerpo de glacís		
	Terraza	Plano de terraza, talud de terraza, bajo de terraza		
	Cañones y cañadas	Ladera		
	Vallecito	Vega		
Planicie fluvio – lacustre (F)	Abanico aluvial	Cuerpo de abanico	3,070	1.39
Cuerpos de agua (CA)	Lago de Amatitlán, Laguna de Calderas, Laguneta Potreritos, Laguneta el Durazno, Embalse Teocinte, Lagunetas Flor del Campo, Laguneta Agua Tibia, Laguna Monja Blanca, Laguneta Pueblo Nuevo, Laguneta Cienaguilla, Laguneta Lourdes, Laguneta El Manantial y Laguneta La Danta.		1,584	0.72
Total			**220,450**	**100**

A continuación se hace una descripción de cada uno de los paisajes, incluyendo sus tipos de relieve y formas del terreno.

2.2.3 Paisaje montaña volcano – erosional (M)

Una montaña es una gran elevación natural del terreno, de diverso origen, con más de 300 metros de desnivel, cuyas laderas pueden ser regulares, irregulares o complejas, presentan un declive promedio superior al 30% (FAO, 1968; IGAC, 2005).

El calificativo o atributo "volcano-erosional", hace referencia a la unidad genética de relieve que agrupa todos los paisajes geomorfológicos determinados por volcanismo y que a pesar de haber sufrido los efectos de la denudación, aún conservan los rasgos definidos de sus formas iniciales.

El paisaje montañoso abarca una extensión de **104,159 ha,** equivalentes al **47.24%** de la superficie del departamento, este paisaje es producto de los procesos orogénicos ocurridos a partir del Terciario y el Cuaternario, donde se destacan los volcánicos afectados por denudación, con relieves abruptos escarpados y con altitudes que oscilan entre los 275 a los 2,570 m en la cima de Cerro Grande del municipio de Amatitlán (este es uno de los puntos más altos del departamento).

De acuerdo con lo mostrado en el Cuadro 2.6, en el departamento existen geoformas de diversos orígenes: volcánicas que ocupan los relieves de estrato-volcán y domos (conos cineríticos); morfodenudacionales que han originado filas y vigas, lomas y mesas; morfoestructurales de escarpes, cañones y cañadas; coluvio–aluviales y aluvio–coluviales asociadas al modelado agradacional de glacís y vallecitos; y de origen fluvio-lacustre como el plano de inundación del lago.

Los principales tipos de relieve identificados en este paisaje se describen a continuación:

2.2.3.1 Tipo de relieve estrato - volcán

Este tipo de relieve se ubica en jurisdicción de los municipios de Amatitlán y Villa Canales, al suroeste del departamento de Guatemala, limitando con el departamento de Escuintla, tiene como formas del terreno las *laderas*.

Este tipo de relieve es el de mayor altura, de edad reciente (Pleistoceno - Cuaternario) y estructura más compleja dentro del grupo de geoformas volcano-erosionales; incluye el volcán de Pacaya, el Cerro Grande y el Cerro Chiquito, con laderas de aspecto rectilíneo, más empinadas de la cima hacia su parte media y más suaves hacia sus faldas, terminando extendidas hacia la laguna de Calderas y el lago de Amatitlán, en los paisajes de altiplano y planicie fluvio-lacustre.

Este tipo de relieve muestra en su estructura una cierta estratificación producida por la alternancia irregular de coladas de lava y mantos de tefras, cenizas volcánicas y pómez. Tanto las coladas de lava como las capas de piroclastos de los estrato-volcanes, son variadas en su composición (andesítica, riolítica o basáltica).

Los volcanes han sido disectados por el agua de escorrentía, desde las partes altas hacia las más bajas, configurando un patrón de drenaje radial de densidad media, con cañadas principales largas y poco profundas,

esto se debe principalmente a que las últimas erupciones han sido predominantemente de lavas, sin embargo en la erupción de mayo de 2010, los piroclastos recubrieron gran parte de las lavas que estaban expuestas y rellenaron las disecciones que se habían formado.

Los estrato-volcanes revisten gran importancia por la influencia que han tenido sobre la evolución de los suelos en la zona. A continuación, se indican las principales características que identifican estas estructuras (Figura 2.16):

- Forman grandes estructuras con aspecto de cono (dimensiones de más de 1,000 m de desnivel desde su base), conformados por una alternancia irregular de lavas y piroclastos de diferente composición y tamaño.
- Las pendientes de las laderas superiores y medias superan el 25%, mientras que las inferiores son menores del 25%.
- Presentan suelos complejos.
- Atraviesan más de un piso térmico.
- Mantienen una cobertura vegetal densa en las laderas altas y un uso intensivo de la tierra, en las laderas bajas.

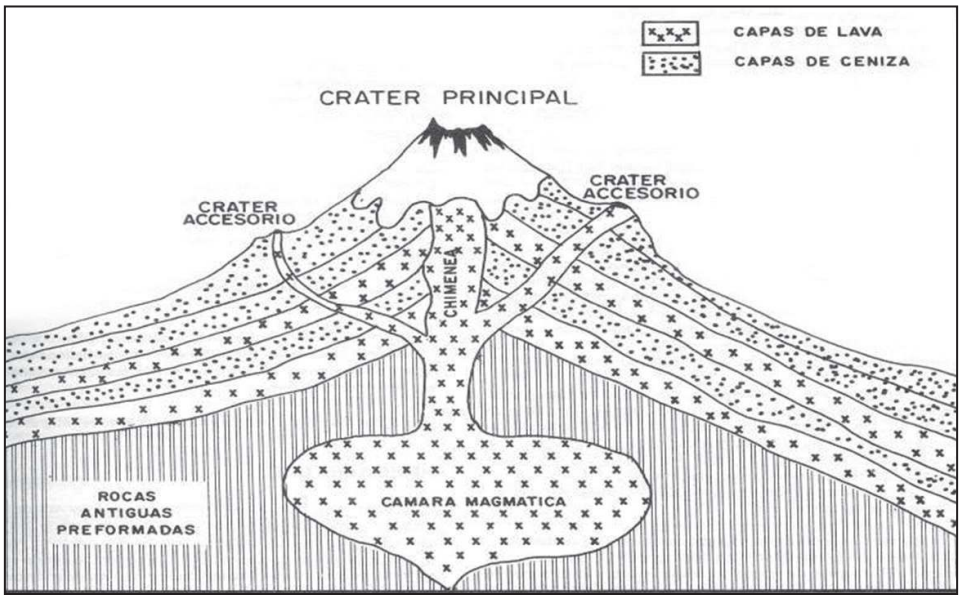


Figura 2.16 Corte vertical esquemático de la estructura interna de un estrato-volcán (IGAC, 1995)

- **Estrato - volcán de Pacaya**

Este edificio volcánico (Figura 2.17) se mantiene activo de forma continua desde 1961 hasta la actualidad, pero reporta actividad intermitente desde el año 1,565 (Eggers, Laurent, 1971; citados por Pérez, 2000). En mayo de 2010 presentó la mayor actividad explosiva de materiales piroclásticos, los cuales recubrieron los flujos de lava existentes y los cañones modelados por el agua de escorrentía. Presenta laderas con pendientes que varían entre moderadamente inclinadas (7-12%) y moderadamente escarpadas (50-75%).

El área alrededor del Pacaya es considerada en la región como un macizo, por el número de domos y conos. En ella también se destaca, el Cerro Grande, el Cerro Chiquito y el Cerro Chino, localizados a poca distancia del estrato – volcán de Pacaya.

- **Estrato-volcán Cerro Grande**

Este estrato – volcán hace parte del complejo de Pacaya, presenta una altura máxima de 2,561 m; los estrato-volcanes, generalmente albergan en la parte superior el cráter, pero en el caso de Cerro Grande, no hay cráter en la cima del cono, pero si se identificaron varios cráteres a su alrededor (laderas superiores).

El cono del volcán de Pacaya, está recubierto de cenizas volcánicas (TC) y coladas de lava actual (CL); sin embargo, el cono de Cerro Grande ha desarrollado suelos, bastante limitados, con pedregosidad superficial y vegetación dispersa.

- **Formas del terreno:** *laderas* (flanco de estos tipos de relieve), generalmente rectilíneo o irregular, las cuales se describen a continuación:

Laderas (superiores, medias e inferiores): Las laderas de los estrato–volcanes se inician desde los cráteres y finalizan en límites con el altiplano, la planicie fluvio –lacustre y laguna de Calderas (Figura 2.17). Los flujos de lava más antiguos se presentan disectados, pero en general las laderas han sido suavizadas por efecto de la caída de cenizas, lapilli y tefras en las parte más elevadas. Algunas de estas laderas presentan relictos de bosque mixto; la agricultura se acentúa en las laderas más bajas.



Figura 2.17 A la izquierda se observa el cono del volcán de Pacaya, en cuya cima hay abundantes ceniza sobre coladas de lava y a la derecha el cono de Cerro Grande, recubierto por vegetación dispersa, también se pueden apreciar sus laderas superiores, medias e inferiores (Foto: W. González, 2011)

2.2.3.2 Tipo de relieve domos

De forma cónica y particular, este tipo de relieve se identificó en inmediaciones del municipio de Villa Canales y en el área se distingue con el nombre de Cerro El Pericón.

Los domos corresponden a un tipo de relieve volcánico que se forma cuando la lava (riolítica, dacítica, traquítica o de obsidiana ricas en sílice) de alta viscosidad, es extruida por un conducto central en forma lenta, por lo cual se comba (Holmes, 1980). Pueden carecer de cráter, cuando este se ha colmatado por lava, pero la actividad

puede continuar a través de efusiones o por medio de un conducto lateral Figura 2.18.

Los domos pueden variar de diámetro y pueden alcanzar alturas hasta de 500 metros desde su base. Las cimas varían de ligeramente convexas a cóncavas y las laderas desde muy empinadas hasta subverticales, las pendientes presentes, varían de fuertemente inclinadas (12-25%) a ligeramente escarpadas (25-50).



Figura 2.18 Domo volcánico, cerro El Pericón, cubierto de pastos naturales y matorrales, municipio de Villa Canales (Foto: R. Pacheco, 2011)

- **Formas del terreno:** *laderas,* flanco de este tipo de relieve, de perfil generalmente rectilíneo o irregular. El uso agropecuario es restringido o nulo, debido a que tiene limitantes como pendientes escarpadas y abundante pedregosidad superficial.

2.2.3.3 Tipo de relieve filas y vigas

El tipo de relieve de filas y vigas fue cartografiado en los municipios de Amatitlán, Chinautla, Fraijanes, Guatemala, Mixco, Palencia, San José del Golfo, San José Pinula, San Juan Sacatepéquez, San Miguel Petapa, San Pedro Ayampuc, San Pedro Sacatepéquez, San Raimundo, Santa Catarina Pinula, Villa Canales y Villa Nueva (Figura 2.19).

Este tipo de relieve también conocido como montañas ramificadas, son producto de la disección que ha afectado el levantamiento orogénico (crecimiento de las montañas). Se encuentran constituidos por tefras, ceniza y pómez; tobas e ignimbritas; basaltos, andesitas y dacitas; pómez; cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita, y calizas.

La viga corresponde al eje mayor de la cima, hacia la cual convergen las filas, con diferentes grados de inclinación; no siempre se encuentran juntas ya que se pueden presentar las vigas o las filas en forma independiente.

Generalmente las filas y vigas corresponden a relieves quebrados, con pendientes variables en inclinación y longitud, la mayoría de las veces convexas y con gradientes mayores al 50%; en otros casos manifiestan fuerte disección y forman algunos vallecitos, conformando generalmente un patrón de drenaje que varía de dendrítico a subdendrítico.

Sobre estos relieves son frecuentes los procesos geomorfológicos activos como la erosión (escurrimiento difuso) y remoción en masa. Son altamente sensibles a la erosión hídrica, debido a los usos inadecuados del suelo, a la poca cohesión de los materiales (piroclastos deleznables), a las pendientes que varían de ligera (50-75%) a fuertemente escarpadas (>75%).



Figura 2.19 Filas y vigas afectadas por procesos erosivos, cubiertas en bosque mixto, municipio de San Juan Sacatepéquez (Foto: C. García, 2011)

Formas del terreno: *laderas,* corresponden a los lados del tipo de relieve; los suelos generalmente presentan varias limitantes y son de menor espesor comparados con los otros tipos de relieve, no obstante en las zonas donde se conserva la vegetación natural pueden ser profundos.

2.2.3.4 Tipo de relieve lomas

El tipo de relieve de lomas fue identificado en los municipios de Amatitlán, Chinautla, Fraijanes, Guatemala, Mixco, Palencia, San José del Golfo, San José Pinula, San Juan Sacatepéquez, San Miguel Petapa, San Pedro Ayampuc, San Pedro Sacatepéquez, San Raimundo, Santa Catarina Pinula, Villa Canales y Villa Nueva, generalmente se presenta asociado a los relieves de filas y vigas (Figura 2.20).

Las lomas se caracterizan por presentar poca altura, con circunferencia basal alargada y relieve formado de dos vertientes que se inclinan en dirección opuesta, con desniveles menores de 300 metros; su relieve varía desde ligeramente ondulado a quebrado. Los procesos geomorfológicos dominantes están relacionados con movimientos en masa, presencia de terracetas y pata de vaca, causadas por el sobrepastoreo, que posteriormente favorecen los deslizamientos.

Las lomas están sobre tefras, ceniza y pómez; tobas e ignimbritas; basalto, andesita y dacita; pómez; cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita, y calizas. Las pendientes suelen ser cortas y convexas, en rangos de moderadamente inclinadas (7-12%) y ligeramente escarpadas (25-50%).

- **Forma del terreno:** *laderas;* los suelos son más productivos y profundos comparándolos con las filas y vigas, debido a que las limitantes son menores, estos son aprovechables bajo buenas prácticas de conservación.



Figura 2.20 Lomas en paisaje de montaña, a la izquierda se muestran con cultivos y pastos introducidos, mientras que a la derecha se puede apreciar pastos con erosión por pata de vaca, municipio de San José Pinula (Fotos: W. González, 2010)

2.2.3.5 Tipo de relieve glacís

Este tipo de relieve se identificó en los municipios de Amatitlán, Chinautla, Guatemala, Mixco, Palencia, San José del Golfo, San José Pinula, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Ayampuc, San Pedro Sacatepéquez, San Raimundo, Santa Catarina Pinula, Villa Canales y Villa Nueva (Figura 2.21).

Tipo de relieve formado por acción de los procesos agradacionales o de sedimentación, de depósitos coluvio-aluviales, homogéneos en su mineralogía y de granulometría variada.

La conformación geológica de la zona explica, en varios casos, la presencia de suelos enterrados vinculados con la sucesión de más de una erupción volcánica y/o por procesos de remoción en masa, en este tipo de forma del terreno, las pendientes varían entre ligeramente inclinadas (3-7%) y ligeramente escarpadas (25-50%).



Figura 2.21 Glacís con cultivos de maíz, municipio de San Raimundo (Foto: W. González, 2011)

- **Forma del terreno:** *cuerpo de glacís,* áreas de poca extensión, constituidas por depósitos superficiales clásticos gravigénicos, homogéneos en su mineralogía y de granulometría variada. La presencia de materiales angulosos o semiredondeados, limitan el uso de maquinaria agrícola y la agricultura.

2.2.3.6 Tipo de relieve mesas

Este tipo de relieve se localiza en los municipios de Amatitlán, Guatemala, Palencia, San Juan San Sacatepéquez, San Raimundo y Villa Canales (Figura 2.22).

Relieve estructural, se caracteriza por estar elevado, por tener superficie casi plana, y estar rodeado de laderas (escarpes y taludes). En el área predominan los materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza, pómez), los cuales pueden estar próximos a la superficie; para estas formas del terreno las pendientes fluctúan entre ligeramente inclinadas (3-7%) y moderadamente inclinadas (7-12%).



Figura 2.22 Plano de mesa, limitado por laderas (escarpes y taludes), municipio de Villa Canales (Foto: O. Hernández, 2011)

- **Forma del terreno delineada:** *plano de mesa,* corresponde a la superficie plana superior. Las mesas suelen estar limitadas por laderas (escarpes y taludes). Los suelos, suelen ser poco profundos, limitados por fragmentos de roca y/o por materiales compactados.

2.2.3.7 Tipo de relieve escarpe

Estas geoformas se han determinado en los municipios de Amatitlán, Guatemala, San Miguel Petapa, Villa Canales y Villa Nueva (Figura 2.23). Los escarpes se han originado por combinación de eventos tectónicos, fallamiento o erosión geológica.

Estas geoformas presentan un relieve fuertemente quebrado con pendientes escarpadas. En las cornisas y espejos de falla es común observar afloramientos de tefras, cenizas, pómez; basalto, andesita y dacita sobre los que se ha formado; pero también se pueden apreciar tobas e ignimbritas; para estas formas del terreno las pendientes varían entre ligeramente escarpadas (25-50%) a fuertemente escarpadas (>75%).



Figura 2.23 Laderas escarpadas que circundan el lago de Amatitlán, cubiertas de bosque natural disperso sobre suelos superficiales, municipio de San Miguel Petapa (Foto: W. González, 2011)

- **Forma del terreno delineada:** *escarpe,* corresponde a superficies verticales o subverticales que pueden originarse por una falla. Los suelos presentan varias limitantes, como pendientes elevadas, escasa profundidad efectiva, presencia de predregosidad superficial y fragmentos de roca en el perfil del suelo.

2.2.3.8 Tipo de relieve cañones y cañadas

Los cañones y cañadas, localmente se conocen como "barrancos"; se ha encontrado este tipo de relieve en los municipios de Amatitlán, Guatemala, Mixco, Palencia, San José Pinula, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez, Villa Canales y Villa Nueva (Figura 2.24).

Las disecciones de los estrato-volcanes se convierten en cañones y en cañadas, a medida que se van profundizando por acción generalmente de las corrientes efímeras, las cuales, en época de lluvias, arrastran tefras, cenizas volcánicas, pómez y tobas e ignimbritas, configurando valles profundos en forma de "V".



Figura 2.24 Cañones que alcanzan hasta 500 metros de profundidad, entallados en bancos de materiales piroclásticos no consolidados, especialmente de piedra pómez, municipio de Guatemala (Foto: W. González, 2011)

Algunas de estas geoformas se han estabilizado, permitiendo la formación de suelos y procesos muy importantes de colonización vegetal, otras dejan al descubierto los materiales geológicos originales y, al disectarse causan desestabilización en su área de influencia y pérdida continuada de suelos, por las formas del terreno, las pendientes varían entre ligeramente escarpadas (25-50%) y fuertemente escarpadas (>75%).

- **Forma del terreno identificada:** *laderas,* corresponden a los costados del tipo de relieve*;* en general los suelos presentan serias restricciones por las pendientes altas y superficialidad en los mismos, por lo que su uso adecuado debe ser de conservación y protección.

2.2.3.9 Tipo de relieve vallecitos

Estos vallecitos se localizan en los municipios de Amatitlán, Chinautla, Guatemala, Palencia, San José del Golfo, San José Pinula, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Ayampuc, San Pedro Sacatepéquez y Santa Catarina Pinula (Figura 2.25).

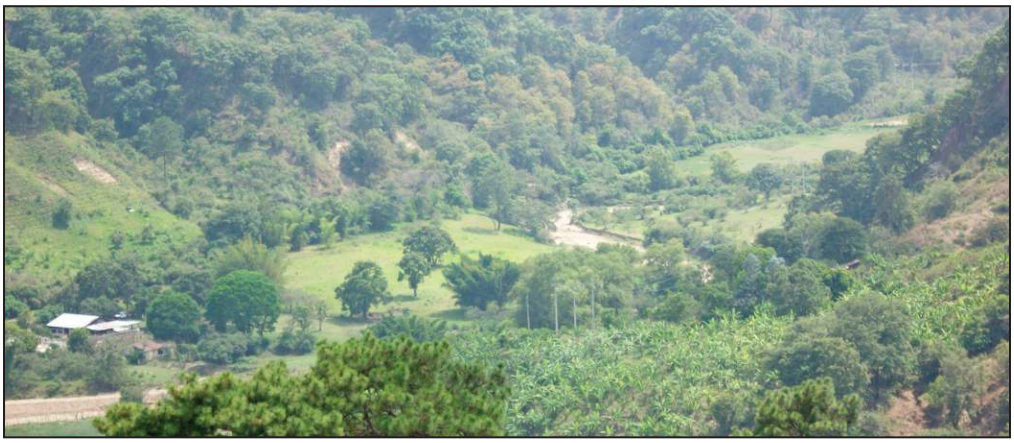


Figura 2.25 Vallecito del río Las Vacas, empotrado entre dos laderas, municipio de Chinautla (Foto: W. González, 2011)

Los vallecitos constituyen formas alargadas, limitadas por dos elevaciones. Los materiales superficiales están compuestos por depósitos coluvio–aluviales, mezclados con tefras, cenizas volcánicas y pómez; por tobas e ignimbritas o por la roca madre presente en la zona. Los vallecitos están constituidos por vegas, para estas formas del terreno las pendientes son moderadamente inclinadas (7-12%).

- **Forma del terreno identificada:** *vegas,* áreas periódicamente inundables, que ceden y reciben continuamente aluviones de lecho (cantos, gravas, arenas). Algunos de estos vallecitos se constituyen en las únicas áreas disponibles para la agricultura, debido a las frecuentes limitantes que presentan los suelos en la zona de estudio. Para esta forma del terreno las pendientes son planas (0-3%) y ligeramente inclinadas (3-7%).

2.2.3.10 Tipo de relieve plano de inundación

Este tipo de relieve se identificó en los municipios de Amatitlán y Villa Canales (Figura 2.26). Corresponde a las unidades geomorfológicas colindantes con las márgenes del lago de Amatitlán, que muestran una fuerte

influencia de acumulaciones fluvio-lacustres debido a que en épocas pasadas eran parte de la cuenca lacustre. Esta forma de terreno, se ha desarrollado sobre pendientes ligeramente planas (0-3%).



Figura 2.26 Plano de Inundación del lago de Amatitlán, estas áreas se inundan parcialmente en época de invierno y cuando las compuertas del lago se mantiene cerradas, municipio de Amatitlán (Foto: W. González, 2012)

- **Forma del terreno identificada:** *reborde de lago,* áreas de amortiguación del lago en época de lluvias, identificados en el borde de la parte sur del lago de Amatitlán. Estas geoformas tienen la particularidad de que en época de lluvias, cuando el lago aumenta de nivel, buena parte de ellas son inundadas nuevamente, presentando restricciones para el uso agrícola.

2.2.4 Paisaje de montaña fallada o de convergencia erosional (X)

El paisaje de montaña fallada fue delineada en la Zona de Sutura, donde convergen placas tectónicas o se producen choques entre placas tectónicas, afectando tanto rocas sedimentarias, como metamórficas e ígneas, dando como resultado un intrincado sistema orogénico mixto muy complejo, que además es afectado por fuerzas exógenas denudacionales (erosionales), pero que todavía conservan huellas de sus formas antiguas.

El paisaje en mención ocupa una superficie de **38,127 ha,** equivalente al **17.3%** del área total departamental, en él los procesos de plegamiento, volcánicos y erosionales datan principalmente desde el período Terciario hasta el Cuaternario, con dominio del primero. El relieve agreste escarpado, disectado y empinado se inicia en su parte más baja en el río Motagua, desde los 405 hasta los 1,636 m.

Los tipos de relieve identificados por ambientes morfodenudacionales son: *filas y vigas, lomas, glacís, mesa y vallecito*; por modelados morfoestructurales: escarpes, cañones y cañadas; por modelados fluvio-coluviales asociadas al modelado agradacional: *glacís y vallecitos*.

2.2.4.1 Tipo de relieve filas y vigas

Se ha encontrado este tipo de relieve en los municipios de Chinautla, Chuarrancho, Palencia, San José del Golfo, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Ayampuc y San Raimundo (Figura 2.27).

Se encuentran constituidas por grupos de rocas como tobas e ignimbritas; filitas, esquistos, serpentinita, anfibolita, basalto, diabasa y calizas; areniscas, lutitas, lodolitas y pómez; areniscas, lutitas, lodolitas y tobas; areniscas, lutitas y lodolitas; cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita; serpentinita, peridotita, anfibolita y diabasa, y en algunos casos solo piedra pómez.

En la zona de estudio las filas y vigas corresponden a relieves quebrados y escarpados, con pendientes variables en inclinación y longitud, la mayoría de las veces convexas y con gradientes mayores al 50%; en otros casos manifiestan fuerte disección y forman algunos vallecitos estrechos y profundos, conformando generalmente un patrón de drenaje que varía de dendrítico a subdendrítico (UPGGR, 2010).

Los procesos geomorfológicos en el área son muy activos, debido al escurrimiento difuso y a la remoción en masa; la erosión hídrica acelerada por el mal uso de los suelos; los materiales sueltos y dispuestos en la superficie. Presenta pendientes entre moderada (25-50%) y fuertemente escarpadas (>75%).

- **Forma del terreno identificada:** *laderas,* corresponden a los costados del tipo de relieve; la intensa actividad tectónica a que han sido sometidas las rocas, genera así mismo un fracturamiento generalizado, lo que ocasiona limitantes severas a los suelos en cuanto a su escasa profundidad efectiva que muestran, sumado a las pendientes altas y el déficit de agua en época seca, entre otros.



Figura 2.27 Filas y vigas, con laderas de pendientes moderadas y fuertemente escarpadas, municipio de San Juan Sacatepéquez (Foto: O. Hernández, 2011)

2.2.4.2 Tipo de relieve lomas

Este tipo de relieve fue cartografiado en los municipios de Chinautla, Chuarrancho, Palencia, San José del Golfo, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Ayampuc y San Raimundo (Figura 2.28).



Figura 2.28 Lomas con abundante pedregosidad superficial, municipio de Chuarrancho (Foto: W. González, 2012)

Los materiales sobre los que se ha definido este tipo de relieve son rocas mezcladas filita, esquistos, serpentinita, anfibolita, basalto, diabasa y calizas; tobas e ignimbritas; filitas, esquistos, serpentinita, anfibolita, basalto, diabasa y caliza; areniscas, lutitas y lodolitas; cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita; serpentinita, peridotita, anfibolita y diabasa. Para esta forma del terreno, las pendientes fluctúan entre moderadamente inclinadas (7-12%) y ligeramente escarpadas (25-50%).

- **Forma del terreno identificada:** *laderas,* corresponden a los lados del tipo de relieve; los suelos suelen ser más profundos que los que presentan las filas y vigas, pero igualmente son afectadas por la pedregosidad superficial, presencia de fragmentos de roca en el perfil del suelo y déficit de agua.

2.2.4.3 Tipo de relieve glacís

Estas geoformas fueron delineadas en inmediaciones de los municipios de Chinautla, Chuarrancho, Palencia, San José del Golfo, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Ayampuc y San Raimundo (Figura 2.29).

Los procesos de sedimentación que se dan en la zona, ocasionados por la gravedad y el escurrimiento difuso, modifican constantemente el grado de inclinación de las pendientes en las filas y vigas, además de lomas, originando cuerpos de glacís de poca extensión, para esta forma del terreno, las pendientes van de ligeramente inclinadas (3-7%) a ligeramente escarpadas (25-50%).

- **Forma del terreno identificada:** *cuerpo de glacís,* área de poca extensión, constituidas por depósitos superficiales clásticos gravigénicos, homogéneos en su mineralogía y de granulometría variada; en esta forma de terreno se han establecido cultivos de subsistencia, así como pastos naturales y algunos introducidos, presenta pedregosidad superficial y fragmentos de roca en el perfil del suelo, por lo que limita su uso agrícola.



Figura 2.29 Glacís en clima semicálido semiseco; a la izquierda se muestra un glacís con pedregosidad superficial que tiene mayores limitaciones para cultivar y a la derecha un glacís con cultivos de güicoy, municipio de Chuarrancho (Fotos: O. Hernández, 2011)

2.2.4.4 Tipo de relieve mesa

Este tipo de relieve se localiza en los municipios de Palencia y San José del Golfo (Figura 2.30), delineados sobre piedra pómez, presentan pendientes entre ligeramente inclinadas (3-7%) y moderadamente inclinadas (7-12%). Las mesas presentan como forma del terreno el plano de mesa, laderas y escarpes. Los escarpes, en este caso hacen parte de los cañones, por lo cual los suelos fueron descritos dentro de este tipo de relieve.

- **Forma del terreno identificada:** *plano de mesa*, corresponde a la superficie plana superior; delimitada por escarpes, los suelos sostienen vegetación herbácea, con limitantes debido a la poca profundidad efectiva y la presencia de fragmentos de roca dentro y fuera del perfil del suelo, con texturas dominantes gruesas.



Figura 2.30 A la izquierda se aprecia el plano de mesa y a la derecha el escarpe, municipio de San José del Golfo (Fotos: R. Pacheco, 2011)

2.2.4.5 Tipo de relieve vallecitos

Tipo de relieve cartografiado en los municipios de Chuarrancho, San José del Golfo, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Ayampuc y San Raimundo (Figura 2.31). Corresponde a geoformas aluvio – coluviales, angostas y de relieve plano a ligeramente ondulado. Los depósitos superficiales de los cuales están constituidos los vallecitos corresponden a fragmentos gruesos de rocas ígneas, metamórficas y sedimentaria, con matriz arenosa y en algunos casos arcillosas; en superficie hay cantos subredondeados heterométricos y heterogéneos (UPGGR, 2010).

- **Forma del terreno identificada:** *vega,* área periódicamente inundable, que cede y recibe continuamente aluviones de lecho (cantos, gravas, arenas). Los suelos presentan limitantes por fragmentos gruesos de roca dentro y fuera del suelo, para esta forma de la tierra las pendientes van ligeramente inclinadas (3-7%) a moderadamente inclinadas (7-12%),.además hay déficit de agua durante un semestre de forma continua.



Figura 2.31 Vallecitos y sus vegas, en cultivos de güicoy, río Grande o Motagua, municipio de San Juan Sacatepéquez (Fotos: C. García, 2011)

2.2.5 Paisaje de lomerío volcano – erosional (L)

En este grupo se incluyen aquellas elevaciones relativamente bajas del terreno (menores a 300 metros), en épocas actuales su altura y morfología es debida, exclusivamente, a procesos exógenos degradacionales determinados por la lluvia, la escorrentía, y los movimientos en masa, con fuerte incidencia de la gravedad. Se distribuye en altitudes comprendidas entre 770 y 1,660 m.

Se ubica al noroccidente del departamento de Guatemala, en límites con Chimaltenango y alcanzan un área de **1,274 ha;** lo cual, representa el **0.58%** del área total.

Constituyen superficies, generalmente onduladas y en algunos casos muestra patrones disectados, sobre tefras, cenizas volcánicas y pómez; tobas e ignimbritas; areniscas, lutitas y lodolitas. El lomerío está conformado por los tipos de relieve de filas y vigas, lomas y vallecito.

2.2.5.1 Tipo de relieve filas y vigas

Se ha encontrado este tipo de relieve en el municipio de San Juan Sacatepéquez (Figura 2.32). Se han delineado sobre materiales tefras, cenizas volcánicas y pómez. Para esta forma del terreno, las pendientes identificadas varían entre ligeramente escarpadas (25-50%) a moderadamente escarpadas (50-75%).

- **Forma del terreno identificada:** *laderas,* corresponden a los lados del tipo de relieve; presentan serias restricciones para el uso agrícola, por la presencia de pedregosidad superficial y los fragmentos de roca en el perfil del suelo y el déficit de agua.



Figura 2.32 Filas y vigas, con fuertes disecciones y pata de vaca, municipio de San Juan Sacatepéquez (Fotos: C. García, 2011)

2.2.5.2 Tipo de relieve lomas

Se ha encontrado este tipo de relieve en el municipio de San Juan Sacatepéquez (Figura 2.33). En el área predominan las tobas e ignimbritas; el relieve es moderado y fuertemente ondulado.



Figura 2.33 Lomas muy pedregosas, con régimen de humedad ústico, explotadas con cultivos de maíz y ganadería extensiva, municipio de San Juan Sacatepéquez (Foto: O. Hernández, 2009).

- **Forma del terreno identificada:** *laderas,* corresponden a los lados del tipo de relieve; presentan fuertes restricciones para el uso agrícola, por la remoción en masa y pedregosidad superficial que hay en la zona. Para estas formas del terreno las pendientes, oscilan entre moderadamente inclinadas (7-12%) y fuertemente inclinadas (12-25%), las cuales están afectadas por procesos de remoción en masa y escurrimiento superficial agravado por el establecimiento de cultivos sin prácticas de conservación de suelos y agua, donde el suelo permanece desnudo algunos meses del año.

2.2.5.3 Tipo de relieve de vallecitos

Estas geoformas fueron delineadas en el municipio de San Juan Sacatepéquez (Figura 2.34). El vallecito lo constituyen depósitos aluvio–coluviales, además del material de sedimentos aluviales de las quebradas y arroyos, se presentan aportes de materiales gravitacionales laterales, se encuentran diseminados y su área es muy reducida, la mayoría de ellos no supera las 10 hectáreas.



Figura 2.34 Vallecitos con pedregosidad superficial, río Pixcayá, municipio de San Raimundo (Fotos: C. García, 2011)

- **Forma del terreno identificada:** *vega,* área periódicamente inundable, que cede y recibe continuamente aluviones de lecho (cantos, gravas, arenas). Algunas de estas pequeñas áreas, presentan características físico–químicas adecuadas para el uso agrícola, pero generalmente están limitadas por los aportes aluviales y coluviales de materiales gruesos. Para esta forma del terreno, las pendientes varían entre ligeramente inclinadas (3-7%) a moderadamente inclinadas (7-12%).

2.2.6 Paisaje altiplano (A)

Este paisaje cubre una superficie de **72,236 ha** correspondiente a **37.77%** del total del departamento, se encuentra en altitudes comprendidas entre los 782 a 2,225 m; ubicado en el área centro–sur del departamento, inmerso entre el paisaje de montañas volcano–erosional y el paisaje de montañas falladas.

El paisaje de altiplano, en su conformación actual, corresponde geológicamente al Cuaternario, modificado por la actividad volcánica, procedente de los volcanes de Fuego, Acatenango, Agua, Pacaya y el extinto volcán de los Chocoyos, que sepultaron las geoformas anteriores, con capas de tefras, cenizas volcánicas y pómez,

que alcanzan espesores de hasta 200 metros; entre las geoformas predecesoras se encuentran depresiones o fosas de origen tectónico (graven), resultantes de los diferentes procesos endógenos (internos) de plegamiento, vulcanismo (formación de volcanes) y fallamiento (fallas de Mixco y Pinula) (Eggers, Laurent, 1971; citados por Pérez, 2000).

Como resultado de los procesos geológicos mencionados, el altiplano presenta pendientes desde ligeramente planas hasta moderadamente escarpadas, con un modelado muy suave en la superficie de las terrazas, hasta fuertemente disectadas e incisadas por las corrientes de agua, las que han modelado una serie de cañones y barrancos muy profundos, donde el entallamiento continuo es favorecido por los bancos de materiales pomáceos de escasa cohesión entre ellos. Los tipos de relieves identificados son: domos, lomas, glacís, abanicos, terrazas, cañones y cañadas, vallecitos.

Actualmente gran parte de este paisaje se encuentra ocupado por la Ciudad de Guatemala como principal centro urbano y otras poblaciones aledañas, que hacen parte del departamento.

2.2.6.1 Tipo de relieve domos

Se identificaron domos a inmediaciones de los municipios de Fraijanes, Guatemala, Mixco, San José Pinula y Villa Canales. Los domos más conocidos dentro de este paisaje son: El Naranjo, El Carmen, El Cerrito, Cerro Gordo, Cerro Alto, Jocotillo, entre otros. (Figura 2.35).

Los domos corresponden a un tipo de relieve volcánico que se forma cuando la lava riolítica, dacítica, traquítica o de obsidiana (lavas ricas en sílice) de alta viscosidad (Holmes, 1980), es extruida (expulsada) por un conducto central en forma lenta, con lo cual se comba. Pueden carecer de cráter, cuando este se ha colmatado por lava, pero la actividad puede continuar a través de efusiones o por medio de un conducto lateral.



Figura 2.35 Domos volcánicos; a la izquierda se aprecia el domo Cerro Alto con lava cordada en superficie y a la derecha el domo Cerro Gordo cubierto con bosque mixto, municipio de Villa Canales (Fotos: W. González, 2011)

En los conos el diámetro puede variar y alcanzar alturas entre los 200 a 500 metros desde su base. Las cimas pueden ser ligeramente convexas a cóncavas, con laderas desde muy empinadas hasta subverticales. Entre los materiales geológicos se encuentra tefras, cenizas volcánicas; tobas e ignimbritas; basalto, andesita y dacita.

- **Forma del terreno identificada:** *laderas,* corresponden a los lados del tipo de relieve; el uso agropecuario es restringido por las altas pendientes, pedregosidad superficial y fragmentos de roca en el suelo. Para esta

forma de la tierra, las pendientes varían entre fuertemente inclinadas (12-25%) y ligeramente escarpadas (25-50%).

2.2.6.2 Tipo de relieve lomas

Este tipo de relieve se determinó para los municipios Amatitlán, Chinautla, Fraijanes, Guatemala, Mixco, Palencia, San José Pinula, San Juan Sacatepéquez, San Miguel Petapa, San Raimundo, Santa Catarina Pinula, Villa Canales y Villa Nueva (Figura 2.36).

Las lomas son tipos de relieve de poca altura, de relieve ondulado, están constituidas por tefras, cenizas volcánicas y pómez; tobas e ignimbritas; cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita.
Forma del terreno identiicada: *laderas,* corresponden a los costados del tipo de relieve; presentan suelos productivos, generalmente con características físico–químicas adecuadas, especialmente aquellos que han evolucionados sobre rocas graníticas, las cuales al descomponerse generan suelos profundos. Para esta forma de la tierra, las pendientes que varían entre moderadamente inclinadas (7-12%) y ligeramente escarpadas (25-50%).



Figura 2.36 Lomas con pendientes moderadamente inclinadas, usadas en ganadería extensiva, municipios de San Raimundo y San José Pinula (Foto: W. González, 2011)

2.2.6.3 Tipo de relieve glacís

Este tipo de relieve se identificó en los municipios Chinautla, Fraijanes y Guatemala (Figura 2.37). Se han formado por procesos fluvio-gravitaciones, en relieve plano inclinado, con materiales de depósitos coluvio-aluviales, en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%).

- **Forma del terreno identificada:** *cuerpo de glacís,* áreas de poca extensión, constituidas por depósitos coluvio-aluviales, homogéneos en su mineralogía y de granulometría variada; presentan restricciones para el uso agrícola en algunas áreas por la presencia de pedregosidad superficial, fragmentos de roca en el perfil y suelos superficiales.



Figura 2.37 Glacís, con agricultura, municipio de San José Pinula (Foto: O. Hernández, 2011)

2.2.6.4 Tipo de relieve abanico-terraza

Este tipo de relieve se identificó en los municipios de Palencia y San José Pinula (Figura 2.38); geormorfológicamente estos abanicos son de edad actual a sub-reciente, es decir, que no han tenido alteraciones por tectonismo y disección fuertes que los degrade.

Los materiales parentales sobre los que han evolucionado son los depósitos superficiales clásticos hidro - volcánicos (tefras, pómez y lodos).

- **Formas del terreno identificadas:** *a). cuerpo de abanico,* es la parte media de un abanico, se ubica entre el ápice y la base (parte distal del abanico), y *b) talud de abanico,* corresponde al flanco del abanico, su perfil es generalmente rectilíneo o irregular. Para esta forma de la tierra, las pendientes dominantes van de moderadamente inclinadas (7-12%) hasta ligeramente escarpadas (25-50%).



Figura 2.38 Cuerpo de abanico, a la izquierda pasto kikuyo y a la derecha rastrojo de maíz, municipio de Palencia (Fotos: J. del Cid, 2010)

2.2.6.5 Tipo de relieve terrazas

Las terrazas se han determinado en los municipios de Amatitlán, Chinautla, Fraijanes, Guatemala, Mixco, Palencia, San José Pinula, San Juan Sacatepéquez, San Miguel Petapa, San Pedro Sacatepéquez, San Raimundo, Santa Catarina Pinula, Villa Canales y Villa Nueva (Figura 2.39).

Las terrazas son un tipo de relieve plano, limitado por cañones y barrancos. Esta fase de entalle obedece al efecto erosivo sobre tefras, cenizas volcánicas y pómez, de poca cohesión que sepultaron los relieves originales.

- **Forma del terreno identificada:** *plano de terraza,* corresponde a la parte superior de una terraza y generalmente es su área más extensa*;* presentan alto uso agrícola, debido a sus bajas pendientes y poco limitadas, excepto donde predominan las texturas finas, donde el uso es menor. En la mayoría de ellas se están estableciendo grandes proyectos de vivienda, por lo que están siendo excluidas de la producción de alimentos; *bajo de terraza,* esta forma del terreno es un área relativamente pequeña, plano cóncava, donde se alojaba una antigua laguna, pero por procesos de sedimentación se colmató, posteriormente fue drenada y ahora es utilizada en ganadería extensiva y *talud de terraza*, corresponde al lado de la terraza, su perfil es generalmente rectilíneo o irregular. Para esta forma de la tierra, las pendientes van de ligeramente planas (0-3%) a moderadamente inclinadas (7-12%).



Figura 2.39 Plano de terraza con pastos introducidos y gramas naturales, en ganadería extensiva, municipio de Villa Canales (Fotos: W. González, 2011)

2.2.6.6 Tipo de relieve cañones y cañadas

Los cañones y cañadas, localmente son más conocidos como “barrancos”, se encuentran en jurisdicción de los municipios de Amatitlán, Chinautla, Fraijanes, Guatemala, Mixco, Palencia, San Miguel Petapa, San José Pinula, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez, San Raimundo, Santa Catarina Pinula, Villa Canales y Villa Nueva (Figura 2.40).



Figura 2.40 La presencia de grandes bancos de materiales piroclásticos, especialmente por cenizas volcánicas y piedra pómez, y por lluvias torrenciales que caen localizadas en un semestre del año, han disectado grandes cañones (barrancos) en forma de "V" hasta alcanzar profundidades superiores a 500 metros, ciudad de Guatemala (Foto: W. González, 2011)

Los cañones y cañadas en el altiplano son de gran profundidad, principalmente en su cabecera; los materiales sueltos (tefras, cenizas volcánicas y pómez) son arrastrados con facilidad por las corrientes de agua que producen disección, a medida que aumentan su longitud se ensanchan y disminuyen en cuanto a profundidad y amplitud cuando entran en pendientes bajas o en tierras planas.

Un cañón cumple con los siguientes parámetros: evolución de sectores geormofológicos diferenciables; profundidad mayor a 100 metros un índice de disección (destrucción de un relieve inicial originalmente homogéneo por la erosión del agua) entre 0.17 y 2.86; pendientes en su conjunto entre 35º y 86º y una ocupación diferencial, en los casos donde el hombre ha colonizado (IGAC, 2007).

- **Forma del terreno identificada:** *laderas,* corresponden a los flancos del tipo de relieve*;* presentan severas restricciones para la formación de suelos, debido al predominio de la erosión sobre la acumulación en estas pendientes fuertes. Los suelos desarrollados en los cañones y cañadas varían entre superficiales a muy superficiales, sin embargo en las pendientes menores pueden encontrase suelos profundos, cubiertos por vegetación arbórea y arbustiva. Para esta forma de la tierra, las pendientes varían entre fuertemente inclinadas (12-25%) y moderadamente escarpadas (50-75%).

2.2.6.7 Tipo de relieve vallecitos

Estas geoformas se encuentran en los municipios de Chinautla, Fraijanes, Guatemala, Palencia, San José Pinula, San Miguel Petapa, San Pedro Sacatepéquez, San Raimundo, Santa Catarina Pinula, Villa Canales y Villa Nueva (Figura 2.41).



Figura 2.41 Vallecito, a la izquierda áreas de cultivos y a la derecha pastos con ganadería extensiva, municipio de Fraijanes (Fotos: W. González, 2011)

En estos vallecitos, debido a su configuración dentro de cañones, en algunos casos, presentan desbordamientos de las corrientes de agua y debido a los procesos gravigénicos existentes, se producen acumulaciones de materiales procedentes de las laderas que los rodean.

- **Forma del terreno identificada:** *vega,* área periódicamente inundable, que cede y recibe continuamente aluviones de lecho (cantos, gravas, arenas); los suelos de estas geoformas son productivos, excepto aquellos afectados por la acumulación de residuos sólidos procedentes de la ciudad de Guatemala y poblaciones asentadas en las terrazas del altiplano. Para esta forma de la tierra, las pendientes varían entre ligeramente inclinadas (3-7%) y moderadamente inclinadas (7-12%).

2.2.7 Paisaje planicie fluvio - lacustre (F)

Este paisaje se encuentra ubicado al sur del departamento de Guatemala, entre el paisaje de altiplano y la montaña volcano–erosional. La planicie fluvio–lacustre es una extensión plana a ligeramente plana, Para esta forma de la tierra, las pendientes varían entre ligeramente planas (0-3%) y ligeramente inclinadas (7-12%), además de pequeños desniveles entre 1 a 10 m, formada a través del tiempo por procesos agradacionales (sedimentación) aportados por corrientes fluviales a un lago.

Este paisaje tiene una extensión de **3,070 ha,** equivalente al **1.39%** de la superficie departamental, con altitudes comprendidas entre los 1,175 a 1,327 m.

Geomorfológicamente el área se asemeja a un delta–abanico formado por los aportes constantes de sedimentos que los ríos Villalobos y Mixco, las quebradas Malena y Agua de las Minas, además de corrientes menores que descienden y hacen aportes de materiales al Lago de Amatitlán. Los ríos mencionados tienen alta pendiente y alta capacidad de transporte de sedimentos y al llegar a la zona plana pierden velocidad y capacidad de arrastre, depositando los materiales que transportan a lado y lado de las corrientes.

Estos ríos en épocas pasadas eran torrenciales, que al momento de las crecidas colmaban su propio lecho y desbordaban el cauce principal, formando la planicie o llanura fluvio–lacustre, que bordea la parte norte y

occidente del lago de Amatitlán. Los materiales sobre los que han evolucionado los suelos son tefras, pómez lodos, todos de origen sedimentario e ígneo.

Estudios geológicos dan cuenta que esta área hacia parte de un gran lago más extenso, que por fuerzas tectónicas y vulcanismo fue cambiando su forma, y se fue sedimentando hasta obtener su forma actual. La planicie está constituida por un tipo de relieve de abanicos aluviales, los cuales se describen a continuación (Eggers, Laurent, 1971; citados por Pérez, 2000):

2.2.7.1 Tipo de relieve abanicos aluviales

Se ha localizado en los municipios de Amatitlán, San Miguel Petapa, Villa Canales y Villa Nueva (Figura 2.42).

En cuanto a la morfogénesis, un abanico aluvial se origina cuando una corriente de agua (continua o intermitente), con granes fluctuaciones de caudal y con abundante carga de sedimentos emerge de un territorio elevado hacia un sector más bajo y abierto, con marcado cambio del gradiente, lo cual promueve la diseminación de sus aguas y con ello la pérdida de poder de transporte y la depositación diferencial de su carga (IGAC, 2005).

La depositación de los sedimentos guarda cierta gradación y su distribución es poco caótica, el material que compone los abanicos del área de estudio, está integrado por depósitos superficiales de naturaleza volcánica, constituidos por tefras, pómez y lodos. Para esta forma de la tierra, las pendientes varían entre planas (0-3%) a ligeramente inclinadas (3-7%); en algunos sectores se encuentran los ápices y cuerpos de abanicos, mostrando fragmentos gruesos de roca en superficie, especialmente en los ápices.

El agente responsable del transporte de los materiales es el agua, bajo la influencia de la fuerza de la gravedad, sedimentando de forma permanente el lago hasta su posterior colmatación.

- **Forma del terreno identificada:** *cuerpo de abanico;* los suelos se muestran profundos, con fertilidad natural de media a alta, cultivados con caña de azúcar, café, hortalizas, maíz, frijol y aguacate.



Figura 2.42 Abanico aluviales, con pendientes ligeramente inclinadas, cultivados principalmente en caña de azúcar. Al fondo se aprecia el lago de Amatitlán, municipios de Villa Canales y Amatitlán (Foto: C. García, 2011)

2.2.7.2 Síntesis del aporte de la geomorfología al estudio de los suelos del departamento de Guatemala

- La geomorfología describe y explica las diferentes formas de la tierra, el relieve de la superficie terrestre, sus materiales, composición y el tiempo que lleva en evolución. Su importancia en los estudios de suelos se vincula con la relación directa que existe entre las unidades geomorfológicas y las unidades de suelos (relación paisaje-suelo).

- La geomorfología, al igual que la geología presentan contrastes bien marcados, puesto que esta retoma los aspectos estructurales de la geología, para establecer las diferentes geoformas o formas externas de la tierra, producto de ello en el departamento se han identificado varios paisajes, tipos de relieve y formas del terreno.

- Los principales paisajes identificados en el departamento son: 1) montaña volcano - erosional; 2) montaña fallada o de convergencia erosional; 3) lomerío volcano - erosional; 4) altiplano hidro – volcánico y 5) planicie fluvio - lacustre.

- Los principales tipos de relieve son: estrato – volcán; domos; filas y vigas; lomas; glacís; mesas; escarpes; cañones y cañadas (barrancos); plano de inundación; vallecitos; abanicos y terrazas.

- Respecto a los suelos, cada uno de los paisajes presenta diferencias marcadas, obedeciendo a la relación paisaje–suelo que existe (Ver más detalles en el Capítulo 4), a continuación se describen algunos de los más importantes:

  - **Paisaje montaña volcano–erosional:** este paisaje se encuentra en la parte media y sur del departamento. Al sur, en el área de influencia de los volcanes los suelos presentan texturas gruesas, producto de las ganancias de piroclastos recientes; a medida que se aleja de los conos volcánicos y se desplaza hacia el norte, los suelos presentan mayor desarrollo y texturas más finas.

  - **Paisaje montaña fallada o de convergencia erosional:** áreas ubicadas al norte del departamento, los suelos se han desarrollado a partir de rocas mezcladas, según su origen (sedimentarias, metamórficas e ígneas); en este paisaje la convergencia de placas tectónicas originan un intenso fracturamiento de los materiales geológicos; los suelos muestran limitaciones por fragmentos de roca en superficie y en el perfil de los mismos.

  - **Paisaje lomerío volcano–erosional:** se identificó al noroeste del departamento, en límites con el departamento de Chimaltenango, los suelos desarrollados en este paisaje presentan limitantes severas por profundidad efectiva y altas pendientes, entre otras.

  - **Paisaje altiplano hidro–volcánico:** en este paisaje dominan las acumulaciones sobre las pérdidas de materiales; los suelos presentan buen desarrollo y buena profundidad efectiva; sin embargo en algunos sectores tienen texturas moderadamente finas o finas, muy susceptibles a compactación por sobreutilización agropecuaria y la expansión urbana.

  - **Paisaje planicie fluvio–lacustre:** paisaje de relieve plano; los suelos presentan las mejores características edafológicas para el desarrollo de cultivos, propiedades físicas y químicas adecuadas; el uso principal es agricultura intensiva.

2.3 ASPECTOS CLIMÁTICOS

El territorio de Guatemala se ubica en el Hemisferio Norte, se extiende desde los 13.5º a los 17.80º de latitud norte y ocupa parte de la península de Yucatán y norte del Istmo Centroamericano; la latitud indica que el país se encuentra ubicado en la zona subtropical del Hemisferio Norte y en la zona de influencia de los vientos Alisios y está afectado por una fuerte influencia marítima.

El país no cuenta con las 4 estaciones típicas que presentan el Hemisferio Norte, cuenta únicamente con dos temporadas climáticas muy diferentes que son la época seca denominada "verano" que dura de diciembre hasta abril, con variaciones marcadas en forma local, y la época lluviosa, conocida como "invierno" que va de mayo a noviembre, también en este caso con marcadas variaciones en las fechas en ciertas localidades.

El "invierno" o temporada de lluvias, se establece cuando la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) que es un cinturón de baja presión, que ciñe el globo terrestre en la región ecuatorial y donde convergen los vientos alisios del norte y del sur del hemisferio, se traslada (por diferencias de presiones) hacia el istmo centroamericano, y se instala sobre el país a partir de mayo; al instalarse en la región, convergen hacia ella los vientos alisios cargados de humedad provenientes del Océano Atlántico, y comienza la temporada de lluvias. En los meses de octubre y noviembre, los vientos fríos provenientes del hemisferio norte y diferencias en presiones atmosféricas, obligan al desplazamiento de la ZCIT que regresa hacia la región ecuatorial; por lo tanto, la temporada de lluvias finaliza y comienza la temporada seca o "verano".

Durante la temporada de lluvias y sobre todo en los meses de junio a noviembre, se originan en el Mar Caribe y en el Océano Pacífico los ciclones tropicales, que afectan las condiciones del clima del país debido a sus trayectorias paralelas a las costas, se internan en el continente y precipitan lluvias abundantes.

Durante la época seca ingresan los denominados "frentes fríos" que son vientos del norte originados por masas de aire frío que soplan sobre la Península de Yucatán y el Golfo de Honduras. La temporada de vientos fríos ocurre entre noviembre y febrero, e ingresan aproximadamente 13 frentes fríos, que favorecen descensos en la temperatura del aire y lluvias aisladas en regiones del norte y el Caribe del país (UPGGR-MAGA, 2009).

2.3.1 Características climáticas del departamento de Guatemala

A continuación se realiza una descripción del comportamiento de la temperatura media anual y las precipitaciones en el departamento.

2.3.1.1 Temperatura

De forma general, en el departamento de Guatemala la distribución de las temperaturas medias anuales es la siguiente: en la parte norte 20.5 a 25.0 ºC; en la región central y sur 18.0 a 20.5 ºC, exceptuando una pequeña área que limita con Escuintla que presenta un rango mayor que oscila entre 20.5 a 23.0 ºC,; al este del departamento y en el límite con el departamento de Santa Rosa, la temperatura varía entre 17.0 a 20.0 ºC y en el oeste de la región, entre 14 a 18.0 ºC.

Salvo en las regiones más elevadas como el Cerro de San José Pinula y el Volcán de Pacaya que pueden sufrir heladas, en la región no se registran descensos de la temperatura que producen heladas (descenso de temperatura

menor o igual a cero grados Celsius) durante el periodo de noviembre a marzo.

2.3.1.2 Precipitación

La distribución de las precipitaciones medias anuales en el departamento, se presenta de la siguiente forma: en el sur varía entre 900 y 2,100 mm al año; en la parte central del departamento entre 1,200 a 1,900 mm y en el norte entre 500 y 1,300 mm anuales. La zona con mayores precipitaciones se encuentra en los municipios de San José Pinula, Villa Canales (área sur), Santa Catarina Pinula y Palencia. En los demás municipios del departamento los valores de precipitación se reducen y estas zonas presentan menor humedad (UPGGR-MAGA, 2009).

A nivel departamental el modelo de distribución de la lluvia es típicamente monomodal, que se caracteriza por presentar un período seco y un período húmedo anual. El período de verano o período seco es en promedio de 6 meses (desde mediados de noviembre hasta mediados de mayo), con lluvias ocasionales. La época de mayor pluviosidad va desde mediados de mayo, hasta mediados de noviembre. Dentro del período húmedo se presenta una canícula o descenso de las precipitaciones de aproximadamente 15 a 20 días, en el mes de julio o agosto de cada año.

2.3.1.3 Climadiagramas

En el departamento de Guatemala se identificaron 6 estaciones meteorológicas con registros de temperatura y precipitación, de las cuales, solamente 3 cuentan con datos representativos para la elaboración de los climadiagramas, siendo las siguientes: Jardín Mil Flores, INSIVUMEH y San Pedro Ayampuc.

La estación Jardín Mil Flores se ubica en el sur del departamento en el municipio de Amatitlán, la estación INSIVUMEH se encuentra en la parte central del departamento dentro de la ciudad capital y la estación San Pedro Ayampuc, se sitúa en el norte del departamento en el municipio de San Pedro Ayampuc. Las estaciones INSIVUMEH y San Pedro Ayampuc cuentan con un registro histórico de datos de al menos 37 años (1970-2007) y la estación Jardín Mil Flores, cuenta con un registro de 19 años (1967-1986). Los climadiagramas generados con la información de las estaciones se presentan en las figuras 2.43-1 a 2.43-3.

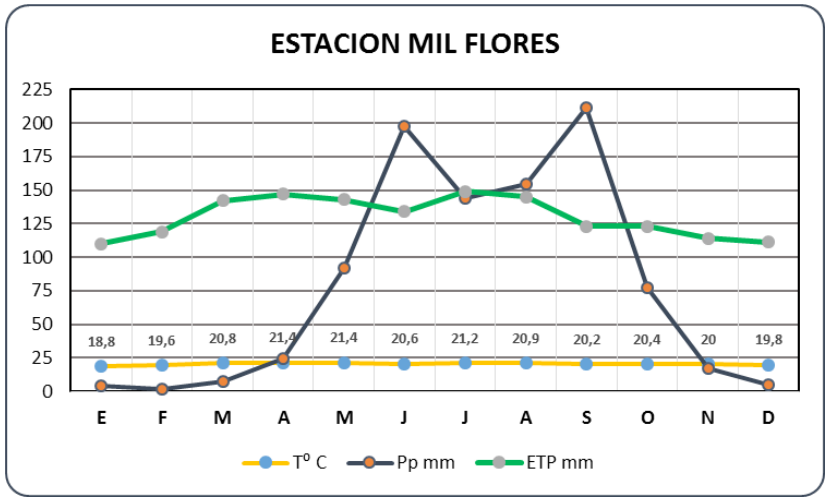


Figura 2.43-1 Climadiagrama desarrollado para la estación Jardín Mil Flores (1,189 msnm)

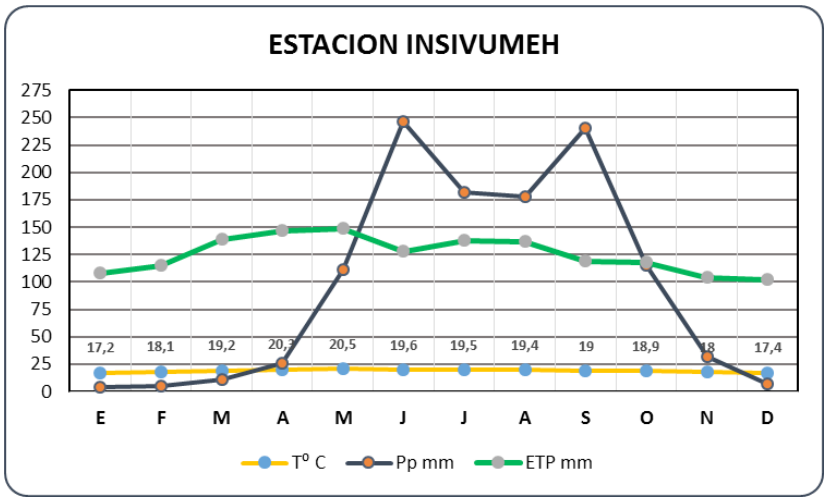


Figura 2.43-2 Climadiagrama desarrollado para la estación INSIVUMEH (1,502 msnm)

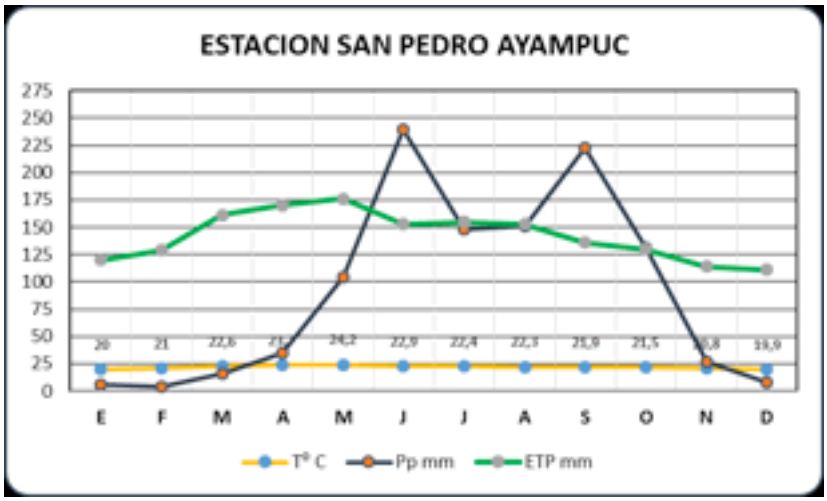


Figura 2.43-3 Climadiagrama desarrollado para la estación San Pedro Ayampuc (1,200 msnm)

En los datos de las tres unidades se observa una temporada que está conformada por un periodo de 6 meses de lluvia y 6 meses secos. La diferencia estriba en la estación del INSIVUMEH porque al estar a mayor altitud, presenta un clima más templado y menor evapotranspiración.

2.3.2 Clasificación climática

2.3.2.1 Clima Ambiental

Para definir la clasificación del clima ambiental de este departamento, se utilizó una adaptación del Sistema Thornthwaite para Guatemala (UPGGR, 2009), los parámetros y métodos utilizados están descritos en el Anexo A: Métodos y procedimientos, el cual forma parte de este documento.

Utilizando esta clasificación se identificaron en el departamento de Guatemala los climas: frío, semifrío, templado, semicálido y cálido (Cuadro A-1 del Anexo A), complementando con las condiciones de humedad son los siguientes: frío húmedo (J), semifrío húmedo (S), templado húmedo (B), templado subhúmedo (Q), semicálido húmedo (H), semicálido subhúmedo (P) y semicálido semiseco (W); estos climas se muestran en la Figura 2.44. Se debe considerar que en las zonas con cañones y cañadas, se han definido las combinaciones climáticas (C), las cuales abarcan más de un tipo de clima ambiental. (Ver detalles en el Capítulo 4.).

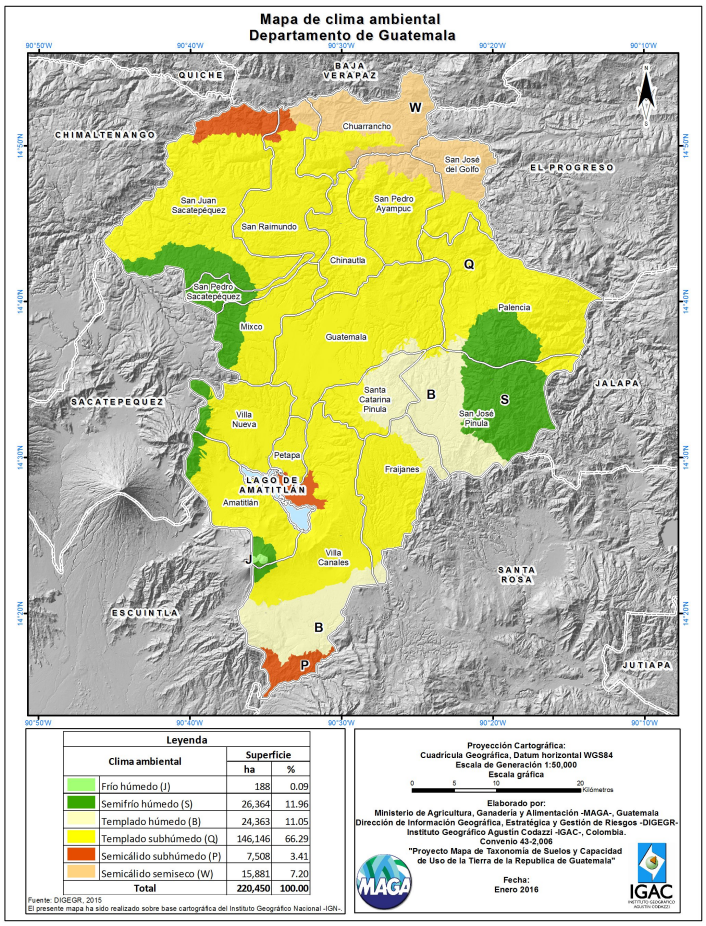


Figura 2.44 El clima ambiental del departamento de Guatemala

De acuerdo con la leyenda del mapa de clasificación climática, los tres climas preponderantes en el departamento son: templado subhúmedo (Q) que abarca 146,145 ha, representan el 66.29% de la superficie del departamento; semifrío húmedo (S) que ocupa 26,634 ha, corresponde al 11.96% del área total y templado húmedo (B), con 24,363 ha, equivalente al 11.05%. El restante 10.07% del departamento y corresponde a los climas semicálido semiseco (W), semicálido subhúmedo (P) y frío húmedo (J), los cuales se manifiestan en menores porcentajes (Ver la Figura 2.44).

Los 9 tipos de climas identificados se originan en el gradiente decreciente de humedad de sur a norte y el factor altitudinal donde la temperatura desciende en la medida que se asciende en altitud. Los climas de mayor humedad están ubicados a barlovento del viento dominante del pacífico. En la parte norte predominan los tipos semicálidos con escasas precipitaciones. En los picos más altos del departamento, como lo son el Cerro de San José Pinula, Cerro Grande y el Volcán de Pacaya se ubican los tipos de clima semifrío húmedo y frío húmedo.

2.3.2.2 Clima edáfico

El clima ambiental es ampliamente conocido; pero los suelos también tienen un clima edáfico que es utilizado con fines de clasificación.

Las razones para estudiar el clima edáfico radican en la influencia que tiene como **factor** que interviene en su formación y desarrollo, en el uso agrícola (selección de plantas de cultivo), actividad biológica y regulador ambiental.

Este clima está condicionado en gran medida, por el clima ambiental. La temperatura y la humedad, son las dos

características que definen el clima edáfico y se detallan a continuación.

a). Regímenes de temperatura de los suelos

La temperatura edáfica influye en los procesos de formación del suelo, en la selección, en el crecimiento, en la distribución geográfica de las plantas, en la actividad biológica y en algunas prácticas agrícolas de manejo. Son usadas para definir clases a varios niveles categóricos.

Los regímenes de temperatura presentes en el departamento (Figura 2.45) son los siguientes:

- **Régimen isomésico**: La temperatura media anual del suelo es igual o mayor a 8 ºC y menor de 15 ºC, y la diferencia entre la temperatura media del suelo en verano e invierno es menor de 6 ºC, a una profundidad de 50 cm debajo de la superficie del suelo o a un contacto dénsico, lítico o paralítico (SSS, 2014). Ocupa 189 hectáreas (0.09%) del área departamental y se localiza en la parte alta del municipio de Amatitlán.

- **Régimen isotérmico:** La temperatura media anual del suelo es igual o mayor de 15 ºC pero menor de 22 ºC, y la diferencia entre la temperatura media del suelo en verano y en invierno es menor de 6 ºC a una profundidad de 50 cm debajo de la superficie del suelo, o a un contacto dénsico, lítico o paralítico (SSS, 2014). Abarca un área de 195,284 hectáreas que equivale al 88.58% de la superficie, este se distribuye a lo largo y ancho del departamento, especialmente en la parte central.

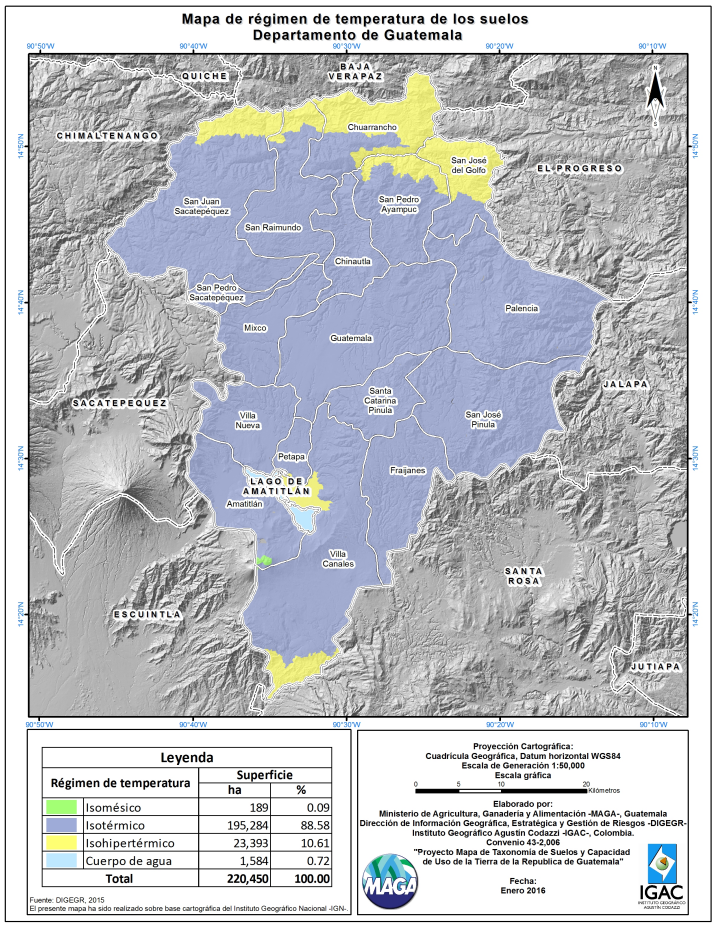


Figura 2.45 Mapa de distribución de los regímenes de temperatura en el departamento de Guatemala

- **Régimen isohipertérmico**: La temperatura media anual del suelo es igual o mayor de 22 ºC, y la diferencia entre la temperatura media del suelo en verano y en invierno es menor de 6 ºC a una profundidad de 50 cm, debajo de la superficie del suelo o a un contacto dénsico, lítico o paralítico (SSS, 2014). Ocupa una extensión de 23,393 hectáreas, equivalente al 10.61 % del área total del departamento y se ha identificado en la parte norte y en la parte sur del departamento.

El término "iso" se utiliza en estos regímenes para señalar que la variación de la temperatura entre los meses más fríos y los más cálidos, es inferior a 6 grados Celsius.

Para la obtención de la **temperatura edáfica** de Guatemala, se tomaron 369 lecturas en campo, distribuidas en diferentes puntos del departamento. La temperatura se tomó en la sección control que corresponde a los 50 cm de profundidad o menos (si se presentan limitantes físicas); este proceso se realiza con el fin de reforzar el criterio para la identificación de los regímenes de temperatura del suelo.

Los datos de información que se presentan a continuación, constituyen una aproximación a la realidad, debido a que se tomaron en diferentes meses del año, incluyendo períodos de lluvias y de sequía. Para que los datos sean confiables, debe tomarse más lecturas a lo largo del año, o bien cuando las precipitaciones tengan variaciones significativas y los registros deben ser de varios años; con lo anterior se asegura que los regímenes sean establecidos adecuadamente. Dadas las circunstancias, de que no existen otras mediciones, con los datos recabados, la estimación de los regímenes se facilita y no es necesario extrapolar criterios de otras latitudes (grados que se deben agregar a la temperatura ambiental).

En la Figura 2.46 se muestran gráficamente los resultados obtenidos en las tomas de temperatura edáfica, en especial aquellos referidos a las relaciones entre la altura sobre el nivel del mar, la temperatura ambiental y la temperatura de los suelos.

Con base en los resultados de las lecturas realizadas en los 369 sitios (en transecta desde los sitios de menor a mayor altitud del departamento) donde se tomó la temperatura del suelo, los datos fueron organizados y posteriormente, sometidos a un análisis estadístico, obteniéndose conclusiones de carácter general, las más importantes son las siguientes:

- La temperatura del suelo es mayor, aproximadamente 2°C, que la temperatura del aire (siempre referida a los mismos meses). Esta tendencia se mantiene en forma constante desde la menor altura estudiada (alrededor de los 855 m. y hasta los 2,000 m. aproximadamente). Sin embargo, en mediciones hechas en el departamento de Sacatepéquez (DIGEGR, 2013), a medida que aumenta en altitud, la variación oscila entre 0.5 a 2.0 °C.

- La caracterización obtenida para el departamento y el análisis estadístico a que se sometieron los datos y sus resultados, está resumido en la Figura 2.46.

- Con base en los resultados comentados, en su correspondencia con las temperaturas ambientales disponibles y aplicando los criterios consignados en la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2014) para establecer los regímenes de temperatura de los suelos, se caracterizaron los regímenes de temperatura para el departamento. Obviamente se tuvo en cuenta la variación anual, menor de 6 grados centígrados, entre los promedios de los meses más cálidos y más fríos, que

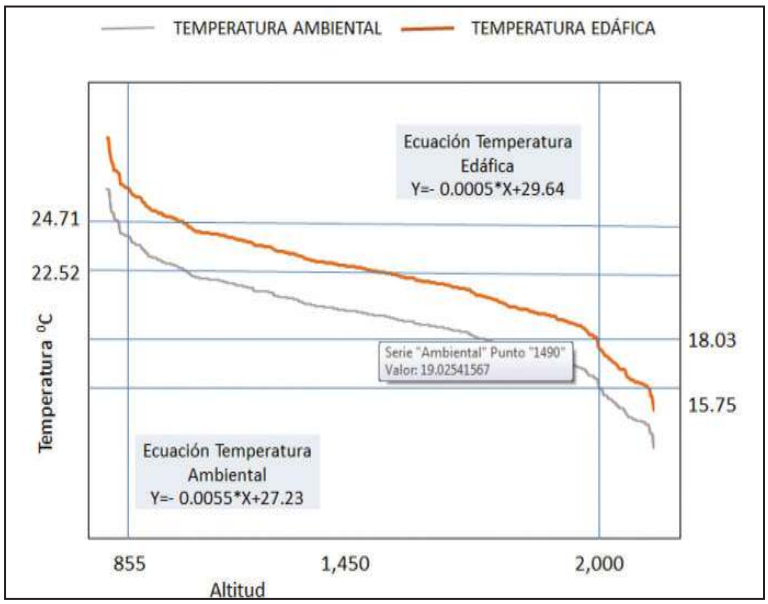


Figura 2.46 Relaciones entre la altura sobre el nivel medio del mar, la temperatura ambiental y la temperatura del suelo en el departamento de Guatemala (mediciones realizadas en estación seca y húmeda)

corresponden al verano e invierno del hemisferio norte. Los regímenes están consignados en la taxonomía de los suelos que se presenta en los capítulos siguientes y se señalan en el mapa de la Figura 2.47, en conjunto con sus áreas y porcentajes respectivos.

b). Regímenes de humedad de los suelos

La humedad de los suelos, de acuerdo con la Taxonomía Norteamericana (SSS, 2014), se concreta en los términos "regímenes de humedad". Estos hacen referencia a la presencia o ausencia de agua retenida por el suelo a tensiones menores de 1,500 kPa, considerado el límite para que sea absorbida por la mayoría de plantas mesofíticas, es decir, plantas que se desarrollan en condiciones intermedias entre el medio seco u el acuático.

Cuando se supera este valor se considera que el suelo está seco (punto de marchitez permanente para las plantas). En la aplicación del concepto, inherente a los regímenes de humedad, se debe considerar dos aspectos críticos: la variabilidad de la humedad a través del tiempo y la profundidad a la cual se mide. La variabilidad de la humedad se establece para "años normales", es decir considerando precipitaciones promedio mensuales que estén en el rango de más o menos una desviación estándar, durante 30 o más años.

La profundidad a la cual se mide la humedad corresponde al concepto de la "sección control" para su estudio. Esta se estableció como un intento para estimar los regímenes de humedad a partir de datos climáticos (SSS, 2014). Su espesor varía dependiendo de las múltiples variables que influyen en la dinámica del agua; una manera de estimarla es recurrir a los grupos texturales, tomando como aproximación las siguientes profundidades:

- Grupos texturales finos: entre 10 y 30 cm.
- Grupos texturales medios: entre 20 y 60 cm.
- Grupos texturales gruesos: entre 30 y 90 cm.

Tomando en cuenta los comentarios anteriores y con la finalidad de establecer los regímenes de humedad para los suelos del departamento de Guatemala se consideraron los aspectos siguientes:

- La clasificación climática utiliza promedios de precipitaciones y temperaturas **anuales.**

- La temperatura tiene como principal característica ser de carácter **isotermal**, en cambio la precipitación **varía** a través del año de manera **muy marcada**, estableciendo estaciones muy secas, que alternan con las muy húmedas. Las características "húmedas" "que califican los pisos térmicos en la clasificación climática **no toman en cuenta esta distribución.**

- Con la finalidad de estimar los regímenes de humedad de los suelos y teniendo en cuenta el punto anterior, se elaboraron **diagramas climáticos (climadiagramas)** para las tres estaciones con las que se cuenta evapotranspiración. No se elaboraron balances hídricos debido a la carencia de información completa en cuanto a la capacidad de retención de humedad por el suelo. Con base en estas consideraciones se estimaron los regímenes de humedad de los suelos.

En la Figura 2.47 se observan los regímenes de humedad de los suelos para el departamento de Guatemala, los que se describen a continuación:

- **Régimen Ácuico:** este régimen implica condiciones de reducción de oxígeno, de tal manera que se afecta el desarrollo de los organismos. Solamente abarca 11 ha, que corresponde al 0.005% de la extensión del departamento, se ubica en una pequeña área de la finca la Lagunilla, municipio de Villa Canales.

- **Régimen Ústico:** la sección control del suelo permanece seca (toda o en parte) durante 90 o más días acumulados durante el año y húmeda (en alguna de sus partes) por más de 180 días acumulados o 90 consecutivos a través del año. Abarca una extensión de 218,855 ha que corresponden al 99.28% del área del departamento.

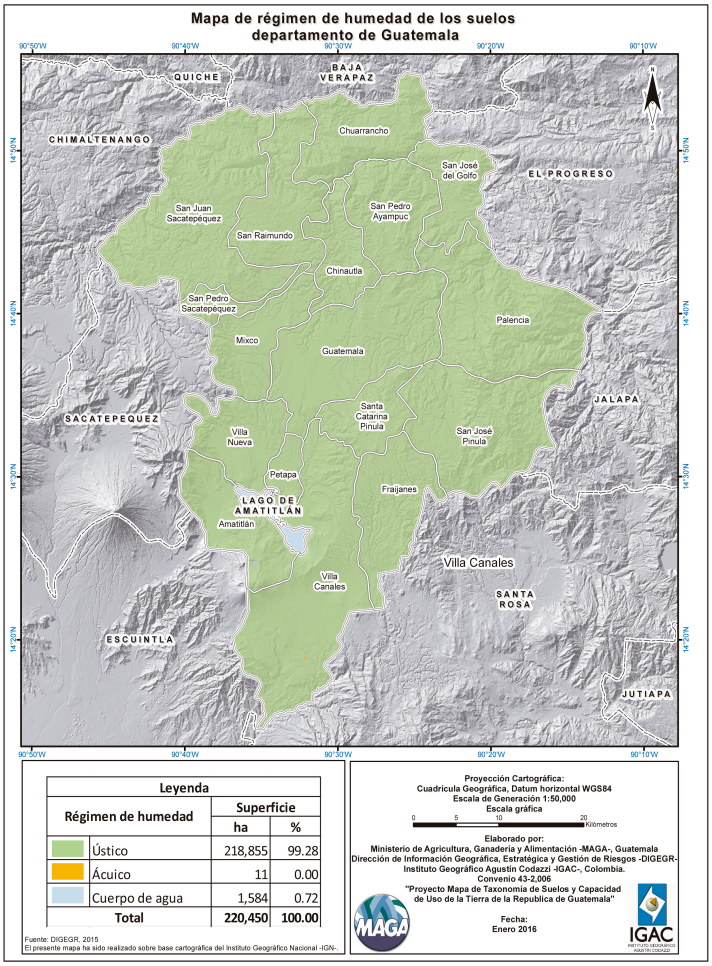


Figura 2.47 Mapa de distribución de los regímenes de humedad de los suelos en el departamento de Guatemala

2.4 HIDROLOGÍA

El sistema hidrológico del país está dividido en 3 vertientes: Golfo de México, Mar Caribe y Océano Pacífico, las que están conformadas por 38 cuencas hidrográficas. Debido a la posición geográfica del departamento de Guatemala, este es atravesado por la divisoria de las vertientes del Océano Pacífico y del Mar Caribe; a partir de esta divisoria, el territorio del departamento se divide en 4 cuencas hidrográficas, tal como se presenta en el Cuadro 2.7.

Cuadro 2.7 Vertientes y cuencas hidrográficas del departamento de Guatemala

Vertiente	Cuenca	Superficie	
		ha	%
Vertiente del Caribe	Motagua	138,816.95	62.98
Vertiente del Océano Pacífico	María Linda	68,545.40	31.09
	Los Esclavos	13,013.55	5.90
	Achiguate	74.10	0.03
Total		220,450	100.00

Fuente: UPGGR-MAGA, 2009.

Los ríos que pertenecen a la Vertiente del Pacífico, se caracterizan por que se originan en alturas medias de 3,000 m., las pendientes se presentan en el rango de 10 a 20%; en los sectores con influencia volcánica, acarrean grandes volúmenes de escoria y ceniza volcánica, lo que determina que estos mantengan cursos inestables y provoquen inundaciones en su parte baja (INSIVUMEH, 2004).

2.4.1 Descripción de las cuencas hidrográficas del departamento de Guatemala

La descripción de las cuencas se hace conforme el orden por vertiente presentado en el Cuadro 2.7.

2.4.1.1 Cuenca del río Motagua

Esta cuenca abarca 138,817 ha (62.98%), del territorio departamental, incluye los municipios de Chinautla, Chuarrancho, Palencia, San José del Golfo, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Ayampuc, San Pedro Sacatepéquez, San Raimundo y parcialmente los municipios de Guatemala, Mixco, Santa Catarina Pinula y San José Pinula, El curso principal es el río Motagua, los principales afluentes son los ríos Vado Hondo, El Colorado, Teocinte, Las Cañas, Las Vacas, Quezada y El Zapote. El registro para la estación hidrométrica San Antonio las Flores sobre el río Las Vacas indica un caudal promedio anual de 7.63 m^3/s (INSIVUMEH, 2004).

2.4.1.2 Cuenca del río María Linda

La extensión de esta cuenca ocupa 68,145 ha (31.09%), de la superficie del departamento, incluye a los municipios de Amatitlán, San Miguel Petapa, Villa Canales, Villa Nueva y parcialmente abarca a los municipios de Fraijanes, Guatemala, Mixco y Santa Catarina Pinula. Dentro de esta cuenca se encuentra en Lago de Amatitlán. El cauce principal es el río María Linda, los principales afluentes son: Villa Lobos, Michatoya, Pinula, Molino, Aguacapa y La Concha. El registro para la estación Las Hamacas sobre el río Michatoya indica un caudal promedio anual de 3.64 m^3/s; mientras que la estación La Chirimilla sobre el río Villa Lobos, indica un caudal promedio anual de 1.47 m^3/s y la estación Compuertas Michatoya sobre el río Michatoya, indica un caudal promedio anual de 2.29 m^3/s (INSIVUMEH, 2004).

2.4.1.3 Cuenca del río Los Esclavos

Esta cuenca ocupa 13,014 ha (5.90%), del área del departamento, abarca parcialmente los municipios de Santa Catarina Pinula, San José Pinula y Fraijanes. El cauce principal es el río Los Esclavos, que presenta como afluente el río Pinula. El registro para la estación La Sonrisa sobre el río los Esclavos indica un caudal promedio anual de 12.86 m^3/s (INSIVUMEH, 2004).

2.4.1.4 Cuenca del río Achiguate

Únicamente ocupa 74 ha (0.03%), del territorio departamental, está presente en el borde del parteaguas oeste del departamento, colindando con el departamento de Sacatepéquez, no hay ríos en la superficie por ende tampoco estaciones hidrométricas dentro del departamento.

2.4.2 Usos del recurso hídrico

Los usos que se le dan al recurso hídrico por parte de las poblaciones del departamento son principalmente doméstico, riego agrícola, industrial y para disposición de desechos sólidos y líquidos (MAGA-UPIE, 2001).

- **Aprovechamiento para uso doméstico:** el aprovechamiento del recurso para consumo humano se lleva a cabo a partir de fuentes superficiales (Lago de Amatitlán, ríos, arroyos, manantiales y nacimientos perennes) y subterráneas (principalmente pozos perforados). Los sistemas de abastecimiento que existen son de tipo tradicional; es decir, consisten en la captación y consumo directamente de la fuente, sin ningún tipo de tratamiento para potabilidad. El otro tipo se realiza mediante un sistema de captación, diseño de red de distribución (público y/o domiciliar), operados mediante sistemas de bombeo o gravedad, dándole énfasis a este último por lo económico.

- **Aprovechamiento para riego agrícola:** aunque la cantidad de agua precipitada es suficiente durante la época lluviosa para el desarrollo de cultivos agrícolas anuales y permanentes, durante la época seca y las "canículas", se hace necesario aplicar agua para uso consuntivo de las plantas cultivadas, principalmente hortalizas y flores. Ante la carencia de fuentes de agua superficiales aprovechables, la principal práctica de riego realizada es por medio de aspersión; esta es operada a partir de bombeo en pozos artesanales.

- **Aprovechamiento para uso industrial:** generalmente por parte de empresas privadas (fincas y agroindustrias), se realizan otros usos del recurso, tales como: generación hidráulica de energía eléctrica, empleo de la energía hidráulica para mover maquinaria agroindustrial y principalmente el beneficiado del café, producción pecuaria (avícola y ganadera), piscicultura a pequeña escala y otras.

- **El agua como receptora de desechos líquidos y sólidos.** La mayoría de municipios la utilizan como vía para el desecho de sólidos (basuras principalmente) y líquidos (drenajes y aguas servidas). Ello afecta tanto la calidad del recurso como la salubridad de los pobladores aguas abajo.

2.5 COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA

La DIGEGR del MAGA (2015) coordinó un estudio que permitió establecer el estado actual de la cobertura vegetal y el uso de la tierra del departamento de Guatemala. Se trabajó editando sobre la capa de ocupación de suelos provenientes de las fotografías aéreas digitales tomadas en el año 2006 y el año 2007; la información se actualizó al año 2010 por medio de talleres con expertos locales de cada municipio, estructurándose la leyenda con base en la metodología Corine Land Cover (MARN, 2002), adaptada a las condiciones del país. Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 2.48 y en el Cuadro 2.8.

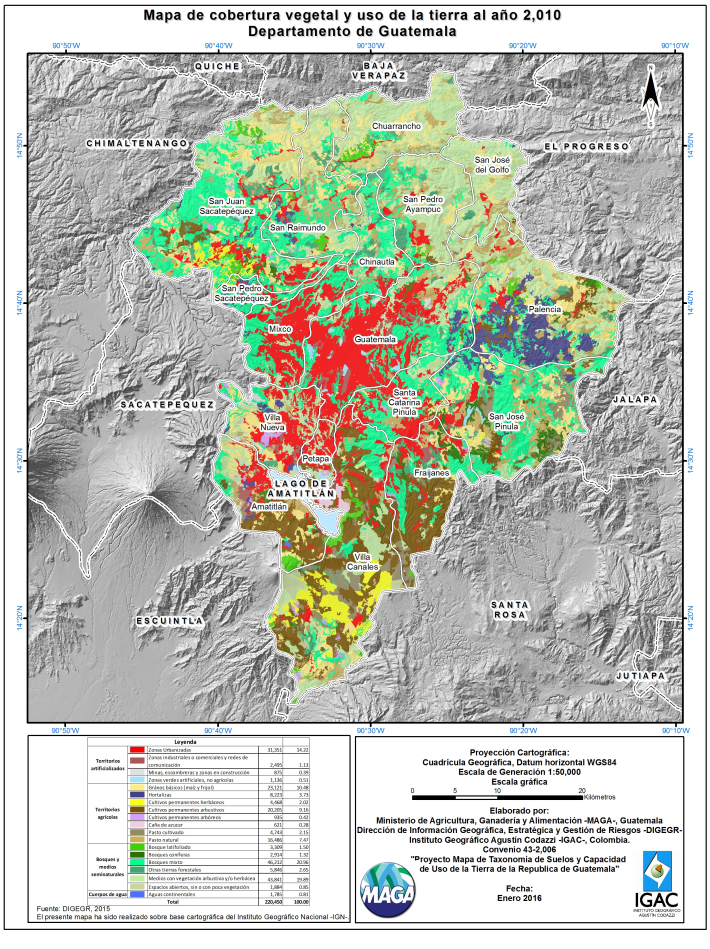


Figura 2.48 Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra del departamento de Guatemala, MAGA, 2015

Cuadro 2.8 Cobertura vegetal y uso de la tierra en el departamento de Guatemala

Categorías		Supericie	
		ha	%
Territorios artiicializados	Zonas Urbanizadas	31,351	14.22
	Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	2,495	1.13
	Minas, escombreras y zonas en construcción	875	0.39
	Zonas verdes artificiales, no agrícolas	1,136	0.51
Territorios agrícolas	Granos básicos (maíz y frijol)	23,121	10.48
	Hortalizas	8,223	3.72
	Cultivos permanentes herbáceos	4,468	2.02
	Cultivos permanentes arbustivos	20,205	9.16
	Cultivos permanentes arbóreos	935	0.42
	Caña de azúcar	621	0.28
	Pasto cultivado	4,743	2.15
	Pasto natural	16,486	7.47
Bosques y medios seminaturales	Bosque latifoliado	3,309	1.50
	Bosque de coníferas	2,914	1.32
	Bosque mixto	46,212	20.96
	Otras tierras forestales	5,846	2.65
	Medios con vegetación arbustiva y/o herbácea	43,841	19.88
	Espacios abiertos, sin o con poca vegetación	1,884	0.85
Cuerpos de agua	Aguas continentales	1,785	0.80
Total		**220,450**	**100.00**

Fuente: DIGEGR-MAGA, 2014.

2.5.1 Descripción de los usos principales

En referencia a los **Territorios Artificializados,** el 14.22% corresponde a la categoría de zonas urbanizadas; a zonas industriales o comerciales y redes de comunicación a 1.13%; a minas, escombros y zonas en construcción 0.40% y zonas verdes a 0.52%, del área departamental.

Por su parte en los **Territorios Agrícolas,** los granos básicos ocupan un área de 10.49% (maíz fríjol); hortalizas ocupan por su parte 3.73%; cultivos permanentes herbáceos 2.03%; cultivos permanentes arbustivos 9.17%; cultivos permanentes arbóreos 0.42%; caña de azúcar 0.28%; pasto cultivado 2.15% y pasto natural 7.48%; sobre estos cultivos se basa la economía agrícola comercial del departamento.

Respecto a **Bosques y medios seminaturales,** el bosque latifoliado ocupa 1.50%: el bosque de coníferas 1.32%; bosque mixto 20.96%; otras tierras forestales 2.65%; medios con vegetación arbustiva y/o herbácea 19.89%; espacios abiertos con, sin o con poca vegetación 0.85%, del área total del departamento.

2.5.2 Zonas de vida y los bosques del departamento de Guatemala

El 23.78% del territorio del departamento está cubierto por bosques de diversos tipos, estos se localizan geográficamente de acuerdo al clima. Las principales zonas de ocupación corresponden a laderas de las montañas y los cañones presentes en el departamento.

Referente al tema de vegetación y condiciones climáticas, se debe resaltar que de acuerdo al estudio realizado por De La Cruz (1982) basado en el sistema Holdridge, en el departamento se presentan 4 zonas de vida; que se describen en el Cuadro 2.9, ordenadas conforme aparecen de norte a sur en el departamento; además se incluye la superficie de cobertura boscosa que poseen.

Zona de vida	Símbolo	Superficie de la zona de vida		Cobertura boscosa existente en la zona de vida (ha)			Total (ha)
		ha	%	Mixto	Latifoliado	Conifero	
Bosque seco Subtropical	bs-S	20,682	9.4	673	348	0	1,021
Bosque húmedo Subtropical templado	bh (t)	132,211	60	29,754	2,229	1,367	33,350
Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical	bh MB	44,593	20.2	14,657	369	1,433	16,459
Bosque húmedo Subtropical cálido	bmh (c)	21,380	9.7	1,128	363	114	1,605
Cuerpos de agua	--	1,584	0.7	0	0	0	-
Totales		**220,450**	**100**	**46212**	**3309**	**2914**	**52,435**

Fuente: De la Cruz, 1982; DIGEGR-MAGA, 2015.

A continuación se realiza la descripción de las zonas de vida y de la vegetación boscosa que contienen:

2.5.2.1 Bosque seco Subtropical

Esta zona es la de menor extensión en el departamento, abarca 20,682 ha (9.4% del total de la superficie), se encuentra al norte en los municipios de Chuarrancho, San José del Golfo, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Ayampuc y San Raimundo, y según De La Cruz (1982) posee las siguientes características: piso térmico cálido, relieve plano a quebrado, elevaciones entre 0 y 1,200 m, biotemperaturas entre 19.0 ºC y 24.0 ºC y un rango promedio de precipitación anual entre 500 y 1,000 mm.

Los bosques presentes abarcan 1,021 ha, distribuidas así: bosque mixto (673 ha) y latifoliado (348 ha), conformados por las especies indicadoras: caoba del sur (*Swietenia humilis*), besinic-che (*Alvaradoa amorphoides*), ceibillo (*Ceiba aescutifolia*).

2.5.2.2 Bosque húmedo Subtropical templado

Esta zona es la más extensa, se distribuye en todo el departamento, abarca 132,211 ha (60% del área total). Según De La Cruz (1982), sus características son: piso térmico templado, relieve de ondulado a escarpado, elevaciones entre los 650 y 1,700 m, biotemperaturas entre 20.0 ºC y 26.0 ºC y un rango promedio de precipitación anual entre 1,100 y 1,349 mm.

Los bosques presentes abarcan 33,350 ha, distribuidos así: de la categoría mixto (29,754 ha), latifoliado (2,229

ha) y conífero (1,367 ha), conformados por las especies indicadoras: encino (*Quercus* spp.), pino colorado (*Pinus oocarpa*), lengua de vaca (*Curatella americana*) y nance dulce (*Byrsonima crassifolia*).

2.5.2.3 Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical

Esta zona ocupa 44,593 ha (20.2% de la superficie departamental), abarca parte de los municipios de Amatitlán, Fraijanes, Mixco, San José Pinula, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez, Santa Catarina Pinula y Villa Nueva. Según De La Cruz (1982), sus características son: piso térmico frío, relieve generalmente plano, elevaciones entre los 1,500 a 2,400 m, biotemperaturas entre 15.0 ºC a 23.0 ºC y un rango promedio de precipitación anual entre 1,057 a 1,588 mm.

Los bosques ocupan una extensión de 16,459 hectáreas y corresponden a las categorías mixto (14,657 ha), latifoliado (369 ha) y conífero (1,433 ha), conformados por las especies indicadoras encino (*Quercus* spp.) asociado a pino triste (*P. pseudostrobus*) y pino macho (*Pinus montezumae*), otras especies indicadoras son aliso (*Alnus jorullensis*), duraznillo (*Ostrya* sp.), mezché (*Carpinus* sp.) y capulín (*Prunus capuli*).

2.5.2.4 Bosque muy húmedo Subtropical (cálido)

Posee una extensión de 21,380 ha (9.7%), se encuentran indicios de esta zona en la parte sur del municipio de Villa Canales. Según de La Cruz (1982), sus características son: piso térmico cálido, relieve plano a quebrado, elevaciones entre los 80 y 1,600 m, biotemperaturas entre 21.0 ºC y 25.0 ºC y un rango promedio de precipitación anual entre 2,136 y 4,327 mm.

Los bosques abarcan 1,605 hectáreas en las categorías latifoliado (363 ha), mixto (1,128 ha) y conífero (114 ha) compuestos por las principales especies indicadoras: conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), puntero (*Sickingia salvadorensis*), volador (*Terminalia oblonga*), mulato (*Triplaris melaenodendrum*), palo blanco (*Cybistax donnell smithii*) y chaperno (*Andira inermis*).

2.6 AMENAZAS NATURALES

El departamento posee zonas con diferente exposición a fenómenos naturales que eventualmente pueden convertirse en desastres que afectan en mayor o menor grado las actividades de la población del lugar. Los fenómenos naturales analizados, basados en datos básicos y cuya información ha sido procesada son: amenaza por sequías y amenaza por heladas. Dichas amenazas se conjugan en un Índice Integrado por municipio. Otras amenazas están relacionadas por los deslizamientos.

En las Figuras 2.49, 2.50 y 2.51 se muestran dichas amenazas y su índice integrado (Para detalles de los métodos, ver estudio MAGA-SESAN, 2012).

2.6.1 Amenazas por sequía

De acuerdo con lo que se observa en la Figura 2.50, el departamento presenta **Muy alta** amenaza por sequía en 40,169 ha (18.2%) del departamento (municipios de Chuarrancho, San Pedro Ayampuc, San José del Golfo

y Amatitlán); con amenaza **Alta** hay 66,964 ha (30.4%) de la superficie departamental (San Raimundo, Villa Nueva, Guatemala, Palencia y Petapa); con amenaza **Media** 92,048 ha (41.8%) del área (San Juan Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez, Mixco, Chinautla, Santa Catarina Pinula, Fraijanes y Villa Canales) y con **Baja** amenaza hay 19,768 ha (8.90%), el municipio restante (San José Pinula).

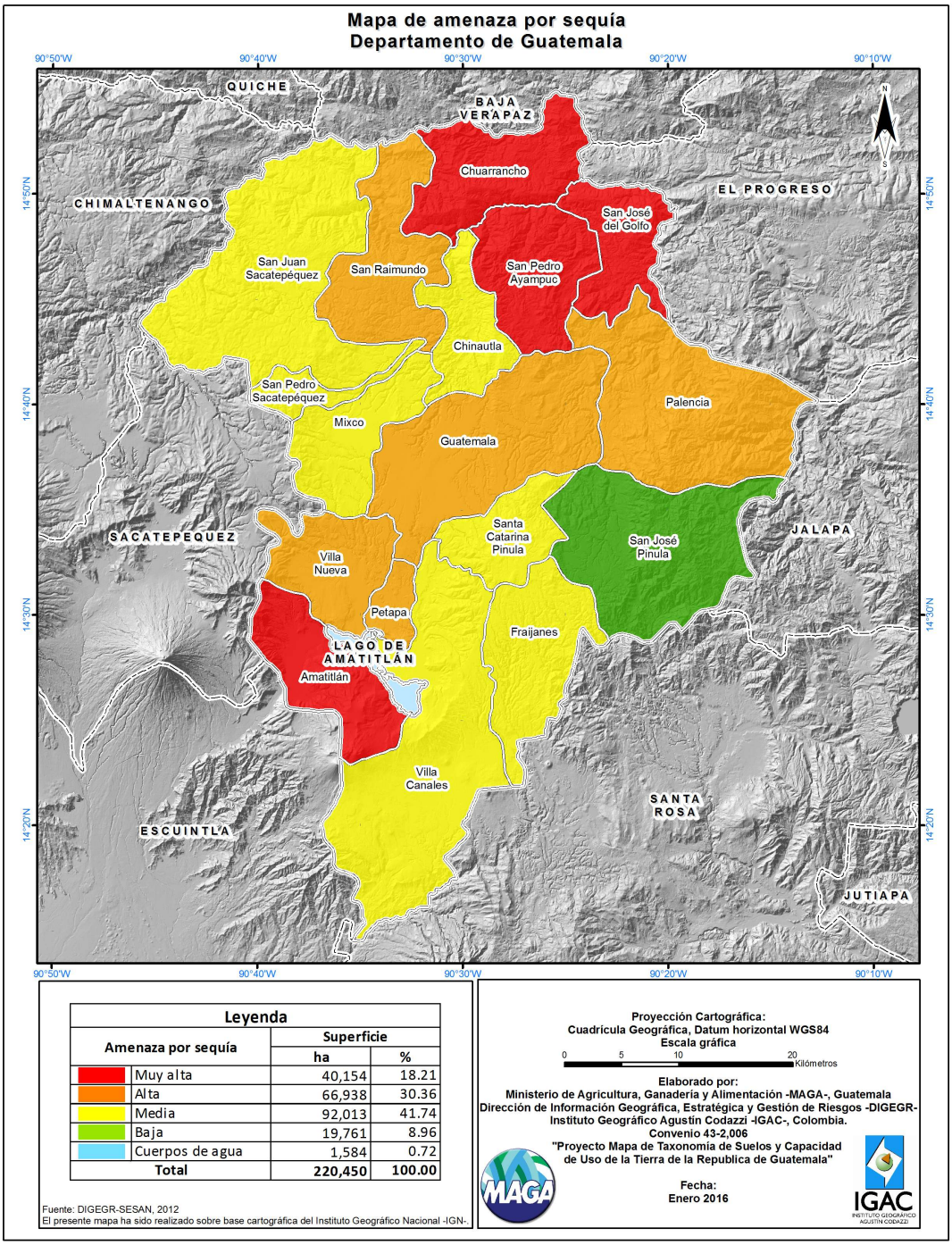


Figura 2.49 Mapa de amenaza por sequía (MAGA - SESAN, 2012)

2.6.2 Amenazas por heladas

En la Figura 2.50 se observa que 61,199 ha (27.8% de la superficie del departamento) presentan **Alta** amenaza a heladas (Palencia, San José Pinula, Santa Catarina Pinula y Amatitlán)**, Baja** amenaza a heladas ocupa 32,461 ha (14.7%) en los municipios de Chuarrancho, San Pedro Ayampuc, San José del Golfo y Petapa; mientras que la amenaza de helada Media, se distribuye en 125,289 ha (56.8%), equivalente a la superficie de los 8 municipios restantes.

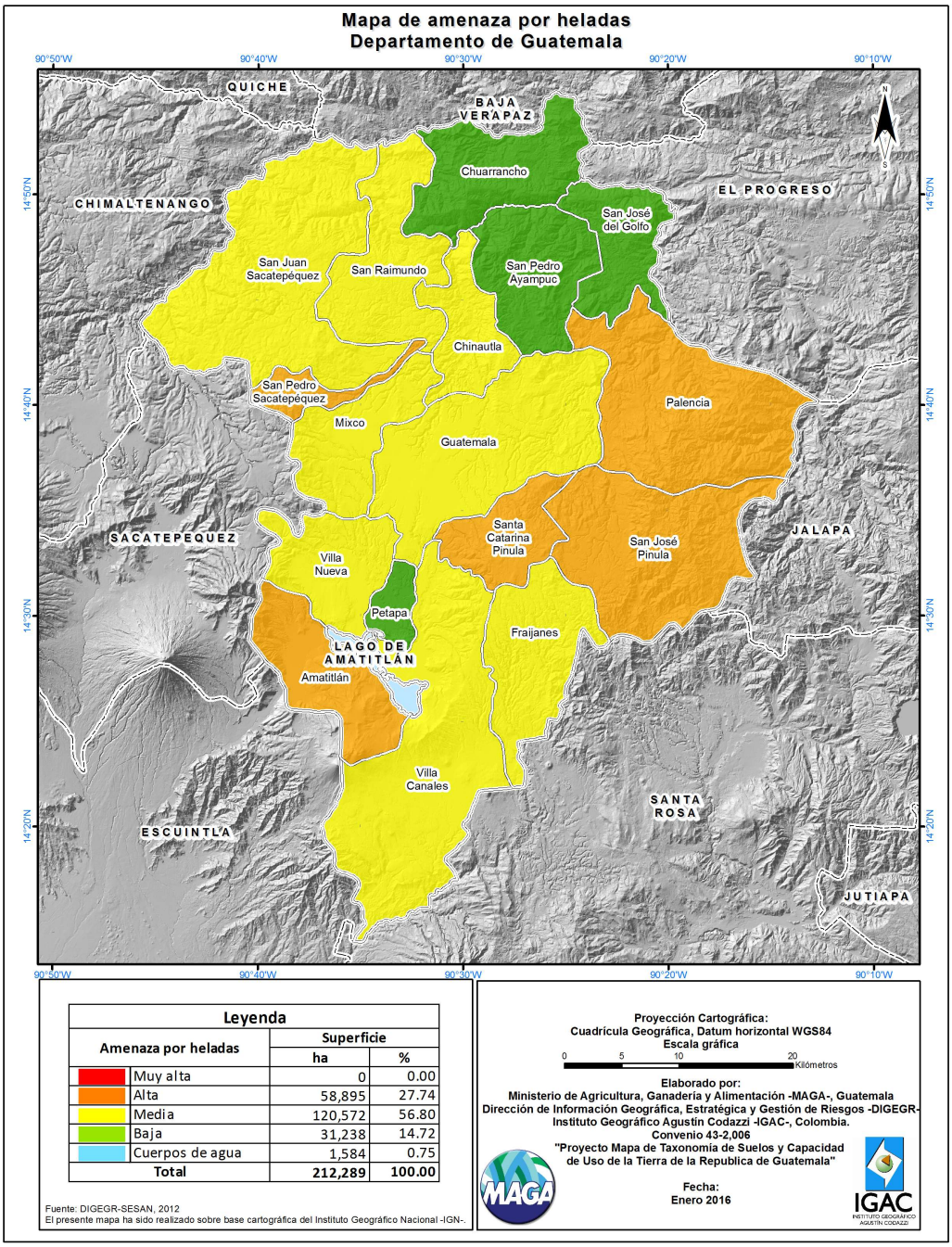


Figura 2.50 Mapa de amenaza por helada (MAGA-SESAN, 2012)

2.6.3 Índice integrado de amenazas climáticas

De la integración de las amenazas naturales (sequías y heladas) en un índice, surge el mapa de "índice integrado de amenazas climáticas" el cual se observa en la Figura 2.51.

El 4.03 % del área departamental que equivale a 8,890 hectáreas presenta **muy alto** grado de amenazas de origen climático, se presenta únicamente en el municipio de Villa Nueva; con **alto** grado de amenaza hay 132,519 ha que representan el 60.11%, se localizan en los municipios de Amatitlán, Chinautla, Chuarrancho, Guatemala, Mixco, San José del Golfo, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Ayampuc y Villa Canales; con **medio a alto** grado de amenazas hay 26,991 ha que corresponden al 12.24% de la superficie del departamento, se encuentran en los municipios de Palencia, San Miguel Petapa y San Pedro Sacatepéquez; con riesgo **medio a bajo** se identificaron 30,703 ha, equivalente al 13.93% del área total, están ubicadas en los municipios de Fraijanes, Santa Catarina Pinula y San Raimundo y por último con **bajo** riesgo se identificaron 19,763 ha, del total del departamento esto corresponde al 8.96% y se localiza en el municipio de San José Pinula.

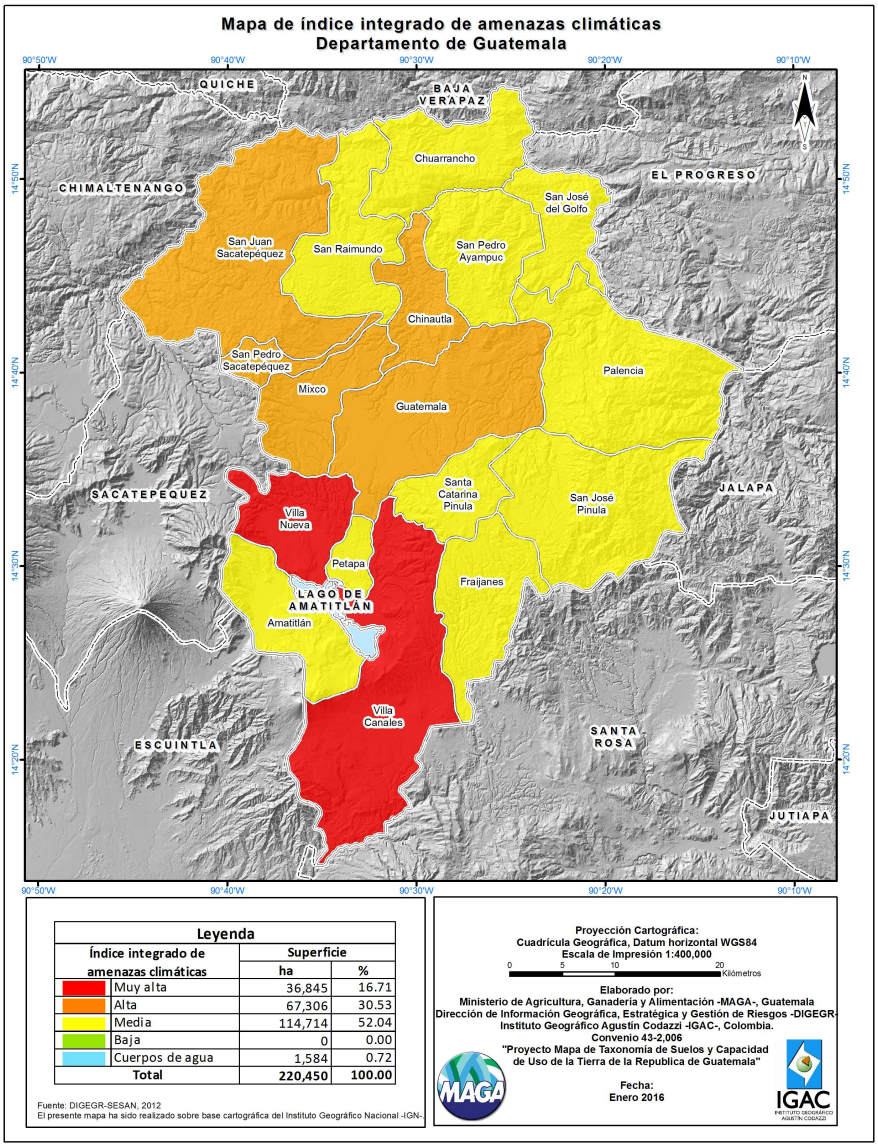


Figura 2.51 Mapa de índice integrado de amenazas climáticas (MAGA-SESAN, 2012)

2.6.4 Amenaza por deslizamientos

Debido a los diferentes eventos hidrometeorológicos extremos que se han presentado en años anteriores y que han traído con ellos exceso de lluvias, se han formado una serie de huellas y cicatrices de deslizamientos como las que se observan en la Figura 2.52. Abarcan una extensión de 344 ha que representa el 0.16% del área departamental.

Para buscar una explicación a la abundancia de huellas y cicatrices de eventos de deslizamientos mostradas en la figura anterior, se realizó un análisis para estimar la susceptibilidad del territorio a los deslizamientos, la metodología se explica en el Anexo 1.

Los resultados de la aplicación de la metodología indicada se muestran en la Figura 2.53, donde se observa que las categorías Muy Alta, Alta y Media susceptibilidad a los deslizamientos donde se ubican mas del 70% de la cicatrices de deslizamientos, tienen una conjugación de factores, tales como el paisaje de montaña con altas pendientes, materiales geológicos poco consolidades, erosionabilidad, escasa cobertura vegetal, inadecuado uso de la tierra y eventos climáticos extremos.

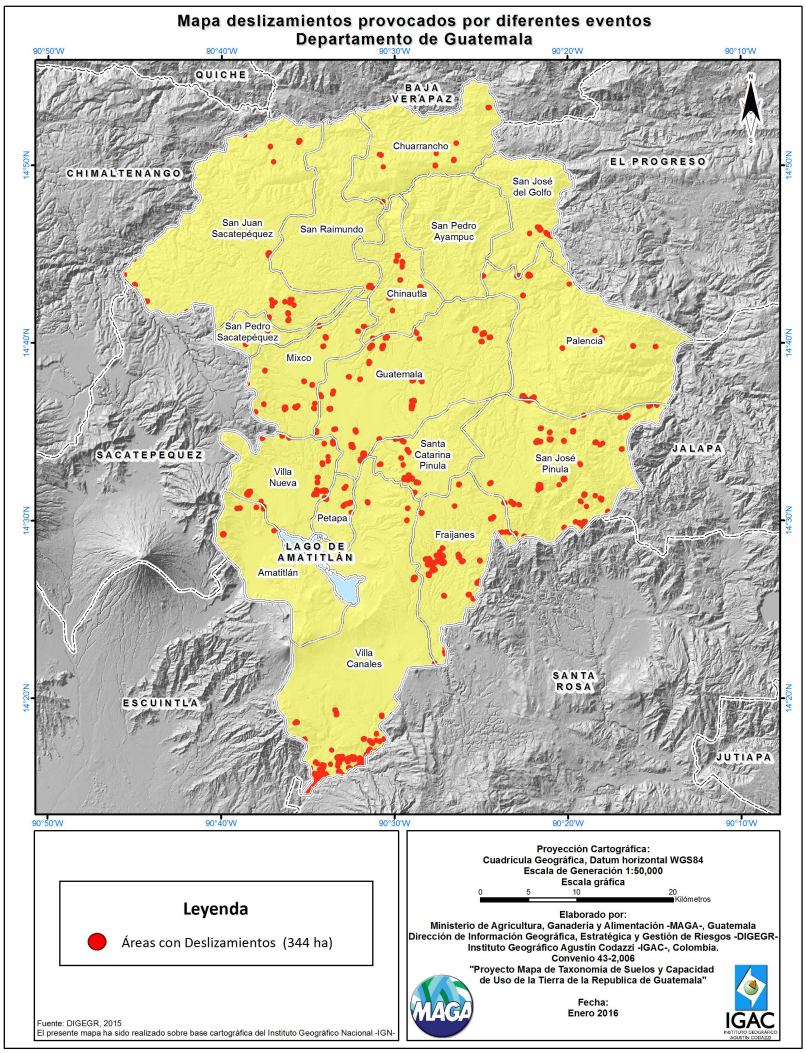
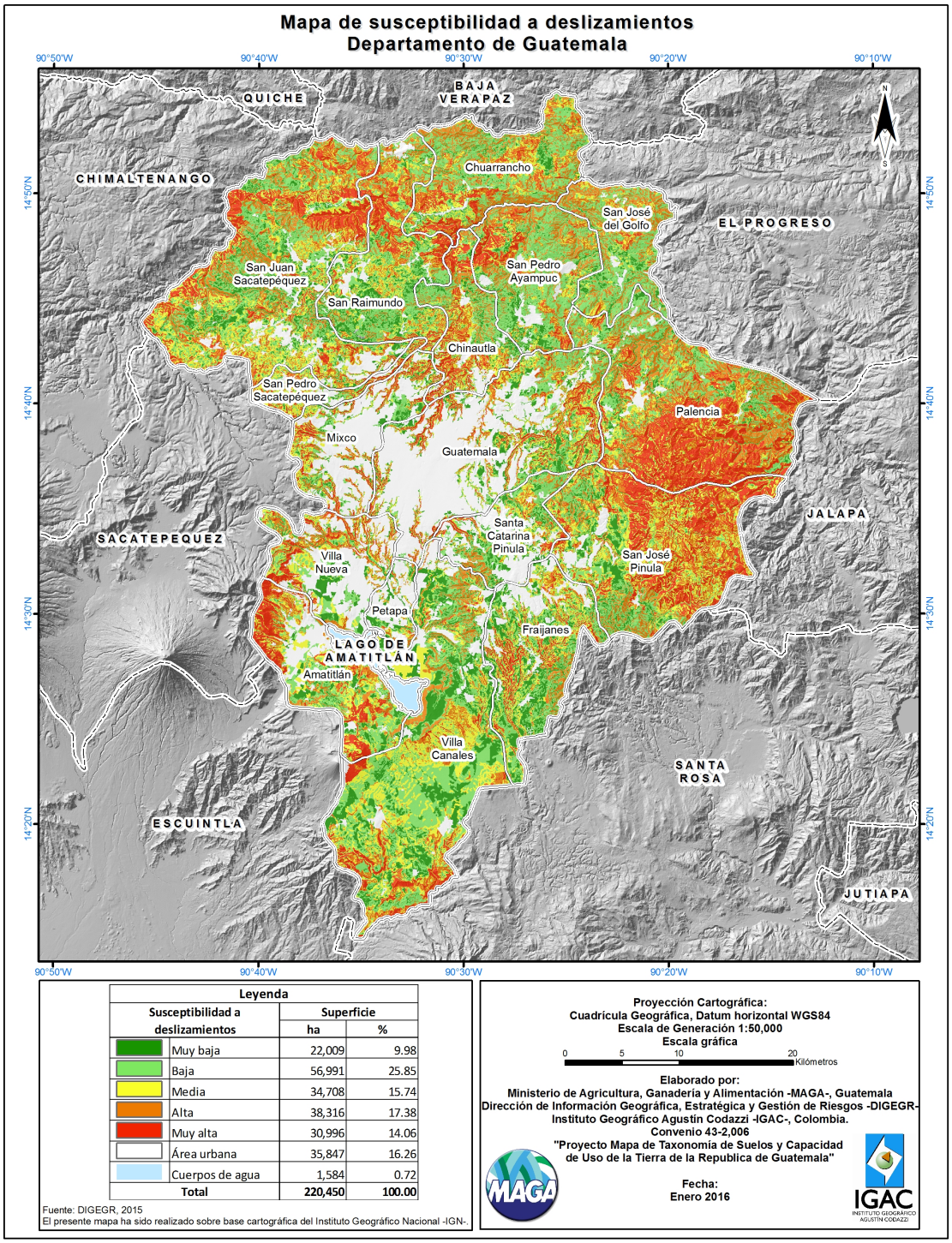


Figura 2.52 Mapa de áreas con deslizamientos provocados por diferentes eventos del departamento de Guatemala (DIGEGR, 2015)

Finalmente es importante acotar que a nivel de los municipios, los que tienen mayor susceptibilidad a sufrir deslizamientos en la categoría Muy Alta y por arriba del 20% de su superficie municipal son: San José Pinula, Palencia, Amatitlán y Chinautla.

Para el caso de la categoría Alta, los municipios con más del 20% de su superficie municipal son: San José del Golfo, Palencia, San Pedro Ayampuc, San Juan Sacatepéquez, Chuarrancho y San José Pinula.



Leyenda			
Susceptibilidad a deslizamientos		Superficie ha	Superficie %
	Muy baja	22,009	9.98
	Baja	56,991	25.85
	Media	34,708	15.74
	Alta	38,316	17.38
	Muy alta	30,996	14.06
	Área urbana	35,847	16.26
	Cuerpos de agua	1,584	0.72
	Total	220,450	100.00

Fuente: DIGEGR, 2015
El presente mapa ha sido realizado sobre base cartográfica del Instituto Geográfico Nacional -IGN-

Proyección Cartográfica:
Cuadrícula Geográfica, Datum horizontal WGS84
Escala de Generación 1:50,000
Escala gráfica
0 5 10 20 Kilómetros

Elaborado por:
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, Guatemala
Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos -DIGEGR-
Instituto Geográfico Agustin Codazzi -IGAC-, Colombia.
Convenio 43-2,006
"Proyecto Mapa de Taxonomía de Suelos y Capacidad de Uso de la Tierra de la Republica de Guatemala"

Fecha:
Enero 2016

IGAC
INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI

Figura 2.53 Mapa de susceptibilidad a deslizamientos del departamento de Guatemala (DIGEGR, 2015)

2.7 BIBLIOGRAFÍA DEL CAPÍTULO

BONNIS, S. 2009. Mapa geológico de Guatemala. (San Juan Sacatepéquez 2060-II, Ciudad de Guatemala 2059-I, San José Pinula 2159-IV, Amatitlán 2059-II y Nueva Santa Rosa 2159-III (Bonnis, 2009)). Escala 1: 50,000. Guatemala, sde.

CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento, basado en la metodología Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.

DENGO, G. 1973. Estructura geológica, historia tectónica y morfología de América Central. Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional. México, 52 p.

HOLMES, A.; HOLMES, D. 1980. Geología Física. Edición Omega S. A. Barcelona - España. 812 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2007. Los Cañones Colombianos: Una síntesis geográfica. Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica – CIAF. Bogotá. 243 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2005. Geomorfología aplicada a los levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Hugo Villota, 2da. Edición, Bogotá, Col. 280 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 1995. Suelos de Colombia. Subdirección de Agrología. Bogotá. 632 p.

IGN (Instituto Geográfico Nacional Alfredo Obiols, GT). 1993. Mapa geológico de la República de Guatemala. (Hoja Guatemala). Escala 1:250,000. Guatemala.

INSIVUMEH (Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2004. Atlas Hidrológico de la República de Guatemala. sde. sp.

MAGA-DIGEGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgo, GT). 2013. Estudio semidetallado de suelos del departamento de Sacatepéquez, Guatemala, 678 p.

MAGA-DIGEGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgo, GT). 2013. Estudio semidetallado de suelos del departamento de Sololá, Guatemala, 948 p.

MAGA-DIGEGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgo, GT). 2015. Mapa de Cobertura Vegetal y uso de la Tierra a escala 1:50,000 de la República de Guatemala. Guatemala, 205 p.

MAGA-UPGGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo, GT). 2010. Estudio semidetallado de suelos del departamento de Chimaltenango, Guatemala, 1,036 p.

MAGA-UPGGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Planificación

Geográfica y Gestión de Riesgo, GT). 2009. Mapa de Clasificación Climática de la República de Guatemala, a escala 1:50,000, adaptado del Sistema Thornthwaite –Memoria Técnica-. Inédito. 195 p.

MAGA-UPGGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Planificación Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgo, GT). 2009. Mapa de cuencas hidrográficas de la república de Guatemala a escala 1:50,000. Guatemala, 55 p.

MAGA-UPGGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo, GT)/PMA (Programa Mundial de Alimentos). 2002. Cartografía y análisis de la vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria en Guatemala. Guatemala, 78 p.

MAGA-UPIE (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Políticas e Información Estratégica, GT). 2001. Mapa fisiográfico-geomorfológico de la República de Guatemala, a escala 1:250,000 -Memoria Técnica-. MAGA-BID-Programa de Emergencia por Desastres Naturales/PAFG/INAB, Guatemala. 109 p.

MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Proyecto Corine Land Cover, ES). 2002. Detalle de la nomenclatura Corine Land Cover adaptada para El Salvador. MARN, Proyecto Corine Land Cover. 20 p.

PÉREZ B., Edgar R. 2000. Léxico Estratigráfico del Bloque Chortí en Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario del Norte, Carrera de Geología. Cobán, Alta Verapaz. 183 p.

PÉREZ, L. Carlos. 2009. Estructura Geológica del Valle de Ciudad de Guatemala Interpretada mediante un modelo de cuenca por distención. Revista geológica de América Central, 41-71-78.

SOIL SURVEY STAFF. 2014. Keys to soil taxonomy. 12th ed. United States Department of Agriculture - USDA. Natural Resources Conservation Service. Washington, DC. USA. 362 p.

ZINCK, J A. 1987. Aplicación de la geomorfología a los levantamientos de suelos en zonas aluviales y definición del ambiente geomorfológico con fines de descripción de suelos. IGAC, Subdirección de Agrología, Bogotá, Colombia. 178 p.

CAPÍTULO 3

GÉNESIS, TAXONOMÍA Y CARTOGRAFÍA DE LOS SUELOS





CAPÍTULO 3. GÉNESIS, TAXONOMÍA Y CARTOGRAFÍA DE LOS SUELOS

3.1 INTRODUCCIÓN

Con este capítulo se pretende dar a conocer cómo se forman y evolucionan los suelos del departamento de Guatemala, para así entender su clasificación taxonómica y su distribución geográfica, expresada en la cartografía de suelos.

Para clasificarlos se utilizó el Sistema Taxonómico Norteamericano (Soil Survey Staff, 2014) ampliamente utilizado en otros países del mundo. En este capítulo se comentan sus principales características.

La cartografía de los suelos se realizó a nivel de semidetalle (escala cartográfica1:50,000), y que representa su distribución, con la cual se pretende que la información y el conocimiento se hagan factibles a los usuarios.

3.2 GÉNESIS DE SUELOS

Según Buol (1988), la génesis trata de la evolución de los suelos a partir de los materiales geológicos y los depósitos superficiales incluidos los de origen mineral y orgánico.

Los suelos no se presentan en la naturaleza arbitrariamente, su presencia está determinada por la acción de factores y procesos formadores, tales como: la naturaleza del material parental, el clima, el relieve, los organismos vivos y el tiempo de su actuación (IGAC, 2005).

Geológicamente, en el departamento existen dos áreas contrastantes, la primera ubicada al norte del departamento denominada **"Zona de Sutura"** (área comprendida entre la falla del Motagua y la falla Jocotán – Chamalecón), que presenta un intenso fracturamiento y origina una serie de relieves variados, dejando expuestas rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas, especialmente del período Terciario, con poca influencia de materiales cuaternarios.

La segunda área localizada en el centro-sur del departamento, identificada como el **"Bloque Chortí"** (área comprendida al sur de la falla Jocotán – Chamalecón), en ella existe una gran influencia de la actividad volcánica expresada en el aporte de materiales que ha recibido, especialmente de piroclásticos no consolidados como cenizas, lapilli y pómez.

3.2.1 Factores de formación del suelo

Según Buol (1988), un factor de formación del suelo es un agente, una fuerza, una condición o una combinación de ellos, que afecta, ha afectado o puede influir en un material original del suelo, con capacidad de transformarlo.

Los factores formadores del suelo actúan externamente sobre los materiales parentales con un efecto profundizante (actúan de afuera hacia dentro), mientras que los procesos formadores, que se describen posteriormente, lo hacen en la parte interna del suelo. Este es el marco conceptual básico y necesario para entender el desarrollo de los suelos en el departamento.

La forma o aspecto que presenta el perfil del suelo (su morfología), las características y propiedades químicas, físicas, biológicas y mineralógicas, son el resultado de la acción de los factores ambientales sobre el material parental (Jenny, 1941); éstos, al integrarlos con los procesos que lo forman, definen la génesis y la evolución del suelo (Figura 3.1).

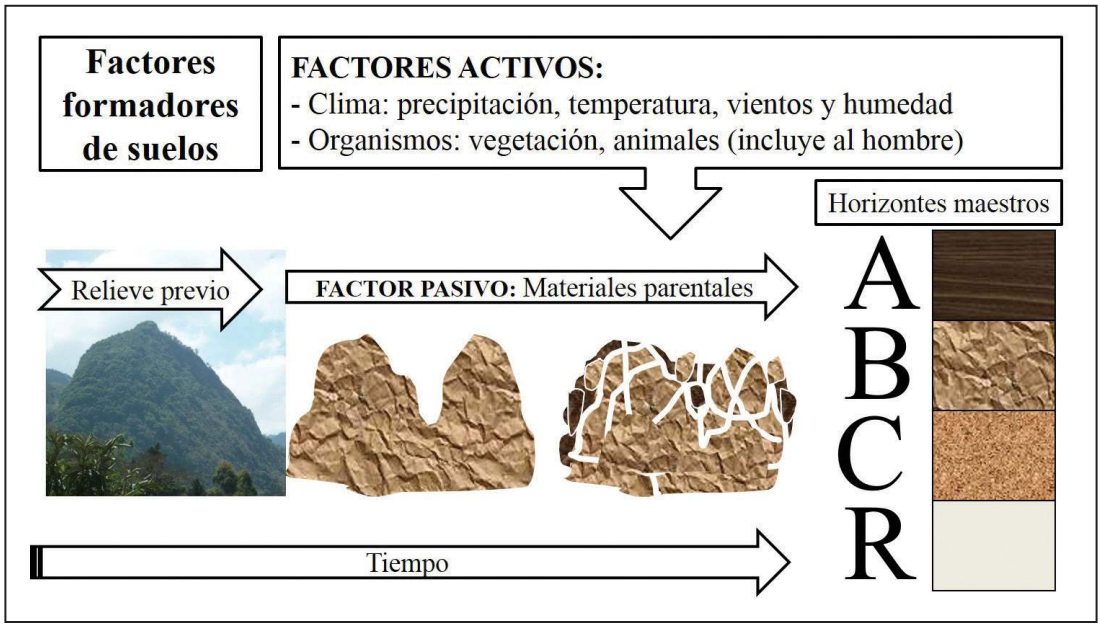


Figura 3.1 Factores formadores de suelos

El clima y los organismos son parte de los **"factores activos"** que se encargan de transformar los materiales parentales ya sean orgánicos o inorgánicos, por lo que estos últimos en su conjunto son llamados **"factor pasivo"**; mientras que los **factores condicionantes** ubican los suelos dentro del espacio (este corresponde al relieve) y el tiempo determina la dimensión en que varían o actúan los demás factores.

Todos los factores de formación han influido directa o indirectamente en la génesis y evolución de los suelos reconocidos en el departamento de Guatemala, pero según el orden de importancia primero se ubica el material parental, luego el relieve, posteriormente el clima y por último los organismos. Todos actúan en forma conjunta a través del tiempo. A continuación se hace un resumen de cada uno de ellos:

3.2.1.1 Material parental

Son todos aquellos materiales depositados en superficie por diferentes eventos y precursores de los suelos, denominados **materiales parentale**s, incluye material "in situ" o roca y material transportado, son de origen mineral y orgánico.

Las rocas, los sedimentos y los materiales orgánicos se trasforman por la acción de los agentes físico-químicos y biológicos para dar origen a los materiales parentales a partir de los cuales se forman los suelos, estos se consideran como un factor pasivo sobre el cual actúan los factores activos (clima y organismos) a través del tiempo, en un espacio físico caracterizado por un paisaje y relieve determinados.

Los materiales que han permitido la evolución de los suelos del departamento, predominantemente son de

origen mineral (fase sólida mineral), a continuación se relacionan, los identificados en las dos áreas antes mencionadas:

Zona de Sutura: en ella se encuentran grupos de rocas mezcladas como: filita, esquistos, serpentinita, anfibolita, basalto, diabasa y calizas; areniscas, lutitas, lodolitas y pómez; tobas e ignimbritas; areniscas, lutitas y lodolitas (capas rojas); tefras, cenizas volcánicas y pómez; cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita; serpentinita, peridotita, anfibolita y diabasa; depósitos coluvio-aluviales y depósitos aluvio–coluviales.

Bloque Chortí: se identificaron materiales como basalto, andesita y dacita; tefras, ceniza y pómez; tobas e ignimbritas; cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita; rocas calcáreas (calizas); depósitos coluvio-aluviales y depósitos aluvio–coluviales.

Respecto a los materiales de origen orgánico, son pocos, debido a la tala de bosque; la sobreutilización de las tierras y la erosión ocurrida en los últimos tiempos, excepto en aquellas zonas donde permanece la vegetación nativa en clima frío húmedo (J), semifrío húmedo (S) y templado húmedo (B), con altas pendientes, allí el aporte de materia orgánica aumenta con respecto a las otras áreas.

De acuerdo con lo expresado anteriormente, se puede concluir que en las áreas planas como terrazas y abanicos, los suelos presentan horizontes espesos, oscuros en superficie y pardos al interior; sin embargo, en el departamento predominan los relieves elevados, por lo que es común observar suelos con horizontes delgados y de colores claros en la mayor parte del departamento (Figura 3.2).

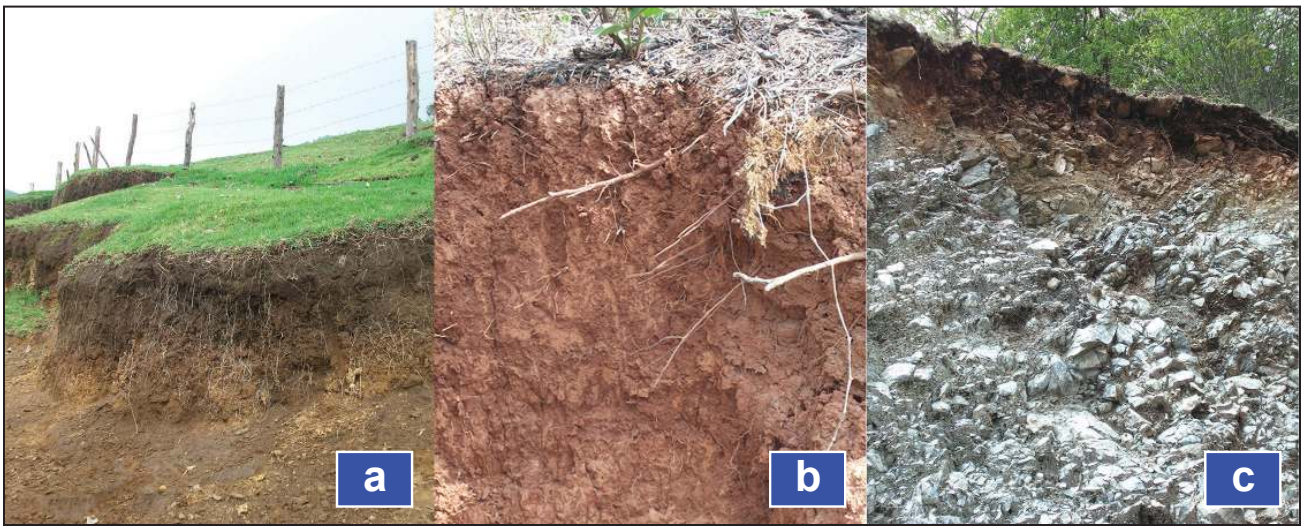


Figura 3.2 Tres aspectos de los suelos en el departamento, a). Suelos con mayor contenido de materia orgánica, de colores oscuros sobre pardos; b). Suelos rojizos, bajos en materia orgánica y c). Suelos oscuros en superficie, muy superficiales limitados por fragmentos de roca (Fotos: W. González, 2011)

La distribución granulométrica obedece a la fuerza explosiva de los volcanes; los más gruesos (lapilli y escorias) se depositan cerca del cráter ya que son atraídos primero por la fuerza de gravedad, predominan en los conos volcánicos. Los materiales van disminuyendo de tamaño a medida que se alejan de los cuerpos volcánicos; los más finos, como las cenizas, son transportadas por el viento en todas las direcciones, por lo cual dominan en áreas alejadas de ellos, también son arrastrados por corrientes de agua (temporales o permanentes), que descienden desde los volcanes o zonas montañosas hacia los valles y/o zonas con depresiones (Figura 3.3).

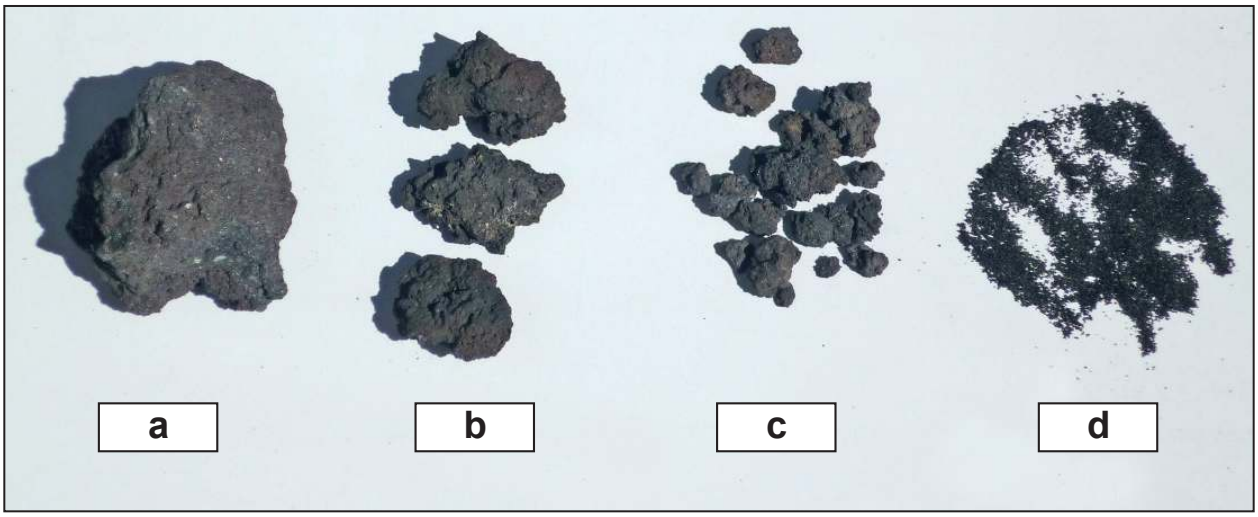


Figura 3.3. Secuencia de tamaños de tefras identificados entre el volcán de Pacaya y la Ciudad de Guatemala. a). Tefra depositada en la base del volcán a 0.86 km del cráter, b). Tefra depositada en la laguna de Calderas a 3,6 km del cráter, c). Tefra depositada alrededor del lago de Amatitlán a 7,4 km del cráter y d). Ceniza depositada en la zona 14 de ciudad de Guatemala a 23.2 km del cráter, esto evidencia la magnitud de la erupción del volcán Pacaya en mayo de 2010 (Foto: W. González, 2011)

Para ubicar geográficamente los materiales parentales se generó el mapa que se muestra en la Figura 3.4; para ello se utilizó el mapa geológico a escala 1:50,000 (Bonnis, 2009), el mapa geológico a escala 1:250,000 (IGN, 1993) y trabajo de campo realizado por el equipo de edafólogos a través de **2,875** observaciones (identificación y comprobación) distribuidas en todo el departamento.

De acuerdo con el mapa de la Figura 3.4, los materiales parentales agrupados presentan la siguientes distribución: tefras, cenizas volcánicas y pómez, recubren un área de 100,700 hectáreas equivalentes al 45.68% del área total del departamento; tobas e ignimbritas, ocupan un área de 43,564 hectáreas (19.76%); filitas, esquistos, serpentinita, anfibolita, basalto, diabasa y calizas, ocupan 18,405 hectáreas (8.35%); cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita, ocupan 16,296 hectáreas (7.39%); basalto, andesita y dacita 11,062 hectáreas (5.02%); serpentinita, peridotita, anfibolita y diabasa, ocupan 7,476 hectáreas (3.39%); depósitos coluvio-aluviales 5,129 hectáreas (2.33%); tefras, pómez y lodos con 3,546 hectáreas (1.61%); calizas 2,810 hectáreas (1.27%); depósitos aluvio-coluviales 2,658 hectáreas (1.21%); areniscas, lutitas y lodolitas 2,488 hectáreas (1.13%); piedra pómez 2,441 hectáreas (1.11%); areniscas, lutitas, lodolitas y pómez 1,571 hectáreas (0.71); areniscas y areniscas, lutitas, lodolitas y tobas 720 hectáreas (0.33%), del total del departamento.

Granulometría de los piroclastos: los piroclastos son fragmentos sólidos de material volcánico arrojados al aire durante una erupción volcánica. Por orden de importancia en cuanto a su frecuencia e influencia en la génesis – evolución de los suelos, los piroclastos más importantes en el departamento son: cenizas (tamaño inferior a 4 mm de diámetro), lapilli (diámetros entre 4 y 64 mm) y pómez (piroclasto muy poroso). Las cenizas, más o menos cementadas, que integran las tobas complementan este grupo.

La granulometría es muy heterogénea en los sedimentos asociados con la dinámica fluvial, coluvial, lahárica y volcánica (lodos). No obstante, en todos ellos es alta la influencia de las cenizas, lapilli y pómez; en algunos casos hay presencia de diatomeas.

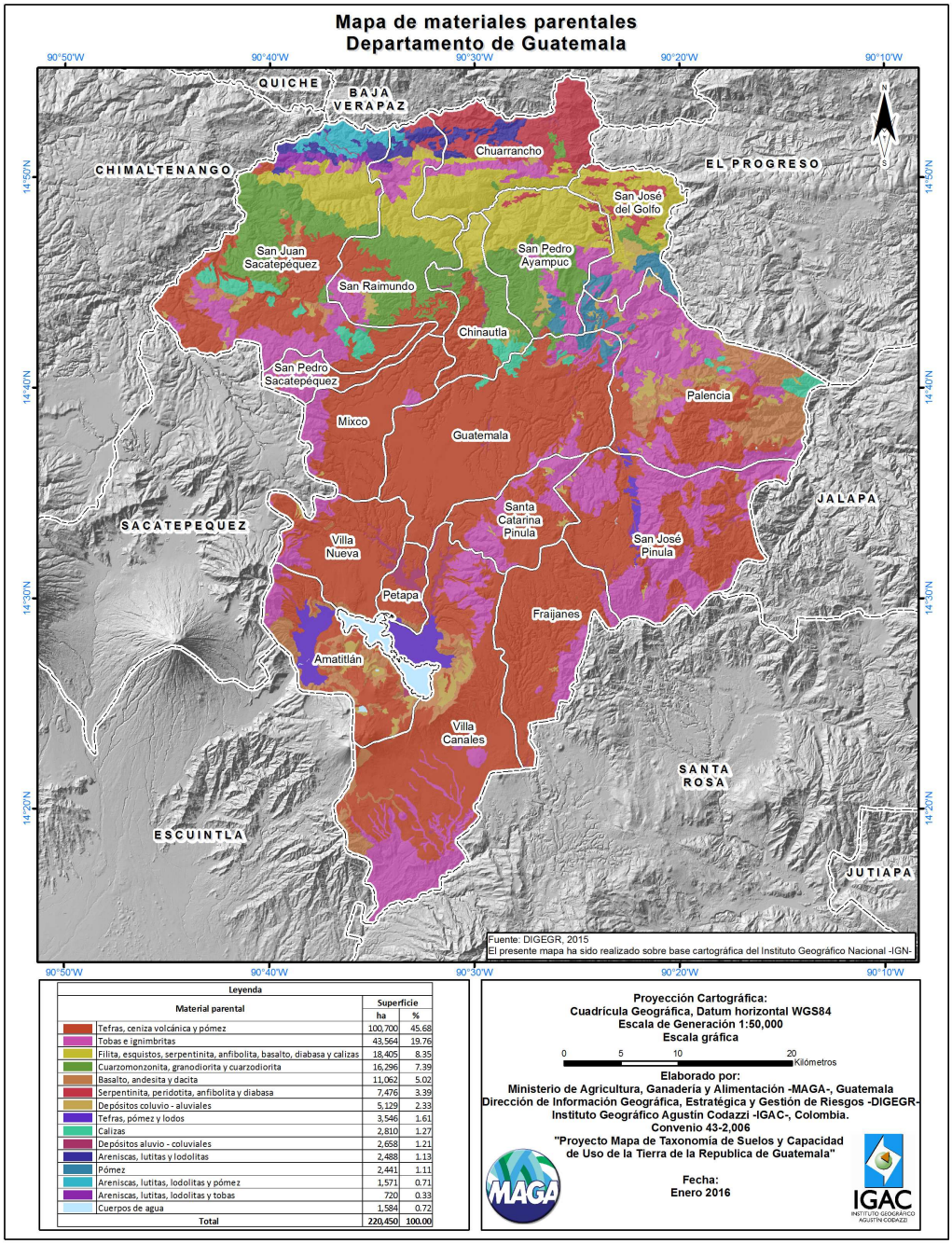


Figura 3.4 Distribución de materiales parentales del departamento de Guatemala, adaptado del mapa geológico a escalas 1:250,000 (IGN, 1993) y 1:50,000 (Bonnis, 2009)

En el área norte o "Zona de Sutura" (área comprendida entre las fallas del Motagua y Jocotán-Chamalecón), se registra un fuerte fracturamiento por lo que el número de familias esqueletales y fragmentales aumenta con respecto a la zona centro-sur "Bloque Chortí" (Figura 3.5).

La distribución de partículas por tamaño de las familias esqueletales en el "Bloque Chortí", está influenciada por rocas ígneas volcánicas del Cuaternario, tanto lávicas como piroclásticas (tefras, ceniza y pómez), en especial de sus fragmentos (Figura 3.6).



Figura 3.5 Materiales parentales más frecuentes asociados con los suelos del departamento de Guatemala en el área norte "Zona de Sutura", algunos de estos son: serpentinita, calcita, tobas pomáceas, areniscas, filitas, obsidiana, granito, basalto (Fotos: W. González, 2011)

Mineralogía de los materiales parentales: es importante conocer qué tipo de minerales están presentes en los materiales parentales del suelo, porque de ellos, se derivan las características mineralógicas por efecto de los procesos de meteorización (alteración) que heredan los suelos. Los minerales están constituidos por sustancias inorgánicas de diferente composición química y conforman la fase sólida del suelo entre **90 a 95%,** mientras que entre **5 a 10%** restante, corresponde a materiales orgánicos como humus, raíces, fauna y flora edáfica. Los constituyentes inorgánicos provienen de la meteorización de las rocas y sedimentos.

La meteorización cambia la proporción en que los minerales están presentes en los suelos, los más resistentes perduran en el tiempo. Los suelos viejos tienen pocos minerales primarios, exceptuando el cuarzo, ya que por efectos de la meteorización sufrida a través de su evolución se transforman en minerales de arcilla. En el departamento estudiado, los suelos jóvenes predominan hacia el sur, debido a su menor distancia de los volcanes y son un poco más evolucionados hacia el norte.

De acuerdo con las Claves para la Taxonomía de Suelos (Soil Survey Staff, 2014), el análisis de la composición mineralógica se lleva a cabo en la sección control (25-100 cm de profundidad); para el departamento de Guatemala se seleccionaron **17** perfiles, equivalente al **6.4%** del total de perfiles descritos (**52** muestras del primero, segundo y tercer horizonte), a las cuales se les realizó "análisis mineralógico de la fracción arcilla" por el método "difracción de rayos x" y "análisis mineralógico de la fracción arena" por el método de "análisis óptico con microscopio petrográfico", estas pruebas fueron desarrolladas con el apoyo del IGAC.



Figura 3.6 Materiales parentales más frecuentes asociados con los suelos del departamento de Guatemala en el área centro y sur "Bloque Chortí", algunos de estos son: lava basáltica (Foto: M. González, 2007); ceniza, lapilli, pómez, tefras (Fotos: W. González, 2011)

Análisis mineralógico de la fracción arcilla (partículas del suelo <0.002 mm en diámetro):

Los minerales secundarios resultan de la descomposición de los minerales primarios o de la recombinación de sus productos de alteración. Son de poco tamaño, del orden de las arcillas, por eso se les llama también minerales arcillosos o minerales de neoformación. Conocer la composición de la fracción arcilla permite estimar la evolución que ha tenido el suelo, conocer su actividad y vincularlo con su **fertilidad actual.**

Los minerales secundarios se concentran en la fracción fina del suelo (limo fino y arcilla). Las arcillas tienden a tener una gran superficie específica, por lo que generan cargas negativas, atrayendo los nutrientes o cationes del suelo, por lo que se convierten en la fracción del suelo con mayor capacidad de intercambio iónico, después de la materia orgánica; no obstante ello depende del tipo de arcilla presente, ya que existen muchos tipos de ellas; de ahí la importancia de conocer cuál de ellos predomina en un suelo dado. En el Cuadro 3.1 se presentan los resultados de la composición mineralógica de la fracción arcilla, de **52** muestras analizadas, en **17** perfiles de suelos del departamento.

Se toma como ejemplo el caso de los materiales no cristalinos para interpretación de los resultados: veintidós muestras presentan composición mineralógica de material no cristalino >50%; once muestras entre 30-50%; dos muestras entre 15-30% y diecisiete muestras no reportan este mineral.

Cuadro 3.1 Promedio de la composición mineralógica de la fracción arcilla de los suelos del departamento de Guatemala, según los análisis realizados en 52 muestras

Constitución mineralógica	Número de muestras presentes y rangos de interpretación de la composición mineralógica de la fracción arcilla						Total muestras positivas por mineral
	Dominante >50% (++++)	Abundante 30-50% (+++)	Común 15-30% (++)	Presente 5-15% (+)	Trazas<5% (tr)	0%	
Material no cristalino	22	11	2				35 de 52
Micas	4	4	23	9	1		41 de 52
Feldespatos		1	9	11	5		26 de 52
Metahaloisita (haloisita 7Å)			18	2	2		22 de 52
Caolinita		5	11	2			18 de 52
Cristobalita			1	1	13		15 de 52
Interestratificados				4	10		14 de 52
Intergrados 2:1 - 2:2				3	10		13 de 52
Haloisita			6	2	4		12 de 52
Esmectitas (montmorillonita)		3	3	2			8 de 52
Cloritas			2	5			7 de 52
Goetita					5		5 de 52
Gibsita					4		4 de 52
Talco			1	3			4 de 52
Cuarzo			3				3 de 52
Lepidocracia				2			2 de 52
Calcita					2		2 de 52
Hornblenda				1			1 de 52

Fuente: Datos DIGEGR; IGAC 2015.

Algunas conclusiones sobre la composición de la fracción arcilla de los suelos del departamento de Guatemala son las siguientes:

- El material no cristalino (muy probablemente alófanas), domina en todas las muestras estudiadas, siguen en importancia micas, feldespatos, metahaloisita, caolinita, cristobalita, interestratificados, intergrados 2:1-2:2, haloisita y en menor cantidad de muestras esmectitas, cloritas, goetita, gibsita, talco, cuarzo, lepidocracia, calcita y hornblenda.

- La secuencia general de evolución seguida en Andisoles alofánicos a través del tiempo es la siguiente: Alófanas → Haloisita (metahaloisita) → Caolinita. Esto nos indica que los minerales primarios se transforman inicialmente en arcillas de tipo alofánicas, posteriormente en haloisíticas y por último en caoliníticas.

- Generalmente esta secuencia se vincula con el desarrollo de los Andisoles y con su edad; sin embargo condiciones climáticas extremas (por ejemplo estación seca muy marcada) pueden afectarla.

- La presencia de feldespatos principalmente en la fracción arcilla del suelo, es un indicativo del bajo grado evolutivo de los suelos, ya que estos debido a su composición son de fácil alteración, especialmente si son plagioclasas.

- El contenido de cristobalita (cuarzo volcánico) predomina sobre el de cuarzo, lo que explica el origen volcánico de los materiales parentales de los suelos.

- El contenido de minerales 2:1 (arcillas expandibles) es muy bajo.

En síntesis y de acuerdo con lo expresado anteriormente, pueden concluirse que los suelos estudiados, están asociados con las etapas iniciales de evolución, en consecuencia son jóvenes y poco evolucionados en la parte centro sur del departamento y ligeramente más evolucionados hacia el norte del departamento, donde algunos de los materiales parentales son del terciario.

Análisis mineralógico de la fracción arena (partículas del suelo entre 0.05 a 2.00 mm diámetro):

Los minerales primarios son aquellos que constituyen las rocas, en especial las ígneas y metamórficas, se encuentran principalmente en las fracciones gruesas del suelo (limos gruesos y arenas). Su identificación permite identificar la **fertilidad potencial** de los suelos.

La composición generalizada de los minerales que componen la fracción arena, corresponde al promedio del porcentaje del mineral presente en **52** muestras analizadas de **17** perfiles, los cuales se aprecian en el Cuadro 3.2.

De acuerdo con este cuadro, la caracterización mineralógica de la fracción arena de los suelos estudiados en el departamento, está representada por minerales primarios, con predominio de feldespatos plagioclasas, vidrio volcánico, hiperstena, magnetita, diópsido, fragmentos de toba y en mucha menor proporción lamprobolita, hematita, hornblenda, biotita, circón, cuarzo, granos alterados, fragmentos líticos, rutilo, muscovita, fitolitos, calcita, cloritas y granate.

Cuadro 3.2 Composición promedio de los minerales que componen los piroclastos en el departamento, en 52 muestras analizadas.

Minerales	Porcentaje	No. de perfiles que presentan el mineral
Feldespato (plagioclasas)	46.95	17 de 17
Vidrio volcánico	10.50	17 de 17
Hiperstena	5.38	17 de 17
Magnetita	5.85	17 de 17
Diópsido	1.08	16 de 17
Fragmentos de toba	8.40	16 de 17
Lamprobolita	1.41	15 de 17
Hematita	3.28	15 de 17

Minerales	Porcentaje	No. de perfiles que presentan el mineral
Hornblenda	4.99	15 de 17
Biotita	2.67	13 de 17
Circón	0.59	13 de 17
Cuarzo	5.06	13 de 17
Granos alterados	2.82	10 de 17
Fragmentos líticos	1.75	10 de 17
Rutilo	1.07	5 de 17
Muscovita	1.32	4 de 17
Fitolitos	0.33	3 de 17
Calcita	5.29	2 de 17
Cloritas	1.00	1 de 17
Granate	1.25	1 de 17

Fuente: Datos DIGEGR; IGAC 2015.

La aplicación e interpretación de las características mineralógicas de la fracción arena a los suelos de Guatemala, permite establecer las siguientes conclusiones:

- El grado de evolución de los suelos es bajo, dado que predominan minerales primarios de fácil alteración como las plagioclasas.

- El vidrio volcánico (10.50%) presenta características félsicas (ácidas) y en conjunto con la alteración parcial de las plagioclasas, explica la presencia de materiales amorfos, no cristalinos, característica sobresaliente en la mineralogía de la "fracción arcilla".

- Los minerales opacos, al estar integrados por hierro, contribuyen a explicar los colores predominantes de los suelos, especialmente vinculados con el croma, y con estados oxidados del medio.

El análisis mineralógico correspondiente a dos suelos de moderada a baja evolución, destaca el dominio de minerales feldespáticos y materiales amorfos (vidrio volcánico), pero también hay presencia menor de cuarzo, biotita, hiperstena y hornblenda (Figuras 3.7 y 3.8). En ellas se puede analizar la composición mineralógica en dos posiciones de la lente del microscopio petrográfico, una perpendicular al observador (nicol o polarizador cruzado – NX) y otra paralela a este (nicol o polarizador paralelo - NII), ver más detalles en el Anexo A. Metodología.

La mineralogía, tanto de la fracción arcilla como de la fracción arena, se consigna en la taxonomía de los suelos investigados (Numeral 3.3).

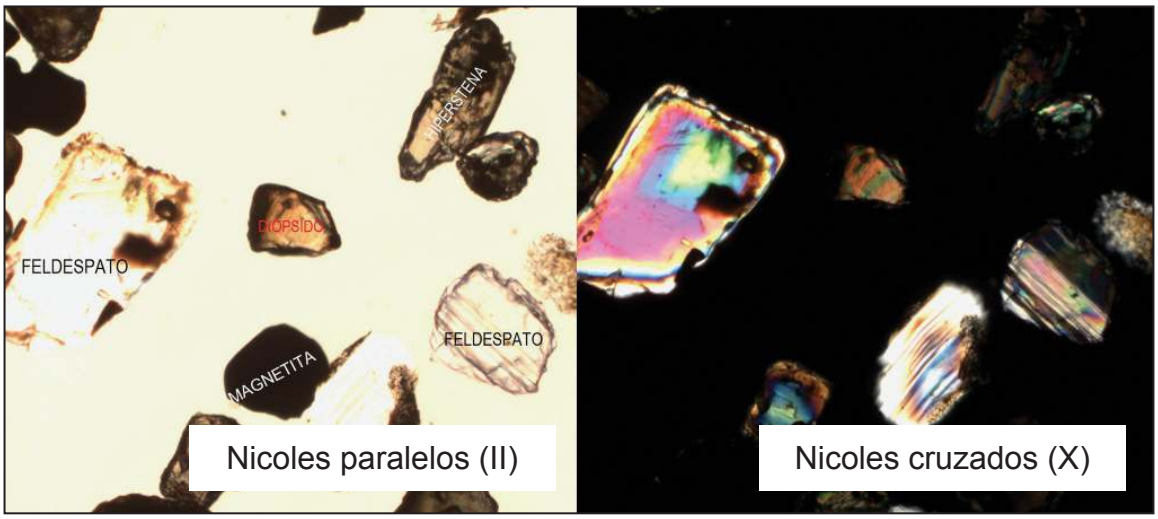


Figura 3.7 Análisis mineralógico de la fracción arena (50 – 250 micras de diámetro) del perfil 011015; horizonte Ap: 00-25 cm; NII y NX, 10x4 x 3.3; con presencia de minerales como feldespatos, diópsido, hiperstena, magnetita y vidrio volcánico (Fotos: IGAC, 2014)

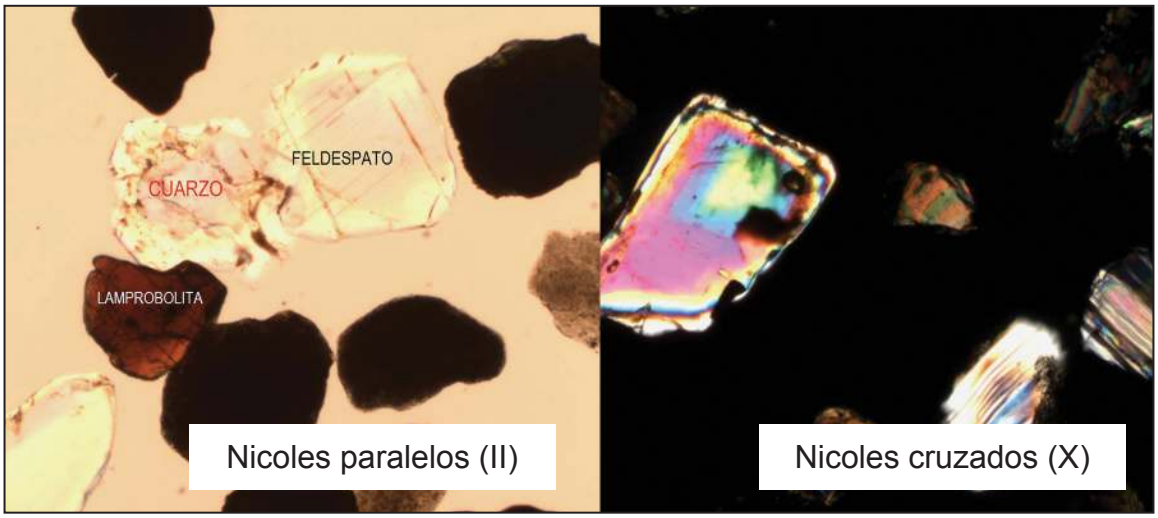


Figura 3.8 Análisis mineralógico de la fracción arena (50 - 250 micras de diámetro) del perfil 011306; horizonte Bw1: 23-57 cm; NII y NX, 10 x 10; con presencia de minerales como cuarzo, feldespatos, lamprobolita y vidrio volcánico (Fotos: IGAC, 2014)

3.2.1.2 Relieve

El relieve del departamento está configurado por cambios en las elevaciones del territorio, originados especialmente por la actividad volcánica ampliamente dominante en la zona, donde los procesos degradacionales (erosión, denudación) son comunes, más que los agradacionales (depositación, sedimentación). Los principales procesos responsables del relieve, se debe a la actividad volcánica, a los procesos orogénicos y al tectonismo.

El relieve facilita, acelera, retarda o inhibe procesos de formación del suelo, por lo que es un condicionante de los demás factores de formación, por ello su importancia en la evolución de los suelos es alta. El grado de

inclinación, la longitud y exposición de las laderas, la posición fisiográfica y la orientación de las geoformas, la susceptibilidad de los suelos a los procesos de erosión y movimientos en masa, constituyen aspectos que influyen en la edafogénesis (Figura 3.9).



Figura 3.9 Influencia del relieve en la formación de suelos: arriba un relieve con pendientes moderadamente escarpadas, con erosión por pata de vaca, suelos claros, bajos en materia orgánica, baja productividad; abajo un relieve con pendientes ligeramente planas (domina la agradación sobre la degradación), generando suelos profundos, oscuros y muy productivos (Fotos: J. del Cid, 2011)

Tres son las acciones que ejerce el relieve en cuanto a la formación y evolución de los suelos:

- **Acción asociada al movimiento del agua:** este agente influye en los procesos de pérdidas, ya sea por eliminación de materiales (erosión) o de productos solubles (lavado o lixiviación). La cantidad de humedad en el suelo se estima a través del drenaje natural; éste se incrementa a medida que lo hace la pendiente y se torna lento o impedido en las áreas planas. Los materiales parentales no consolidados o sueltos, especialmente las cenizas o sus productos transformados (alófanas) son muy susceptibles a los procesos en remoción en masa, por lo que las altas precipitaciones en el departamento ocasionan el arrastre de grandes volúmenes de materiales de las zonas altas con poca vegetación hacia las zonas bajas, donde se identifican suelos más gruesos y espesos.

- **Acción vinculada con la fuerza de gravedad:** actúa constantemente sobre el relieve al ejercer su acción en las zonas de pendientes altas, arrastrando consigo las partículas de todo tipo de materiales (fragmentos de roca, materia orgánica, coloides y otros) hacia las zonas donde estos pueden guardar equilibrio con el medio (zonas bajas y planas). Mientras que en las partes altas los suelos suelen ser más delgados, en las partes bajas se produce acumulación, por lo tanto los suelos generalmente son de mayor espesor.

Las altas pendientes presentes en el departamento, donde el 81.73% del área total, es mayor a 12%, a lo cual se le suman otros aspectos como el dominio de materiales sueltos en superficie, altas precipitaciones localizadas y tala de bosques; todo esto ocasiona que la fuerza de gravedad actúe con mayor intensidad, lo que trae consigo fenómenos de remoción en masa, desprendimientos, avalanchas o lo que se conoce comúnmente en el país como "deslaves".

- **Acción por el grado de inclinación de la pendiente:** actúa como modificador del clima e influye en la temperatura y la humedad, generando microclimas, afecta la intensidad calórica de las radiaciones que recibe el suelo, con la orientación regula el tiempo de incidencia de las mismas y con la altitud interviene como modificador del clima en general.

La evolución de los suelos está sujeta a eventos externos que modelan el paisaje, actuando a favor o en contra de su evolución, debido a que el relieve regula el equilibrio entre la pedogénesis (formación del suelo) y la morfogénesis (modificación del espacio y generación de formas de la tierra).

Se mencionó que las pendientes mayores a 12%, equivalen al **82.21%** del área total del departamento, esto nos permite concluir de forma general, que los suelos que predominan son poco espesos o delgados, excepto en aquellas áreas más altas y frías, donde se conserva la vegetación natural. En el área con pendientes menores del 12%, los procesos de acumulación son más altos y equivalen al **17.79%,** del área del departamento.

3.2.1.3 Clima

Entre los componentes climáticos más importantes predomina la precipitación, la temperatura, el viento y la radiación solar. Los dos primeros intervienen favoreciendo la fragmentación de las rocas, alterando los minerales e interviniendo en la dinámica química de los productos de alteración (retención, translocación, eliminación y otros), ello facilita la acción de múltiples organismos, tanto de orden superior como inferior.

- **Precipitación** al caer sobre los suelos adquiere gran dinamismo: una parte se infiltra, otra se percola, otra es utilizada por los organismos (animales, vegetales), otra corre por la superficie (agua de escorrentía) y la restante se evapora. La precipitación influye en la lixiviación (lavado) o translocación (cambio de lugar) de los materiales que encuentra a su paso como bases de cambio, arcillas, nutrientes de las plantas y otras sustancias químicas, depositándolas en los horizontes más profundos o eliminándolas completamente.

- **La temperatura** es un agente importante en la meteorización física por su efecto directo sobre la velocidad de reacción de las sustancias; influye además en la adaptabilidad de los organismos al medio. A mayor altura, menor temperatura, menor número de macro y microorganismos descomponedores, menor descomposición, mayor acumulación de materia orgánica en los suelos y predominan colores oscuros; todo lo contrario ocurre en las zonas bajas, ya que, a menor altura, mayor temperatura, mayor número de macro y microorganismos descomponedores, mayor mineralización, menor acumulación de la materia orgánica y predominan colores más claros en los suelos.

El clima afecta la pedogénesis y la relación suelo - agua - planta; algunos de estos efectos se llevan a cabo, debido a:

La variabilidad en la temperatura media anual puede fluctuar desde menos de 13ºC en las cimas volcánicas de Cerro Grande con 2,561 m y el Volcán de Pacaya con 2,591 m (excepto que su cráter y parte del cono están

del lado del departamento de Escuintla) y los 27 ºC en el valle del río Motagua (614 m.s.n.m.), al norte del departamento, sobre el límite con los departamentos de Baja Verapaz y el Progreso.

La distribución anual de la precipitación, cuyo mayor volumen precipita durante el segundo semestre del año; con **2,103** mm, convirtiéndose en las más altas que caen en la zona montañosa del sur del departamento, municipios de Villa Canales y límite con el departamento de Escuintla y disminuye a **500** mm hacia el norte, en los municipios de San José del Golfo y Chuarrancho (Ver detalles en el Capítulo 2).

La presencia de un período seco, con una duración de cinco meses (de noviembre hasta abril, afecta el 99.28% del departamento y generan un régimen de humedad "ústico" en el suelo (Figura 3.10).



Figura 3.10 Áreas con régimen de humedad Ústico. a) pendientes ligeramente escarpadas a muy escarpadas, allí el agua se evacúa del suelo con mayor velocidad, por lo que la disponibilidad es menor; b) dominan las pendientes ligeramente planas, los suelos presentan mejor retención de humedad y el agua se evacúa lentamente (Fotos: O. Hernández, 2011)

Aunque se registran mayores precipitaciones en la zona sur del departamento, estas caen en el segundo semestre del año, no promueven el régimen de humedad Údico y no llegan a afectar el suelo por encharcamientos, debido a las texturas medias a gruesas y por la ausencia de zonas planas relevantes. Los niveles freáticos son muy profundos, excepto en la unidad cartográfica de suelos La Lagunilla, donde es superficial y presenta un régimen ácuico, que representa el 0.005% del total departamental.

3.2.1.4 Organismos

Los organismos afectan al suelo de una forma activa, en ellos se incluyen los macro y microorganismos, tanto vegetales como animales y, por supuesto, el hombre.

La materia orgánica y los organismos vivos son imprescindibles en el desarrollo de los procesos que se dan en el suelo y en muchas de sus propiedades físicas y químicas. Al ingerir, excretar y remover los materiales orgánicos y minerales, los macroorganismos como lombrices y hormigas, crean mayor porosidad, mejor circulación del aire y el agua, además facilitan la agregación de las partículas del suelo e influyen sobre la solubilidad de elementos nutrientes.

Con respecto a la cobertura vegetal, esta actúa como un colchón amortiguador, recibe las gotas de agua en forma de lluvia y las hace descender lentamente para descargarlas sobre el suelo, sin alterar su estructura y reduce la erosión. Favorece los microclimas locales al interrelacionar con la temperatura, la transpiración, la humedad y especies de cada lugar; participa en los procesos de translocación y transformación; las raíces largas de las plantas extraen los elementos del subsuelo y los depositan en la superficie del mismo; producen efectos sobre la estructura del suelo (tipo, grado y clase) a partir del humus generado; su acción genética se asocia con la formación de complejos y quelatos, a través de los diferentes compuestos orgánicos asociados a ella.

En el departamento de Guatemala, es importante conservar la cobertura vegetal del suelo, según MAGA, 2015 el país ha mostrado un descenso en la cobertura vegetal de 37.26% que tenía para el año 2003 a 33.74% para el año 2012 debido a la alta deforestación que se presenta; las pendientes pronunciadas favorecen la escorrentía y las escasas medidas de conservación del suelo, ponen en riesgo su período productivo y aumenta la erosión, los deslizamientos, procesos de remoción en masa, desestabilización de taludes de carreteras, sedimentación de acueductos y cuencas, afectando de forma negativa a la misma población (Figura 3.11).

3.2.1.5 Tiempo

El tiempo, en pedogénesis se refiere a la dimensión temporal que permite la actuación de los demás factores de formación, favorece la interacción y ocurrencia de los procesos involucrados en la diferenciación del perfil (Malagón, 2001). Se considera el grado de evolución de los suelos como medida indirecta para evaluar su acción bajo condiciones definidas. En el departamento existe una población muy variable de suelos; poco evolucionados como los Entisoles e Inceptisoles; moderadamente evolucionados con algunos Inceptisoles, Molisoles y Andisoles, y con alta evolución como los Alfisoles.

La cobertura vegetal y un gran número y variedad de organismos (especialmente microorganismos) han generado un proceso de colonización sobre los materiales que originan los suelos, su aporte de materiales orgánicos repercute en la formación de suelos muy jóvenes; a medida que transcurre el tiempo estos productos transformados se van acumulando y generan suelos cada vez más profundos, maduros y fértiles, siempre y cuando el relieve lo permita.

En el departamento de Guatemala se han identificado Entisoles, Inceptisoles, Molisoles y Alfisoles, en las zonas más secas y de menor precipitación; Andisoles e Inceptisoles de mayor espesor y más oscuros dominan en las zonas más húmedas al oriente del departamento, municipios de Palencia y San José Pinula y Andisoles de bajo grado de desarrollo se presentan al sur, cerca de la zona de volcanes.



Figura 3.11 Se muestran usos distintos, a la izquierda los suelos están casi desnudos, la vegetación natural ha sido talada y las pérdidas por erosión son evidentes; a la derecha se muestra un área forestal, lo que permite que el suelo se conserve y guarde la humedad para las plantas (Fotos: C. García, 2011)

3.2.2 Procesos formadores del suelo

Los procesos formadores de suelos se han definido como una secuencia de eventos simples o no, que, por actuar sobre el medio de alteración, causan su diferenciación (Buol y otros, 1988).

3.2.2.1 Procesos generales

Estos procesos hacen referencia a la secuencia de eventos simples o complejos que incluyen reacciones o arreglos de materia y que afectan internamente al suelo. Mientras que los factores formadores son predominantemente externos, los procesos formadores ocurren en el interior del suelo (Figura 3.12).

La formación de un suelo resulta del efecto combinado de los procesos generales que implican adiciones, transformaciones, translocaciones y pérdidas de los componentes físicos y químicos del material parental. Estos procesos determinan, en última instancia, la composición química y mineralógica del suelo, así como las características físicas y morfológicas de cada uno de los horizontes del perfil del mismo (IGAC, 1995) y, en consecuencia, determinan su génesis y evolución.

Las transformaciones, las pérdidas, las ganancias y las translocaciones constituyen, en su orden, los principales procesos generales que han intervenido, ya sea en forma individual o en conjunto, en la formación de los suelos del departamento de Guatemala. Ellos se muestran a continuación:

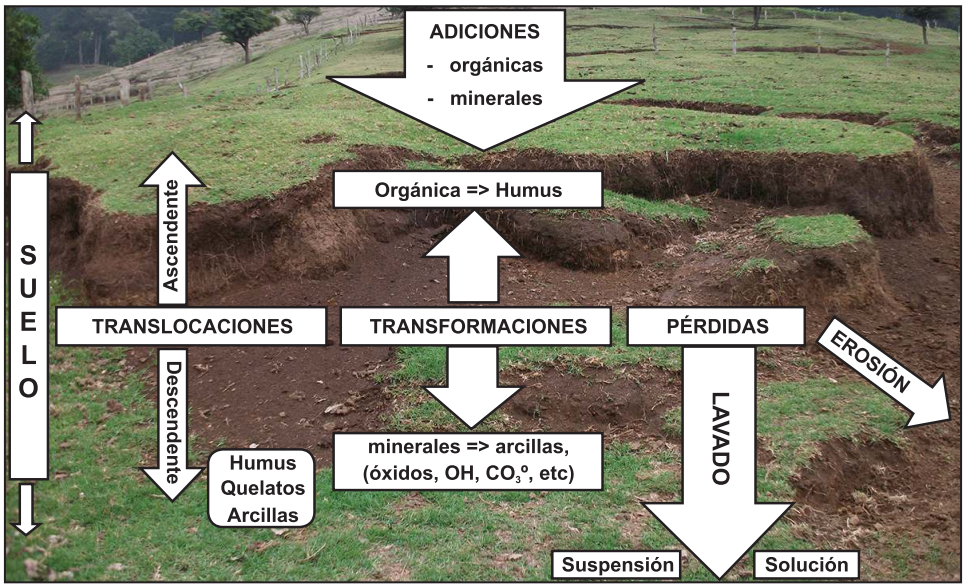


Figura 3.12 Procesos generales de formación de suelos (IGAC, 1995)

a). Transformaciones: las transformaciones se refieren a todas las alteraciones que se producen en el suelo ya sea de compuestos orgánicos o minerales (meteorización mecánica y química de las rocas). Los productos resultantes, como la formación de minerales secundarios (arcillas) y los involucrados en las diferentes etapas de la mineralización y humificación de compuestos orgánicos, constituyen ejemplos de ellos; estos últimos se muestran en la Figura 3.13, donde se observa el proceso de humificación en el horizonte A, producto de la "transformación" de la materia orgánica en humus y su posterior incorporación al material mineral del suelo.

Mediante el proceso de transformación los minerales primarios se alteran en diferentes grados y pasan a constituir minerales secundarios o de neoformación como las arcillas o materiales amorfos como las alófanas. En algunas formas del relieve, la conservación de los materiales amorfos se debe a las condiciones del medio ecológico: el clima húmedo y las bajas temperaturas.

Como producto de estas transformaciones, en el departamento de Guatemala se han identificado suelos que, por su evolución, presentan características e intergradaciones entre los siguientes órdenes: Andisoles, Inceptisoles, Molisoles, Alfisoles y Entisoles.

Las características morfológicas, físicas, químicas, bioquímicas y mineralógicas de los suelos anotados se explican en la Sección 3.4 (descripción de los suelos clasificados); sin embargo la mayoría de ellos presentan intergradaciones ándicas debido a que han evolucionado a partir de materiales piroclásticos del Cuaternario, en especial del Holoceno; su diferenciación, en gran medida, está relacionada con la variación en el tamaño de las partículas, la composición química, el clima y la edad.

Micromorfología del suelo: La micromorfología se utiliza para ayudar a comprender la génesis del suelo, especialmente en los procesos de **trasformación y translocación.** Con ellos se identifican argilanes iluviales que forman parte de los criterios utilizados para la identificación de horizontes argílicos (Soil Survey Staff, 1960); también sirve para identificar superficies de deslizamientos (sliken sides) en suelos que se automezclan, como los Vertisoles y los subgrupos vérticos.

La identificación microscópica de la estructura interna del suelo, se realiza a través de **análisis micromorfológico en secciones finas** obtenidas mediante adelgazamiento de terrones, peds o estructuras de suelo (Ver detalles en el Anexo A. Metodología). Este tipo de análisis suministra información detallada de la composición mineralógica de los materiales parentales que dan origen a un suelo.

El análisis micromorfológico se realizó en 13 suelos del departamento, con grado bajo a alto de evolución (Inceptisoles, Molisoles y Alfisoles), en ellos se revela la presencia de abundantes minerales primarios que nos permite confirmar el **"bajo a moderado"** grado de evolución de los mismos.

De acuerdo con las figuras 3.14, 3.15 y 3.16, los suelos analizados del departamento de Guatemala muestran el predominio de minerales primarios como los feldespatos de la serie plagioclasas, anfíboles como la hornblenda, fragmentos de tobas vítreas. La presencia de estos minerales es importante para asegurar que los suelos tienen **alta fertilidad potencial**, debido a la presencia de los minerales primarios identificados, caso que solo ocurre en los suelos de bajo desarrollo. A continuación se muestran los resultados de análisis micromorfológicos, practicados a tres perfiles:

- **Sección fina del perfil 010308, profundidad 26-61 cm:** la composición de minerales en la fracción gruesa presenta feldespatos, anfíboles, piroxenos, vidrio, cerca del 50%, heterométricos de baja selección, con forma de prismas y prismas tubulares, el vidrio volcánico se encuentra en granos heterométricos con distribución fluidal; fragmentos de roca de naturaleza tobáceos, pocos entre 5 y 15%, heterométricos, de granos sub-redondeados, la mayoría de fragmentos, aglutina feldespatos en cristales muy pequeños, hay trazas de fragmentos líticos de difícil identificación; los componentes minerales finos son de naturaleza arcilla + materia orgánica + hierro, de color pardo oscura, de transparencia moteada, punteada, el componente orgánico grueso corresponde a raíces. Además, presentan un porcentaje relativamente alto de cavidades y planos rellenos en su mayor parte por arcilla iluvial (Figura 3.14).

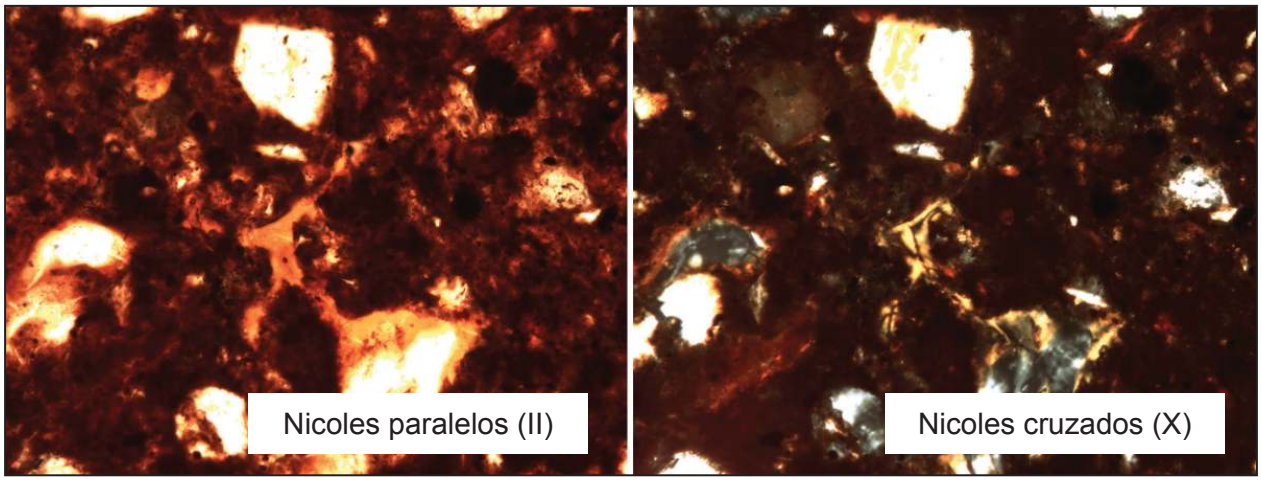


Figura 3.14 Sección fina del perfil 010308, horizonte C1: 26-61 cm. (Fotos: IGAC, 2012)

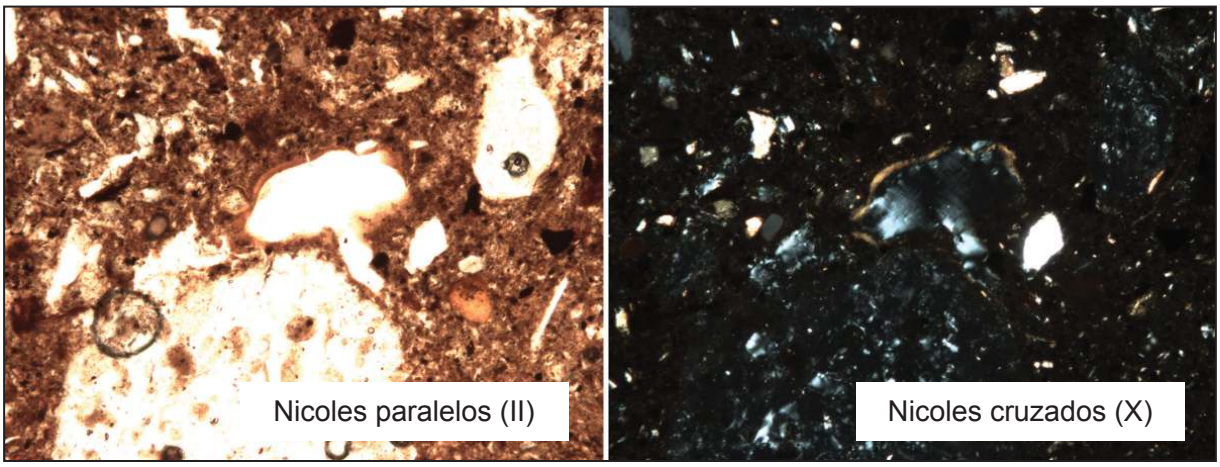


Figura 3.15 Sección fina del perfil 011501; horizonte A2: 25-60 cm. (Fotos: IGAC, 2012)

- **Sección fina del perfil 011501, profundidad 25-60 cm:** En la composición de minerales en la fracción gruesa presenta feldespatos, anfíboles, piroxenos, vidrio, cerca del 50%, heterométricos de baja selección, con forma de prismas y prismas tubulares, el vidrio volcánico se encuentra en granos heterométricos con distribución fluidal, fragmentos de roca de naturaleza tobáceos, pocos entre 5 y 15%, heterométricos, de granos subredondeados, la mayoría de fragmentos, aglutina feldespatos en cristales muy pequeños, hay trazas de fragmentos líticos de difícil identificación; los componentes minerales finos son de naturaleza arcilla + materia orgánica + goetita, de color pardo amarillento, de transparencia moteada, punteada, componente orgánico gruesos (raíces). En sectores aislados y de tamaño delgado y de corta longitud, fueron observados revestimientos arcillosos (argilanes) en cantidad inferior al 1% (Figura 3.15).

- **Sección fina del perfil 010509, profundidad 18-40 cm:** la composición de minerales en la fracción gruesa presenta feldespatos, anfíboles y cuarzo, menos del 20%, los cristales de mayor tamaño son de cuarzo y tienen formas angulares; fragmentos de roca, sedimentarios, inferiores a 2%, menores de 300 micras de diámetro, en forma de granos subredondeados, parecen fragmentos de arenisca; los componentes minerales finos son de naturaleza arcilla + hierro (Ar-Fe), de color pardo amarillento. Presenta hiporevestimientos arcillosos, localmente hay revestimientos e hiporevestimientos de hierro, delgados y continuos (Figura 3.16)

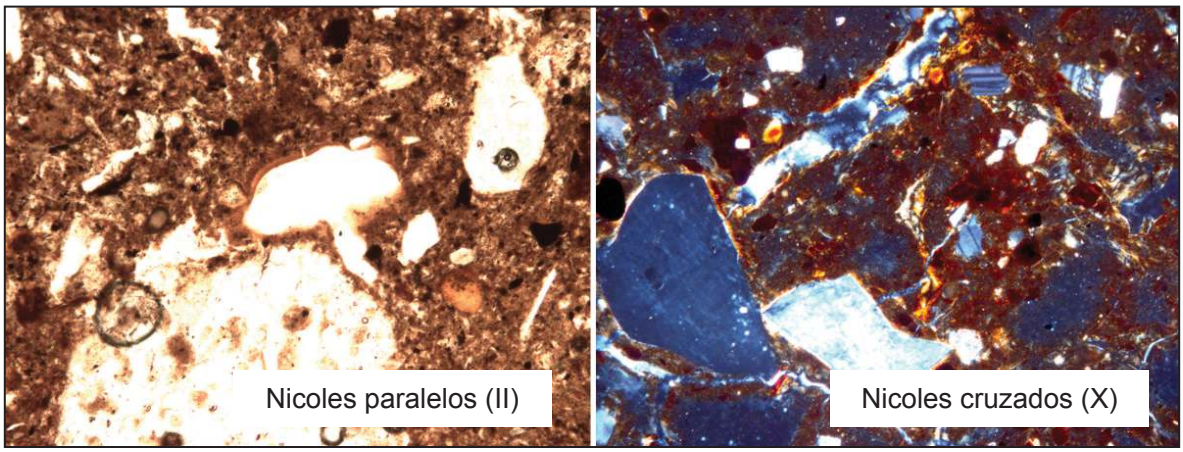


Figura 3.16 Sección fina del perfil 010509; horizonte Bt1: 18-40 cm. (Fotos: IGAC, 2012)

b). Pérdidas: el proceso de pérdidas hace referencia a la eliminación de materiales sólidos (erosión) o de compuestos solubles (lavado o lixiviación). En este último caso los solutos del suelo son eliminados del perfil. El proceso se asocia con la pérdida de nutrientes o elementos como el calcio, el potasio, el sodio y el magnesio, por ser estos muy solubles; el proceso hace que el suelo se acidifique.

Además de las pérdidas por lixiviación (Figura 3.17). La erosión hídrica se acentúa a medida que aumentan las pendientes; la irregular distribución de las lluvias, generalizada en el departamento de Guatemala, hace que estas caigan con mayor intensidad y frecuencia durante 5 meses, generando escorrentía y arrastrando consigo muchos materiales hacia las zonas bajas o a cauces de agua. La erosión eólica es común en el primer semestre del año (época seca) cuando los vientos son más fuertes y aumentan su velocidad, transportando las partículas finas y sueltas de la superficie del suelo.



Figura 3.17 Laderas con pendientes moderadamente escarpadas y disectadas, con procesos de pérdidas del horizonte superficial, que se evidencia por los colores claros en superficie, municipio de San Juan Sacatepéquez (Foto: C. García, 2011)

En síntesis las pérdidas por lixiviación (lavado) son muy pocas, solamente el 12.09% de los suelos del departamento presentan pH inferior a 5.5; suelos intermedios con pH entre 5.6-6.5 y 7.4-8.4 ocupan el 54.96% del área departamental y suelos neutros con pH entre 6.6 y 7.3 el 31.21% (Ver Capítulo 7. Aplicaciones). En cambio las pérdidas por erosión son mayores, ya que los grados de erosión moderado y severo constituyen el 50.91% de las tierras del departamento de Guatemala.

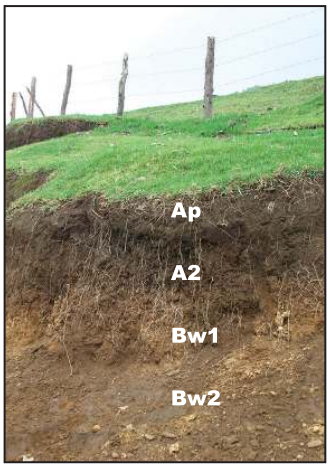


Figura 3.18 Horizonte Ap enriquecido con materiales orgánicos, éstos, al humificarse, generan complejos órgano-minerales estables especialmente en los Andisoles (Foto: W. González, 2010)

c). Adiciones o ganancias: proceso mediante el cual los suelos se enriquecen con materiales orgánicos y/o minerales provenientes de diferentes fuentes y con variada composición; éstos, posteriormente se transforman e incorporan a los materiales ya preexistentes (Figura 3.18).

Los aportes de materiales orgánicos se vinculan con la vegetación, ésta con sus residuos o productos de descomposición enriquecen los suelos. Las ganancias de

origen mineral, se relaciona con diferentes eventos como explosiones volcánicas, sedimentos acarreados por el agua, el viento y la gravedad.

En Guatemala los suelos con mayor influencia de materiales orgánicos son los que se encuentran en los climas fríos y semifríos, donde predomina la acumulación y se ha favorecido su conservación, ya que por las pendientes pronunciadas, han sido menos intervenidos antrópicamente.

d). Translocaciones: las translocaciones integran procesos por medio de los cuales las sustancias minerales u orgánicas se movilizan de un sitio a otro dentro del perfil del suelo, por medio del flujo del agua que circula por él. También los organismos del suelo como las lombrices, las hormigas y las taltuzas, excavan galerías, generando cambios mecánicos en la composición del suelo. El agua es el agente más importante que interviene en las translocaciones, ya que mezcla los materiales, los separa, los transporta y los concentra.

El mecanismo de movilización y depositación de arcillas (fenómeno típico de las translocaciones en el departamento de Guatemala) es propiciado por un período estacional sin lluvia. Los ciclos alternos de humedecimiento y secamiento facilitan la dispersión de ellas, fenómeno que permite su translocación, durante la estación húmeda.

El proceso de translocación de arcillas en un suelo, se muestra en la sección fina de la Figura 3.19. En la práctica este proceso consiste en generación de horizontes subsuperficiales argílicos (Bt), este es un caso que se presenta con frecuencia en los suelos del departamento.

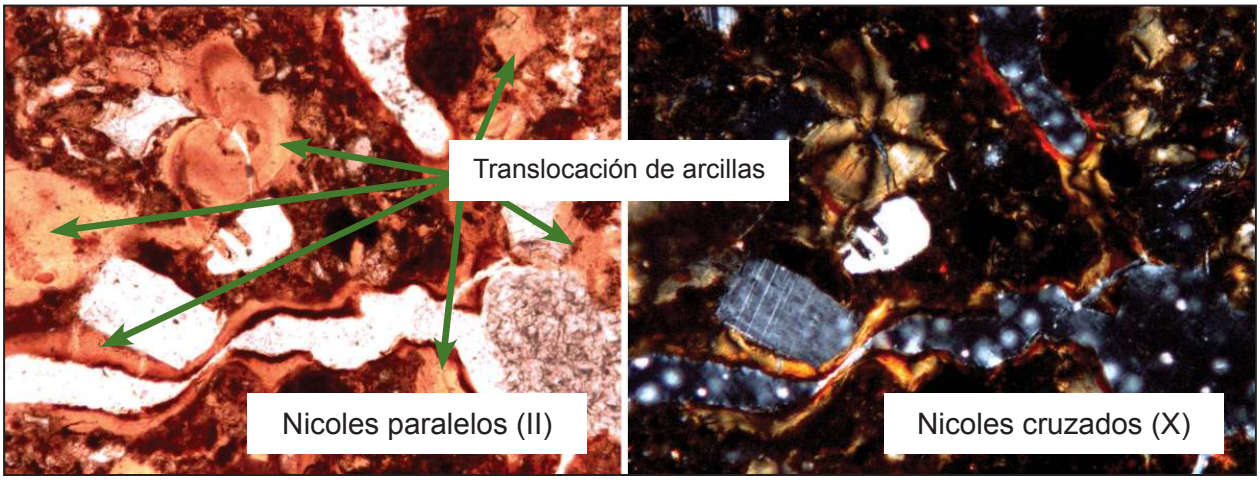


Figura 3.19 Sección fina del perfil 010304, horizonte Bt2: 55-95 cm, NII y NX 4 x 10 x 3.3. Se aprecia la migración mecánica de arcillas de color pardo en forma de revestimientos en cavidades y planos formando un horizonte argílico (Fotos: IGAC, 2012)

3.2.2.2 Procesos específicos

Los procesos específicos explican la evolución de los suelos, ya que mediante la agrupación de procesos generales (sopesando la importancia de cada uno) se resume e integra el "mecanismo" de su formación. Ellos permiten, además, vincular la descripción y nomenclatura de los horizontes con la taxonomía.

Los procesos específicos, a través de las huellas que dejan en el perfil del suelo, originan horizontes morfogenéticos (su forma o morfología se explica por su génesis). Estos procesos combinan o integran dos o más procesos generales. El proceso específico más importante identificado en este estudio corresponde a la Andolización, presente en los Andisoles (Figura 3.20a) y la lixiviación, dominante en los Alfisoles.

Por otra parte la incorporación de la materia orgánica y su posterior "unión" con la fracción mineral del suelo bajo condiciones de alta saturación de bases, forma horizontes oscuros. Estas son características diagnósticas propias de los Molisoles, que además son blandos, fértiles, con alto contenido de minerales primarios, ya que están muy influenciados por los piroclastos.

Los Entisoles e Inceptisoles son suelos que presentan poco desarrollo pedogénetico por lo que no muestran procesos específicos y cuya génesis responde a los procesos generales. La influencia notoria de los materiales piroclásticos en el departamento explican las intergradaciones ándicas de los Inceptisoles (Figura 3.20b), Molisoles (Figura 3.20c) y Entisoles (Figura 3.20d).

a). La Andolización: es uno de los procesos específicos dominante en los suelos del departamento de Guatemala. Este tipo de proceso presenta diferentes grados de expresión, tanto morfológica como físico-química, evaluados en la Taxonomía Norteamericana de Suelos (Soil Survey Staff, 2014) mediante las denominadas "Propiedades Ándicas", es decir requisitos que debe cumplir un suelo para ser clasificado como Andisol.

Las propiedades Ándicas hacen referencia, en general, a bajas densidades aparentes, retención de fosfatos y presencia de elementos que, como aluminio y el hierro, presentan actividades moderadas. Los valores moderados presentados en estas propiedades se vinculan con grados moderados de evolución de los Andisoles y, por el contrario, los valores **bajos** se relacionan con etapas iniciales de su formación, razón por la cual se interrelacionan con los valores del vidrio volcánico, material indicativo o "fuente" de ellos.

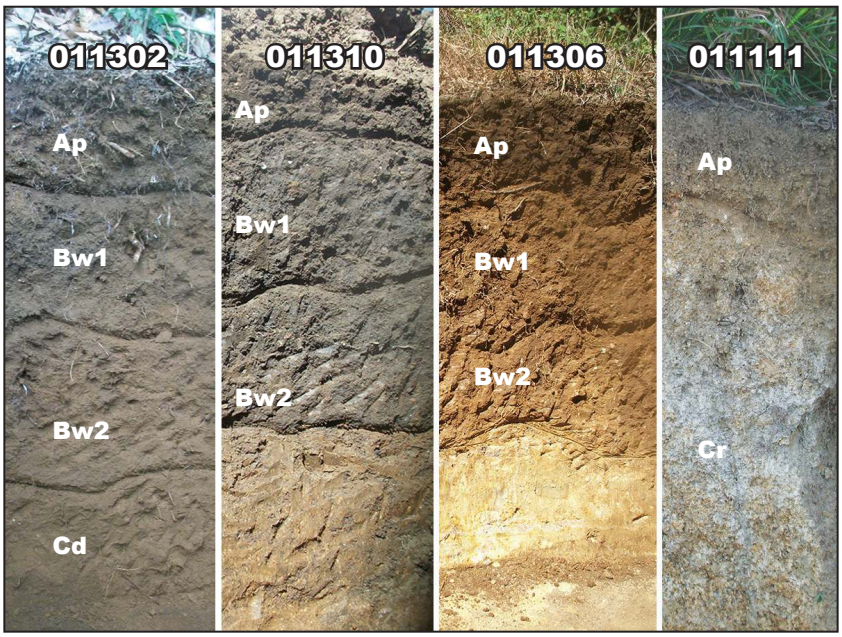


Figura 3.20 El perfil a). Suelo Typic Haplustolls (Orden Molisol); en b). Dystric Haplustands (Orden Andisol); en c). Typic Humustepts (Orden Inceptisol) y en d). Typic Ustorthents (Orden Entisol), (Fotos: O. Hernández, 2011)

En la naturaleza existen Andisoles alofánicos (altos en productos amorfos denominados alófanas), y Andisoles no alofánicos. Lo importante para definir un suelo como Andisol es que cumpla las propiedades ándicas. En el departamento de Guatemala predominan los Andisoles alofánicos (Ver anotaciones sobre la mineralogía de la fracción arcilla) y la gran mayoría cumple las características mínimas establecidas para las propiedades ándicas. Ello se interpreta afirmando que son de "bajo grado evolutivo".

Los análisis de la proporción o "radio binario" promedio, de 5 perfiles del departamento, tanto en epipedones como en endopedones, no supera el punto de diferencia entre los Andisoles "no alofánicos" de los "alofánicos" (Cuadro 3.3); los Andisoles investigados se caracterizan, por una etapa de evolución baja, tanto en epipedones como en endopedones; de los 10 horizontes analizados, 9 no superan el "0.5", lo que se evidencia en la Figura 3.21, por lo cual se concluye que todos los suelos son "Alofánicos". De acuerdo con Mizota y van Reeuwijk, (1989); citados por IGAC (1995), se toma como criterio evolutivo que en los Andisoles muy evolucionados, el radio binario tiende a "1" en los epipedones y a "0" en los endopedones.

Cuadro 3.3 Proporción o radio binario analizados en 5 Andisoles del departamento

Perfil	Profundidad	Al (pirofostato)	Al (oxalato)	Radio binario	Andisol
10314	0 - 30	0.46	2.72	0.17	Alofánico
10314	30 - 58	0.1	3.11	0.03	Alofánico
11408	0 - 28	0.1	1.26	0.08	Alofánico
11408	28 - 50	0.12	1.26	0.10	Alofánico
10201	0 - 20	0.04	0.24	0.17	Alofánico
10201	20 - 55	0.02	0.22	0.09	Alofánico
11634	0 - 20	0.03	0.22	0.14	Alofánico
11634	20 - 45	0.06	0.32	0.19	Alofánico
11214	0 - 27	0.1	0.25	0.40	Alofánico
11214	27 - 50	0.14	0.24	0.58	No alofánico

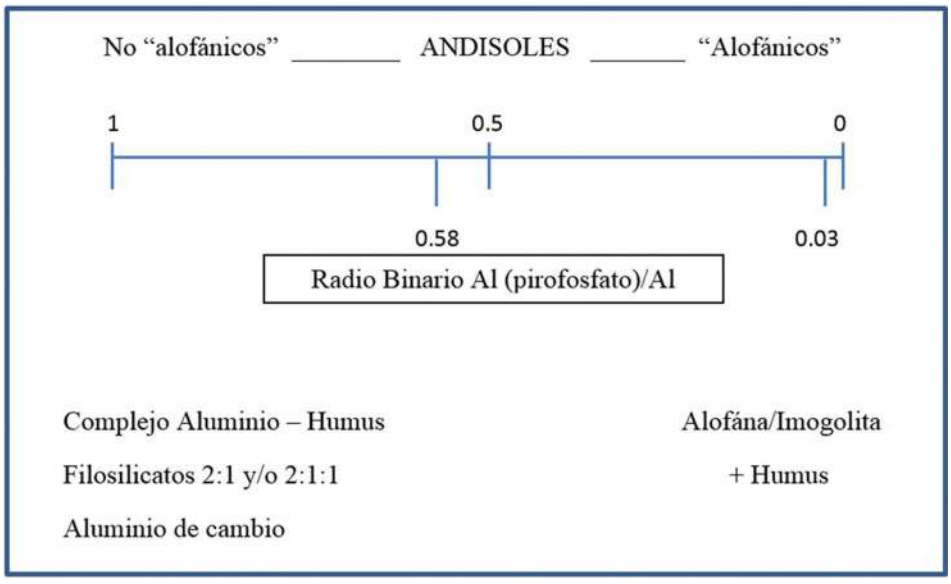


Figura 3.21 Localización de los Andisoles del departamento de Guatemala, en función del radio binario

El dominio de materiales amorfos en estos suelos representa una etapa intermedia de transformación en la cual estos no han evolucionado a minerales de mayor ordenamiento cristalino, como haloisita o caolinita. El origen de dichos materiales no está restringido a la presencia de vidrio volcánico, aunque este los favorece. Los materiales amorfos favorecen la formación de complejos entre el humus y el aluminio o entre el humus y ellos. Esto depende, a su vez, del grado de evolución de los componentes del humus.

Retención de fosfatos: Estudios realizados en Colombia demuestran que la alta adsorción fosfórica es provocada por las alófanas (arcilla derivadas de las cenizas volcánicas), pero la mayor parte de los suelos Andisoles presentan pH ácidos, el cual no es el caso que se presenta en Guatemala, debido a que la mayoría de los suelos del departamento presentan pH entre ligeramente ácidos a ligeramente alcalinos, por lo que se descarta en buena medida a los amorfos y se atribuye más la adsorción al aluminio activo (SUMMER, 1992).

En el departamento se puede asumir cualitativamente que los Andisoles con **retención de fosfatos** mayor al 85%, densidad aparente < 0.90 gr/cc y Al + 1/2Fe > de 2.0% presentan **alta** retención de fosfatos; los Andisoles con retención de fosfatos mayor a 25% (ver requisitos completos Soil Survey Staff, 2014) puede interpretarse como **moderada** y los intergrados ándicos, los cuales no cumplen con los requisitos anteriores podrían calificarse con **baja** retención, sin embargo algunos otros suelos que no cumplen para el subgrupo de intergradaciones ándicas o para Andisoles, pero que evolucionaron sobre materiales parentales derivados de ceniza volcánica, presentan retención moderada a baja.

En síntesis, el proceso de andolización estudiado determina que los Andisoles del departamento de Guatemala son **alofánicos,** de bajo grado evolutivo (cumplen las propiedades ándicas asociadas a este grado), presentan índices melánicos que indican baja polimerización y están en concordancia con la historia geológica del departamento, y las condiciones ecológicas del mismo.

La fijación de fósforo, que al parecer es retenido por los compuestos amorfos y especialmente por el aluminio activo. Ello determina que su aplicación sea localizada, obviamente en función del tipo de cultivo (los procesos de fijación ameritan más investigación para determinar con certeza este fenómeno).

El exceso de mecanización, tanto convencional como tecnificada, produce degradación de la estructura en los Andisoles, ello determina que disminuya el tamaño de los agregados, pulverizando los suelos y haciéndolos susceptibles a la erosión hídrica y eólica, además de disminuir su capacidad productiva. En los demás suelos del departamento, su tipo y grado de evolución está referido a procesos generales, no específicos, de formación de suelos (Inceptisoles y Entisoles).

Los procesos a los que se ha hecho referencia dejan sus marcas en el perfil del suelo: definiendo así los horizontes, cuya morfología se asocia con los procesos. Al describir los perfiles y asignarles letras mayúsculas a los principales horizontes y letras minúsculas vinculadas a los procesos formativos, se conforma la apreciación cualitativa sobre el origen y evolución de los suelos, que identifica el edafólogo al describir los perfiles.

El paso siguiente consiste en pasar de lo cualitativo a lo cuantitativo, mediante información de campo y laboratorio; esta información se utiliza para establecer los horizontes, llamados de “diagnóstico” (epipedones y endopedones), que permiten clasificar el suelo taxonómicamente, con base en criterios cuantitativos. Estos horizontes hacen referencia a la parte superior e inferior del suelo.

b). La Lexiviación: se vincula con un proceso de translocación de las arcillas dentro del perfil del suelo,

pasando de los horizontes superficiales a los subsuperficiales, el resultado es la formación de un horizonte morfogenético u horizonte maestro "B" con acumulación de arcilla, para lo cual se le asigna el subíndice "t" que indica este proceso, propio de los Alfisoles, tal como se ilustra con la Figura 3.22a.

La aplicación práctica de la lexiviación reside en la generación de horizontes subsuperficiales que, de acuerdo con su grado de evolución (mayor o menor intensidad del proceso), pueden afectar la profundidad radicular, el almacenamiento y conducción del agua y el intercambio gaseoso. La arcilla en suelos con poca humedad puede actuar como un agente endurecedor y compactador o, en suelos con excesos de la misma, puede producir sobresaturación y hacer disminuir los niveles de oxígeno.

c). La Gleyzación: Este proceso específico consiste en la reducción interna del hierro, durante el desarrollo del suelo o condiciones de reducción debidas al agua estancada, dando como resultado colores o tonos de cromas menores o iguales a dos, en el cual pueden o no existir moteados. Las capas con colores de pureza baja, debido a las partículas de arena o limo (colores litocrómicos), no son considerados como gleyzados, pero algunos suelos con matices más azules que 10A, indican gleyzación fuerte (Figura 3.22b).

La reducción permanente genera en suelos colores de gleyzado, los cuales pueden estar en gama de grises y/o en verdes y/o en la de azul aguamarina, todas con carácter muy opaco (SCCS, 2010).

En el departamento de Guatemala, se ha identificado un área pequeña, que anteriormente fue ocupada por una laguna, dando como resultado la formación de un horizonte morfogenético "B", con fuerte gleyzación, al cual se le ha asignado el subíndice "g" y que ha permitido identificar los suelos Humaquepts, del Orden de los Inceptisoles.

d). Los Duripanes (talpetates): El término pan, es utilizado para nombrar capas subsuperficiales cementadas o endurecidas (hardpan) o que presentan contenidos altos de arcilla (claypan). Los duripanes son originados por la combinación de uno más procesos específicos; se estudia como un horizonte diagnóstico subsuperficial o endopedón (Ver más detalles en el numeral 3.3.1.2)

Estos horizontes constituyen un elemento que participa activamente en la dinámica ambiental, ya que sus características físicas, mecánicas, y químicas, son restrictivas para el desarrollo de la vegetación (alta densidad, baja conductividad hidráulica y retención de humedad así como pobre fertilidad). Su presencia en consecuencia, representa, un problema desde el punto de vista del manejo agrícola, ya que estas capas, dificultan la labranza, siendo costosa su rehabilitación.

Los talpetates, producen discontinuidades litológicas, impidiendo la infiltración del agua y favorecen el escurrimiento lateral, marcando una superficie en donde se promueven los deslizamientos (Sociedad Geológica Mexicana, 2007). Las capas endurecidas pueden tener origen pedogenético (edáfico) o por procesos geológicos en el momento de su emplazamiento o por cambios diagenéticos.

En edafología se considera al talpetate como un depósito aéreo de cenizas volcánicas finas, posteriormente cementadas por lixiviación y acumulación de arcilla, sílice y óxidos de hierro y aluminio (Marín et al., 1971; Rodríguez, 1985; citados por Prat, Ch.; Quantin, P., 2014).

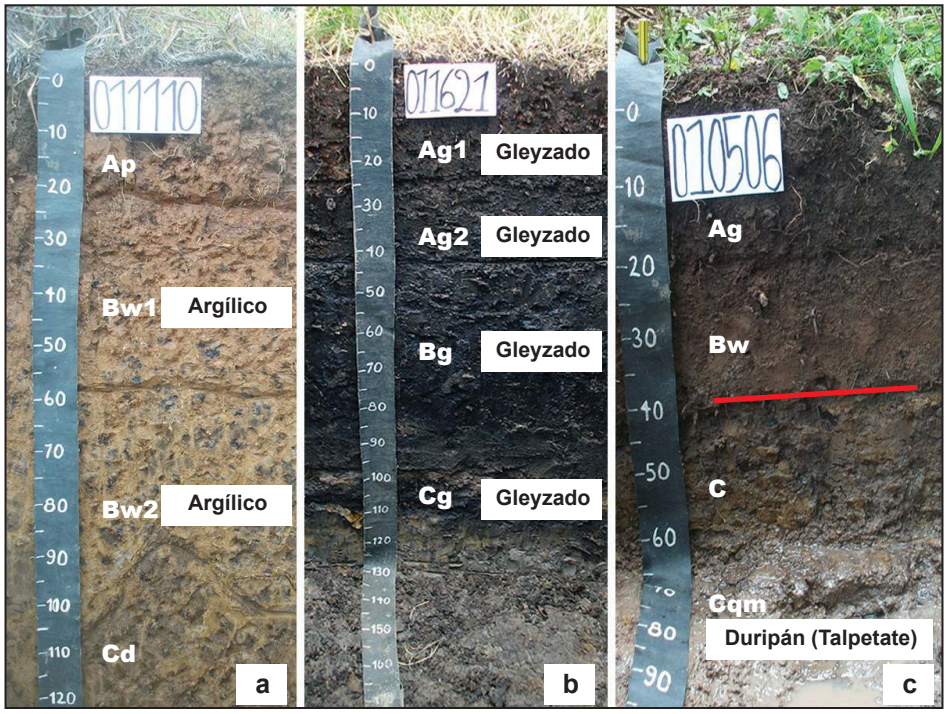


Figura 3.22 Perfil a). Suelo Ultic Haplustalfs, con presencia horizontes Bt1 y Bt2 (Argílicos) y organes o cutanes de materia orgánica (manchas oscuras); Perfil b). Fluvaquentic Humaquepts, completamente gleyzado y Perfil c). Typic Durustepts, caracterizado por presentar un horizonte "C", sobre un horizonte "Cqm" cementado (Foto: C. García, 2012)

En varios puntos del departamento de Guatemala, se han identificado los Duripanes (talpetates), aunque no se presentan en áreas extensas, estos se han identificado como suelos "inclusiones" en algunas unidades de suelos, que se encuentran cerca de la superficie; sin embargo, a sabiendas de que este proceso particular se presenta en zonas volcánicas de Guatemala, amerita investigación específica para su caracterización e identificación completa.

3.3 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Los suelos como cuerpos naturales, se deben clasificar con la finalidad de identificar sus características, poderlo comunicar a otras personas y en la práctica, transferirlo y aplicarlo. Ello constituye el criterio para conformar los "Sistemas Taxonómicos". El sistema de clasificación aplicado en el área de estudio es la Taxonomía Norteamericana de Suelos "Soil Taxonomy" (Soil Survey Staff 2006, 2010 y 2014). En el presente estudio se llegó a la categoría de Familia que corresponde a un nivel de semidetalle, escala cartográfica 1:50,000. Este sistema se fundamenta en características naturales, vale mencionar que clasifica los suelos por sus características como tales, pero sin establecer sus aplicaciones específicas. En el presente estudio se aplicó la metodología del Soil Survey Staff (SSS, 2014) para realizar el Levantamiento de Suelos y la Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso (clasificación aplicada o interpretativa, con fines prácticos).

El conocimiento del suelo se sintetiza mediante las Clasificaciones Naturales o Taxonómicas, las aplicaciones (derivadas del conocimiento), llevándose a cabo mediante las Clasificaciones Técnicas o Prácticas. A las primeras se hace referencia en este capítulo, las segundas se tratan posteriormente en los capítulos 5 y 6.

3.3.1 Clasificaciones Taxonómicas

Las clasificaciones taxonómicas se fundamentan en la relación: horizontes morfogenéticos (cualitativos) - horizontes diagnósticos (cuantitativos) - taxonomía de suelos. Ejemplos de horizontes morfogenéticos en el departamento de Guatemala son: "A" (horizonte superficial no intervenido); "Ap" (horizonte superficial intervenido por el hombre); "Bw" (horizonte que presenta transformación del material parental); "Bt" (horizonte que presenta enriquecimiento por arcilla); "C" (capa o material en proceso de transformación que genera el suelo) y "R" (roca madre o material basal).

El Sistema Taxonómico utilizado para clasificar los suelos del departamento de Guatemala (Soil Survey Staff, 2014) puede resumirse en la pirámide taxonómica que se presenta en la Figura 3.23; esta figura muestra las categorías que integran el Sistema y las Clases que conforman las Categorías. Las Categorías parten de lo más general a lo más específico. Del menor detalle (escalas pequeñas) al mayor detalle (escalas grandes).

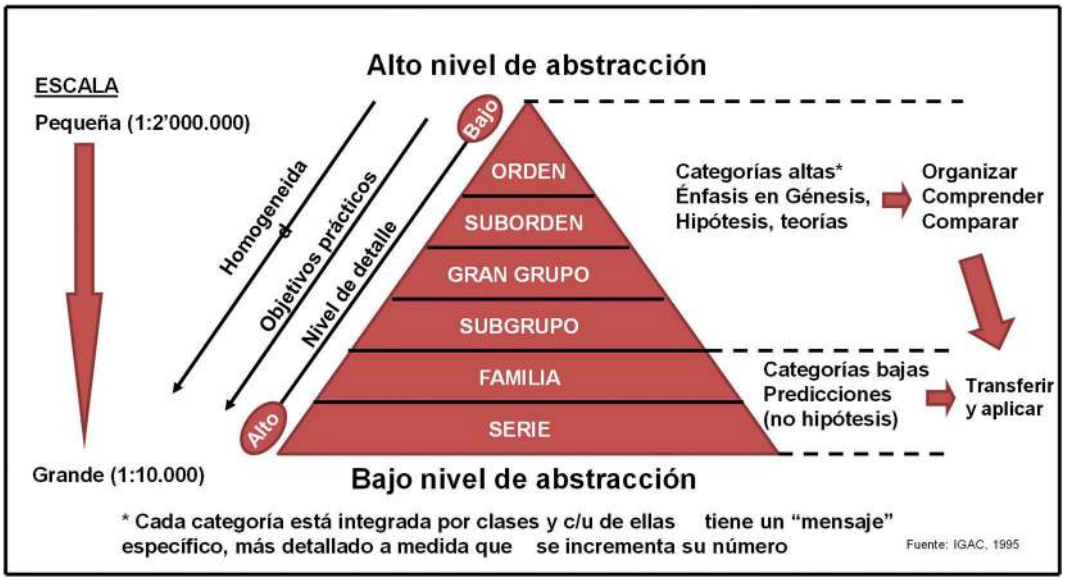


Figura 3.23. Pirámide multicategórica del sistema norteamericano de clasificación de suelos y sus relaciones con escala, detalle y objetivos (IGAC, 1995)

Las categorías mayores (Orden al Subgrupo) reflejan las marcas cuantitativas dejadas por la evolución de los suelos. Las categorías menores (Familia y Serie) buscan generar criterios que apoyen la aplicación de la información y la transferencia agrotecnológica e ingenieril.

De acuerdo con lo que se muestra en el Cuadro 3.3, en el departamento se identificaron 5 de las 12 clases de la categoría "Orden" que integra el Sistema Norteamericano de Clasificación (Soil Survey Staff, 2014). Las clases están ordenadas de acuerdo con su extensión y son: Inceptisoles con el **51.48%** del área; Molisoles con el **29.40%;** Andisoles con el **11.92%,** Entisoles con el **4.41% y** Alfisoles con el **1.69%;** éstas se subdividen en Subórdenes, Grandes Grupos, Subgrupos y Familias.

En este estudio se llegó hasta el nivel de Familia, categoría que se aplica a los "Levantamientos Semidetallados de suelos", los cuales utilizan escalas de publicación 1:25,000 a 1:50,000.

3.3.1.1 Categorías del sistema de clasificación

- **Orden:** Categoría con el máximo nivel de abstracción (más general). Se vincula con las marcas y las características dejadas por los procesos de formación de suelos, entre ellos la presencia o ausencia de horizontes diagnósticos. Por ejemplo: **Andisol** (lo identifica las letras And): Proceso específico: Andolización (formación de compuestos resultantes de la alteración de cenizas volcánicas con aquellos provenientes de la descomposición de materiales orgánicos). Se evalúa utilizando los criterios inherentes a las propiedades ándicas (Soil Survey Staff, 2014).

- **Suborden:** Categoría superior que indica la homogeneidad genética, resaltando los aspectos que la definen, por ejemplo las propiedades asociadas con la humedad del suelo, su temperatura, evolución y otras. Por ejemplo **Vitrands:** Andisol poco evolucionado, evidenciado la retención de humedad menor al 15% a 1,500 kp.

- **Gran Grupo:** Categoría vinculada con mayor homogeneidad genética; explica, además, las causas de ello, por ejemplo condiciones de humedad, adicionales a las que definen el Suborden. Ejemplo **Ustivitrands:** Andisol poco evolucionado relacionado con la baja retención de humedad; adicionalmente, su ubicación en esta categoría resalta el hecho de presentar régimen de humedad Ústico, es decir que el suelo permanece seco por más de 90 días consecutivos sin humedad suficiente para cultivos continuados.

- **Subgrupo:** Indica intergradaciones a otros suelos o extragradaciones a no suelos. Por ejemplo**:** La palabra "humic" que lo vincula con esta categoría, se debe a que el suelo tiene un epipedón mólico o úmbrico, característica que lo diferencia y, por ello, se resalta, nombrándosele entonces como **Humic Ustivitrands**.

- **Familia:** En esta categoría, de mayor detalle, las principales clases que la integran están referidas a características y propiedades físicas, químicas y mineralógicas que lo tipifican y fundamentan posteriormente, su uso y manejo. Entre ellos destacan con la distribución de partículas (de todos los tamaños) que integran el suelo, la composición mineralógica de ellas, su actividad (qué tan activo es el suelo) y el régimen de temperatura donde se encuentra. Por ejemplo **Humic Ustivitrands familia cenizal, isotérmica**.

En los Andisoles y suelos que intergradan a ellos (suelos "parecidos" a ellos), en la clase por distribución de partículas se utilizan otras clases texturales (llamadas sustitutas) que reflejan mejor sus propiedades: por ejemplo cenizas volcánicas, piedra pómez, materiales amorfos y otros.

Todas las clases mencionadas son fundamentales para establecer criterios que, apoyados en la composición y características del suelo, facilitan establecer su mejor uso y normas de manejo, su comportamiento agrícola e ingenieril y la transferencia agrotecnológica entre zonas donde se presente la misma taxonomía a nivel de Familia.

Las principales Clases de suelos (a nivel de Subgrupos), en el departamento se consignan en el Cuadro 3.3; la clasificación al detalle del estudio, (familias de suelos), se muestra en la Leyenda y descripción de las unidades cartográficas del Capítulo 4.

3.3.1.2 Horizontes diagnósticos

Los horizontes "diagnósticos" se denominan así porque poseen características diferenciantes basadas en propiedades de los suelos tales como color, espesor y consistencia que permiten "diagnosticar" su taxonomía. Uno o más de ellos permiten clasificar el suelo en el Sistema Norteamericano de Clasificación de Suelos (Figura 3.24). Las características diagnósticas deben ser el resultado de procesos genéticos tangibles y cuantificables. Su calificativo de "diagnóstico" los vincula directamente con la taxonomía de los suelos, de ahí su importancia.

Epipedones (del griego *epi* = sobre): horizontes superficiales que no son sinónimo del horizonte A, pero que se relacionan con él; pueden incluir horizontes transicionales al B. Los epipedones determinados en el departamento son los siguientes:

- **Ócrico:** epipedón muy delgado o muy seco, tiene colores claros que indican contenidos bajos o muy bajos de carbono orgánico, pueden ser masivos, duros o muy duros en estado seco.
- **Úmbrico:** epipedón formado por materiales minerales. Horizonte espeso, oscuro, el cual presenta altos contenidos de materia orgánica y de baja saturación de bases.
- **Mólico:** al igual que el epipedón úmbrico, el epipedón mólico está formado por materiales minerales. Es espeso y oscuro, pero con alta saturación de bases.

Endopedones (del griego *endo* = dentro): horizontes subsuperficiales que se forman a continuación de los superficiales, se forman también debajo de la capa de hojarasca (piso forestal). Son considerados como horizonte B. En el departamento sobresalen los siguientes:

- **Cámbico:** Es un horizonte que presenta desarrollo de estructura y color, producto de las alteraciones físicas o de las transformaciones químicas del material parental.
- **Argílico:** Tipo de horizonte subsuperficial formado por procesos de iluviación de arcilla, procedente de los horizontes superficiales (horizontes de eluviación).
- **Duripán, talpetate o tepetate:** Un duripán es un horizonte subsuperficial cementado con sílice con o sin agentes cementantes auxiliares. Puede ocurrir en conjunción con un horizonte petrocálcico (SSS, 2014).
- **Ninguno:** El material parental no ha sido alterado significativamente por los procesos formadores (Ejemplo capa u horizonte C y R).

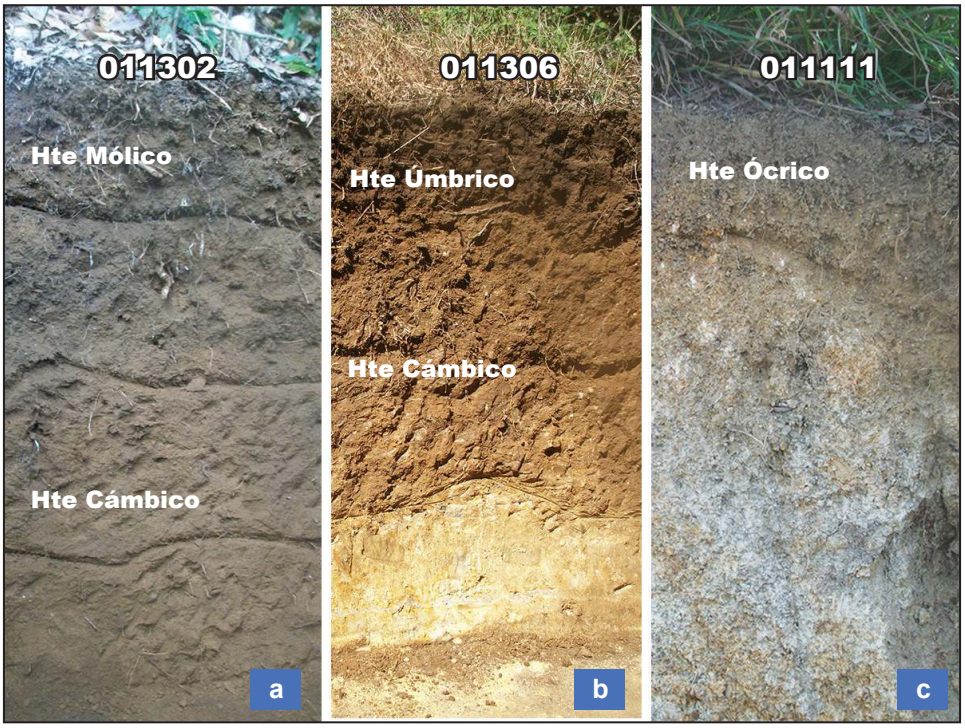


Figura 3.24 En a). Se aprecia un horizonte diagnóstico superficial mólico y un horizonte diagnóstico subsuperficial cámbico; en b). Un horizonte superficial úmbrico y un horizonte subsuperficial cámbico, y en c). Un horizonte superficial ócrico, este perfil carece de horizonte subsuperficial diagnóstico (Fotos: O. Hernández, 2009)

3.4 DESCRIPCION DE LOS SUELOS CLASIFICADOS

En el Cuadro 3.4 se presenta la clasificación de los suelos identificados en el departamento de Guatemala hasta el nivel de Subgrupo; en la Figura 3.25 el mapa de las clases de suelos en la categoría de Orden. En los numerales 3.4.1 a 3.4.5 se describen aspectos relevantes de los suelos, ordenados de mayor a menor de acuerdo al área que ocupan en el departamento.

Cuadro 3.4 Clasificación taxonómica a nivel de Subgrupo de los suelos identificados en el departamento de Guatemala

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	Perfiles
Alfisoles	Ustalfs	Haplustalfs	Vertic Haplustalfs	10104, 10308, 10312, 11307
			Inceptic Haplustalfs	10306, 10320, 11115, 10307
			Ultic Haplustalfs	11015, 11110, 11311
			Typic Haplustalfs	10304, 10509, 30402
Andisoles	Vitrands	Ustivitrands	Humic Ustivitrands	11413, 11415, 11416, 11504, 11644, 11619
	Ustands	Haplustands	Lithic Haplustands	11613
			Dystric Haplustands	10805, 11310, 11410, 11506, 11604
			Humic Haplustands	10314, 11404, 11419, 11420, 11616, 11630, 11632, 11635, 11639, 11641, 10311, 11421, 11646, 11628
			Typic Haplustands	10302

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	Perfiles
Entisoles	Psamments	Ustipsamments	Typic Ustipsamments	11007
	Fluvents	Ustifluvents	Typic Ustifluvents	10108, 10532, 11018, 11031, 11411
	Orthents	Ustorthents	Lithic Ustorthents	11044, 11702
			Vitrandic Ustorthents	11507
			Typic Ustorthents	10101, 10310, 10401, 10406, 10408, 10409, 10505, 10522, 10528, 10529, 10531, 10534, 10602, 10703, 10706, 11006, 11014, 11016, 11023, 11029, 11033, 11043, 11102, 11107, 11109, 11111, 11206, 11212, 11219, 11412, 11502, 11503, 11625, 40320, 40327, 10502, 40203, 30607, 40704
Inceptisoles	Aquepts	Endoaquepts	Fluvaquentic Humaquepts	10516, 11621
	Ustepts	Durustepts	Typic Durustepts	10405, 10506, 11112, 11638, 11401
		Humustepts	Lithic Humustepts	11201, 11643
			Andic Humustepts	10204, 10326, 10329, 10330, 10508, 10521, 10802, 10803, 10806, 10901, 11505, 11509, 11622, 11631, 11645, 11414, 10804, 10519, 31007
			Vitrandic Humustepts	11407, 11634
			Typic Humustepts	10105, 10205, 10316, 10318, 10319, 10321, 10327, 10512, 10514, 10525, 10526, 10530, 11028, 11116, 11306, 11309, 11603, 11605, 11610, 11615, 11617, 11618, 11620, *11626*, 11633, 11636, 11637, 11304, 10303, 11105, 11022, 10331, 10527, 11642, 11609, 10704, 11011, 11629, 11012, 11614, 11024, 11701, 10324, 10201, 10309, 11025, 10603, 11602, 11606, 10203, 11607, 11001, 10801, 10328, 11624, 11003, 10523, 11611, 10510, 11601, 10206, 11308, 11406, 10402, 11020, 10202, 10317
		Dystrustepts	Typic Dystrustepts	10107, 10708, 11103, 11211, 11216, 11303, 11305, 40350, 40308, 10325
		Haplustepts	Fluventic Haplustepts	10322, 11202
			Dystric Haplustepts	10709, 11038, 11106, 11217
			Typic Haplustepts	10404, 10501, 10507, 10520, 10533, 10604, 10605, 10705, 10710, 11021, 11026, 11027, 11035, 11204 10411, 11013, 11019, 40321

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	Perfiles
Molisoles	Ustolls	Durustolls	Typic Durustolls	10106, 10517
		Haplustolls	Lithic Haplustolls	11418
			Andic Haplustolls	11409, 11417, 11612, 11623, 30901
			Pachic Haplustolls	10313, 10315, 10518, 11009, 11403, 11501, 11608
			Fluventic Haplustolls	10323, 11405, 11627, 11640
			Entic Haplustolls	10301, 10607, 11203, 10606, 10601
			Typic Haplustolls	10707, 10711, 11002, 11017, 11108, 11113, 11213, 11214, 11302, 11402, 10305, 10403, 10407, 10504, 10513, 10515, 10524, 11004, 11005, 11008, 11010, 11030, 11034, 11101, 11104, 11114, 11205, 11208, 11210, 11408, 40104, 11218, 11508

3.4.1 Inceptisoles

Los Inceptisoles (del latín *Inceptum* = comienzo o incipiente), son suelos minerales de baja a moderada evolución pero con horizontes bien diferenciados; ocupan un total de **113,478 ha,** que representa el **51.48%** de la superficie del departamento; ocupan el primer lugar, debido a su extensión.

Este Orden fue identificado en los tipos relieve de estrato–volcán, domos, filas y vigas, lomas, glacís, mesa, escarpe y vallecito del paisaje de montaña volcano–erosional; en filas y vigas, lomas, mesa y vallecito del paisaje de montaña fallada o de convergencia erosional; en lomas y vallecitos del paisaje de lomerío; en domos, lomas, terrazas, abanico- terraza, cañones y cañadas, y vallecito del paisaje de altiplano hidro–volcánico y en abanico aluvial, del paisaje de planicie fluvio–lacustre.

Los principales Subórdenes, Grandes Grupos y Subgrupos, determinados para el departamento se presentan en el Cuadro 3.4 y las características más importantes de este Orden en el departamento se encuentran en el Cuadro 3.5.

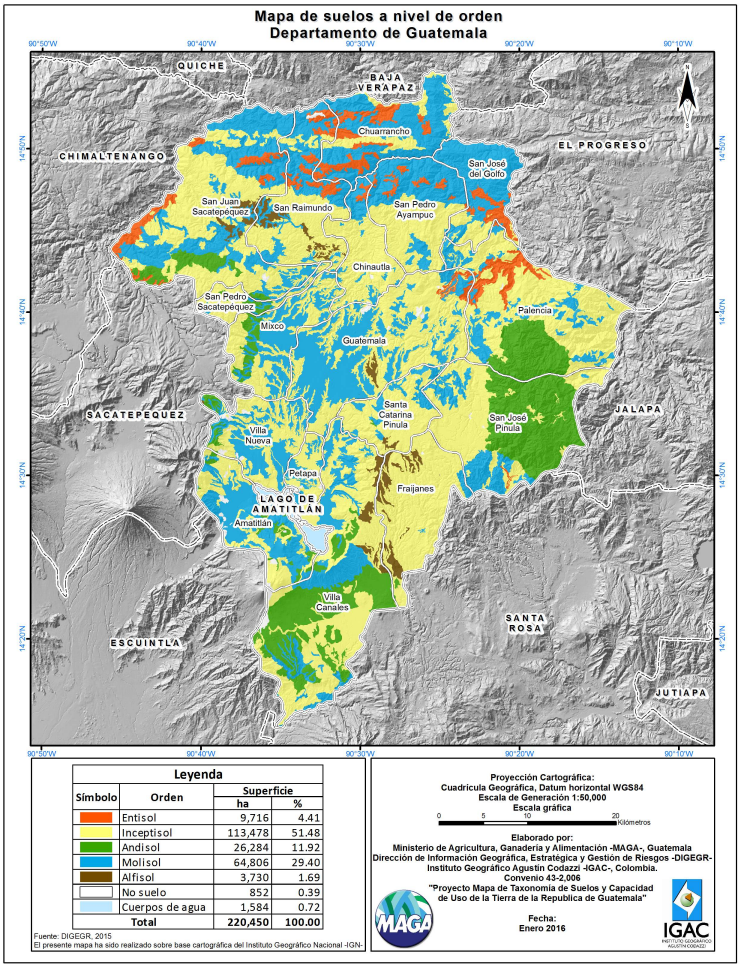


Figura 3.25 Mapa de distribución geográfica de las clases de suelos en la categoría Orden)

Cuadro 3.5 Características importantes de los Inceptisoles

Características	Descripción
Morfológicas	Perfiles con horizontes Ap-Bw-C, Ap-A2-Bw-C, Ap-Bw-Cqm, Ap-B-Cr; epipedón oscuro, suelos porosos, generalmente friables, ligeramente pegajosos y ligeramente plásticos. El horizonte B presenta bajo grado de desarrollo en su color y estructura, no presenta evidencias de iluviación; presencia de horizontes diagnóstico ócrico, úmbrico, mólico y cámbico.
Químicas	Contenido variable de materia orgánica, principalmente media a baja; presentan capacidad de intercambio de cationes alta a media; saturación de bases, varía de alta a baja; fertilidad actual alta a media; pH del suelo desde ligeramente ácidos a neutros, en algunos casos hasta ligeramente alcalinos.
Bioquímicas	Se inician procesos de formación de complejos órgano – minerales por la acumulación y transformación de la materia orgánica. No presentan procesos formadores específicos y solo responden a procesos generales.
Físicas	Densidad aparente mayor a 1 g/cc, excepto en los intergrados ándicos en las cuales varía entre 0.9 y 1.0 g/cc; los suelos tienen poco desarrollo de estructura, son de poco espesor, en algunos casos carecen de endopedón.
Minerales (analizado en 10 perfiles)	**Fracción arcilla:** presentan dominio de material no cristalino y en cantidades menores de micas, metahaloisita, cristibalita, micas, feldespatos, haloisita, interestratificados, cristobalita, hornblenda, integrados 2:1 – 2:2, caolinita, montmorillonita y lepidocracia.
	Fracción arena: presentan dominio de feldespatos; abundante hiperstena y vidrio volcánico, y en proporciones menores cuarzo, hornblenda, lamprobolita, diópsido, biotita, circón, granos alterados, fragmentos líticos, hematita, magnetita, fragmentos de toba, rutilo, magnetita, muscovita, granate, clorita y fitolitos.

3.4.2 Molisoles

Los Molisoles (del latín *Mollis* = blando); son suelos minerales de evolución moderada con horizonte superficial grueso, mullido o blando y oscuro, relativamente alto en materia orgánica y con abundantes bases en todo el perfil del suelo. Ocupan una extensión de **64,806 ha,** equivalentes al **29.40%** de la superficie total del departamento, lo que hace que se ubiquen en el segundo lugar de acuerdo con el área ocupada.

Este Orden fue identificado en los tipos de relieve filas y vigas, lomas, glacís, mesa, cañones y cañadas, y plano de inundación del paisaje montaña volcano–erosional; en filas y vigas, lomas, glacís y vallecito del paisaje de montaña fallada o de convergencia erosional; en terrazas, glacís, y cañones y cañadas del paisaje altiplano hidro–volcánico y en abanico aluvial, del paisaje de planicie fluvio – lacustre.

Los principales Subórdenes, Grandes Grupos y Subgrupos se presentan en el Cuadro 3.4 y las características más importantes de este Orden en el departamento se encuentran en el Cuadro 3.6.

Cuadro 3.6 Características importantes de los Molisoles

Características	Descripción
Morfológicas	Perfiles con horizontes Ap-A2-C-Ab, Ap-Bw-C, Ap-B-R, A-B, A-C; los horizontes A son de colores oscuros y espesos.
Químicas	Contenidos de materia orgánica altos; capacidad de intercambio de cationes de alta a media; saturación de bases mayor a 50%; fertilidad actual alta a media; pH del suelo desde ligeramente ácidos a neutros, en algunos casos hasta ligeramente alcalinos.
Bioquímicas	Moderados contenidos de materiales orgánicos humificados, especialmente en suelos que permanecen con abundante vegetación, esto les imprime de baja a media melanización (proceso de oscurecimiento de los suelos); constituyendo su proceso predominante.
Físicas	Densidad aparente baja a media, baja a media retención de humedad, predominio de texturas francas. Propiedades físicas generalmente adecuadas para el desarrollo radicular, excepto donde existe contacto lítico y donde predominan las texturas gruesas.
Minerales (analizado en 3 perfiles)	**Fracción arcilla:** presenta dominio de materiales no cristalino o amorfo y en menores proporciones metahaloisita (haloisita 7°A), feldespatos, cristobalita, micas, caolinita, gibsita, calcita, goetita, intergrados 2:1 – 2:2 y cuarzo.
	Fracción arena: contiene abundantes minerales primarios como feldespatos (plagioclasas), y en menores proporciones vidrio volcánico, hornblenda, hiperstena, diópsido, lamprobolita, biotita, magnetita, hematita, fragmentos de toba, fitolitos, cuarzo, muscovita, fragmentos líticos, granos alterados, fragmentos de toba y calcita.

3.4.3 Andisoles

El orden Andisol (nombre derivado del japonés *An* = oscuro y *Do* = suelo), hace referencia a suelos de evolución moderada con complejos de adsorción entre coloides orgánicos y minerales o con complejos Al-humus y que cumplen con las propiedades ándicas. Estos suelos ocupa **26,284 ha,** que equivalen al **11.92%** de la superficie del departamento, por lo cual ocupan el tercer lugar por el área que cubre.

Este Orden fue identificado en los tipos de relieve de estrato-volcán, filas y vigas, lomas, glacís y escarpe del paisaje de montaña volcano – erosional y en domos, lomas y terrazas del paisaje de altiplano hidro-volcánico.

Los suelos para ser Andisoles deben cumplir con las propiedades ándicas que se enumeran a continuación: densidad aparente, retención de fosfatos, aluminio y hierro activos, vidrio volcánico (los casos en que aplica cada una y los valores respectivos, se encuentran en Soil Survey Staff, 2014), a través de los horizontes, con espesores acumulados de 35 cm o más, dentro de los 60 cm a partir de la superficie mineral del suelo.

Los principales Subórdenes, Grandes Grupos y Subgrupos se presentan en el Cuadro 3.4 y las características más importantes de este Orden en el departamento se encuentran en el Cuadro 3.7.

Cuadro 3.7 Características importantes de los Andisoles

Características	Descripción
Morfológicas	Presencia de perfiles A-C, A-R, A-AC-C, A-C-Ab, A-Bw-C; los horizontes A son espesos, oscuros; suelos porosos, friables, no plásticos, no pegajosos.

Características	Descripción
Químicas	Contenidos de materia orgánica altos en suelos conservados, formando complejos de adsorción orgánico–minerales; capacidad de intercambio de cationes alta a media; saturación de bases varía de alta a media, pH variable desde moderadamente ácidos hasta neutros y variable retención de fosfatos, principalmente de moderada a baja.
Bioquímicas	Relaciones variables ácidos húmicos (AH) sobre ácidos fúlvicos (AF), acordes con el grado y tipo de evolución, generando complejos órgano–minerales resistentes a la mineralización biológica.
Físicas	Densidad aparente muy baja, baja retención de humedad, excepto en texturas medias, sensación untuosa, cerosa o grasosa al tacto y, en pocos casos, tixotropía (fenómeno que presentan algunas alófanas que hace que disminuya su viscosidad al agitarlas, pero que la recuperan al dejarlas en reposo). Se recomienda usar las texturas organolépticas o al tacto.
Minerales (analizados en 1 perfil)	**Fracción arcilla:** dominan materiales no cristalinos o amorfos y en menor proporción haloisita.
	Fracción arena: dominan los feldespatos (plagioclasas) y en menores proporciones se presenta vidrio volcánico, cuarzo, hornblenda, lamprobolita, hiperstena, diópsido, biotita, magnetita, hematita, granos alterados, fragmentos líticos, fragmentos de toba y circón.

3.4.4 Entisoles

Los Entisoles son suelos de evolución muy baja, con horizontes pedogenéticos débiles o carentes de ellos, desarrollados sobre materiales recientes o donde el depósito aluvial o la erosión limitan el desarrollo del perfil. El área que ocupan es de **9,716 ha,** lo que corresponde al **4.41%** de la extensión total del departamento, ocupando el cuarto lugar por el área ocupada.

Este Orden fue identificado en los tipos de relieve filas y vigas y en cañones y cañadas del paisaje de montaña volcano–erosional; en filas y vigas, lomas y vallectio del paisaje montaña fallada o de convergencia erosional; en filas y vigas del paisaje de lomerío y en cañones y cañadas del paisaje de altiplano hidro–volcánico.

Los principales Subórdenes, Grandes Grupos y Subgrupos se presentan en el Cuadro 3.4 y las características más importantes de estos suelos en el departamento se encuentran en el Cuadro 3.8.

Cuadro 3.8 Características importantes de los Entisoles

Características	Descripción
Morfológicas	Presentan perfiles con horizontes A-C, Ap-C-Ab, Ap-C-Ab-2C, un epipedón ócrico poco profundo sobre capas C, de color claro, con poco o ningún grado de desarrollo pedogenético.
Químicas	Contenido de materia orgánica bajo; capacidad de intercambio de cationes alta a media; saturación de bases alta a baja y pH fuertemente ácido a neutro.
Físicas	Densidad aparente mayor a 1 g/cc, excepto en los intergrados ándicos donde varía de 0.9 a 1.0 g/cc, los suelos carecen de estructura o esta es muy débil, son de poco espesor, no presentan endopedón u horizontes diagnósticos subsuperficiales.

Minerales (analizado en 1 perfil)	**Fracción arcilla:** presentan dominio de esmectitas (montmorillonita), caolinita, cuarzo, en porcentajes mucho menores: micas, cloritas, cuarzo y calcita.
	Fracción arena: domina la calcita, feldespatos (plagioclasas), cuarzo, vidrio volcánico, hematita, magnetita, granos alterados y en menores porcentajes se encuentra: hiperstena, fragmentos líticos, circón, diópsido, fragmentos de toba.

3.4.5 Orden Alfisoles

Significado: suelos minerales de evolución moderada y alta, con horizonte de iluviación de arcilla y alta saturación de bases en profundidad. Los Alfisoles ocupan una superficie de **3,730 ha,** equivalente al **1.69%** del área total del departamento. Este Orden fue identificado en el tipo de relieve de lomas y terrazas del paisaje de altiplano hidro-volcánico y en lomas del paisaje de montaña volcano-erosional.

El Gran Grupo y Subgrupo se presentan en el cuadro 3.4 y las características más importantes de este Orden en el departamento se encuentran en el Cuadro 3.9.

Cuadro 3.9 Características importantes de los Alfisoles

Características	Descripción
Morfológicas	El perfil presenta horizonte de tipo Ap-AB-Bt-BC. Se caracterizan por poseer epipedón úmbrico y endopedón argílico con frecuentes argilanes, delgados, continuos, en paredes, planos y canales.
Micromorfológicas	Presentan frecuentes cutanes, delgados, continuos, de arcilla iluvial (argilanes), en paredes, planos y canales.
Químicas	Presentan capacidad de intercambio de cationes alta; saturación de bases alta a media; pH de ligeramente ácido a neutro.
Físicas	Alta densidad aparente, poca porosidad, alta retención de humedad, alta superficie específica, textura moderadamente finas a finas, estructuras en bloques angulares y prismática que rompe en bloques subangulares.
Minerales (analizado en 2 perfiles)	**Fracción arcilla:** presentan materiales no cristalinos o amorfos, metahaloisita (aloisita), caolinita, en porcentajes mucho menores: micas, feldespatos, cristobalita y goetita.
	Fracción arena: dominan los feldespatos (plagioclasas), vidrio volcánico, magnetita, cuarzo y en menores porcentajes se encuentra: hornblenda, lamprobolita, diópsido, hiperstena, biotita, cuarzo, fitolitos, hematita, circón, fragmentos de toba y granos alterados.

3.4.6 Áreas de no suelos

Estas áreas equivalen a **2,436 hectáreas (1.11%)** de la superficie del departamento (Figura 3.26). Los materiales se encuentran expuestos en superficie, debido a condiciones naturales como la erosión, a procesos de remoción en masa, a caída permanente de piroclastos o intervención antrópica. Estas zonas se identifican como **TC** = Áreas de tierras de ceniza suelta; **CL** = Áreas de coladas de lava; **ME** = Áreas misceláneas erosionadas; **CN** = Canteras; **CA** = Cuerpos de agua y **ZU** = Zonas urbanas (Ver más detalles en el Capítulo 4).



Figura 3.26. Áreas de no suelos identificadas en el departamento: TC = Áreas de tierras de ceniza suelta; CL = Áreas de coladas de lava; ME = Áreas misceláneas erosionadas; CN = Canteras; CA = Cuerpos de agua y ZU = Zonas urbanas (Fotos: W. González, 2012)

3.4.7 Síntesis de los suelos presentes en el departamento de Guatemala

En el área de estudio predominan los Inceptisoles, seguidos por los Molisoles, Andisoles, Entisoles y Alfisoles; algunos de ellos presentan intergradaciones ándicas debido a que han evolucionado a partir de materiales piroclásticos del Terciario y del Cuaternario; su diferenciación, en gran medida, está relacionada con la variación en el tamaño de las partículas, la composición química y la edad.

En la Figura 3.27, se presentan ejemplos de perfiles con las características morfológicas más sobresalientes de cada Orden identificado para el departamento de Guatemala.

Inceptisoles: suelos de baja a moderada evolución genética, pero con horizontes bien diferenciados, generalmente presentan epipedón oscuro y friable, presentan contenidos variables de materia orgánica de acuerdo con la zona donde se encuentran, densidad aparente mayor a 1 gr/cc, media a alta capacidad de cambio y de saturación de bases. Varios de estos presentan contenidos de materiales amorfos, especialmente en el epipedón; ejemplo Andic Humustepts, perfil modal 010326.

Molisoles: se caracterizan por presentar epipedones oscuros, generalmente friables, con estructura granular en bloques subangulares finos, porosos, densidad aparente mayor a 1 gr/cc; alta capacidad de cambio y de saturación de bases, complejo de cambio saturado; algunos presentan porcentajes bajos en materiales amorfos, especialmente en los horizontes subsuperficiales; ejemplo Typic Haplustolls, perfil modal 011005.

Andisoles: suelen caracterizarse por presentar colores oscuros; presentan bajas densidades aparentes, consistencia en húmedo friable o suelta, alta porosidad, alta infiltración, alta aireación, buena permeabilidad,

alta retención de humedad. En los de mayor evolución se incrementa el contenido en alófanas y es mayor la retención de fosfatos y los contenidos de hierro y aluminio activos; ejemplo Lithic Haplustands, perfil modal 011613.

Entisoles: son los suelos con grado evolutivo más bajo, con poco o ningún desarrollado pedogenético. Presentan epipedón Ócrico poco profundo y de color claro, con poca acumulación de materia orgánica; ejemplo Typic Ustorthents, perfil modal 010401.

Alfisoles: Suelos minerales con horizonte de iluviación de arcilla y alta saturación de bases en profundidad, presentan cutanes, delgados, continuos, de arcilla iluvial (argilanes), en paredes, planos y canales; ejemplo Vertic Haplustalfs, perfil modal 010104.

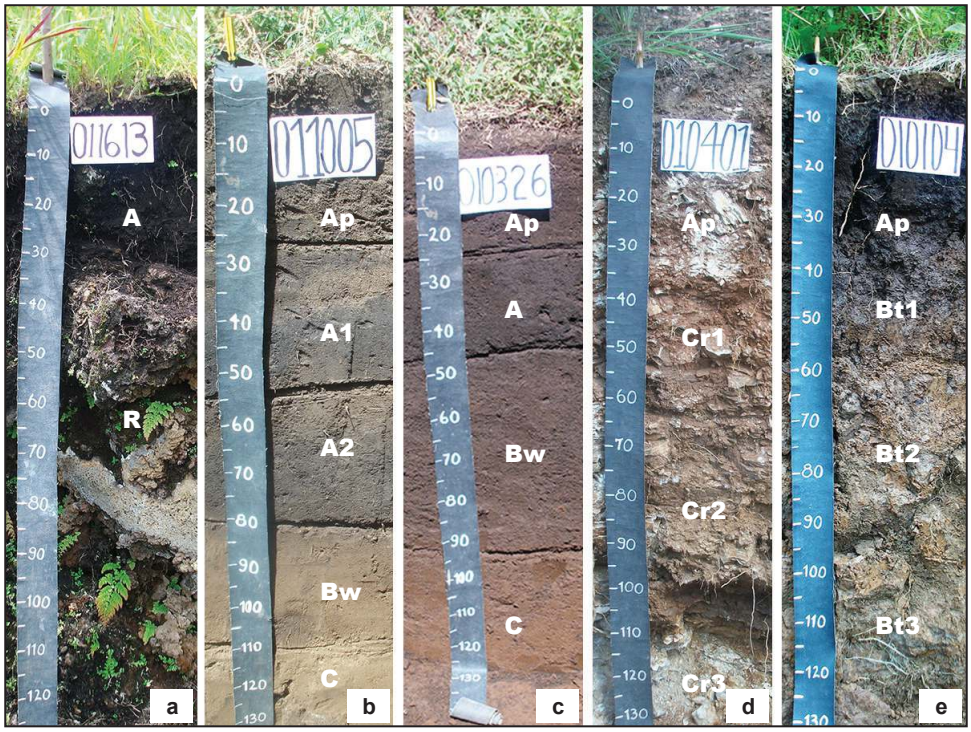


Figura 3.27. Muestras de perfiles para cada uno uno de los suelos representativos identificados en el departamento de Guatemala. a). Andisol; b). Molisol; c). Inceptisol; d). Entisol; e). Alfisol (Fotos: W. González, 2012).

La distribución espacial de estos suelos mostrados en un mapa conforma su cartografía.

3.5 CARTOGRAFÍA DE SUELOS

La cartografía de suelos tiene por objetivo conocer y representar su distribución en el espacio (Figura 3.28). Para llevarla a cabo debe "nombrar" los suelos (su taxonomía) y establecer sus límites geográficos, ambos dependen de la escala (detalle) del estudio.

En el departamento de Guatemala, la escala seleccionada que corresponde a un estudio Semidetallado (1:50,000) y mediante la separación por "formas del terreno" y la comprobación con los porcentajes de los suelos presentes

en ellos, se establecieron las Unidades Cartográficas de Suelos (UCS): Consociación, Complejo y Grupo Indiferenciado, las que se describen posteriormente en el Capítulo 4. El levantamiento realizado cumple con las especificaciones (IGAC, 2014) para ser definido como Semidetallado.

La distribución geográfica de los suelos del departamento se consigna en el Mapa de Suelos a nivel de Orden que acompaña este documento y se presenta en la Figura 3.25; la metodología seguida para realizarlo se especifica en el capítulo correspondiente a Métodos y Procedimientos (Anexo A).

La cartografía de suelos básicamente se llevó a cabo con ayuda de los factores que forman los suelos. Las geoformas se van detallando a partir de los paisajes, siguiendo con los tipos de relieve hasta llegar a las formas del terreno. Posterior a la definición de los paisajes se incluye el clima ambiental dominante, de tal manera que se conozca la precipitación y la temperatura promedio; ello permite estimar, mediante balances hídricos o, mediante climadiagramas, las condiciones de humedad y temperatura de los suelos (el clima edáfico está representado por regímenes de humedad y temperatura).

Las geoformas, con sus condiciones climáticas, conforman la delineación preliminar donde se estudian los suelos (unidad de mapeo o unidad cartográfica), se describen y clasifican. Lo anterior debe hacerse dado que lo visible del suelo es su superficie, más no su profundidad y, en consecuencia, hay que valerse de la relación geoforma-suelo con el fin de conocer su distribución en el espacio.

Lo explicado en el párrafo anterior permite establecer el mapa preliminar o tentativo de suelos. El estudio de los suelos en el campo, la definición de sus límites, la comprobación con ayuda de barreno o de cajuelas, el establecimiento de los perfiles representativos (llamados modales, por representar la mayor frecuencia u ocurrencia), la toma de muestras de los diferentes horizontes y capas, para su ulterior análisis en laboratorio, las pruebas realizadas en campo (infiltración o conductividad hidráulica), contribuyen a perfeccionar el mapa preliminar y establecer el mapa final de suelos.

Con la información comentada se define la proporción de cada suelo al interior de la unidad cartografiada. Ello determina la superficie o área que representan los diferentes suelos. Este punto es crucial para seleccionar y nombrar el tipo de unidad, ya que de las diferentes relaciones entre las áreas que representan los suelos inventariados se define si se trata de: **Consociaciones** de suelos (un suelo domina ampliamente a los demás); **Complejo**s de suelos (no es posible separar los suelos aún a escalas grandes: 1:25,000) y **Grupos Indiferenciados** de suelos (los suelos se nombran pero no se separan, el limitante para el uso principal no lo amerita).

En síntesis, el levantamiento realizado es a nivel de semidetalle, escala cartográfica 1:50,000, nivel taxonómico de Familia y con Unidades Cartográficas de suelos, Consociaciones, Complejos y Grupos Indiferenciados.

Un ejemplo de la distribución de los suelos en el departamento se muestra en la Figura 3.28, la cual se presenta a continuación.

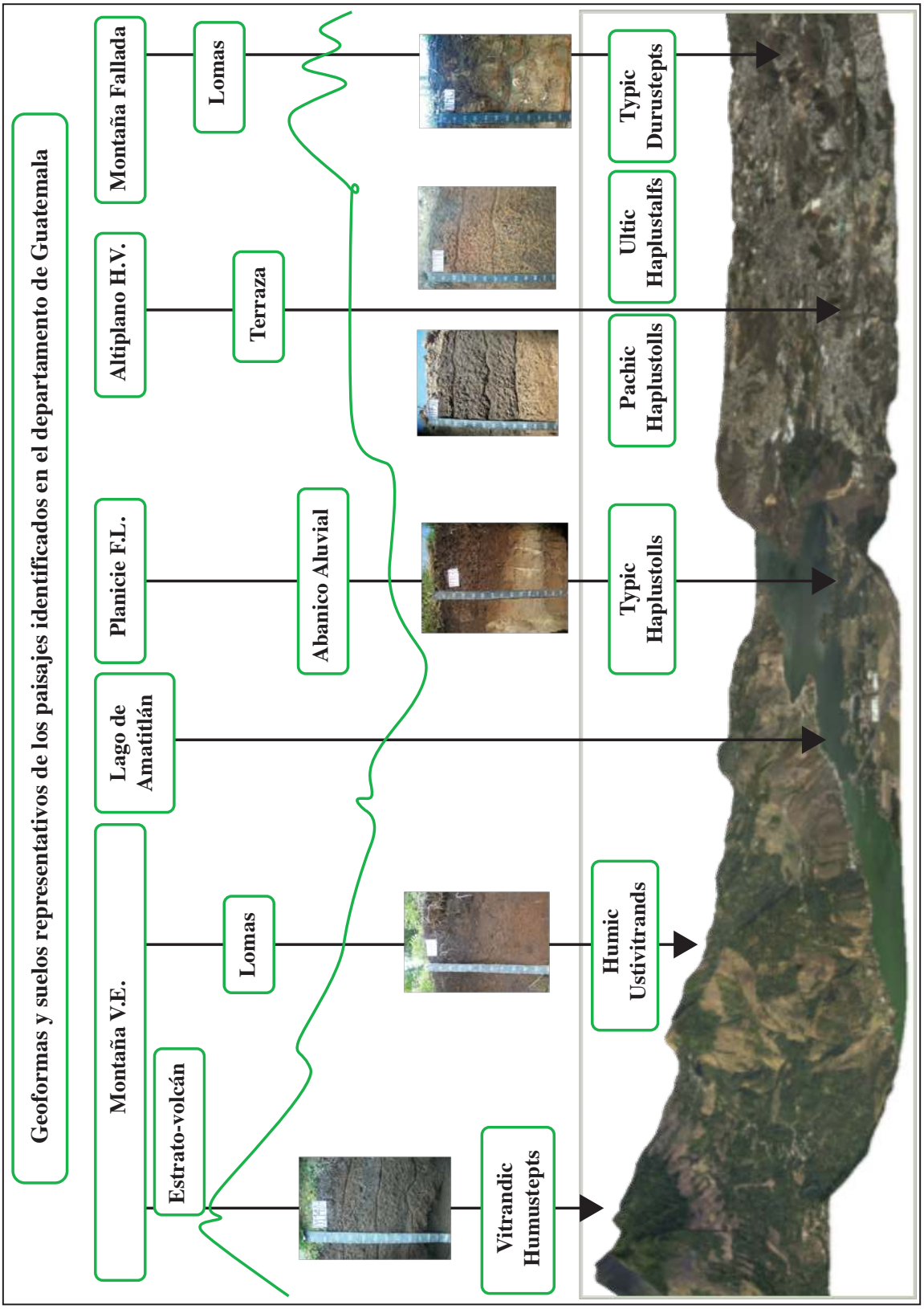


Figura 3.28 Transecto, que muestra la distribución generalizada de las geoformas (tipos de relieve) de los suelos (subgrupos) del departamento de Guatemala

3.6 BIBLIOGRAFÍA

BONNIS, S. 2009. Geología del departamento de Guatemala. Inédito. 6 p.

BUOL, SW; HOLE, FD; McCRAKEN, RJ. 1988. Génesis y clasificación de suelos. Trillas, 3ra. Reimpresión, ME. 417 p.

IGN (Instituto Geográfico Nacional, Alfredo Obiols, GT). 1993. Mapa Geológico de la República de Guatemala (Hoja Guatemala). Escala 1:50,000. Guatemala.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 1995. Suelos de Colombia. Subdirección de Agrología. Bogotá. 632 p.

JENNY, H. 1941. Soil forming factors. A system of quantitative pedology. McGraw – Hill, New York, USA. 281 p.

MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2015. Mapa de Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra a escala 1:50,000 de la República de Guatemala, año 2010. 205 p.

MALAGÓN, D. 2001. Informe de país: Colombia. Subdirección de Agrología. Bogotá, D.C., Inédito. 15 p.

PRAT, Ch.; QUANTIN, P. Origen y Génesis del Talpetate. Horizonte endurecido de Suelos Volcánicos de la Región Centro-Pacífico de Nicaragua. 267-278 p. Consultado el 18 de dic. 2014. Disponible en http://www.horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins.../38574.pdf

SCCS (Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelos, CO), 2010. Ciencia del Suelo. Principios Básicos. Editorial Guadalupe S. A., Bogotá, D.C., Colombia. 594 p.

SGM (Sociedad Geológica Mexicana, ME), 2007. Boletín, los tepetates y su dinámica sobre la degradación y el riesgo ambiental: Caso Glacís de Buena Vista, Morelos. Tomo LIX, número 1. 133-145 p.

SOIL SURVEY STAFF. 1960. Keys to Soil Taxonomy. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Washington, DC. USA.

SOIL SURVEY STAFF. 2006. Keys to Soil Taxonomy. 10th ed. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Washington, DC. USA. 333 p.

SOIL SURVEY STAFF. 2010. Keys to soil taxonomy. 11th ed. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Washington, DC. USA. 366 p.

SOIL SURVEY STAFF. 2014. Keys to soil taxonomy. 12th ed. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Washington, DC. USA. 362 p.

SUMMER, M.E.; WETS, L.T.; LEAL, J.E. 1992. Estudio de suelos de la industria cafetalera de Guatemala: Región Sur. Departamento de Agronomía Universidad de Georgia – Asociación Nacional del Café –ANACAFE-. Guatemala. 211 p.

CAPÍTULO 4

DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS Y LEYENDA DE SUELOS





CAPÍTULO 4. LEYENDA DE SUELOS Y DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS

4.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se tratan con detalle dos temas fundamentales del levantamiento de suelos del departamento de Guatemala, los que son la leyenda del mapa de suelos y la descripción de las unidades cartográficas de suelos (UCS).

El levantamiento de suelos se realizó a través de la descripción de las características internas y externas de los suelos, en las diferentes unidades delimitadas por fotointerpretación, con la finalidad de establecer límites a las poblaciones edáficas y representarlas en mapas a nivel de semidetalle (escala cartográfica 1:50,000).

En este estudio y debido a la escala cartográfica utilizada (1:50,000), la UCS se llevó a nivel de consociación, que implica que al menos un suelo dominante está presente en el 75% del área de la UCS; aunque también se usan los complejos de suelos y en algunos casos grupos indiferenciados de suelos.

4.2 LEYENDA DE SUELOS Y SÍMBOLOS UTILIZADOS PARA IDENTIFICAR LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS Y SUS FASES

La leyenda de suelos es una síntesis de las UCS que contiene el mapa de suelos, la cual consta de varias columnas y en el orden está el paisaje y ambiente morfogenético, el clima, el tipo de relieve, la forma del terreno, los materiales parentales, las principales características de los suelos y de las UCS, siendo estas últimas: clase de UCS y nombre vernáculo, símbolo, fases, área (ha), componentes taxonómicos, perfiles y porcentaje de cada componente taxonómico.

Las UCS del mapa de suelos están conformadas por tres letras mayúsculas. La 1ª. letra indica el código de "paisaje y ambiente morfogenético"; la 2ª. el código de tipo de "clima ambiental" según la clasificación climática de Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009) y la 3ª. el código que representa la clase de unidad cartográfica y la clasificación taxonómica del suelo dominante. Las letras minúsculas y el número arábigo indican las fases por pendiente, pedregosidad, afloramientos rocosos, encharcamientos ocasionales (Ver Cuadro 4.1).

En la descripción de cada UCS, se indica el nombre vernáculo o común de la misma, misma que ha sido nombrada con base al topónimo (nombre propio de lugar) del área o cerca de ella, de donde se extrajo la calicata, principalmente del suelo modal.

A continuación se muestra un ejemplo: MQOep2, cuyos códigos expresan la siguiente información:
M: Código para el paisaje y ambiente morfogenético "montaña volcano-erosional".
Q: Código para la categoría de clima ambiental "templado subhúmedo".
O: Código correspondiente al tipo de unidad cartográfica, nombre vernáculo y a su contenido pedológico "Consociación El Pepinal; Andic Haplustolls, familia medial sobre cenizal, isotérmica" *
e: Código para indicar las pendientes, ligeramente escarpadas (25 al 50%).
p: Código para indicar el porcentaje por volumen de pedregosidad superficial
2: Código para nombrar el grado de erosión, "moderado".

***Nota:** el código correspondiente a la unidad cartográfica y a su contenido pedológico, tiene un orden alfabético y deriva del ordenamiento de las UCS dentro del Cuadro de la Leyenda de Suelos.

En el Cuadro 4.1 se presentan los códigos en letras y números empleados para conformar los símbolos de las UCS en el mapa de suelos y en la leyenda correspondiente.

Cuadro 4.1. Códigos empleados para conformar los símbolos de las UCS

Códigos del paisaje y ambiente morfogenético			Códigos del clima ambiental	
M	Montaña volcano – erosional		J	Frío húmedo
X	Montaña fallada o de convergencia erosional		S	Semifrío húmedo
L	Lomerío volcano – erosional		B	Templado húmedo
A	Altiplano hidro – volcánico		Q	Templado subhúmedo
F	Planicie fluvio – lacustre		P	Semicálido subhúmedo
C Letra utilizada para unidades que se ubican en más de un tipo de clima ambiental, por ejemplo las ubicadas en cañones y cañadas.			W	Semicálido semiseco
Códigos para fases de pendientes			**Otras fases**	
a	Ligeramente planas	0-3%	**p**	Pedregosidad superficial
b	Ligeramente inclinadas	3-7%	**r**	Afloramientos rocosos
c	Moderadamente inclinadas	7-12%	**z**	Encharcamientos
d	Fuertemente inclinadas	12-25%	**1**	Erosión de grado ligero
e	Ligeramente escarpadas	25-50%	**2**	Erosión de grado moderado
f	Moderadamente escarpadas	50-75%	**3**	Erosión de grado severo
g	Fuertemente escarpadas	> 75%	**4**	Erosión de grado muy severo

En el Cuadro 4.2, se presenta la leyenda de suelos del departamento de Guatemala.

Cuadro 4.2 Leyenda de suelos del departamento de Guatemala

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA VOLCANO - EROSIONAL (M)	FRÍO HÚMEDO (J)	Estrato - volcán	Ladera	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	Suelos profundos, drenaje natural moderadamente excesivo, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica media y baja, fertilidad natural media.	Consociación Cerro Grande	MJA	MJAfp2	140	Vitrandic Humustepts, familia cenizal sobre arenosa, amórfica, isomésica	011407 (Modal)	80
										Humic Ustivitrands, familia esquelética cenizal, isomésica	011415 (Inclusión)	20
	SEMIFRÍO HÚMEDO (S)	Estrato - volcán	Ladera	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	Suelos moderadamente superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Cerro Chiquito	MSA	MSAep2 MSAfp2	663	Andic Humustepts, familia medial sobre esquelética arenosa, isotérmica	011414 (Modal)	75
										Typic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica	011408 (Inclusión)	15
										Humic Ustivitrands, familia cenizal sobre franca, isotérmica	011413 (Inclusión)	10
				Basalto, andesita y dacita	Suelos superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas gruesas, pH ligeramente ácido, materia orgánica media, fertilidad natural media.	Complejo Pacaya	MSB	MSBep2 MSBfp2	154	Lithic Humustepts, familia arenosa, isotérmica	011643 (Modal)	60
										Coladas de lava		40

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (Ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA VOLCANO - EROSIONAL (M)	SEMIFRÍO HÚMEDO (S)	Filas y vigas	Ladera	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	Suelos profundos, drenaje natural moderadamente excesivo, pH fuertemente ácido y ligeramente ácido, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consciación Pinula	MSC	MSCf1 MSCf2 MSCfp1 MSCg2	5,413	Typic Haplustands, familia medial, isotérmica	010302 (Modal)	80
										Andic Humustepts, familia medial, isotérmica	010508 (Inclusión)	10
										Entic Haplustolls, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica	010301 (Inclusión)	5
										Typic Haplustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica	010520 (Inclusión)	5
				Tobas e ignimbritas	Suelos moderadamente profundos, drenaje natural moderadamente excesivo, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Carmona	MSD	MSDe1 MSDf1 MSDg2	3,522	Andic Humustepts, familia medial sobre pomácea cenizal, isotérmica	010803 (Modal)	75
										Andic Humustepts, familia medial sobre arenosa, isotérmica	010802 (Inclusión)	15
										Typic Durustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica, superficial	011401 (Inclusión)	5
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		5

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (aa)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA VOLCANO - EROSIONAL (M)	SEMIFRÍO HÚMEDO (S)	Filas y vigas	Ladera	Tobas e ignimbritas	Suelos muy superficiales, drenaje natural excesivo, texturas moderadamente gruesas, pH ligeramente alcalino, materia orgánica alta, fertilidad natural alta.	Consociación Las Minas	MSE	MSEf1 MSEg1 MSEgpr2	237	Lithic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica	011418 (Modal)	85
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10
										Afloramientos rocosos		5
					Suelos profundos, drenaje natural moderadamente excesivo, pH moderadamente ácido y neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Las Nubes	MSF	MSFf1 MSFf2 MSFfp2 MSFg2	6,045	Humic Haplustands, familia medial, isotérmica	010311 (Modal)	80
										Typic Humustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica	010510 (Inclusión)	20
		Lomas		Tefras, cenizas volcánicas y pómez	Suelos profundos, drenaje natural bueno, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica alta y media, fertilidad natural alta.	Consociación San Francisco	MSG	MSGc1 MSGd1 MSGd2 MSGe1 MSGe2	5,201	Humic Haplustands, familia medial, amórfica, isotérmica	010314 (Modal)	75
										Andic Humustepts, familia medial, isotérmica	010804 (Inclusión)	20
										Typic Haplustalfs, familia muy fina, activa, isotérmica	010509 (Inclusión)	5
					Suelos profundos, drenaje natural bueno, pH fuertemente ácido y moderadamente ácido, materia orgánica alta y media, fertilidad natural alta.	Consociación Temastepeque	MSH	MSHd1 MSHe2	252	Andic Humustepts, familia medial, superactiva, isotérmica	010519 (Modal)	75
										Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica	010523 (Inclusión)	25

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográicas de suelos (UCS)							
						Clase de unidad cartográica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Periles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA VOLCANO - EROSIONAL (M)	SEMIFRÍO HÚMEDO (S)	Lomas	Ladera	Tobas e ignimbritas	Suelos profundos, drenaje natural bueno, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Monterrico	MSI	MSId1 MSIe1 MSIe2	216	Humic Ustivitrands, familia medial sobre cenizal, isotérmica	011504 (Modal)	80
										Dystric Haplustands, familia cenizal sobre esquelética arenosa, isotérmica	011506 (Inclusión)	15
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		5
					Suelos moderadamente profundos, drenaje natural moderado, texturas moderadamente finas, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Consociación El Paraíso	MSJ	MSJe1	27	Typic Haplustalfs, familia franca fina, mezclada, superactiva, isotérmica	030402 (Modal)	80
										Andic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, isotérmica	011505 (Inclusión)	20
					Suelos profundos, drenaje natural moderado, pH moderadamente ácido y ligeramente ácido, materia orgánica alta y media, fertilidad natural alta.	Consociación El Perotal	MSK	MSKd1 MSKe1 MSKe2	2,271	Andic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, isotérmica	010521 (Modal)	85
										Pachic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica	010313 (Inclusión)	10
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		5

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA VOLCANO - EROSIONAL (M)	SEMIFRÍO HÚMEDO (S)	Glacis	Cuerpo de glacis	Depósitos coluvio - aluviales	Suelos profundos, drenaje natural bueno, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Castilla	MSL	MSLb1 MSLd MSLd1 MSLd2 MSLdp1 MSLdp2 MSLe1	363	Dystric Haplustands, familia medial, isotérmica	010805 (Modal)	80
										Andic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, isotérmica	031007 (Inclusión)	20
					Suelos profundos, drenaje natural bueno, texturas gruesas, pH neutro, materia orgánica media y baja, fertilidad natural media.	Consociación Las Pozas	MSM	MSMc1 MSMcp1 MSMdp1	46	Typic Humustepts, familia arenosa, mezclada, isotérmica	011406 (Modal)	90
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10
		Escarpe	Ladera	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	Suelos moderadamente superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Mirador Calderas	MSN	MSNfp2	41	Humic Haplustands, familia medial sobre esquelética arcillosa, isotérmica	011420 (Modal)	80
										Humic Haplustands, familia esquelética medial, isotérmica	011421 (Inclusión)	20
		Vallecito	Vega	Depositos aluvio - coluviales	Suelos profundos, drenaje natural bueno, pH moderadamente ácido y neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad alta.	Consociación Colorado	MSÑ	MSÑc1	114	Andic Humustepts, familia medial, isotérmica	010329 (Modal)	80
										Andic Humustepts, familia medial sobre franca, isotérmica	010330 (Inclusión)	20

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA VOLCANO - EROSIONAL (M)	TEMPLADO HÚMEDO (B)	Domo	Ladera	Tobas e ignimbritas	Suelos profundos, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural media.	Consociación El Pericón	MBA	MBAe2	47	Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isortérmica	011606 (Modal)	90
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10
		Filas y vigas	Ladera	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	Suelos profundos, drenaje natural moderadamente excesivo, pH moderadamente ácido y neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Santa Catarina	MBB	MBBf1 MBBf2 MBBfp1	1,435	Andic Humustepts, familia medial, isotérmica	010204 (Modal)	80
										Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica	010202 (Inclusión)	20
				Tobas e ignimbritas	Suelos moderadamente superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas, pH moderadamente ácido y ligeramente ácido, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Los Yoques	MBC	MBCf1 MBCfp1 MBCf2 MBCg2	4,239	Typic Haplustolls, familia franca fina, activa, isotérmica	010305 (Modal)	75
										Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica	010105 (Inclusión)	20
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		5
				Basalto, andesita y dacita	Suelos moderadamente superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, pH moderadamente ácido y neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación La Campana	MBD	MBDfpr2	531	Typic Humustepts, familia esquelética franca sobre esquelética arenosa, superactiva, isotérmica	011603 (Modal)	85
										Afloramientos rocosos		10
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		5

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA VOLCANO - EROSIONAL (M)	TEMPLADO HÚMEDO (B)	Lomas	Ladera	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	Suelos profundos, drenaje natural moderado, texturas moderadamente finas sobre finas, pH moderadamente ácido y neutro, materia orgánica media y baja, fertilidad natural media.	Consociación El Sombrerito	MBE	MBEd1 MBEe1 MBEe2	1,267	Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica	010303 (Modal)	90
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10
					Suelos profundos, drenaje natural bueno, pH neutro y extremadamente ácido, materia orgánica alta y media, fertilidad natural alta.	Consociación Santa Isabel	MBF	MBFc1 MBFd1 MBFe1	1,114	Humic Haplustands, familia medial, isotérmica	011630 (Modal)	90
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10
					Suelos superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo, pH ligeramente ácido, materia orgánica media, fertilidad natural media.	Complejo Pacaya Grande	MBG	MBGcp1 MBGdp1 MBGdp2	231	Humic Ustivitrands, familia cenizal sobre fragmental, isotérmica	011644 (Modal)	40
										Andic Humustepts, familia cenizal sobre arenosa, isotérmica	011645 (Modal)	40
										Coladas de lava		20
					Suelos profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Las Escobas	MBH	MBHc1 MBHd1 MBHd2 MBHdp1 MBHe1	639	Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica	011605 (Modal)	90
										Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica	011637 (Inclusión)	10

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA VOLCANO - EROSIONAL (M)	TEMPLADO HÚMEDO (B)	Lomas	Ladera	Tobas e ignimbritas	Suelos profundos, drenaje natural moderado, texturas moderadamente finas, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Pulté	MBI	MBId1 MBIe1 MBIe2	1,375	Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica	010205 (Modal)	90
										Typic Haplustalfs, familia arcillosa sobre franca fina, activa, isotérmica	010304 (Inclusión)	5
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		5
					Suelos moderadamente superficiales, drenaje natural bueno, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Veraminas	MBJ	MBJcp1 MBJd1 MBJdp1 MBJe1 MBJe2 MBJep1 MBJep2	745	Humic Haplustands, familia medial, isotérmica	011641 (Modal)	75
										Typic Humustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica	011609 (Inclusión)	15
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10
		Glacis	Cuerpo de glacis	Depósitos coluvio - aluviales	Suelos profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas, pH ligeramente ácido y moderadamente ácido, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Lourdes	MBK	MBKc1 MBKd1 MBKd2	212	Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica	010203 (Modal)	90
										Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica	010309 (Inclusión)	10
		Escarpe	Ladera	Basalto, andesita y dacita	Suelos profundos, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas, pH neutro, materia orgánica baja y media, fertilidad natural alta.	Consociación Los Pocitos	MBL	MBLe1 MBLe2	156	Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica	011607 (Modal)	90
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA VOLCANO - EROSIONAL (M)	TEMPLADO HÚMEDO (B)	Vallecito	Vega	Depósitos aluvio - coluviales	Suelos superficiales, drenaje natural bueno, texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, pH moderadamente ácido y ligeramente ácido, materia orgánica media y baja, fertilidad natural media.	Consociación Río Concepción	MBM	MBMcp1 MBMcp2	90	Fluventic Haplustepts, familia franca gruesa sobre esquelética arenosa, superactiva, isotérmica	010322 (Modal)	90
										Fluventic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica	010323 (Inclusión)	10
	TEMPLADO SUBHÚMEDO (Q)	Estrato - volcán	Ladera	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	Suelos superficiales, drenaje natural bueno, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural media.	Complejo El Muñeco	MQA	MQAcp1 MQAdp2 MQAep2	781	Humic Ustivitrands, familia cenizal sobre esquelética medial, isotérmica	011619 (Modal)	40
										Humic Haplustands, familia medial sobre esquelética - franca, isotérmica	011646 (Modal)	30
										Coladas de lava		30
		Filas y vigas	Ladera	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	Suelos moderadamente profundos, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas finas, pH neutro, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Chinautla	MQB	MQBf1 MQBf2 MQBg2	1,755	Typic Humustepts, familia fina, activa, isotérmica	011629 (Modal)	90
										Typic Haplustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica	010604 (Inclusión)	10
					Suelos profundos, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderadamente gruesas, pH moderadamente ácido y ligeramente ácido, materia orgánica baja, fertilidad natural media.	Consociación Tierra Blanca	MQC	MQCf2	67	Typic Ustorthents, familia franca gruesa, mezclada, superactiva, no ácida, isotérmica	040203 (Modal)	80
										Typic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica	040104 (Inclusión)	20

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA VOLCANO - EROSIONAL (M)	TEMPLADO SUBHÚMEDO (Q)	Filas y vigas	Ladera	Pómez	Suelos moderadamente profundos, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas, pH moderadamente ácido y neutro, materia orgánica baja, fertilidad natural alta.	Consociación Buena Vista	MQD	MQDf1 MQDf2 MQDfp2	1,299	Typic Haplustolls, familia franca fina, activa, isotérmica	010504 (Modal)	90
										Typic Humustepts, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isotérmica	010704 (Inclusión)	10
				Tobas e ignimbritas	Suelos moderadamente profundos, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica baja, fertilidad natural media.	Consociación Rancho Quemado	MQE	MQEf1 MQEf2 MQEfp1 MQEfp2 MQEgp2	3,431	Typic Haplustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica	010705 (Modal)	80
										Pachic Haplustolls, familia franca gruesa sobre esquelética arenosa, superactiva, isotérmica	010315 (Inclusión)	10
										Vitrandic Ustorthents, familia esquelética medial, no ácida, isotérmica	011507 (Inclusión)	5
										Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica	010505 (Inclusión)	5
					Suelos profundos, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas finas sobre moderadamente finas, pH neutro y ligeramente ácido, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Pueblo Nuevo[1]	MQF	MQFf1 MQFf2 MQFfp1	4,786	Typic Humustepts, familia arcillosa sobre esquelética franca, superactiva, isotérmica	010512 (Modal)	80
										Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, activa, isotérmica	010530 (Inclusión)	20
					Suelos moderadamente superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas, pH moderadamente ácido a fuertemente ácido, materia orgánica baja, fertilidad natural media.	Consociación El Sintul	MQG	MQGfp2	613	Typic Humustepts, familia esquelética franca, semiactiva, isotermica	010525 (Modal)	90
										Typic Haplustepts, familia esquelética arcillosa, semiactiva, isotérmica	010533 (Inclusión)	10

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA VOLCANO - EROSIONAL (MI)	TEMPLADO SUBHÚMEDO (Q)	Filas y vigas	Ladera	Basalto, andesita y dacita	Suelos moderadamente profundos, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderadamente gruesas, pH fuertemente ácido y moderadamente ácido, materia orgánica media y baja, fertilidad natural media.	Consociación Sierra de Palencia	MQH	MQHf1 MQHf2 MQHfp2 MQHgpr2	6,139	Typic Humustepts, familia franca gruesa, activa, isotérmica	010514 (Modal)	80
										Typic Haplustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica	010507 (Inclusión)	15
										Afloramientos rocosos		5
					Suelos profundos, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas, presencia de fragmentos de roca en el perfil, pH neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural muy alta.	Consociación Agua de las Minas	MQI	MQIf2 MQIfp1 MQIfp2	989	Typic Haplustolls, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica	011402 (Modal)	90
										Typic Ustorthents, familia franca fina sobre fragmental, no ácida, isotérmica	011412 (Inclusión)	10
				Cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita	Suelos moderadamente superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderadamente gruesas, presencia de fragmentos de roca en el perfil, pH fuertemente ácido y moderadamente ácido, materia orgánica baja, fertilidad natural media.	Consociación Tres Sabanas[2]	MQJ	MQJf1 MQJf2 MQJfp1 MQJfp2	8,759	Dystric Haplustepts, familia esquelética franca, mezclada, superactiva, isotérmica	011106 (Modal)	75
										Typic Humustepts, familia fina, activa, isotérmica	011012 (Inclusión)	10
										Typic Ustorthents, familia franca fina, superactiva, no ácida, isotérmica	010706 (Inclusión)	10
										Typic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica	011034 (Inclusión)	5
				Calizas	Suelos moderadamente profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas sobre finas, pH fuertemente ácido y muy fuertemente ácido, materia orgánica media y baja, fertilidad natural media.	Consociación Santa Faz	MQK	MQKf1 MQKf2 MQKfp1 MQKfp2	1,573	Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica	010603 (Modal)	80
										Typic Ustorthents, familia esquelética franca sobre fragmental, activa, no ácida, isotérmica	010602 (Inclusión)	20

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA VOLCANO - EROSIONAL (M)	TEMPLADO SUBHÚMEDO (Q)	Lomas	Ladera	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	Suelos profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Villa Canales	MQL	MQLc1 MQLep1 MQLd1 MQLd2 MQLe1 MQLe2 MQLep2	2,294	Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica	011601 (Modal)	75
										Entic Haplustolls, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica	010607 (Inclusión)	15
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10
					Suelos moderadamente superficiales, drenaje natural bueno, pH moderadamente ácido y neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural media.	Consociación Los Llanos	MQM	MQMcp1 MQMd1 MQMdp1	1,575	Dystric Haplustands, familia medial sobre esquelética cenizal, isotérmica	011604 (Modal)	80
										Typic Humustepts, familia fina, activa, isotérmica	011614 (Inclusión)	20
					Suelos profundos, drenaje natural bueno, pH neutro y ligeramente alcalino, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Consociación El Pepinal	MQN	MQNc2 MQNd1 MQNd2 MQNdp1 MQNe1 MQNe2 MQNep1 MQNep2	6,514	Andic Haplustolls, familia medial sobre cenizal, isotérmica	011409 (Modal)	75
										Humic Ustivitrands, familia cenizal sobre esquelética franca, isotérmica	011416 (Inclusión)	20
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		5
				Pómez	Suelos profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas sobre finas, pH ligeramente ácido, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Las Victorias	MQÑ	MQÑd1 MQÑe1 MQÑe2 MQÑep1	456	Typic Haplustolls, familia franca fina sobre arcillosa, activa, isotérmica	010707 (Modal)	75
										Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica	010531 (Inclusión)	15
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográicas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA VOLCANO - EROSIONAL (M)	TEMPLADO SUBHÚMEDO (Q)	Lomas	Ladera	Tobas e ignimbritas	Suelos moderadamente superficiales, drenaje natural bueno, texturas finas, presencia de fragmentos de roca en el perfil, pH moderadamente ácido y ligeramente ácido, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación El Refugio	MQO	MQOd1 MQOd2 MQOdp2 MQOe1 MQOe2 MQOep1 MQOep2	2,705	Typic Haplustolls, familia esquelética arcillosa, activa, isotérmica	010524 (Modal)	75
										Typic Humustepts, familia fina, isotérmica	011617 (Inclusión)	15
										Humic Haplustands, familia medial, isotérmica	011419 (Inclusión)	10
					Suelos moderadamente profundos, drenaje natural moderado, texturas moderadamente finas, pH moderadamente ácido y neutro, materia orgánica baja, fertilidad natural media.	Consociación Los Cubes	MQP	MQPcp1 MQPd1 MQPdp2 MQPe1 MQPe2 MQPep1 MQPep2	1,341	Typic Humustepts, familia franca fina, activa, isotérmica	010526 (Modal)	80
										Typic Humustepts, familia esquelética arcillosa, superactiva, isotérmica	010527 (Inclusión)	20
				Cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita	Suelos superficiales, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas, presencia de fragmentos de roca en el perfil, pH neutro y moderadamente ácido, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación San Raimundo	MQQ	MQQd1 MQQe1 MQQep1 MQQe2	3,818	Typic Haplustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica	010605 (Modal)	75
										Dystric Haplustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica	011027 (Inclusión)	15
										Typic Ustorthents, familia esquelética franca, superactiva, no ácida, isotérmica	011102 (Inclusión)	10
					Suelos moderadamente superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas, presencia de fragmentos de roca en el perfil, pH fuertemente ácido, materia orgánica media y baja, fertilidad natural media.	Consociación San Pedro	MQR	MQRd1 MQRdp1 MQRe2 MQRep1 MQRep2	930	Typic Dystrustepts, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isotérmica	010708 (Modal)	75
										Typic Haplustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica	011013 (Inclusión)	15
										Typic Haplustolls, familia fina, superactiva, isotérmica	010711 (Inclusión)	10

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA VOLCANO - EROSIONAL (M)	TEMPLADO SUBHÚMEDO (Q)	Lomas	Ladera	Calizas	Suelos moderadamente profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas, pH fuertemente ácido y ligeramente ácido, materia orgánica baja, fertilidad natural media.	Consociación San Juan	MQS	MQSd1 MQSd2 MQSe1 MQSe2 MQSep2	1,150	Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica	011025 (Modal)	75
										Typic Ustorthents, familia esquelética arcillosa, superactiva, no ácida, isotérmica	010101 (Inclusión)	20
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		5
		Glacis	Cuerpo de glacis	Depósitos coluvio - aluviales	Suelos moderadamente profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas, pH neutro, materia orgánica media y baja, fertilidad natural muy alta.	Consociación La Piedrona	MQT	MQTb1 MQTc1 MQTd1 MQTdp1 MQTe1 MQTep1 MQTep2	1,549	Typic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica	010513 (Modal)	85
										Typic Durustepts, familia arcillosa sobre esquelética arcillosa, superactiva, isotérmica	010506 (Inclusión)	15
					Suelos profundos, drenaje natural bueno, pH neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Playa Linda	MQU	MQUb1 MQUc1 MQUcp1 MQUd1 MQUdp1	1,118	Dystric Haplustands, familia medial, isotérmica	011410 (Modal)	90
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10
					Suelos profundos, drenaje natural bueno, pH neutro, materia orgánica media a baja, fertilidad natural alta.	Consociación Los Paternales	MQV	MQVc1 MQVc2 MQVcp1 MQVd1 MQVd2 MQVdp1 MQVdp2 MQVe1 MQVep1	745	Andic Humustepts, familia medial, isotérmica	011509 (Modal)	75
										Typic Durustolls, familia muy fina, semiactiva, isotérmica, superficial	010517 (Inclusión)	15
										Fluvaquentic Humaquepts, familia muy fina, activa, isotérmica	010516 (Inclusión)	10

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA VOLCANO - EROSIONAL (MI)	TEMPLADO SUBHÚMEDO (Q)	Mesa	Plano de mesa	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	Suelos moderadamente profundos, drenaje natural bueno, texturas finas sobre moderadamente finas, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica baja, fertilidad natural media.	Consociación Chuaxán	MQW	MQWb1 MQWc2	160	Typic Humustepts, familia arcillosa sobre franca, superactiva, isotérmica	011011 (Modal)	90
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10
					Suelos profundos, drenaje natural bueno, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica alta y media, fertilidad natural alta.	Consociación Barillas	MQX	MQXb1	138	Humic Haplustands, familia medial sobre cenizal, isotérmica	011404 (Modal)	90
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10
					Suelos superficiales, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas, pH moderadamente ácido, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Consociación El Chato	MQY	MQYb1 MQYc1	207	Typic Durustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica, superficial	010106 (Modal)	90
										Typic Ustifluvents, familia franca gruesa, subactiva, ácida, isotérmica	010532 (Inclusión)	10
		Escarpe	Ladera	Basalto, andesita y dacita	Suelos profundos, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderadamente gruesas, pH neutro, materia orgánica baja, fertilidad natural alta.	Consociación Doña Delfina	MQZ'	MQZ'e1 MQZ'e2 MQZ'f1 MQZ'f2 MQZ'fp2 MQZ'fpr2 MQZ'gr1 MQZ'gr2	2,893	Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica	011611 (Modal)	75
										Typic Humustepts, familia fina, superactiva, isotérmica	011701 (Inclusión)	15
										Lithic Ustorthents, familia franca fina, superactiva, no ácida, isotérmica	011702 (Inclusión)	5
										Afloramientos rocosos		5

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA VOLCANO - EROSIONAL (M)	TEMPLADO SUBHÚMEDO (Q)	Planos de inundación	Rebordes de lago	Depósitos aluvio - coluviales	Suelos profundos, drenaje natural moderado, texturas moderadamente finas, pH neutro y moderadamente alcalino, materia orgánica baja, fertilidad natural muy alta.	Consociación El Edén	MQZ^2	MQZ^2b1 MQZ^2c1	183	Fluventic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica	011405 (Modal)	80
										Andic Haplustolls, familia cenizal sobre arenosa, isotérmica	011417 (Inclusión)	20
		Vallecito	Vega	Depósitos aluvio - coluviales	Suelos profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente gruesas, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica media, fertilidad natural alta.	Complejo Río Mogollón	MQZ^3	MQZ^3c1 MQZ^3c2 MQZ^3cp1 MQZ^3cp2	364	Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica	011003 (Modal)	35
										Typic Haplustepts, familia franca gruesa, semiactiva, isotérmica	010501 (Modal)	35
										Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica	010703 (Inclusión)	20
										Typic Ustifluvents, familia franca gruesa sobre arenosa, superactiva, no ácida, isotérmica	010108 (Inclusión)	10
	SEMICALIDO SUBHÚMEDO (P)	Filas y vigas	Ladera	Tobas e ignimbritas	Suelos muy superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo, presencia de fragmentos de roca en el perfil, pH neutro, materia orgánica alta y media, fertilidad natural alta.	Consociación Rosa de Jamaica	MPA	$MPAfp1$ $MPAfp2$	190	Andic Haplustolls, familia esquelética medial, isohipertérmica	011623 (Modal)	90
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10
					Suelos moderadamente profundos, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas finas sobre moderadamente finas, presencia de fragmentos de roca en el perfil, pH ligeramente ácido, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Los Manantiales	MPB	$MPBfp1$ $MPBfp2$	562	Typic Humustepts, familia arcillosa sobre esquelética franca, superactiva, isohipertérmica	011642 (Modal)	90
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA VOLCANO - EROSIONAL (M)	SEMICALIDO SUBHUMEDO (P)	Lomas	Ladera	Tobas e ignimbritas	Suelos moderadamente profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Santa Anita	MPC	MPCdp2 MPCep2	967	Typic Humustepts, familia franca gruesa sobre arenosa, superactiva, isohipertérmica	011626 (Modal)	80
										Typic Durustepts, familia franca fina, superactiva, isohipertérmica	011638 (Inclusión)	15
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		5
					Suelos moderadamente superficiales, drenaje natural bueno, pH neutro, materia orgánica alta y media, fertilidad natural alta.	Consociación El Cacao	MPD	MPDdp2	130	Andic Humustepts, familia medial, isohipertérmica	011631 (Modal)	75
										Humic Haplustands, familia esquelética medial, isohipertérmica	011639 (Inclusión)	25
	SEMIFRIO HÚMEDO A TEMPLADO SUBHÚMEDO (C)	Cañones y Cañadas	Ladera	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	Suelos moderadamente profundos, drenaje natural moderadamente excesivo, pH neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural muy alta.	Grupo indiferenciado El Recreo	MCA	MCAe3 MCAf3 MCAg3	3,198	Andic Haplustolls, familia medial sobre esquelética arenosa, isotérmica	011612 (Modal)	
										Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica	011502 (Modal)	
										Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica	011602 (Modal)	

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA VOLCANO - EROSIONAL (M)	TEMPLADO HÚMEDO A SEMICALIDO SUBHÚMEDO (C)	Cañones y Cañadas	Ladera	Tobas e ignimbritas	Suelos profundos, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas, pH neutro, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Grupo indiferenciado Río Aguacapa	MCC	MCCe3 MCCf3 MCCfp3 MCCg3 MCCgp3	1,282	Pachic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica	011608 (Modal)	
										Typic Ustorthents, familia franca fina, superactiva, no ácida, isohipertérmica	011625 (Modal)	
	TEMPLADO HÚMEDO A TEMPLADO SUBHÚMEDO (C)				Suelos superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderdamente finas, presencia de fragmentos de roca en el perfil, pH moderadamente ácido y neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Grupo indiferenciado El Tabacal	MCB	MCBe3 MCBf3 MCBfp3 MCBg3	2,209	Typic Ustorthents, familia esquelética franca, activa, no ácida, isotérmica	010529 (Modal)	
										Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica	010528 (Modal)	

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográicas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA FALLADA O DE CONVERGENCIA EROSIONAL (X)	TEMPLADO SUBHÚMEDO (Q)	Filas y vigas	Ladera	Pómez	Suelos moderadamente profundos, drenaje natural excesivo, texturas moderadamente gruesas, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica baja, fertilidad natural baja.	Consociación Santa Elena	XQA	XQAfp2	621	Typic Ustorthents, familia franca gruesa, semiactiva, no ácida, isotérmica	010409 (Modal)	80
										Typic Haplustepts, familia franca gruesa, activa, isotérmica	010411 (Inclusión)	20
				Tobas e ignimbritas	Suelos profundos, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica baja, fertilidad natural alta.	Consociación Estancia Grande	XQB	XQBf2 XQBfp2	591	Typic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica	011017 (Modal)	90
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10
					Suelos superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas, presencia de fragmentos de roca en el perfil, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica alta y media, fertilidad natural media.	Consociación Chuarrancho	XQC	XQCf1 XQCfp1 XQCfp2	2,539	Typic Dystrustepts, familia esquelética franca sobre fragmental, activa, isotérmica	011216 (Modal)	80
										Typic Ustorthents, familia franca gruesa, activa, no ácida, isotérmica	010522 (Inclusión)	10
										Typic Ustorthents, familia esquelética franca sobre fragmental, semiactiva, no ácida, isotérmica	010502 (Inclusión)	10

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA FALLADA O DE CONVERGENCIA EROSIONAL (X)	TEMPLADO SUBHÚMEDO (Q)	Filas y vigas	Ladera	Filita, esquistos, serpentinita, anfibolita, basalto, diabasa y caliza	Suelos moderadamente superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderadamente gruesas, pH neutro, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta y media.	Consociación Cerro Curub[3]	XQD	XQDf2 XQDfp1 XQDfp2 XQDgp2	8,646	Typic Haplustolls, familia franca gruesa, micácea, superactiva, isotérmica	011104 (Modal)	75
										Entic Haplustolls, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica	010606 (Inclusión)	15
										Typic Ustorthents, familia esquelética franca, superactiva, no ácida, isotérmica	011029 (Inclusión)	5
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		5
		Lomas	Ladera	Tobas e ignimbritas	Suelos moderadamente superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderadamente gruesas, pH moderadamente ácido y ligeramente ácido, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural media.	Consociación Joya Linda	XQE	XQEdp2 XQEe2 XQEep1 XQEep2	768	Typic Haplustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica	011021 (Modal)	80
										Typic Haplustepts, familia franca fina sobre fragmental, superactiva, isotérmica	011019 (Inclusión)	15
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		5

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA FALLADA O DE CONVERGENCIA EROSIONAL (X)	TEMPLADO SUBHÚMEDO (Q)	Lomas	Ladera	Tobas e ignimbritas	Suelos superficiales, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas, presencia de fragmentos de roca en el perfil, pH moderadamente ácido y neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación La Tejara	XQF	XQFd1 XQFdp1 XQFdp2 XQFe2 XQFep1 XQFep2	929	Typic Dystrustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica	011211 (Modal)	75
										Typic Haplustolls, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isotérmica	010515 (Inclusión)	15
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10
				Filita, esquistos, serpentinita, anfibolita, basalto, diabasa y caliza	Suelos muy superficiales, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas, presencia de fragmentos de roca en el perfil, pH fuertemente ácido y ligeramente ácido, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural media.	Consociación Vuelta Grande	XQG	XQGd1 XQGdp1 XQGe1 XQGe2 XQGep1 XQGep2	3,509	Typic Ustorthents, familia esquelética franca sobre fragmental, activa, no ácida, isotérmica	011014 (Modal)	75
										Typic Ustorthents, familia fragmental, no ácida, isotérmica	011206 (Inclusión)	15
										Dystric Haplustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica	010709 (Inclusión)	10
		Mesa	Plano de mesa	Pómez	Suelos muy superficiales, drenaje natural bueno, texturas moderadamente gruesas, pH moderadamente ácido y ligeramente ácido, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Agua Caliente	XQH	XQHb1 XQHc1	65	Typic Durustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica, superficial	010405 (Modal)	85
										Typic Ustorthents, familia franca fina, superactiva, no ácida, isotérmica	010406 (Inclusión)	15

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA FALLADA O DE CONVERGENCIA EROSIONAL (X)	TEMPLADO SUBHÚMEDO (Q)	Glacis	Cuerpo de glacis	Depósitos coluvio - aluviales	Suelos moderadamente superficiales, drenaje natural bueno, texturas finas sobre moderadamente gruesas, pH neutro, materia orgánica baja, fertilidad natural muy alta.	Consociación Los Tezenes	XQI	XQIb1 XQId1 XQId2 XQIdp1 XQIdp2	991	Typic Haplustolls, familia arcillosa sobre esquelética franca, superactiva, isotérmica	011108 (Modal)	75
										Typic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica	010407 (Inclusión)	15
										Typic Haplustolls, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isotérmica	011218 (Inclusión)	10
	SEMICALIDO SUBHÚMEDO (P)	Filas y vigas	Ladera	Areniscas, lutitas, lodolitas y pómez	Suelos profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente gruesas, pH ligeramente alcalino y fuertemente alcalino, materia orgánica baja, fertilidad natural media.	Consociación Cotzibal	XPA	XPAf2 XPAfp2 XPAfpr2 XPAgp2	1,571	Typic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isohipertérmica	011010 (Modal)	75
										Pachic Haplustolls, familia arcillosa sobre esquelética franca, superactiva, isohipertérmica	011009 (Inclusión)	5
										Typic Haplustepts, familia franca gruesa, superactiva, isohipertérmica	011035 (Inclusión)	5
										Typic Ustorthents, familia franca gruesa sobre arenosa, superactiva, no ácida, isohipertérmica	011006 (Inclusión)	5
										Lithic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isohipertérmica	011044 (Inclusión)	5
										Afloramientos rocosos		5

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA FALLADA O DE CONVERGENCIA EROSIONAL (X)	SEMICALIDO SUBHÚMEDO (P)	Filas y vigas	Ladera	Areniscas, lutitas, lodolitas y pómez	Suelos profundos, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderadamente gruesas, pH neutro, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Los Mecates	XPB	XPBfp2	720	Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isohipertérmica	011024 (Modal)	75
										Typic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isohipertérmica	011113 (Inclusión)	15
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10
		Lomas	Ladera	Areniscas, lutitas y lodolitas	Suelos profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Consociación La Cumbre	XPC	XPCc2 XPCcp2 XPCdp1 XPCdp2 XPCe1 XPCe2 XPCep2 XPCepr2	1,129	Typic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isohipertérmica	011004 (Modal)	75
										Typic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isohipertérmica	011101 (Inclusión)	15
										Typic Ustorthents, familia esquelética franca, superactiva, no ácida, isohipertérmica	011016 (Inclusión)	5
										Afloramientos rocosos		5

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA FALLADA O DE CONVERGENCIA EROSIONAL (X)	SEMICÁLIDO SUBHÚMEDO (P)	Vallecito	Vega	Depósitos aluvio - coluviales	Suelos moderadamente superficiales, drenaje natural bueno, texturas moderadamente gruesas, presencia de fragmentos de roca en el perfil, pH ligeramente ácido a neutro, materia orgánica media a baja, fertilidad natural media.	Consociación Río Grande	XPD	XPDbp1 XPDbp2 XPDcp1	130	Typic Haplustolls, familia franca gruesa sobre fragmental, superactiva, isohipertérmica	011030 (Modal)	75
										Typic Haplustolls, familia arenosa, isohipertérmica	011005 (Inclusión)	15
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10
					Suelos profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas sobre gruesas, pH neutro y ligeramente alcalino, materia orgánica media y baja, fertilidad natural media.	Consociación Ruyalquen	XPE	XPEbp2	36	Typic Ustifluvents, familia franca sobre arenosa, superactiva, no ácida, isohipertérmica	011031 (Modal)	90
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10
	SEMICÁLIDO SEMISECO (W)	Filas y vigas	Ladera	Filita, esquistos, serpentinita, anfibolita, basalto, diabasa y caliza	Suelos muy superficiales, drenaje moderadamente excesivo, texturas gruesas, presencia de fragmentos de roca en el perfil, pH ligeramente alcalino y fuertemente alcalino, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación San José del Golfo	XWA	XWAfp2 XWAgp1 XWAgp2	6,245	Entic Haplustolls, familia esquelética arenosa, isohipertérmica	010402 (Modal)	75
										Typic Haplustolls, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isohipertérmica	010403 (Inclusión)	15
										Typic Ustorthents, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, no ácida, isohipertérmica	010401 (Inclusión)	10

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA FALLADA O DE CONVERGENCIA EROSIONAL (X)	SEMICÁLIDO SEMISECO (W)	Filas y vigas	Ladera	Areniscas, lutitas y lodolitas	Suelos muy superficiales, drenaje natural excesivo, texturas moderadamente gruesas, presencia de fragmentos de roca en el perfil, pH fuertemente alcalino, materia orgánica media y baja, fertilidad natural media.	Consociación El Zarzal	XWB	XWBfp2	1,304	Typic Ustorthents, familia fragmental, esmectítica, no ácida, isohipertérmica	011109 (Modal)	85
										Typic Huplustolls, familia franca fina sobre fragmental, superactiva, isohipertérmica	011213 (Inclusión)	15
				Serpentinita, peridotita, anfibolita y diabasa	Suelos moderadamente superficiales, drenaje excesivo, texturas moderadamente gruesas, presencia de fragmentos de roca en el perfil, pH neutro a moderadamente alcalino, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Rancho Ignacia	XWC	XWCfp2	2,013	Typic Haplustolls, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isohipertérmica	011208 (Modal)	75
										Typic Haplustepts, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isohipertérmica	011204 (Inclusión)	15
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10
					Suelos muy superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas, pH neutro, materia orgánica alta, fertilidad natural alta.	Consociación San Buenaventura	XWD	XWDfp1 XWDfp2	1,030	Lithic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isohipertérmica	011201 (Modal)	85
										Typic Ustorthents, familia franca fina sobre fragmental, no ácida, isohipertérmica	011219 (Inclusión)	15

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA FALLADA O DE CONVERGENCIA EROSIONAL (X)	SEMICÁLIDO SEMISECO (W)	Lomas	Ladera	Cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita	Suelos superficiales, drenaje natural bueno, texturas moderadamente gruesas, presencia de fragmentos de roca en el perfil, pH neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural media.	Consociación El Tablón	XWE	XWEdp2 XWEe2 XWEep1 XWEep2	522	Typic Ustorthents, familia esquelética franca, activa, no ácida, isohipertérmica	011212 (Modal)	75
										Typic Ustorthents familia esquelética franca, superactiva, no ácida, isohipertérmica	010408 (Inclusión)	15
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10
				Serpentinita, peridotita, anfibolita y diabasa	Suelos superficiales, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas, presencia de fragmentos de roca en el perfil, pH ligeramente alcalino y moderadamente alcalino, materia orgánica alta y media, fertilidad natural media.	Consociación El Limón	XWF	XWFd2 XWFdp1 XWFdp2 XWFe2 XWFep1 XWFep2	3,677	Typic Haplustolls, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isohipertérmica	011210 (Modal)	75
										Entic Haplustolls, familia fragmental, mezclada, isohipertérmica	011203 (Inclusión)	10
										Typic Haplustolls, familia esquelética erenosa, isohipertérmica	011214 (Inclusión)	10
										Dystric Haplustepts, familia esquelética franca sobre fragmental, activa, isohipertérmica	011217 (Inclusión)	5

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
MONTAÑA FALLADA O DE CONVERGENCIA EROSIONAL (X)	SEMICALIDO SEMISECO (W)	Lomas	Ladera	Serpentinita, peridotita, anfibolita y diabasa	Suelos moderadamente superficiales, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas, presencia de fragmentos de roca en el perfil, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Santa Rita	XWG	XWGdp2 XWGep1 XWGep2	756	Typic Haplustolls, familia esquelética franca, superactiva, isohipertérmica	011205 (Modal)	80
										Typic Haplustepts, familia esquelética franca, semiactiva, isohipertérmica	010404 (Inclusión)	20
		Vallecito	Vega	Depósitos aluvio - coluviales	Suelos muy superficiales, drenaje natural bueno, texturas gruesas, presencia de fragmentos de roca en el perfil, pH moderadamente alcalino y fuertemente alcalino, materia orgánica baja, fertilidad natural alta.	Consociación La Soledad	XWH	XWHbp1 XWHbp2 XWHc1 XWHcp1	99	Typic Haplustolls, familia esquelética arenosa sobre fragmental, isohipertérmica	011114 (Modal)	90
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10
					Suelos muy profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, pH moderadamente alcalino, materia orgánica media y baja, fertilidad natural media.	Consociación Río Motagua	XWI	XWIbp1 XWIbp2 XWIc1 XWIcp1	175	Fluventic Haplustepts, familia franca gruesa sobre arenosa, mezclada, superactiva, isohipertérmica	011202 (Modal)	90
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
LOMERÍO VOLCANO - EROSIONAL (L)	TEMPLADO SUBHUMEDO (Q)	Filas y vigas	Ladera	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	Suelos profundos, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas finas, pH ligeramente ácido, materia orgánica baja, fertilidad natural alta.	Consociación Río Naranjo	LQA	LQAep2 LQAf2	1,170	Typic Ustorthents, familia fina, semiactiva, no ácida, isotérmica	040327 (Modal)	75
										Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica	040320 (Inclusión)	10
										Typic Ustorthents, familia franca gruesa, activa, no ácida, isotérmica	011043 (Inclusión)	10
										Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica	011020 (Inclusión)	5
		Lomas	Ladera	Tobas e ignimbritas	Suelos moderadamente profundos, drenaje natural moderado, texturas muy finas, pH moderadamente ácido y ligeramente ácido, materia orgánica baja, fertilidad natural alta.	Consociación El Molino	LQB	LQBc1 LQBcp1 LQBd1	43	Typic Dystrustepts, familia muy fina, superactiva, isotérmica	040350 (Modal)	75
										Typic Haplustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica	040321 (Inclusión)	15
										Typic Ustifluvents, familia franca gruesa, semiactiva, no ácida, isotérmica	011018 (Inclusión)	10
		Vallecito	Vega	Depósitos aluvio - coluviales	Suelos profundos, drenaje natural moderado, texturas moderadamente finas sobre finas, pH moderadamente ácido y neutro, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Consociación El Carrizal	LQC	LQCbp1 LQCbp2 LQCcp1 LQCcp2	61	Typic Dystrustepts, familia franca fina sobre arcillosa, subactiva, isotérmica	040308 (Modal)	90
										Typic Ustipsamments, familia no ácida, isotérmica	011007 (Inclusión)	10

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
ALTIPLANO HIDRO - VOLCÁNICO (A)	SEMIFRIO HUMEDO (S)	Lomas	Ladera	Tobas e ignimbritas	Suelos profundos, drenaje natural bueno, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación El Manzanillo	ASA	ASAd1 ASAe1 ASAe2	130	Andic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, isotérmica	010806 (Modal)	90
										Andic Haplustolls, familia medial sobre arcillosa, isotérmica	030901 (Inclusión)	10
		Terraza	Plano de terraza	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	Suelos profundos, drenaje natural bueno, texturas gruesas, pH neutro, materia orgánica baja, fertilidad natural alta.	Consociación Tres Cruces	ASB	ASBb1 ASBc1	153	Typic Haplustolls, familia arenosa, isotérmica	011508 (Modal)	80
										Andic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, isotérmica	010901 (Inclusión)	20
		Cañones y Cañadas	Ladera	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	Suelos superficiales, drenaje natural bueno, texturas moderadamente gruesas, pH neutro, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Grupo indiferenciado Río Xaltayá	ASC	ASCf3	278	Typic Ustorthents, familia franca gruesa, amórfica, superactiva, no ácida, isotérmica	030607 (Modal)	
										Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica	040704 (Modal)	
	TEMPLADO SUBHUMEDO (Q)	Domo	Ladera	Tobas e ignimbritas	Suelos moderadamente profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Cerro El Naranjo	AQA	AQAd2 AQAe1 AQAep1 AQAe2	597	Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica	010801 (Modal)	80
										Typic Humustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica	010316 (Inclusión)	20

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
ALTIPLANO HIDRO - VOLCÁNICO (A)	TEMPLADO SUBHUMEDO (Q)	Lomas	Ladera	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	Suelos moderadamente profundos, drenaje natural bueno, texturas finas, pH neutro, materia orgánica baja, fertilidad natural alta.	Consociación Ojo de Agua[4]	AQB	AQBc AQBc1 AQBd AQBd1 AQBdp1 AQBd2 AQBe1 AQBe2	10,903	Typic Dystrustepts, familia fina, superactiva, isotérmica	011303 (Modal)	75
										Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica	011001 (Inclusión)	15
										Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica	011028 (Inclusión)	10
					Suelos moderadamente superficiales, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas sobre finas, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Monte Bello	AQC	AQCd1 AQCe1	624	Vertic Haplustalfs, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica	011307 (Modal)	90
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10
				Cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita	Suelos moderadamente profundos, drenaje natural bueno, texturas finas, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Pamocá	AQD	AQDd1 AQDd2 AQDe1	1,934	Typic Humustepts familia fina, superactiva, isotérmica	011105 (Modal)	75
										Typic Ustorthents, familia franca fina, superactiva, no ácida, isotérmica	011033 (Inclusión)	15
										Typic Ustorthents, familia fragmental, isotérmica	011111 (Inclusión)	5
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		5

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
ALTIPLANO HIDRO - VOLCÁNICO (A)	TEMPLADO SUBHUMEDO (Q)	Lomas	Ladera	Cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita	Suelos moderadamente superficiales, drenaje natural bueno, texturas moderadamente gruesas, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Lo de Boc	AQE	AQEc1 AQEd1	333	Ultic Haplustalfs, familia franca gruesa, mezclada, superactiva, isotérmica	011110 (Modal)	80
										Typic Dystrustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica	011103 (Inclusión)	20
		Terraza	Plano de terraza	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	Suelos moderadamente profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica baja, fertilidad natural alta.	Consociación Valle de La Ermita	AQF	AQFa AQFa1 AQFb AQFb1 AQFb2 AQFc AQFc1 AQFc2	18,223	Pachic Haplustolls, familia franca fina, mezclada, superactiva, isotérmica	011501 (Modal)	75
										Typic Durustepts, familia franca fina, mezclada, superactiva, isotérmica	011112 (Inclusión)	15
										Vertic Haplustalfs, familia franca fina, superactiva, isotérmica	010312 (Inclusión)	10
					Suelos superficiales, drenaje natural moderado, texturas moderadamente finas, pH moderadamente ácido y ligeramente ácido, materia orgánica baja, fertilidad natural media.	Consociación Los Guajes	AQG	AQGb1 AQGc1	1,680	Vertic Haplustalfs, familia franca fina, superactiva, isotérmica	010104 (Modal)	75
										Ultic Haplustalfs, familia franca fina, superactiva, isotérmica	011311 (Inclusión)	15
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
ALTIPLANO HIDRO - VOLCÁNICO (A)	TEMPLADO SUBHUMEDO (Q)	Terraza	Plano de terraza	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	Suelos moderadamente profundos, drenaje natural moderado, texturas finas, pH neutro y ligeramente alcalino, materia orgánica media y abaja, fertilidad natural alta.	Consociación Mindanao	AQH	AQHb1 AQHc1 AQHcp1	1,066	Ultic Haplustalfs, familia fina, mezclada, activa, isotérmica	011015 (Modal)	75
										Inceptic Haplustalfs, familia fina, superactiva, isotérmica	011115 (Inclusión)	15
										Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica	011022 (Inclusión)	10
					Suelos profundos, drenaje natural bueno, pH neutro, materia orgánica alta, fertilidad natural alta.	Consociación El Codo	AQI	AQIb1 AQIb2 AQIc2 AQIcp1	2,095	Humic Haplustands, familia medial, isotérmica	011632 (Modal)	75
										Humic Haplustands, familia esquelética medial, isotérmica	011635 (Inclusión)	15
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10
		Glacis	Cuerpo de glacis	Depósitos coluvio - aluviales	Suelos moderadamente superficiales, drenaje natural bueno, pH ligeramente ácido, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Consociación El Farito	AQJ	AQJd1	105	Typic Haplustolls, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica	011302 (Modal)	90
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográicas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
ALTIPLANO HIDRO - VOLCÁNICO (A)	TEMPLADO SUBHUMEDO (Q)	Cañones y Cárcavas	Ladera	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	Suelos moderadamente superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas, pH fuertemente ácido y moderadamente ácido, materia orgánica baja, fertilidad natural alta.	Grupo indiferenciado Río Poxol	AQK	AQKe3 AQKf3	1,227	Typic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica	011002 (Modal)	
										Typic Ustorthents, familia franca gruesa sobre arenosa, superactiva, no ácida, isotérmica	011107 (Modal)	
										Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica	011116 (Modal)	
		Vallecito	Vega	Depósitos aluvio - coluviales	Suelos profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente gruesas, pH fuertemente ácido y ligeramente ácido, materia orgánica baja, fertilidad natural media.	Consociación Villalobos	AQL	AQLbp1 AQLc1 AQLcp1 AQLc2	1,225	Typic Dystrustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica	010107 (Modal)	75
										Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica	011620 (Inclusión)	15
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10
	TEMPLADO HÚMEDO (B)	Domo	Ladera	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	Suelos superficiales, drenaje natural bueno, pH ligeramente ácido, materia orgánica alta, fertilidad natural media.	Complejo Cerro Alto	ABA	ABAdp1 ABAep1	531	Lithic Haplustands, familia medial, isotérmica	011613 (Modal)	50
										Coladas de lava		40
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
ALTIPLANO HIDRO - VOLCÁNICO (A)	TEMPLADO HÚMEDO (B)	Lomas	Ladera	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	Suelos moderadamente profundos, drenaje natural moderado, texturas finas, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Arrazola	ABB	ABBd1 ABBd2 ABBe1 ABBe2	1,680	Typic Humustepts, familia fina, mezclada, activa, isotérmica	011306 (Modal)	75
										Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica	010201 (Inclusión)	15
										Vertic Haplustalfs, familia arcillosa sobre franca, activa, isotérmica	010308 (Inclusión)	10
					Suelos superficiales, drenaje natural bueno, pH neutro, materia orgánica alta, fertilidad natural alta.	Consociación La Cabaña	ABC	ABCcp1 ABCd1 ABCdp1 ABCdp2 ABCep1	465	Humic Haplustands, familia esquelética medial, isotérmica	011616 (Modal)	75
										Typic Humustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica	011624 (Inclusión)	20
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		5

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográica y nombre vernáculo	Simbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
ALTIPLANO HIDRO - VOLCÁNICO (A)	TEMPLADO HÚMEDO (B)	Abanico -terraza	Cuerpo de abanico	Tefras, pómez y lodos	Suelos moderadamente profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente gruesas, pH moderadamente ácido y neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Agua Tibia	ABD	ABDc1 ABDcp1 ABDd1 ABDdp1	499	Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica	010318 (Modal)	75
										Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica	010324 (Inclusión)	10
										Pachic Haplustolls, familia franca guresa, superactiva, isotérmica	010518 (Inclusión)	10
										Typic Ustorthents, familia esquelética arenosa sobre fragmental, no ácida, isotérmica	010534 (Inclusión)	5
			Talud de abanico	Tefras, pómez y lodos	Suelos profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas sobre finas, pH ligeramente ácido, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Aceitillal	ABE	ABEe2	31	Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica	010321 (Modal)	75
										Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica	010331 (Inclusión)	20
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		5

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
ALTIPLANO HIDRO - VOLCÁNICO (A)	TEMPLADO HÚMEDO (B)	Terraza	Plano de terraza	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	Suelos profundos, drenaje natural bueno, pH moderadamente ácido y neutro, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Cosociación Ciénaga Grande	ABF	ABFb1 ABFb2 ABFc1	2,187	Andic Humustepts, familia medial, isotérmica	010326 (Modal)	80
										Inceptic Haplustalfs, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica	010307 (Inclusión)	10
										Inceptic Haplustalfs, familia franca fina, superactiva, isotérmica	010306 (Inclusión)	10
					Suelos moderadamente superficiales, drenaje natural bueno, texturas moderadamente gruesas sobre finas, pH moderadamente ácido y ligeramente ácido, materia orgánica alta a baja, fertilidad natural alta.	Consociación Jocotillo	ABG	ABGb1 ABGbp1 ABGb2 ABGc1 ABGcp1	2,075	Vitrandic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, amórfica, isotérmica	011634 (Modal)	90
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10
					Suelos moderadamente profundos, drenaje natural imperfecto, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación El Granizo	ABH	ABHcp1	212	Humic Haplustands, familia medial, isotérmica	011628 (Modal)	90
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10

Continúa…

Paisaje Y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
ALTIPLANO HIDRO - VOLCÁNICO (A)	TEMPLADO HÚMEDO (B)	Terraza	Bajo de terraza	Depósitos aluvio - coluviales	Suelos muy superficiales, drenaje natural muy pobre, texturas muy finas, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación La Lagunilla	ABI	ABlaz	11	Fluvaquentic Humaquepts, familia muy fina, superactiva, isotérmica	011621 (Modal)	100
			Talud de terraza	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	Suelos profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación El Potrerón	ABJ	ABJd2 ABJe1	161	Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica	010328 (Modal)	75
										Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica	011308 (Inclusión)	15
										Otros suelos no identificados a la escala de estudio		10
		Cañones y cañadas	Ladera	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	Suelos superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas, pH moderadamente ácido y ligeramente ácido, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Grupo indiferenciado La Cuya[5]	ABK	ABKe3 ABKf3 ABKfp3	2,257	Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica	010317 (Modal)	
										Typic Dystrustepts, familia franca fina, activa, isotérmica	011305 (Modal)	
										Typic Ustorthents familia franca fina sobre fragmental, superactiva, no ácida, isotérmica	010310 (Modal)	

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
ALTIPLANO HIDRO - VOLCANICO (A)	TEMPLADO HÚMEDO (B)	Vallecito	Vega	Depósitos aluvio - coluviales	Suelos moderadamente profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas, pH fuertemente ácido y moderadamente ácido, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Las Flores	ABL	ABLb1 ABLc1 ABLcp1	170	Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica	010327 (Modal)	75
										Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica	011309 (Inclusión)	15
										Inceptic Haplustalfs, familia arcillosa sobre franca fina, superactiva, isotermica	010320 (Inclusión)	10
	TEMPLADO SUBHÚMEDO A TEMPLADO HÚMEDO (C)	Cañones y cañadas	Ladera	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	Suelos profundos, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas sobre finas, pH fuertemente ácido y neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Grupo indiferenciado Barrancos de Guatemala	ACA	ACAd3 ACAe3 ACAep3 ACAf3	20,122	Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, mezclada, superactiva, isotérmica	011304 (Modal)	
										Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica	011503 (Modal)	
										Typic Dystrustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica	010325 (Modal)	
										Dystric Haplustands, familia medial, isotérmica	011310 (Modal)	
				Tobas e ignimbritas	Suelos profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas sobre gruesas, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Grupo indiferenciado El Morro	ACB	ACBe3 ACBep3	1,023	Typic Humustepts, familia franca fina sobre arenosa, superactiva, isotérmica	011615 (Modal)	
										Andic Humustepts, familia medial sobre arenosa, isotérmica	011622 (Modal)	

Continúa…

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)							
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
PLANICIE FLUVIO - LACUSTRE (F)	TEMPLADO SUBHUMEDO (Q)	Abanico aluvial	Cuerpo de abanico	Tefras, pómez y lodos	Suelos moderadamente superficiales, drenaje natural moderado, texturas moderadamente gruesas, pH neutro y moderadamente alcalino, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Amatitlán	FQA	FQAb1	1,388	Pachic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica	011403 (Modal)	80
										Typic Ustifluvents, familia esquelética arenosa sobre franca, superactiva, isotérmica	011411 (Inclusión)	20
	SEMICÁLIDO SUBHUMEDO (P)	Abanico aluvial	Cuerpo de abanico	Tefras, pómez y lodos	Suelos profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas sobre gruesas, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica alta y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Los Laureles	FPA	FPAa1	569	Typic Humustepts, familia franca fina sobre arenosa, mezclada, superactiva, isohipertérmica	011633 (Modal)	80
										Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isohipertérmica	011636 (Inclusión)	20
					Suelos profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas, pH neutro, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Brisas del Valle	FPB	FPBa1 FPBb1	842	Fluventic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isohipertérmica	011627 (Modal)	80
										Typic Humustepts, familia franca gruesa, mezclada, superactiva, isohipertérmica	011618 (Inclusión)	20
					Suelos profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica media y baja, fertilidad natural alta.	Consociación Santa Teresa	FPC	FPCb1	217	Fluventic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isohipertérmica	011640 (Modal)	80
										Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isohipertérmica	011610 (Inclusión)	20

Continúa…





Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de las áreas de no suelos	Unidades cartográicas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Periles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
ÁREAS DE NO SUELOS					Están constituidas por partículas de lava solidificada y materiales piroclásticos como bombas, lapilli, ceniza y polvo volcánico, expulsados por un conducto o cráter central debido a las explosiones por acumulación de gases.	Áreas de Tierras de Ceniza Suelta	TC	TC	127	Área de no suelo		100
					Se manifiestan en superficie debido a las emisiones recientes de flujos de lavas viscosas. Las coladas de lava más antiguas aparecen cubiertas parcialmente por suelos superficiales, los cuales se han ido formando a través del tiempo a partir de materiales piroclásticos como tefras, ceniza volcánica y pómez.	Áreas de Coladas de Lava Actual	CL	CL	125	Área de no suelo		100
					Áreas afectadas por erosión de grado severo y muy severo. Entre los escurrimientos existen pequeñas áreas con suelos muy superficiales, con buen dreanje a excesivamente drenados.	Áreas Misceláneas Erosionadas	ME	ME	59	Área de no suelo		100
					Áreas cosntituidas por diversos materiales geológicos, que son extraidos para la elaboración de diversas actividades.	Áreas de Canteras	CN	CN	541	Área de no suelo		100
					Áreas constituidas por agua, ubicadas dentro del área de estudio	Cuerpos de agua	CA	CA	1,584	Área de no suelo		100
Área Total (ha):									**220,450**			

Continúa…

Explicación de los símbolos	Letras Mayúsculas:	Primera Letra	Paisaje: M = (Montaña volcano - erosional); L = (Lomerío volcano-erosional); X = (Montaña fallada de convergencia erosional); A = (Altiplano hidro - volcánico) y F = (Planicie fluvio-lacustre).
		Segunda Letra	Clima: P = (Semicálido subhúmedo); W = (Semicálido semiseco); Q = (Templado subhúmedo); B = (Templado húmedo); S = (Semifrío húmedo); J = (Frío húmedo); Z = (Extremadamente frío húmedo) y C = (Letra utilizada para unidades que están en más de un tipo de clima ambiental).
		Tercera Letra	Unidad cartográfica de suelos y contenido pedológico
	Letras Minúsculas:	a, b, c, d, e, f, g	Grado de inclinación del terreno: a = (0-3%), b = (3-7%), c = (7-12%), d = (12-25%), e = (25-50%), f = (50-75%) y g = (>75%).
		p:	Pedregosidad superficial.
		r:	Afloramientos rocosos.
		z:	Encharcamientos.
Observaciones:	*Se describen las características principales del suelo representativo o del suelo dominante (modal), el cual aparece encabezando la columna del suelo clasificado o el que tiene mayor porcentaje. Ejemplo: el suelo representativo de la Consociación Cerro Grande, es el Vitrandic Humustepts, familia cenizal sobre arenosa, amórfica, isomésica, el cual tiene el 80% de la unidad cartográfica de suelos.		
	El suelo modal es el suelo representativo o el que más domina en cada unidad cartográfica de suelos (cubre mayor área).		
	El suelo inclusión o inclusiones, corresponde a los otros suelos identificados en la unidad cartográfica, pero que no son dominantes en la misma		
	Los perfiles que inician con el código 04 fueron tomados en el departamento de Chimaltenango y los que inician con el código 03 se tomaron en el departamento de Sacatepéquez.		
	El 5 o 10% de suelos faltantes en las unidades cartográficas de suelos, corresponden a otros suelos, que no fueron muestreados. En la columna cinco (5) se hace referencia es al material parental y no a las rocas del substrato geológico, estos constituyen el material parental si no están recubiertos por tefras u otros materiales.		
	Perfiles réplicas: Consociación Pueblo Nuevo[1] perfil 010530 (réplica 010301); Consociación Tres Sabanas[2] perfil 011106 (réplicas 011026, 010710, 011038), perfil 010706 (réplica 011023), perfil 011034 (réplica 011008); Consociación Cerro Curub[3] perfil 010606 (réplica 010601); Consociación Ojo de Agua[4] perfil 011028 (réplica 010206) y Grupo indiferenciado La Cuya[5] perfil 010317 (réplica 010319). Descripción morfológica y cuadros de resultados en Anexo B. La descripción morfológica de estos perfiles y los cuadros de resultados están en el anexo B.		
	Los superíndices 1, 2 y 3 se asignaron a las tres últimas unidades del clima templado subhúmedo (MQZ[1], MQZ[2] y MQZ[3]), en el paisaje de montaña volcano-erosional, debido a no contar ya con más letras del abecedario.		





4.3 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS Y SUS COMPONENTES TAXONÓMICOS

La unidad cartográfica de suelos es el conjunto de todas las delineaciones o polígonos de suelos que están identificados por un mismo símbolo. En este levantamiento de suelos se utilizó en su mayor parte la "consociación" de suelos, pero también fueron identificados "complejos" y "grupos indiferenciados", los que tienen las siguientes características:

- ***Consociación:*** unidad cartográfica constituida al menos, en un 75% por una clase dominante de suelos y el 25% restante, corresponde a otros suelos denominados "inclusiones".
- ***Complejo:*** es una agrupación de dos o más suelos diferentes o áreas misceláneas, que se presentan en un patrón geográfico conocido y que no se pueden separar a la escala cartográfica del presente estudio.
- ***Grupo Indiferenciado:*** unidad cartográfica compuesta por dos o más suelos, los cuales no presentan distribución, ni proporción uniforme. Los suelos se nombran pero no se separan, dado que su uso principal no lo amerita.

Las inclusiones que conforman las unidades cartográficas de suelos son descritas someramente en el Anexo B.

En la leyenda de suelos, las unidades cartográficas se han ordenado por paisajes, comenzando por montaña volcano - erosional; montaña fallada o de convergencia erosional; lomerío volcano - erosional; altiplano hidro – volcánico; planicie fluvio – lacustre y por último, las áreas de no suelos. La descripción de las unidades cartográficas y de sus componentes taxonómicos, se realiza conforme al siguiente orden: en primer lugar se identifican los lugares geográficos donde se encuentran las unidades, se identifica los centros poblados, las aldeas, caseríos, parajes, fincas, labores y el municipio al que pertenecen. Se cuantifica el área de las unidades cartográficas en hectáreas y su porcentaje en relación con el área departamental.

Posteriormente, se describe el medio biofísico. Se define el clima predominante en la unidad, la descripción está compuesta por el rango de temperatura media anual (denominado "jerarquía de temperatura"), el rango de precipitación media anual (denominado "provincias de humedad") y el nombre del tipo de clima que surge por método de clasificación del clima con el método de "Thornthwaite" adaptado por la UPGGR (2009). Las UCS se organizan dentro de cada paisaje comenzando desde el clima ambiental de menor temperatura, hasta el de mayor temperatura, o desde los pisos altitudinales de mayor altitud, a los de menor altitud. Asimismo, se determina el rango de altitud sobre el nivel del mar. Los rangos están constituidos por valores máximos y mínimos de los elementos analizados dentro de los polígonos que componen las UCS.

Además, se describe la zona de vida según el "Sistema Holdridge" (De La Cruz, 1,983) y se identifican las especies indicadoras; asimismo, se menciona el material parental que ha dado origen al suelo y se describe el paisaje, el tipo de relieve y la forma del terreno. Se incluyen fotografías y gráficas del perfil modal del suelo, así como del paisaje donde se encuentra.

Expresados estos elementos, se identifica la taxonomía del suelo dominante, a nivel de "familia" debido a que el estudio se realiza a nivel de semidetalle (escala cartográfica1:50,000). Se identifican las fases que se encuentran en esa unidad cartográfica de suelos y se cuantifica su extensión en hectáreas.

Si se toma como ejemplo la unidad cartográfica AQF, esta incluye los siguientes aspectos:

- **Símbolo:** AQF.

- **Consociación:** Valle de la Ermita (nombre vernáculo).
- **Suelo dominante:** Pachic Haplustolls, familia fina, mezclada, superactiva, isotérmica; esta denominación incluye las siguientes categorías:
- **Orden:** Haplustolls;
- **Suborden:** Ustolls;
- **Gran Grupo:** Haplustolls;
- **Subgrupo:** Pachic Haplustolls y
- **Familia: "**Fina, mezclada, superactiva, isotérmica"; familia "fina" por distribución de partículas; familia "mezclada" debido a que la fracción arcillosa o fina contiene por materiales diferentes; familia "superactiva" indica la capacidad de intercambio catiónico dividida por el porcentaje de arcilla que tiene el suelo y familia por temperatura edáfica "isotérmica", quiere decir que la temperatura del suelo oscila entre 15 a 22 °C.

Posteriormente se nombran las fases que posee este suelo. Ejemplo de una fase de esta Consociación es la siguiente:

- **AQFc1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), y erosión de grado ligero (1,924 ha).

Posteriormente, se describe en la unidad cartográfica, el perfil o los perfiles más representativos (modal del suelo o suelos dominantes), se incluyen los cuadros de resultados de los análisis de laboratorio (variables físicas, químicas y mineralógicas del suelo), así como las pruebas de infiltración (si las hubiere). Los resultados de laboratorio se interpretan y se le añaden las principales recomendaciones de uso y manejo. Se concluye la descripción con la inclusión de la clasificación de tierras por su capacidad de uso.

A continuación se describen las UCS y sus componentes taxonómicos derivados del levantamiento semidetallado de suelos (Escala 1:50,000).

4.3.1 Suelos del paisaje montaña volcano - erosional (M)

El paisaje de montaña volcano – erosional es el dominante en el departamento, con **104,160** hectáreas (ha), equivalentes al **47.24** % de la superficie total. Se encuentra en la jurisdicción de todos los municipios del departamento, excepto en el Municipio de Chuarrancho. Este paisaje forma parte de la cadena volcánica y se ubica en las denominadas "Tierras Altas Volcánicas" que se localizan desde la frontera con México hasta las fronteras con Honduras y El Salvador. La elevación mínima se encuentra en la parte sur del departamento, en el municipio de Villa Canales, con 275 msnm y su elevación máxima corresponde al denominado Cerro Grande con 2,570 msnm; este paisaje limita por el norte con el paisaje de montañas falladas de convergencia erosional, al sur encierra el paisaje de planicie fluvio – lacustre, al este encierra el paisaje de altiplano hidro-volcánico y al oeste con el paisaje de lomerío volcano – erosional.

Estas montañas se han formado a partir de numerosas y constantes erupciones volcánicas y por procesos erosivos. La actividad volcánica ha aportado materiales piroclásticos heterogéneos como tefras, ceniza, lapilli, bombas, lavas y lodos volcánicos. En las cimas de los conos se presentan áreas misceláneas de tierra de ceniza (TC) y coladas de lava (CL), seguidas por suelos de bajo desarrollo genético, debido a las condiciones climáticas y a los aportes constantes de materiales piroclásticos. A medida que se desciende por las laderas de los volcanes aparecen suelos más desarrollados.

En el Cuadro 4.3 se presentan los tipos de clima ambiental determinados en el paisaje de montaña volcano–erosional.

Cuadro 4.3 Tipos de clima ambiental presentes en el paisaje de montaña volcano–erosional

Clima	Código en el mapa	Rango de temperaturas (ºC)	Rango de altitud (msnm)	Rango de precipitaciones (mm)	Supericie (ha)	%
Frío húmedo	J	10 a 14.2	2,300 a 2,700	1,001 a 2,000	188	0.18
Semifrío húmedo	S	14.3 a 17.0	1,800 a 2,300	1,001 a 2,000	24,649	23.66
Templado húmedo	B	17.1 a 20.7	1,000 a 1,800	1,001 a 2,000	12,129	11.64
Templado subhúmedo	Q	17.1 a 20.7	1,000 a 1,800	601 a 1,000	58,656	56.31
Semicálido subhúmedo	P	20.8 a 24.3	600 a 1,000	1,001 a 2,000	1,849	1.78
Semifrío húmedo a templado subhúmedo; templado húmedo a templado subhúmedo; templado húmedo a semicálido subhúmedo	C	-	-	-	6,689	6.42
Total					**104,160**	**100.00**

Fuente: UPGGR-MAGA, 2009

Los tipos de relieve presentes en el paisaje montaña volcano - erosional son: estrato-volcán, domos, filas y vigas, lomas, mesas, escarpes, cañones y cañadas, glacís, vallecitos y plano de inundación. Las principales formas de terreno identificadas son: laderas; cuerpo de glacís, plano de mesa, escarpe, reborde de lago y vega.

Entre los principales materiales parentales identificados, resaltan: tefras (cenizas volcánicas); basaltos, andesitas y dacitas; tobas e ignimbritas; cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita; calizas; pómez; depósitos coluvio-aluviales y depósitos aluvio–coluviales.

Respecto a la clasificación de suelos según la taxonomía norteamericana (Soil Survey Staff, 2014) los principales órdenes encontrados son: Inceptisoles con el 53.4% de la superficie del paisaje; Molisoles con el 22.24%; Andisoles con el 22.17%; Entisoles con el 2.20% y Alfisoles con el 0.03% de la superficie.

De acuerdo con los análisis de las propiedades ***físicas, químicas, mineralógicas e hidrodinámicas (infiltración),*** realizados, estos suelos presentan las siguientes características:

A. Propiedades físicas:

- **Grupos texturales horizonte A:** influyen sobre el movimiento del agua en el suelo, disponibilidad de nutrientes y la erosión, indican la proporción de arenas (fragmentos minerales con diámetro entre 2.0 y 0.05 mm), limos (partículas con diámetro entre 0.05 y 0.002 mm) y arcillas (partículas con diámetro menor de 0.002 mm), que presenta el horizonte superficial del suelo. Con respecto a la textura de los suelos del paisaje, el 88.2% de los suelos posee texturas medias y el 11.8% de los suelos texturas gruesas. Fueron evaluados por método de campo para Andisoles e intergrados ándicos y por método de laboratorio para los otros suelos.

- **Estructura horizonte A:** indica la forma en la que las partículas del suelo se encuentran agregadas, el 97.8% de los suelos del paisaje presenta bloques subangulares, de consistencia friable, lo que indica que se pueden desagregar fácilmente, el 0.9% presenta bloques angulares, de consistencia firme y el 1.2% de los suelos presentan estructura granular, de consistencia friable y débil.

- **Densidad aparente horizonte A:** indica la relación del peso y volumen del suelo, tomando en cuenta el espacio ocupado por el aire y/o el agua, un valor muy bajo indica que los suelos son livianos, un valor alto indica suelos pesados. Con respecto a la densidad aparente de los suelos del paisaje, el 55.4% de los suelos presentan densidad aparente muy baja, el 34.0% densidad baja y el 10.6% densidad media.

- **Densidad real horizonte A:** indica la relación del peso y volumen del suelo, sin tomar en cuenta el espacio ocupado por el aire y/o el agua. Con relación a la densidad real, el 91.0% presenta valores bajos, el 8.9% presenta valores medios y el 0.06% valores altos.

- **Profundidad efectiva:** indica el espesor en el cual las raíces pueden penetrar para obtener agua y nutrientes: el 46.4% de los suelos son profundos, el 25.7% son moderadamente profundos, el 20.2% son moderadamente superficiales y el 0.61% muy superficiales.

- **Drenaje natural:** indica el movimiento del agua en el suelo; el 59.5% de los suelos presenta drenaje moderadamente excesivo, el 38.7% bien drenado (bueno), el 1.5% moderado y el 0.2% excesivo.

- **Pedregosidad superficial:** indica el porcentaje de fragmentos de roca (> a 2 mm de diámetro) que yacen en superficie y los que están parcialmente enterrados; el 24.6% presentan mediana pedregosidad, el 7.7% abundante pedregodsidad, el 3.3% mediana pedregosidad, el 0.8% muy abundante y el 62.5% no presentan pedregosidad.

B. Propiedades químicas:

- **Capacidad de intercambio de cationes (CIC):** este término indica la capacidad del suelo de absorber e intercambiar nutrientes como calcio, magnesio, potasio y otros. Respecto a esta característica, el 68.5% de los suelos del paisaje presentan valores altos, el 30.5% valores medios y el 1.0% presenta valores bajos.

- **Saturación de bases (SB):** este término indica la presencia de los cationes K, Ca, Mg y Na, su presencia o ausencia en el suelo dependen directamente del pH, cuando el pH es ácido, la SB saturación es baja y cuando el pH tiende a la neutralidad la SB es alta. Con respecto a la saturación de bases de los suelos del paisaje, el 41.8% de ellos presentan valores altos, el 35.4% valores medios y 22.8% valores bajos.

- **Carbono orgánico (CO):** El carbono orgánico es el principal elemento componente de la materia orgánica, ya que representa del 48 al 59% de su peso, por la dificultad de determinar la materia orgánica del suelo, se obtiene el porcentaje de carbono orgánico y se multiplica por el factor de conversión de 1.9, si se quiere conocer el dato de M.O. Con respecto a la presencia de carbono orgánico en los suelos del paisaje, el 65.0% de ellos presentan valores bajos, el 33.3% valores medios y el 1.8% valores altos.

- **Potencial de hidrógeno (pH):** indica el grado de acidez o basicidad del suelo e influye en la solubilidad y disponibilidad de los nutrientes para las raíces de las plantas, estos se agruparon en tres rangos para

una mejor comprensión así: *no limitantes* con el 29.0% para los neutros (pH 6.6 - 7.3); *intermedios* con el 47.7% para los de moderada a ligeramente ácidos (pH 5.5 - 6.5) y ligera a moderadamente alcalinos (pH 7.4 - 8.4), y *limitantes c*on el 23.4% para los fuertemente ácidos (pH <5.5) y fuertemente alcalinos (pH >8.5).

- **Fertilidad natural:** indica la capacidad de suministrar nutrientes y condiciones necesarias para el desarrollo de las plantas. En los suelos del paisaje, el 64.6% presenta valores altos, el 27.5% valores medios y el 7.9% valores bajos.

C. Propiedades mineralógicas: se extrajeron muestras de los suelos más representativos para caracterizar los minerales presentes, tanto de la fracción arcilla como de la fracción arena, los resultados se muestran a continuación:

- **Fracción arcilla:** la identificación de los minerales presentes en la fracción arcilla se relaciona con la *fertilidad actual* de los suelos; los minerales encontrados en esta fracción son los siguientes: *dominantes* (>50%) de materiales no cristalinos (amorfos); *abundantes* (30 - 50%) en feldespatos, micas, caolinita; *comunes* (15-30%) haloisita; *presentes (*5-15%) intergrados 2:1 – 2:2, esmectitas (montmorillonita), lepidocracia y *trazas* (<5%) de interestratificados.

- **Fracción arena:** la identificación de los minerales presentes en la fracción arena se relaciona con la *fertilidad potencial (a futuro)* de los suelos; los minerales encontrados en esta fracción son los siguientes: *abundantes* con un 43.4% feldespatos; *comunes* con un 16.0% fragmentos de toba; *presentes* con un 14.1%, vidrio volcánico y biotita; además, se encuentran *trazas* (<5%) de cuarzo, hiperstena, muscovita, magnetita, hematita y fragmentos líticos.

D. Infiltración: esta es una propiedad física hidrodinámica que se mide por la "velocidad de entrada vertical del agua a través de los poros del suelo, por unidad de tiempo"; fueron realizadas velocidad de infiltración "rápida".

Los grupos texturales, la estructura, la densidad aparente, la densidad real, la capacidad de intercambio de cationes, la saturación de bases, el carbono orgánico y el potencial de hidrógeno se tomaron con datos hasta 50 cm (Ver Capítulo 7. Aplicaciones y Anexo A. Metodología).

SÍNTESIS

Los suelos del paisaje de montaña volcano-erosional, presentan una adecuada proporción de arenas, limos y arcillas, que se reflejan en el dominio de texturas medias; en la estructura dominan los bloques subangulares de pruebas de infiltración en algunas unidades del paisaje, dando como resultado una consistencia friable (las de mejor desempeño); respecto a la densidad aparente predomina la baja y muy baja; la densidad real es baja, lo que indica que los suelos son livianos, frágiles y requieren de un manejo adecuado en la labranza para no destruirlos; dominan los suelos profundos y moderadamente profundos. Respecto al drenaje natural, domina el moderadamente excesivo; estas condiciones permiten que los suelos tengan buena aireación, adecuada retención de humedad y un buen movimiento del agua en el suelo.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta, valores que son adecuados para la retención e intercambio de nutrientes útiles para las plantas; la saturación de bases (SB), predominan los valores moderados y bajos; el contenido de carbono orgánico (CO), es bajo, su presencia se relaciona con la CICA y con el suministro parcial de nutrientes a las plantas, por lo cual debe suplementarse; el pH no es un factor que limite la productividad de las tierras, los valores limitantes de pH alcanzan únicamente el 23.4% de ellas, en las que deben hacerse correcciones a nivel local. La fertilidad natural es media a alta, que se traduce en buena disponibilidad de nutrientes para el desarrollo vegetativo.

Los minerales del suelo aportan y dejan libres los nutrientes, los cuales absorben las plantas en su proceso de desarrollo y crecimiento; en la fracción arcilla dominan los materiales no cristalinos o amorfos de tipo alofánico de origen volcánico, los cuales son muy importantes por la fertilidad actual alta que presentan los suelos, sin embargo también adsorbe los fosfatos, por lo cual deben hacerse adiciones de estos minerales para las plantas. Los minerales presentes en las arenas se relacionan con la fertilidad potencial (a futuro) del suelo, esta es alta en el paisaje, ya que las arenas presentan minerales que al desintegrarse, heredan al suelo elementos importantes para la nutrición vegetal.

Los cultivos limpios en pendientes muy inclinadas y los bajos contenidos de materia orgánica indican deficiencias en el manejo del suelo que afectan la estructura, el movimiento del agua y la incorporación de nutrientes, lo que incrementa el riesgo de erosión y la pérdida de productividad de los suelos.

En el paisaje de montaña volcano–erosional, se realizan cultivos para el autoconsumo y pequeñas ventas locales como granos básicos (maíz, fríjol), hortalizas (acelga, arveja china, ejote francés, chile, tomate, cebolla, zanahoria, brócoli) y cultivos para la exportación como el café. Para el mercado local se cultivan también durazno, aguacate hass y flores. En este paisaje, se identificaron 65 unidades cartográficas de suelos, las cuales se describen en detalle a continuación:

4.3.1.1 Unidad MJA

Consociación Cerro Grande: Vitrandic Humustepts, familia cenizal sobre arenosa, amórfica, isomésica, perfil modal 011407.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones del Cerro Grande en el municipio de Amatitlán. La unidad cartográfica abarca una extensión de 140 hectáreas. En la Figura 4.1, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.1 Estrato-volcán con pastos naturales y arbustos dispersos en el Cerro Grande. Municipio de Amatitlán (Foto: W. González, 2011)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "frío húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 12.1 °C; 1,037 mm de precipitación y una altitud media de 2,378 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies pino (*Pinus* spp) y encino (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.1, el uso principal es ganadería extensiva sobre pastos naturales y la cobertura vegetal es de arbustos y matorrales.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve estrato-volcán.

La unidad cartográfica está compuesta en un 80% del área, por los suelos Vitrandic Humustepts, familia cenizal sobre arenosa, amórfica, isomésica (perfil modal, PM 011407) y en un 20% del total del área restante, por los suelos Humic Ustivitrands, familia esquelética cenizal, isomésica (perfil inclusión, PI 011415).

La Consociación Cerro Grande presenta la siguiente fase:

- **MJAfp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), muy abundante pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 140 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011407)

En la Figura 4.2, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

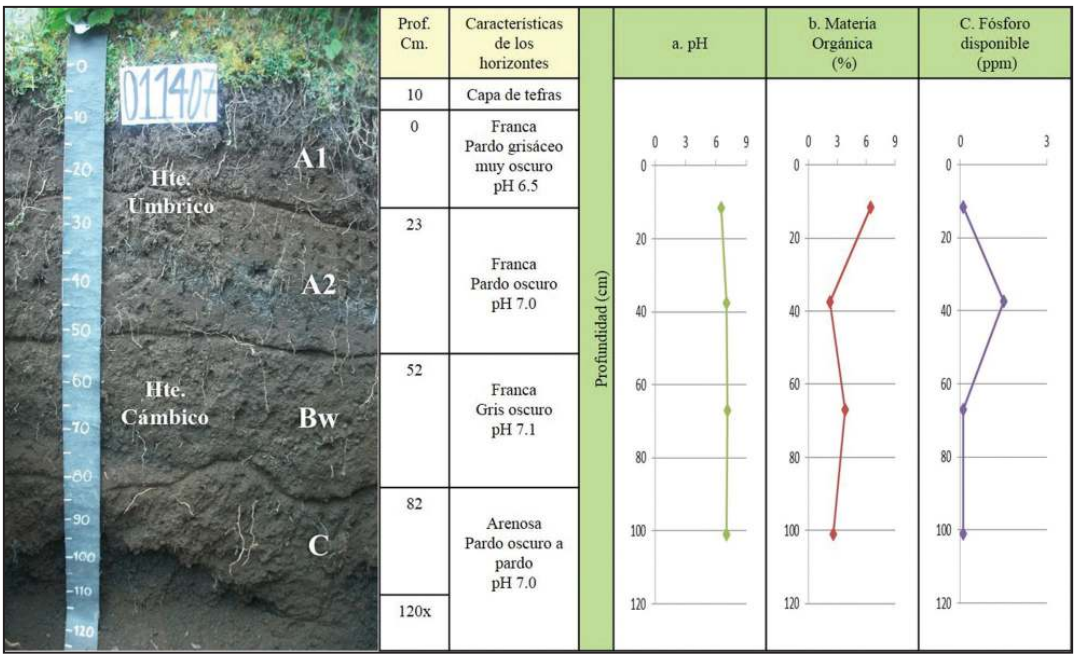


Figura 4.2 Morfología y algunas características del perfil modal (PM 011407) de la Consociación Cerro Grande. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: R. Pacheco, 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011407)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Cerro Grande
Símbolo		MJA
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Vitrandic Humustepts, familia cenizal sobre arenosa, amórica, isomésica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Amatitlán
	Aldea	Calderas
	Caserío, sector, sitio, inca	Cerro Grande
	Coordenadas planas	X: 490358
		Y: 1591793
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,813
	Línea de vuelo No.	230
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato-volcán
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras, cenizas volcánicas y pómez
Altitud		2,369 msnm
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,019 mm
	Temperatura promedio anual	15.0°C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo semestre.
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm	11.3°C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos en masa por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5% del área)

Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	Piedra (tefra)
	Clase	Muy abundante
	Supericie cubierta	60 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Ganadería extensiva sobre pastos naturales
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión moderada, presencia de pedregosidad superficial, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Sandío, hoja de queso, pastos naturales y arbustos
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		20-12-2011

Morfología

Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
10 – 0 cm	Color en húmedo negro (2.5YR2.5/1), litocrómico; capa reciente de piroclastos (tefras), sin alteración, de naturaleza ígnea.
0 – 23 cm A1	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite difuso.
23 – 52 cm A2	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franca y de laboratorio arenosa; frecuente grava (25%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.0, neutro; límite claro y plano.
52 – 82 cm Bw	Color en húmedo gris oscuro (10YR4/1); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; frecuente grava (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.1, neutro; límite gradual y ondulado.
82 – 120x cm C	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente grava (25%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto), consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros gruesos; pocas raíces, medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.0, neutro.
Observaciones	*Los suelos presentan recubrimiento superficial de tefras, caídas, durante la explosión y expulsión de piroclastos del volcán Pacaya en mayo de 2010.*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos y mineralógicos de los suelos perfil (PM 011407)

Cuadro 4.4. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011407)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	**Aparente**	**Real**	**Satur.**	**10 kPa**	**33 kPa**	**50 kPa**	**100 kPa**	**300 kPa**	**1500 kPa**	**Macro**	**Micro**	**Total**
0-23	1.39	2.32	79.41	40.39	36.55	35.88	30.04	24.01	14.42	21.63	18.45	40.09
23-52	0.92	2.47	58.24	32.82	25.03	22.98	21.30	14.15	8.89	35.79	26.97	62.75
52-82	1.14	2.54	53.04	29.41	23.06	22.48	21.29	15.29	9.43	31.15	23.97	55.12

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	**%**	**%**
0-23	34.02	22.14
23-52	21.48	16.14
52-82	21.78	13.63

Cuadro 4.5. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011407)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	**ppm**	**Valor**	**Calific.**
0-23	81.12	13.28	5.60	FA	F		6.5	3.40	6.46	-	-	-	0.10	6.00	Media
23-52	88.95	7.39	3.66	A	F	25.00	7.0	1.18	2.24	-	-	-	1.51		
52-82	86.80	9.51	3.69	FA	F	20.00	7.1	2.02	3.84	-	-	-	0.10		
82-120	80.70	13.57	5.72	FA	A	25.00	7.0	1.36	2.58	-	-	-	0.10		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	**SNa**	**S.Al.**
0-23	25.63	7.58	18.05	7.58	5.53	1.28	0.14	0.63	-	21.58	4.99	0.55	2.46	0.0
23-52	9.11	2.52	6.60	2.52	1.77	0.39	0.08	0.28	-	19.42	4.28	0.86	3.04	0.0
52-82	18.23	5.07	13.16	5.07	3.63	0.95	0.17	0.32	-	19.89	5.21	0.94	1.77	0.0
82-120	20.51	6.00	14.51	6.00	4.38	1.09	0.23	0.29	-	21.36	5.33	1.13	1.43	0.0

Profundidad	**Saturaciones %**	**Elementos menores ppm**				**Retención fosfórica**	**Aluminio activo**	**Hierro activo %**
cm	**S.B.**	**Cu**	**Zn**	**Fe**	**Mn**	**%**	**%**	
0-23	29.57	0.89	4.79	31.36	50.97	68.20	0.33	0.31
23-52	27.60	5.32	2.23	70.94	8.22	38.90	0.60	0.48
52-82	27.82	7.62	3.67	40.59	20.43	50.00	-	-
82-120	29.25	9.46	5.19	55.58	19.82	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Cuadro 4.6. Resultados de los análisis mineralógicos perfil (PM 011407)

Constitución mineralógica de la fracción arcilla	Profundidad (cm)		
	00-23	23-52	52-82
Material no cristalino	++++	++++	++++
Constitución mineralógica de la fracción arena	**Profundidad (cm)**		
	00-23	**23-52**	**52-82**
Feldespatos	63	49	52
Vidrio volcánico	18	25	31
Hornblenda	1	Tr	1
Hiperstena	3	7	6
Magnetita	1	Tr	Tr
Hematita	Tr	Tr	Tr
Fragmentos de toba	14	19	10

CONVENCIONES			
Dominante, mayor de 50%	++++	Presente, de 5 a 15%	+
Abundante, de 30 a 50%	+++	Trazas, menor de 5%	Tr
Común, de 15 a 30%	++	Dudoso	?

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos perfil (perfil PM 011407)

Estos suelos tienen moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.2 y la descripción del perfil, estos suelos tienen horizontes con nomenclatura A1 (23 cm de espesor); A2 (29 cm de espesor); Bw (30 cm de espesor) y C (38 cm de espesor). El horizonte **A1,** muestra color pardo grisáceo muy oscuro; textura (al tacto) franca; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **A2,** exhibe color pardo oscuro; textura (al tacto) franca; estructura en bloques subangulares; débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** presenta color gris oscuro; textura (al tacto) franca; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** es de color pardo oscuro a pardo; textura (al tacto) arenosa; sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo suelta.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.4 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.5, tienen texturas (al tacto) moderadamente gruesas sobre gruesas, con frecuente grava en el perfil. La densidad real varía de baja (2.32 g/cc) a media (2.54 g/cc) y la densidad aparente tiene valores medios en superficie de 1.39 g/cc que disminuyen con la profundidad hasta 0.92 g/cc.

La porosidad total en el perfil varía de media (40%), en el primer horizonte a muy alta (63%), en los demás; entre 22 y el 31% corresponde a los macroporos y entre el 19 y el 24% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la macroporosidad sobre la microporosidad, responsables de buena permeabilidad, rápida infiltración, aireación y drenaje interno; pero contrastan con la baja (22 a 14%) humedad aprovechable. Los suelos no presentan impedimentos mecánicos para la penetración de las raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.5, tienen un pH ligeramente ácido

en el primer horizonte (6.5) y neutro en los demás. El contenido de materia orgánica (MO), varía entre media (6.46%) en el horizonte superior y baja (2.58%) en los subsuperficiales, estos valores están relacionados con el suministro de parte de los nutrientes para las plantas, debe aumentarse.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta en superficie (25.6 meq/100 g de suelo) y varía de baja a media en profundidad (9.1 a 18.23 meq/100 g de suelo), indicando un alto potencial para retener nutrientes útiles para las plantas en superficie, pero disminuye con la profundidad. La reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), tiene valores bajos a muy bajos (7.58 a 2.52 meq/100 g de suelo), reserva que se considera insuficiente para la mayoría de cultivos, debe suplementarse para una adecuada producción agrícola. La saturación de bases (SB), es baja (28-30%) en todo el perfil. La retención fosfórica tiene valores medios (68-50%), debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, lo que implica que la aplicación de fosfatos debe realizarse en forma fraccionada.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N), fósforo disponible (P) y el potasio (K), poseen valores bajos. Con respecto a los **cationes**, el calcio (Ca), tiene valores medios y el magnesio (Mg), es bajo en todos los horizontes.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), tiene valores bajos en superficie y altos en profundidad; el zinc (Zn), posee valores medios; el hierro (Fe) y el manganeso (Mn) tienen contenidos altos en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es media.

El Cuadro 4.6 referido a la **mineralogía** de este suelo, indica que en la fracción arcilla domina el material no cristalino (amorfo) y en la fracción arena, dominan los feldespatos y en menores proporciones de presencia vidrio volcánico, hiperstena, magnetita, hematita, horblenda y fragmentos de toba.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011407)

Estos suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez). Son profundos; drenaje natural moderadamente excesivo; de texturas (al tacto) moderadamente gruesas sobre gruesas; pH ligeramente ácido; contenidos de materia orgánica medios en el horizonte superficial; capacidad de intercambio de cationes alta en superficie; bajo contenido de bases totales, saturación de bases baja y fertilidad natural media. Debido a la presencia de materiales amorfos y el aluminio activo que contienen, presentan una moderada adsorción de fosfatos (PO_4). El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isomésico", esto quiere decir que la temperatura media del suelo, oscila entre 8.0 a 15.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos; son las pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%); muy abundante pedregosidad superficial; moderada retención fosfórica, erosión moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año. Estas tierras tienen capacidad de uso forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional que incluyan el control de incendios forestales.

Para su adecuado manejo, es necesario mantener la cobertura vegetal y evitar la erosión hídrica. En el caso de plantaciones forestales, deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas: plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales por planta e instalar

barreras contravientos. Es importante aumentar el contenido de materia orgánica del suelo porque mejora sus condiciones físicas, químicas y biológicas, para lo cual se recomienda mantener la hojarasca en superficie, aplicar abonos orgánicos, sembrar e incorporar cultivos de cobertura (abonos verdes) y/o mantener el sotobosque. En las áreas degradadas por sobreexplotación, es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados mediante la plantación de especies arbóreas nativas; evitar la utilización de los productos del bosque, y las prácticas agrícolas, y establecer programas de control de incendios forestales.

En el establecimiento de plantaciones forestales y de acuerdo con su rentabilidad, se requiere fertilización química, mediante adición de nitrógeno, fósforo y potasio. Debido a la retención fosfórica que poseen los suelos, las fuentes de fosforo deberán ser de baja solubilidad con aplicaciones frecuentes y cercanas a las raíces. Dependiendo de la rentabilidad de las especies de plantación, deberá aplicarse cobre y zinc de forma foliar. Se necesita riego en época seca en los primeros estadios de las plantas forestales, ya sea por medio de aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011407)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MJAfp2 pertenece a la clase VII, sub clase VII ps y grupo de manejo VII ps-1, por lo que posee capacidad de uso forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada fase, consultar el Capítulo 5 y buscar la descripción del grupo de manejo que corresponde a la fase de interés.

F). Breve descripción de la inclusión (PI 011415)

Esta unidad cartográfica contiene, en un 20%, de su superficie, la inclusión de los suelos **Humic Ustivitrands, familia esquelética cenizal, isomésica (PI 011415)**, se caracterizan por ser superficiales, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas (al tacto) moderadamente gruesas sobre gruesas, con densidad aparente muy baja en superficie y aumenta en profundidad. La humedad aprovechable es baja. El pH tiene valores neutros; la materia orgánica (MO), tiene valores medios en el primer horizonte y bajos en los siguientes. La capacidad de intercambio de cationes (CICA) y la saturación de bases (SB), presentan valores altos en superficie y descienden en profundidad. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.2 Unidad MSA

Consociación Cerro Chiquito: Andic Humustepts, familia medial sobre esquelética arenosa, isotérmica, perfil modal 011414

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea Calderas, caserío Mesillas altas y Cerro Chiquito, del municipio de Amatitlán. La unidad cartográfica abarca una extensión de 663 hectáreas. En la Figura 4.3, se observa el paisaje característico de la unidad.





Figura 4.3 Estrato-volcán con especies arbustivas y áreas con cultivos. Municipio de Amatitlán (Foto: C. García, 2011)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semifrío húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 15 °C; 1,020 mm de precipitación y una altitud media de 1,976 msnm Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies pino (*Pinus oocarpa*) y encino (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.3, el uso principal es agrícola y la cobertura vegetal, bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y moderadamente escarpadas (50 al 75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve estrato-volcán.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% de la superficie por los suelos Andic Humustepts, familia medial sobre esquelética arenosa, isotérmica (perfil modal, PM 011414); en un 15% del total del área, por los suelos Typic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 011408) y en un 10% del total del área restante, por los suelos Humic Ustivitrands, familia cenizal sobre franca, isotérmica (perfil inclusión, PI 011413).

La Consociación Cerro Chiquito presenta las siguientes fases:

- **MSAep2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 391 ha.
- **MSAfp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), muy abundante pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 272 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011414)

En la Figura 4.4, se presentan algunos aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas,

como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

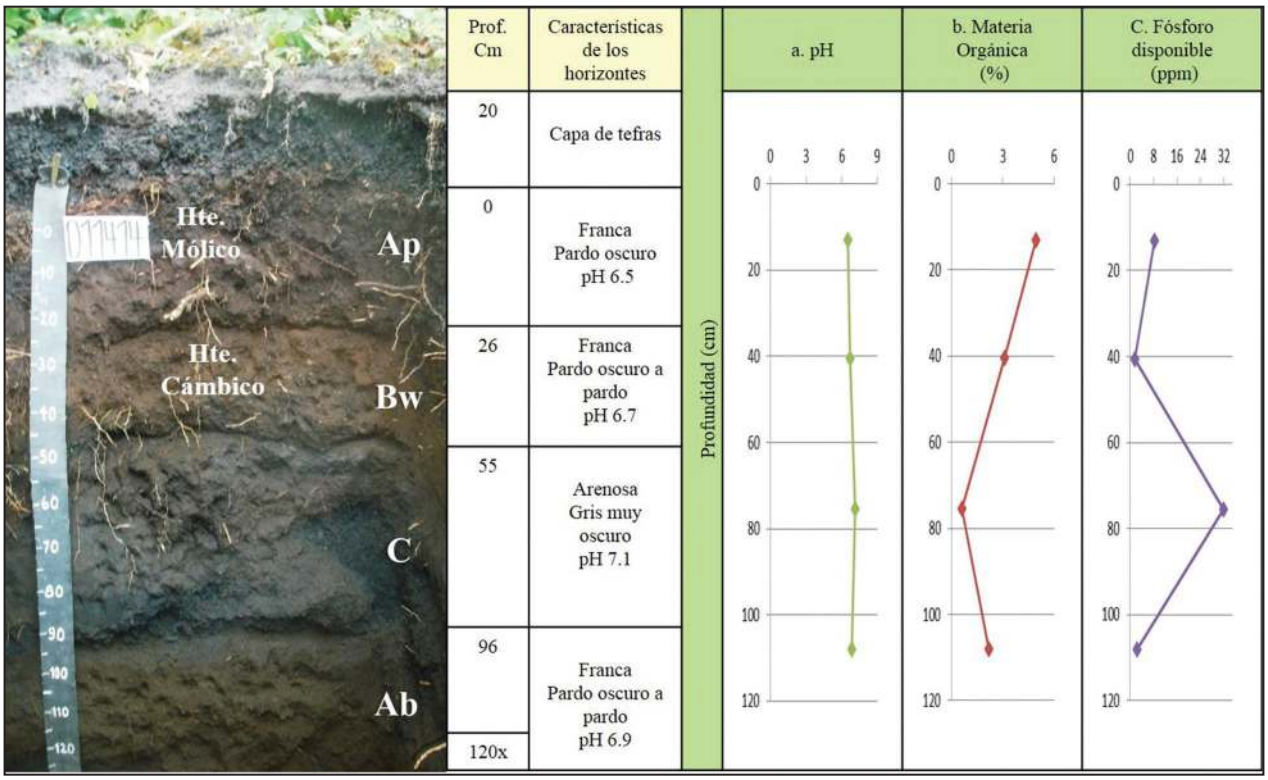


Figura 4.4 Morfología de algunas caracteristicas de los suelos del perfil modal (PM 011414) de la Consociación Cerro Chiquito. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: C. García, 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011414)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Cerro Chiquito
Símbolo		MSA
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Andic Humustepts, familia medial sobre esquelética arenosa, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Amatitlán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Cerro Chiquito, Calderas
	Coordenadas planas	X: 489291
		Y: 1591693

Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,813
	Línea de vuelo No.	230
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato-volcán
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras, cenizas volcánicas y pómez
Altitud		2,205 msnm
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climático	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,031 mm
	Temperatura promedio anual	15.0°C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	15.0°C.
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos r ocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	Tefras
	Clase	Muy abundante
	Supericie cubierta	70 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	55 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (>60% por volumen)

Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz y frijol
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente escarpadas, fragmentos de roca en el perfil del suelo, erosión moderada, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Cedrillo, chilamate
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		22-12-2011

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
20 – 0 cm	Color en húmedo negro (2.5YR2.5/1), litocrómico; capa reciente de piroclásticos (tefras), sin alteración, de naturaleza ígnea.
0 – 26 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay reacción al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
26 – 55 cm Bw	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo franca y de laboratorio arenosa; frecuente gravilla (30%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay reacción al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite claro y ondulado.
55 – 96 cm C	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo y de laboratorio arenosa; frecuente gravilla (30%) y frecuente piedra (30%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, gruesos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay reacción al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.1, neutro; límite claro y ondulado.
96 – 120x cm Ab	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo franca y de laboratorio arenosa; frecuente gravilla (25%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.9, neutro.
Observaciones	*Los suelos presentan recubrimiento superficial de tefras, caída durante la explosión y expulsión de piroclastos del volcán Pacaya en mayo de 2010.*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011414)

Cuadro 4.7. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011414)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-26	1.32	2.36	87.14	43.72	29.74	28.95	24.44	12.69	11.12	29.03	15.04	44.07
26-55	0.85	2.49	53.58	33.14	22.55	19.48	15.91	10.68	8.12	38.15	27.72	65.86

Profundidad	Humedad gravimetrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-26	32.32	18.62
26-55	19.88	14.43

Cuadro 4.8. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011414)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-26	82.90	13.45	3.65	FA	F	20.00	6.5	2.60	4.94	-	-	-	8.22	7.04	Alta
26-55	91.03	5.33	3.63	A	F	30.00	6.7	1.64	3.11	-	-	-	1.51		
55-96	91.09	5.30	3.61	A	A	60.00	7.1	0.32	0.60	-	-	-	31.95		
96-120	90.99	5.36	3.65	A	F	25.00	6.9	1.16	2.20	-	-	-	2.27		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-26	15.93	10.08	5.86	10.08	8.55	0.68	0.48	0.36	-	53.66	4.27	3.02	2.29	0.0
26-55	15.34	6.87	8.47	6.87	5.24	1.01	0.33	0.29	-	34.13	6.58	2.18	1.88	0.0
55-96	5.31	1.60	3.71	1.60	0.97	0.21	0.27	0.15	-	18.23	4.01	5.12	2.73	0.0
96-120	13.57	4.16	9.42	4.16	3.29	0.11	0.51	0.24	-	24.23	0.82	3.77	1.80	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-26	63.23	4.09	10.27	64.18	46.86	31.20	0.05	0.45
26-55	44.77	2.53	5.08	105.42	19.59	45.10	0.29	0.80
55-96	30.10	3.86	2.07	134.99	4.28	-	-	-
96-120	30.63	11.70	3.05	127.23	14.48	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011414)

Estos suelos tienen moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.4 y la descripción del perfil, presenta horizontes con nomenclatura Ap (26 cm de espesor); Bw (29 cm de espesor); C (41 cm de espesor) y Ab (24 cm de espesor). El horizonte **Ap,** muestra color pardo oscuro, textura (al tacto) franca; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** presenta color pardo oscuro; textura (al tacto) franca; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** presenta color gris muy oscuro; textura (al tacto) arenosa; sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo suelta. El horizonte **Ab,** es de color pardo oscuro a pardo; textura (al tacto) franca; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.7 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.8, presentan texturas (al tacto) medias sobre gruesas, con frecuentes a abundantes fragmentos de roca en el perfil. La densidad real presenta valores entre 2.36 – 2.49 g/cc. La densidad aparente tiene valores medios (1.32 g/cc), en superficie y disminuye con la profundidad (0.85 g/cc).

La porosidad total en el perfil varía de media (44%), en el primer horizonte a muy alta (66%), en los demás; entre el 29% y el 38% corresponde a los macroporos y entre el 15% y el 28% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la macro sobre la microporosidad, responsables del comportamiento de la infiltración del agua en el perfil que es adecuada en superficie y rápida en profundidad y del drenaje que se incrementa con la profundidad; esto contrasta con la baja (18 – 14%), retención de humedad aprovechable para las plantas. Debido a la presencia de fragmentos de roca (60%), existen limitaciones mecánicas a los 55 cm de profundidad para la adecuada penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización química indicados en el Cuadro 4.8, tienen un pH ligeramente ácido en el primer horizonte (6.5) y neutro en los demás (6.7 - 7.1), adecuados para la mayoría de los cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), varía de medio (4.94%), a bajo (0.60%), el mayor valor corresponde al horizonte superior y los menores a los inferiores, estos valores están relacionados con el suministro de parte de los nutrientes para las plantas y de constituyentes energéticos a los microorganismos. Debido a su importancia, debe aumentarse el contenido de materia orgánica.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), varía de media a baja (15.93 a 5.31 meq/100 g de suelo), por lo que presenta moderada capacidad de retención de nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores bajos (10.08 a 1.60 meq/100 g de suelo), que son insuficientes para la mayoría de los cultivos, deben suplementarse. La saturación de bases (SB), varía de alta a baja (63 a 30%), el mayor valor corresponde al horizonte superior y los menores a los inferiores. La retención fosfórica tiene valores medios (31 – 45%), debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, esto implica, realizar la aplicación de fosfatos de forma fraccionada.

Con referencia a los elementos mayores, el nitrógeno (N) y el fósforo disponible (P), tienen bajos valores; el potasio (K) posee valores altos a medios distribuidos en el perfil. Con respecto a los cationes, el calcio (Ca), presenta valores altos en el primer horizonte que disminuyen en profundidad. El magnesio (Mg), es bajo en todo el perfil.

Respecto a los elementos menores, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), poseen valores altos en superficie que disminuyen en los siguientes horizontes. Asimismo, el hierro (Fe) y el manganeso (Mn), tienen altos valores. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011414)



Estos suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez). Son moderadamente superficiales, con drenaje moderadamente excesivo; de texturas (al tacto) medias sobre gruesas; ligeramente ácidos; con contenidos medios de materia orgánica; media capacidad de intercambio de cationes, bajo contenido de bases, saturación de bases alta en superficie y fertilidad natural alta. Debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo que contienen, presentan una moderada adsorción de fosfatos (PO_4). El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", porque permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de

temperatura edáfica es "isotérmico", esto significa que la temperatura media del suelo oscila entre 15.0 a 22.0ºC

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos son las pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y moderadamente escarpadas (50 al 75%); pedregosidad superficial abundante y muy abundante (tefras); erosion moderada; abundantes fragmentos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), texturas medias sobre gruesas, presencia de pedregosidad superficial (tefras), abundantes fragmentos de roca, erosión moderada, retención fosfórica media, deficientes precipitaciones en un semestre del año, tienen capacidad de uso agroforestal y posee aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo, así como sistemas silvopastoriles.

La fase que tiene pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), extremadamente abundantes fragmentos de roca, muy abundante pedregosidad superficial, deficientes precipitaciones en un semestre del año, erosión de grado moderado, tiene capacidad de uso forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional y con control de incendios forestales.

En la fase con capacidad de uso agroforestal, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica; debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel. Además, para aumentar la retención de agua de lluvia, y mejorar la infiltración en el perfil, debe establecerse acequias de ladera protegidas con barreras vivas y terrazas individuales por planta. No pueden mecanizarse y debe evitarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia para evitar la escorrentía. Para la implementación de cultivos, se tiene que remover la tefra del lugar en donde se hará la siembra, esta tefra podrá utilizarse para el fortalecimiento de los taludes o la construcción de barreras muertas.

Se aconseja establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como mantener el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca, para reducir la evaporación y minimizar la escorrentía. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, cercas vivas, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

En la fase con capacidad de uso forestal, es necesario mantener la cobertura para minimizar la erosión hídrica. Es importante aumentar el contenido de materia orgánica, para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas, para lo cual se recomienda mantener la hojarasca en superficie, o incorporar cultivos de cobertura y/o preservar el sotobosque.

El aprovechamiento forestal debe ser realizado en época seca y efectuarlo bajo planes de manejo. Las plantaciones forestales es recomendable plantarlas al contorno siguiendo las curvas de nivel y/o con pequeñas terrazas individuales; también es importante establecer acequias y pozos de infiltración para aumentar la infiltración de agua en el perfil. Igualmente, es necesario establecer medidas para el control de incendios forestales. En las áreas degradadas por sobreexplotación, es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados mediante la plantación de especies arbóreas nativas; evitar la utilización de los productos del bosque, y las prácticas agrícolas, asimismo se deben establecer programas de control de incendios forestales.

Es necesario incrementar los valores de materia orgánica a través de la adición de abonos orgánicos, abonos verdes (con leguminosas con nódulos fijadores de nitrógeno) y restos de cosecha. Respecto a la fertilización

química, se necesita aplicar nitrógeno y fósforo; como presenta valores moderados de retención de fosfatos, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Necesitan riego en la época seca por medio de aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011414)

Según la Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, la fase MSAep2 pertenece a la clase VI, subclase VI ps y grupo de manejo VI ps-1, por lo que posee capacidad de uso agroforestal y silvopastoril. La fase MSAfp2 pertenece a la clase VII, subclase VII ps y grupo de manejo VII ps-2, tiene capacidad de uso forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F). Breve descripción de las inclusiones (PI 011408, PI 011413)

Esta unidad cartográfica contiene dos suelos inclusiones que se describen a continuación:

Los suelos **Typic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (PI 011408)**; ocupan el 15% del área, se caracterizan por ser profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con densidad aparente media. La porosidad total es media en superficie y alta en profundidad. La humedad aprovechable es media en el primer horizonte y baja en los siguientes. El pH es ligeramente ácido en los primeros dos horizontes y neutro en los siguientes; el contenido de materia orgánica (MO), es alto en superficie y desciende en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta en superficie. La saturación de bases (SB), es alta en todo el perfil. Este suelo tiene fertilidad natural alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

Los suelos **Humic Ustivitrands, familia cenizal sobre franca, isotérmica (PI 011413);** ocupan el 10% del área, se caracterizan por ser profundos, con buen drenaje natural, texturas (al tacto) moderadamente gruesas y densidad aparente muy baja. La porosidad total es muy alta en el primer y segundo horizonte. La humedad aprovechable es muy baja. El pH es ligeramente ácido en el primer horizonte y neutro en los demás; el contenido de materia orgánica (MO), es bajo. La capacidad de intercambio de cationes (CICA) y la saturación de bases (SB), tienen valores bajos en el primer horizonte y medios en los demás. Los valores de retención fosfórica, son altos enel primer horizonte y descienden en profundidad (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.3 Unidad MSB

Complejo Pacaya: Lithic Humustepts, familia arenosa, isotérmica, perfil modal 011643 y Coladas de Lava.
Esta unidad cartográfica tiene suelos que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentra a inmediaciones de las laderas del volcán de Pacaya, en los municipios de Amatitlán y Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 154 hectáreas. En la Figura 4.5, se observa el paisaje característico de la unidad.

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es “semifrío húmedo”. Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 15.2 °C; 1,120 mm de precipitación y una

altitud media de 1,883 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies pino (Pinus spp.) y encino (Quercus spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.5, el uso principal es la ganadería extensiva y la cobertura vegetal esta conformada por relictos de bosque natural.



Figura 4.5 Estrato-volcán con pastos naturales y arbustos dispersos. Municipio de Villa Canales (Foto: M. Tum, 2013)

Los suelos de la unidad, se han desarrollado a partir de basalto, andesita y dacita, en pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y moderadamente escarpadas (50 al 75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve estrato-volcán.

La unidad cartográfica está compuesta en un 60% del área, por los suelos Lithic Humustepts, familia arenosa, isotérmica (perfil modal, PM 011643) y en un 40% del total del área restante, por Coladas de Lava.

El Complejo Pacaya presenta las siguientes fases:

- **MSBep2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 121 ha.
- **MSBfp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 33 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011643)

En la Figura 4.6, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes y el color. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

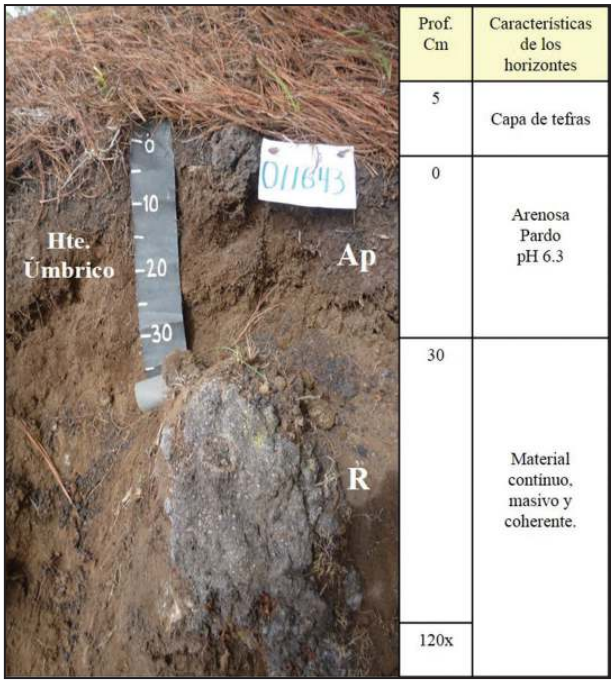


Figura 4.6 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011643) del Complejo Pacaya. (Foto: M. Tum, 2013)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011643)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Complejo Pacaya
Símbolo		MSB
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Lithic Humustepts, familia arenosa, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	Camino Aldea San Antonio El Muñeco a volcán Pacaya
	Caserío, sector, sitio, inca	Laderas volcán Pacaya
	Coordenadas planas	X: 490320
		Y: 1589352
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,823
	Línea de vuelo No.	231
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato-volcán
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Basalto, andesita y dacita
Altitud		1,857 msnm
Pendiente	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,125 mm
	Temperatura promedio anual	15.0 °C
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	19.6 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos r ocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	Tefras y lava
	Clase	Abundante
	Supericie cubierta	40 %
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-

Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	30 cm
	Limitante	Contacto lítico
Uso	**Actual**	Ganadería extensiva
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Suelos superficiales, contacto lítico, erosión moderada y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, matorrales, pastos naturales
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		13-05-2013

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
5 – 0 cm	Color en húmedo negro (2.5YR2.5/1) litocrómico; capa reciente de piroclásticos (tefras), sin alteración, de naturaleza ígnea.
0 – 30 cm Ap	Color en húmedo pardo (10YR3/3); textura de campo franco arenosa y de laboratorio arenosa; frecuente gravilla (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, finos, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
30 – 120x cm R	Material continuo, masivo y coherente.
Observaciones	*En el área se presentan coladas de lava reciente, provenientes del volcán de Pacaya.*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011643)

Cuadro 4.9. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011643)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-30	0.85	2.24	37.50	7.10	5.24	4.95	4.25	3.95	3.08	53.38	8.67	62.05

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-30	6.75	2.16

Cuadro 4.10. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011643)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	**	%	Ppm	Valor	Caliic.
0-30	91.77	4.03	4.20	A	FA	20.00	6.3	2.00	3.80	-	-	-	12.11	5.56	Media
30-120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-30	9.11	2.49	6.62	2.49	1.96	0.33	0.08	0.12		21.46	3.59	0.92	1.36	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-30	27.33	4.69	3.04	77.26	9.41	16.20	0.85	1.11

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011643)

Estos suelos presentan baja evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.6 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (30 cm de espesor) y R (90 cm de espesor). El horizonte **Ap,** presenta color pardo; textura (de laboratorio) arenosa; estructura en gránulos, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **R,** está constituido por material continuo, masivo y coherente.

De acuerdo con los resultados de la caracterización física indicados en el Cuadro 4.9 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.10, tienen texturas (de laboratorio) gruesas. La densidad real es baja con un valor de 2.24 g/cc y la densidad aparente es muy baja (0.85 g/cc). La porosidad total es muy alta (62%); el 53% corresponde a los macroporos y el 9% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la macro sobre la microporosidad que está en relación con la textura gruesa que presenta. Los valores muy bajos de densidad aparente correlacionan con la alta porosidad total y esta a la vez con la rápida la infiltración del agua en el perfil y la muy baja (2.1%) humedad aprovechable para las plantas. Presenta limitaciones mecánicas a los 30 cm, por material masivo y coherente que no permite la penetración de las raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.10, el pH es ligeramente ácido (6.3), no limitante para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), es medio (3.80%), este valor está relacionado con el suministro de parte de los nutrientes y de constituyentes energéticos a los organismos. Por su importancia, el valor de materia organica debe incrementarse.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es baja (9.11 meq/100 g de suelo), por lo que presenta poco potencial de retención de nutrientes útiles para las plantas; las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), muestran valores muy bajos (2.49 meq/100 g de suelo), insuficientes para la mayoría de cultivos, deben suplementarse para una adecuada producción agrícola. La saturación de bases (SB), es baja (27%); la retención fosfórica tiene valores bajos (16%), debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N), el fósforo disponible (P) y el potasio (K), presentan valores bajos. Con respecto a los **cationes**, el calcio (Ca) y el magnesio (Mg), tienen valores bajos.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores altos en superficie; mientras que el zinc (Zn), contiene valores medios; el hierro (Fe), se encuentra con cantidades altas y el manganeso (Mn), contiene

cantidades medias. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es media.

D). Características de los suelos y recomendaciones generales de uso y manejo del perfil (PM 011643)

Estos suelos son de baja evolución, se han originado a partir de basaltos, andesitas y dacitas. Son superficiales; con drenaje moderadamente excesivo; de texturas (de laboratorio) gruesas; pH ligeramente ácido; contenidos de materia orgánica medios; baja capacidad de intercambio de cationes; muy bajo contenido de bases; baja saturación de bases y fertilidad natural media. El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", significa que la temperatura media del suelo, oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, se relacionan con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) a moderadamente escarpadas (50 al 75%); suelos superficiales, abundante pedregosidad superficial (tefras y lava); texturas gruesas, erosión moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), con abundante pedregosidad superficial (tefras y lava) y erosión moderada es de capacidad de uso agroforestal y posee aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo, así como sistemas extensivos silvopastoriles.

La fase que presenta pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundante pedregosidad superficial, abundante fragmentos de roca en el perfil del suelo y erosión moderada; tiene capacidad de uso forestal y posee aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional y con control de incendios forestales.

En la fase con capacidad de uso agroforestal, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel. También, para aumentar la retención de agua de lluvia y mejorar la infiltración en el perfil, deben establecerse acequias de ladera protegidas con barreras vivas y terrazas individuales por planta; debe removerse las tefras superficiales que pueden usarse para el fortalecimiento de los taludes u otras acciones de conservación.

No pueden mecanizarse y debe cuidarse que tengan exposición al impacto de la gota de lluvia para evitar la escorrentía. Se deberán establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca, para reducir la evaporación y minimizar la escorrentía. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

En la fase de capacidad de uso forestal, es necesario mantener la cobertura vegetal como protección al efecto de lluvia y así evitar la erosión hídrica. Para el caso de las plantaciones forestales, convienen establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales por planta, los taludes protegidos por las tefras superficiales.

Es importante aumentar el contenido de materia orgánica, para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas, para lo cual se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura

y/o mantener el sotobosque. En las áreas degradadas por sobreexplotación, es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados mediante plantación de especies arbóreas nativas; evitar la utilización de los productos del bosque, y las prácticas agrícolas, asimismo se deben establecer programas de control de incendios forestales.

Por los bajos valores de materia orgánica que presentan, es necesario incrementarlos a través de la adición de abonos orgánicos, abonos verdes con leguminosas y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, se necesita adicionar nitrógeno, fósforo y potasio. Dependiendo de la rentabilidad de las plantaciones, se deberá suplementar en forma foliar el zinc y el manganeso. En la época seca se necesita riego, por medio de aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011643)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MSBep2 pertenece a la clase VI, sub clase VI ps y grupo de manejo VI ps-2, por lo que posee vocación agroforestal y silvopastoril. La fase MSBfp2 pertenece a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-1, posee vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F). Breve descripción de los materiales que complementan la unidad

Estos corresponden a coladas de lava que complementan la unidad cartográfica y representan un 40%, se manifiestan en superficie por emisiones recientes de flujos de lava viscosa y las más antiguas aparecen recubiertas parcialmente por suelos superficiales, los cuales se han ido formando a través del tiempo por materiales piroclásticos como tefras, ceniza y pómez, donde han crecido líquenes y vegetación arbustiva, formando los suelos indicados. Las coladas de lava se explican con mayor detalle al final de este capítulo, como áreas de no suelos (símbolo CL).

4.3.1.4 Unidad MSC

Consociación Pinula: Typic Haplustands, familia medial, isotérmica, perfil modal 010302

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Andisol y se encuentran a inmediaciones de los caseríos La Granja, San Ignacio, Los Pinos, Naranjito y colonias Las Victorias, Los Pinos y San Carlos; fincas San Carlos, San Antonio, San José, Suncín, El Naranjito de Ramírez, labor de Castilla; granja Melva; labores La Colmena, Lourdes y Altagracia del municipio de Mixco. Asimismo en los alrededores de la aldea Plan Grande; caseríos El Canutillo, El Barrancón y Puerta del Pito y finca El Mora del municipio de Palencia. También en los caseríos El Zapote, El Naranjo, El Durazno, Joya del Rodeo y El Socorro; fincas El Ricial, El Recuerdo, La Esperanza, Villa Luz, El Carmen y El Amate; paraje Tres Puertas; haciendas La Primavera, Las Minas, El Palital, San Carlos Las Nubes, Las Nubes, San Martín Las Nubes y labor Filo Bonito del municipio de San José Pinula.

En las cercanías de las aldeas San Martín, Loma Alta; caseríos Pocajay, La Joya de las Flores; fincas San Rafael Escudero, San Jerónimo Escudero, El Pilar, Xinamajul, San José Ocaña; parcelamiento agrario Santa Fe y granja Susana y cerca de la cabecera del municipio de San Juan Sacatepéquez. Cerca de la aldea Vista Hermosa; caserío Las Limas; granjas San Ignacio, Concepción Yumar, Mary y club campestre La Montaña del municipio de San Pedro Sacatepéquez. Además en el caserío Ventarrón; fincas Monte Antonio, Nevada; granjas La Maravilla, Pino Dulce; parcelamiento agrario Santa Rosa y cerro Santa Rosa del municipio de Villa Nueva. La unidad cartográfica abarca una extensión de 5,413 hectáreas. En la Figura 4.7 se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.7 Filas y vigas con bosque natural intervenido. Municipio de San José Pinula (Foto: C. García, 2011)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semifrío húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 15.1 °C; de 1,811 mm de precipitación y una altitud media de 2,133 msnm Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB), caracterizada por las especies encino (*Quercus* spp), pino triste (*Pinus pseudostrobus*) y pino de ocote (*Pinus montezumae*), entre otros. Como se observa en la Figura 4.7, la cobertura vegetal es bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve de filas y vigas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 80% del área, por los suelos Typic Haplustands, familia medial, isotérmica (perfil modal, PM 010302); en un 10% del área por los suelos Andic Humustepts, familia medial, isotérmica (perfil inclusión, PI 010508); en un 5% del área por los suelos Entic Haplustolls, familia franca, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010301) y en el 5% del área restante, por los suelos Typic Haplustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010520).

La Consociación Pinula presenta las siguientes fases:

- **MSCf1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 3,661 ha.
- **MSCf2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 1,562ha.
- **MSCfp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 111 ha.
- **MSCg2:** Caracterizada por pendientes fuertemente escarpadas (>75%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 79 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010302)

En la Figura 4.8, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de las propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

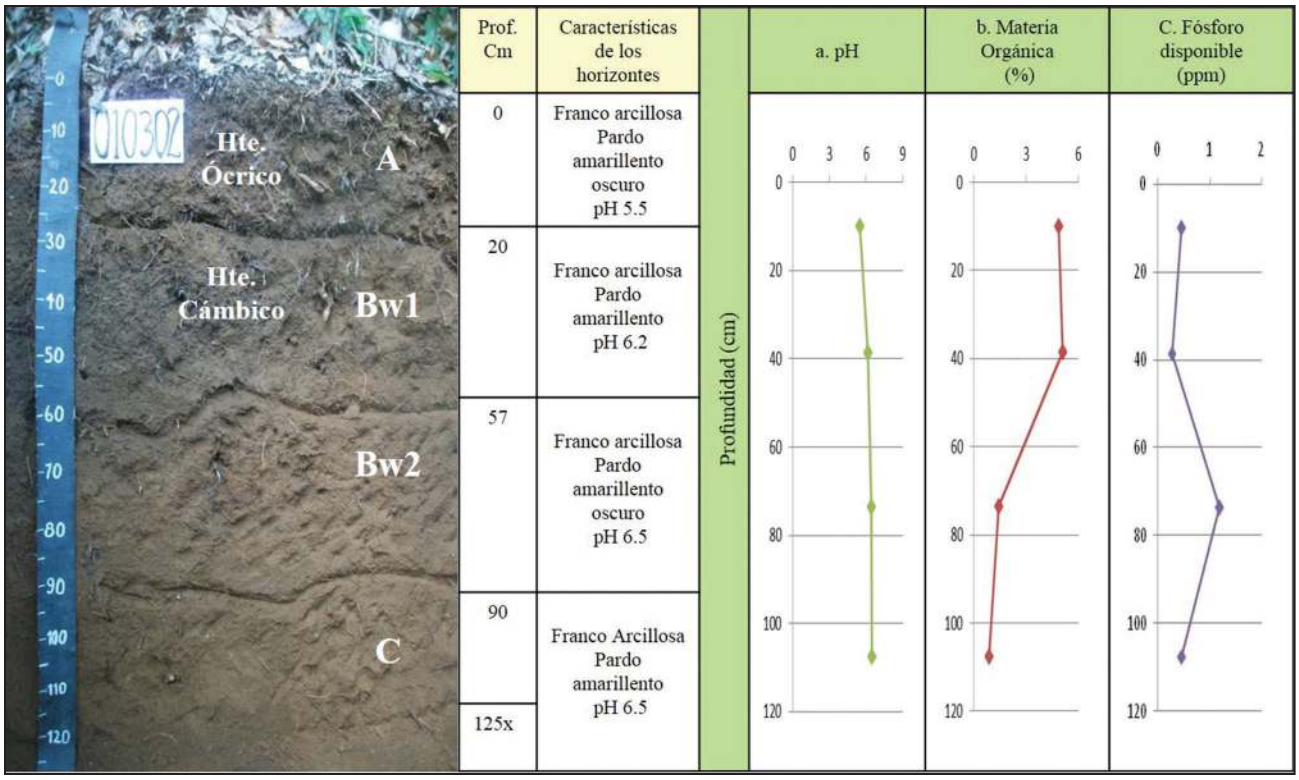


Figura 4.8 Morfología de algunas caracteristicas de los suelos del perfil modal (PM 010302) de la Consociación Pinula. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: C. García, 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010302)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Pinula
Símbolo		MSC
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Haplustands, familia medial, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San José Pinula
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Cerro El Clavillo
	Coordenadas planas	X: 515136
		Y: 1607033
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	9,594
	Línea de vuelo No.	225
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras, cenizas volcánicas y pómez
Altitud		1,829 msnm
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,900 mm
	Temperatura promedio anual	15.8°C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	-
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos r ocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-

Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	125 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Sin uso agropecuario
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión moderada, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, ilamo, encino
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		15-12-2011

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 20 cm A	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; poca gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; muchas raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 5.5, fuertemente ácido; límite gradual y ondulado.
20 – 57 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio arenosa; poca gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, medias y gruesas, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.2, ligeramente ácido; límite gradual y ondulado.
57 – 90 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; poca gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; pocas raíces, medias y gruesas, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite gradual y ondulado.
90 – 125x cm C	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; pocas raíces, medias y gruesas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 010302)

Cuadro 4.11. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010302)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	0.84	2.03	77.32	51.83	50.97	44.58	39.57	38.15	27.20	19.98	38.64	58.62
20-57	0.83	2.17	89.33	50.80	49.58	48.13	47.76	46.70	26.47	27.48	34.27	61.75

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-20	45.11	23.78
20-57	45.6	23.11

Cuadro 4.12. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010302)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-20	57.28	21.58	21.14	FArA	FAr	15.00	5.5	2.56	4.86	-	-	-	0.46	6.97	Alta
20-57	89.53	6.54	3.93	A	FAr	15.00	6.2	2.68	5.09	-	-	-	0.28		
57-90	49.05	40.22	10.73	F	FAr	15.00	6.5	0.76	1.44	-	-	-	1.19		
90-125	71.44	22.31	6.25	FA	FAr	15.00	6.5	0.46	0.87	-	-	-	0.46		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	42.16	9.38	32.78	9.38	4.75	2.96	1.50	0.17	-	11.27	7.02	3.55	0.41	0.0
20-57	38.74	7.37	31.37	7.37	4.78	2.09	0.10	0.40	-	12.33	5.40	0.25	1.04	0.0
57-90	37.60	8.82	28.78	8.82	5.54	2.61	0.12	0.55	-	14.73	6.93	0.31	1.48	0.0
90-125	35.89	6.66	29.23	6.66	3.37	2.53	0.14	0.61	-	9.40	7.05	0.39	1.71	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	22.24	0.38	3.11	7.35	93.59	39.30	0.99	0.99
20-57	19.02	0.20	1.71	4.44	77.19	59.70	1.07	0.76
57-90	23.45	0.57	2.60	6.89	60.95	-	-	-
90-125	18.55	0.64	2.17	3.04	35.66	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable (H^{+} + Al^{+++}); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010302)

Estos suelos tienen moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.8 y la descripción del perfil, los suelos tienen horizontes con nomenclatura A (20 cm de espesor); Bw1 (37 cm de espesor); Bw2 (33 cm de espesor) y C (35 cm de espesor). El horizonte **A,** muestra color pardo amarillento oscuro; textura (al tacto) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** presenta color pardo amarillento; textura (al tacto) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo muy friable. El horizonte **Bw2,** exhibe color pardo amarillento oscuro; textura (al tacto) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** presenta color pardo amarillento; textura (al tacto) franco arcillosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.11 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.12, presentan texturas (al tacto) moderadamente finas, con pocos fragmentos de roca en el perfil. La densidad real presenta valores bajos entre 2.03 – 2.17 g/cc y la densidad aparente tiene valores muy bajos (0.84 – 0.83 g/cc). La porosidad total en el perfil varía de alta (59%) en el primer horizonte a muy alta (62%) en el segundo; entre el 20 y el 28% corresponde a los macroporos y entre el 39% y el 34% a los microporos; estos valores muestran dominio de la micro sobre la macroporosidad, lo que correlaciona con la

textura. La retención de humedad aprovechable para las plantas es media (23.78% – 23.11%). El comportamiento de la densidad aparente en el perfil, correlaciona con la porosidad total, esto quiere decir que la infiltración de agua en el perfil es adecuada en superficie y rápida en profundidad. No hay limitaciones mecánicas para la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.12, el pH es fuertemente ácido (5.5), en el horizonte superior y ligeramente ácido (6.2 – 6.5) en los demás. El contenido de materia orgánica (MO), varía de alto (5.09 %), a bajo (0.87%), en el perfil, estos valores están relacionados, con el suministro de parte de los nutrientes para las plantas y de constituyentes energéticos a los microorganismos del suelo.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (42.16 – 35.89 meq/100 g de suelo), por lo que presenta un alto potencial de retención de nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores bajos (9.38 a 6.66 meq/100 g de suelo), valores considerdos insuficientes para la mayoría de cultivos, deben ser suplementados. La saturación de bases (SB), es baja (22.24 – 18.55%); la retención fosfórica tiene valores medios (39.30 – 59.70%), debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, esto implica que la aplicación de fosfatos sea realizada en forma fraccionada.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el fósforo (P), presentan valores bajos, mientras que el potasio (K) tiene valores altos en superficie y bajos en profundidad**.** Con respecto a los **cationes**, el calcio (Ca) y el magnesio (Mg), se encuentran en cantidades medias en todo el perfil.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), tiene valores bajos en todo el perfil; el zinc (Zn), contiene cantidades medias en el primer horizonte y bajas en los siguientes; el hierro (Fe), posee contenidos bajos en todo el perfil y el manganeso (Mn), se encuentra en altas cantidades en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010302)

Estos suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), presentan moderada evolución. Son profundos; con drenaje moderadamente excesivo; de texturas (al tacto) moderadamente finas; pH fuertemente ácido en superficie; contenidos de materia orgánica medios en el horizonte superficial; alta capacidad de intercambio de cationes, bajo contenido de bases al igual que su saturación y fertilidad natural alta. Debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo que contienen, presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4). El régimen de humedad del suelo se califica como “ústico”, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es “isotérmico”, la temperatura media del suelo oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, se deben a las pendientes que van de moderadamente escarpadas (50 al 75%) a fuertemente escarpadas (>75%); erosión ligera y moderada, presencia de pedregosidad superficial en algunas fases, presencia de fragmentos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases que presentan pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión moderada; moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión ligera; moderadamente escarpadas (50 al 75%), erosión ligera y abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, abundante pedregosidad, tienen capacidad de uso forestal y para

el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional y con control de incendios forestales.

La fase que tiene pendientes fuertemente escarpadas (>75%) y erosión moderada, tiene capacidad de uso para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad. Debe conservarse la vegetación existente y propiciarse la regeneración natural. También, es necesario reforestar con especies arbóreas nativas, las áreas deforestadas. Evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas. Establecer programas de control de incendios forestales.

En las fases con capacidad de uso forestal, es necesario mantener la cobertura vegetal como protección para evitar la erosión hídrica. Para el caso de las plantaciones forestales, conviene establecerlas bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales por planta y establecer cortinas rompevientos. Para aumentar la humedad aprovechable en el perfil, es necesario implementar acequias siguiendo curvas de nivel con barreras vivas en su parte superior.

Es importante aumentar el contenido de materia orgánica para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas, para lo cual se recomienda mantener la hojarasca en superficie, aplicar abonos orgánicos, sembrar e incorporar cultivos de cobertura (abonos verdes) y/o mantener el sotobosque. En las áreas degradadas por sobreexplotación, es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados mediante la plantación de especies arbóreas nativas; evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas. Igualmente, deben establecerse programas de control de incendios forestales.

En el establecimiento de plantaciones forestales y de acuerdo con su rentabilidad, se requiere una fertilización química, mediante la adición de nitrógeno, fósforo y potasio; como presentan valores moderados de retención de fosfatos, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlos en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, se deberá suplementar en forma foliar cobre y zinc. Se necesita riego en la época seca, por medio de aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010302)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, las fases MSCf1, MSCf2 y MSCfp1 pertenecen a la clase VII, sub clase VII p y grupo de manejo VII p-1, por lo que son tierras de vocación forestal. La fase MSCg2 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, son tierras para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F). Breve descripción de las inclusiones (PI 010508, PI 010301 y 010520)

Esta unidad cartográfica contiene tres suelos inclusiones que se describen a continuación:

Contiene el suelo **Andic Humustepts, familia medial, isotérmica (PI 010508),** lo compone el 10% del área,

se caracteriza por ser profundo, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas (al tacto) finas, con densidad aparente muy baja; la porosidad total es alta. La humedad aprovechable es baja en todo el perfil. El pH moderadamente ácido; la materia orgánica (MO), tiene valores medios en superficie y desciende en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta. La saturación de bases (SB), es alta en superficie y desciende en profundidad. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

Contiene el suelo **Entic Haplustolls, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica (PI 010301),** lo compone el 5% del área, se caracteriza por ser superficial, con drenaje natural moderadamente excesivo; texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con densidad aparente muy baja; porosidad total muy alta. La humedad aprovechable es baja. El pH es ligeramente ácido; la materia orgánica (MO), tiene valores bajos en superficie y aumenta en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA) y la saturación de bases (SB), tienen valores altos. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

Contiene el suelo **Typic Haplustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica (PI 010520),** lo compone el 5% del área, se caracteriza por ser superficial, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con densidad aparente muy baja en el primer horizonte y baja en los siguientes. La porosidad total es media. La humedad aprovechable es baja. El pH es ligeramente ácido en superficie y moderadamente ácido en los demás. La materia orgánica (MO), presenta valores bajos en el primer horizonte y medios en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media. La saturación de bases (SB), tiene valores altos. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.5 Unidad MSD

Consociación Carmona: Andic Humustepts, familia medial sobre pomácea cenizal, isotérmica, perfil modal 010803.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de la montaña Carmona y del cerro Agua de las Minas del municipio de Amatitlán. Asimismo en los alrededores del caserío El Manzanillo; fincas Lourdes, Alta Vista, La Divina Providencia, San Jerónimo, San Lorenzo, El Cucurucho, San Miguel; paraje Las Hojarascas; granjas Yaní, Encinal; labor de Castilla Uno y cerro El Astillero del municipio de Mixco. Además en los caseríos Cruz de Apán, Los Pajoc, Concepción El Pilar I, Ocaña, Loma Alta; fincas La Huerta, Rincón de Pacaya y Santa Elena; parcelamiento agrario Concepción El Pilar y cerro Carnaval del municipio de San Juan Sacatepéquez. Cerca del caserío La Presa; labores Villa Linda, Montesano, Cruz de Piedra, El Carrizalito y cerro de las Limas en el municipio de San Pedro Sacatepéquez. También en la finca La Choza y cerro el Triunfo del municipio de Villa Nueva. La unidad cartográfica abarca una extensión de 3,522 hectáreas. En la Figura 4.9, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.9 Filas y vigas con bosque natural intervenido. Municipio de Mixco (Foto: C. García, 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semifrío húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 15.0 °C; 1,229 mm de precipitación y una altitud media de 1,969 msnm Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies pino (*Pinus oocarpa*) y encino (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.9, la cobertura vegetal es bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas; en pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), moderadamente escarpadas (50 al 75%) y fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve filas y vigas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% del área por los suelos Andic Humustepts, familia medial sobre pomácea cenizal, isotérmica (perfil modal, PM 010803); en un 15%, por los suelos Andic Humustepts, familia medial sobre arenosa, isotérmica (perfil inclusión, PI 010802); en un 5% por los suelos Typic Durustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica, superficial (perfil inclusión, PI 011401) y en el 5%, por otros suelos no identificados a la escala del estudio.

La Consociación Carmona presenta las siguientes fases:

- **MSDe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 1,235 ha.
- **MSDf1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie 2,103 ha.
- **MSDg2:** Caracterizada por pendientes fuertemente escarpadas (>75%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 184 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010803)

En la Figura 4.10, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

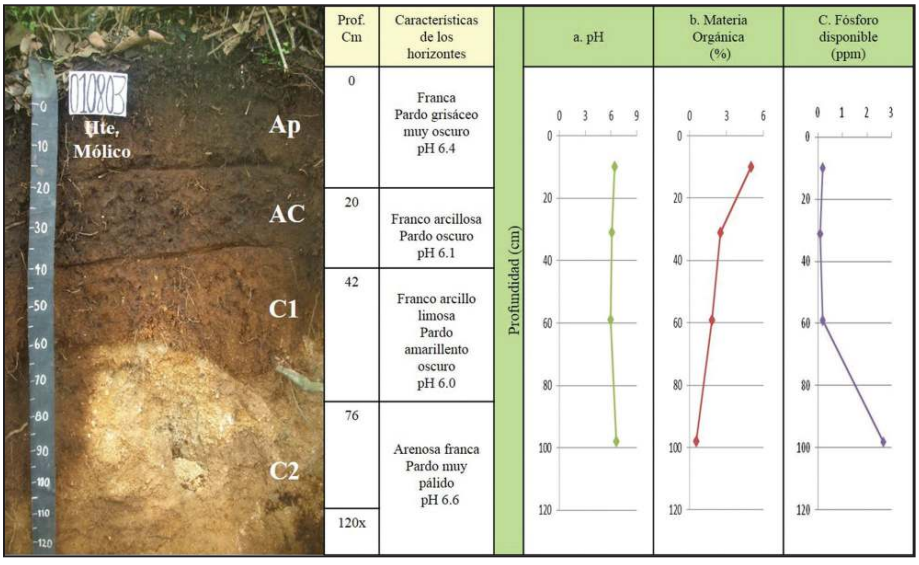


Figura 4.10 Morfología de algunas caracteristicas de los suelos del perfil modal (PM 010803) de la Consociación Carmona. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: C. García, 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010803):

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Carmona
Símbolo		MSD
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Andic Humustepts, familia medial sobre pomácea cenizal, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Mixco
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Alta Vista
	Coordenadas planas	X: 486753
		Y: 1618413
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,504
	Línea de vuelo No.	222
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		1,973 msnm
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,200 mm
	Temperatura promedio anual	15.9°C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	16.9 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos r ocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-

Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	76 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Sin uso agropecuario
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, fragmentos de roca en el perfil, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		06-08-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio arenosa franca; poca pómez (10%), irregular, sin altracion, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite gradual y plano.
20 – 42 cm AC	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; poca pómez (10%), %), irregular, sin altracion, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.1, ligeramente ácido; límite claro y plano.
42 – 76 cm C1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo franco arcillo limosa y de laboratorio franco arenosa; poca pómez (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay reacción al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.0, moderadamente ácido; límite claro y ondulado.
76 – 120x cm C2	Color en húmedo pardo muy pálido (10YR7/4); textura de campo arenosa franca y de laboratorio arenosa; extremadamente abundante pómez (70%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; pocos poros, gruesos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 010803)

Cuadro 4.13. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010803)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	0.85	2.57	77.50	46.35	43.44	38.65	28.09	23.03	20.07	29.41	37.51	66.93
20-42	0.90	2.03	57.38	40.21	35.61	30.29	24.48	20.33	17.44	21.12	34.55	55.67
42-76	0.85	1.95	77.36	45.54	44.92	40.42	37.48	33.31	26.35	23.66	32.75	56.41

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-20	46.51	23.37
20-42	29.12	18.17
42-76	50.48	18.57

Cuadro 4.14. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010803)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-20	75.22	21.23	3.55	AF	F	-	6.4	2.64	5.02	-	-	-	0.18	7.85	Alta
20-42	62.55	17.23	20.22	FArA	FAr	-	6.1	1.32	2.51	-	-	-	0.10		
42-76	67.81	19.91	12.27	FA	FArL	15.00	6.0	0.96	1.82	-	-	-	0.18		
76-120	89.74	6.73	3.53	A	AF	70.00	6.6	0.30	0.57	-	-	-	2.66		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	25.07	15.24	9.83	15.24	8.62	4.89	1.65	0.07	-	34.40	19.52	6.60	0.28	0.0
20-42	22.79	11.27	11.51	11.27	5.12	4.49	1.62	0.04	-	22.48	19.70	7.10	0.19	0.0
42-76	37.60	15.93	21.67	15.93	7.07	5.33	3.33	0.20	-	18.80	14.18	8.87	0.53	0.0
76-120	29.62	12.27	17.36	12.27	7.43	2.98	1.49	0.36	-	25.07	10.07	5.04	1.22	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	60.80	1.17	5.22	38.03	107.57	25.00	0.23	1.27
20-42	49.47	3.66	1.68	61.22	58.90	30.30	0.29	0.87
42-76	42.37	2.56	0.84	33.05	48.62	37.00	-	-
76-120	41.41	2.38	0.64	39.74	22.87	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable (H^{+} + Al^{+++}); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010803)

Estos suelos presentan baja evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.10 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); AC (22 cm de espesor); C1 (34 cm de espesor) y C2 (44 cm de espesor). El horizonte **Ap,** presenta color pardo grisáceo muy oscuro; textura (al tacto) franca; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo muy friable. El horizonte **AC,** muestra color pardo oscuro; textura (al tacto) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C1,** presenta color pardo amarillento oscuro; textura (al tacto) franco arcillo limosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C2,** es de color pardo muy pálido; textura (al tacto) arenosa franca; sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo muy friable.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.13 y de granulometría que se muestra en el Cuadro 4.14, presentan texturas (al tacto) moderadamente finas sobre gruesas, con abundantes fragmentos de roca a partir de los 76 cm La densidad real presenta valores medios a bajos entre 2.57 – 1.95 g/cc y la densidad aparente tiene valores muy bajos (0.85 – 0.90 g/cc).

La porosidad total en el perfil varía de muy alta (67%), en el primer horizonte a alta (56%), en profundidad; entre el 29 al 21%, corresponde a los macroporos y entre el 38 al 32% a los microporos; es evidente la dominancia

de la micro sobre la macroporosidad; lo que permite deducir que se presenta moderada infiltración de agua, aireación, drenaje interno. La humedad aprovechable tiene valores medios (24%), en superficie y bajos (19%), en profundidad. Tiene limitaciones fisicas a los 76 cm, por la presencia de fragmentos de roca (>60%), que no permite una adecuada penetración de las raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.14, presentan un pH ligeramente ácido (6.4 – 6.1), en superficie y varía de moderadamente ácido a neutro (6.0 – 6.6), en profundidad, valores adecuados para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), varía de alto (5.02%), en superficie a bajo (0.57%), en profundidad, estos valores están relacionados con el suministro de parte de los nutrientes para las plantas y de constituyentes energéticos a los microorganismos, debe aumentarse.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee altos valores (22.79 a 37.60 meq/100 g de suelo) en el perfil, por lo que presenta un alto potencial para la retención de nutrientes útiles a las plantas. La reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) es media (15.24 a 11.27 meq/100 g de suelo); se considerada moderada para la mayoría de cultivos y debe ser suplementada. La saturación de bases (SB), varía de alta (61%) a media (41%), el mayor valor corresponde al horizonte superior y los menores a los inferiores. La retención fosfórica tiene valores medios (25 – 37%), debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, lo cual implica que la aplicación de fosfatos debe ser fraccionada.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen valores bajos en el perfil; el potasio (K), presenta valores altos en todos los horizontes. En cuanto a los **cationes,** el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas a excepción del segundo horizonte en donde se muestra en cantidades medias; el magnesio (Mg), tiene valores altos en todos los horizontes.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores bajos en superficie y medios en profundidad; mientras que el zinc (Zn), es medio en superficie y bajo en los subsiguientes; con relación al hierro (Fe), y el manganeso (Mn), se encuentran en cantidades altas en superficie. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características de los suelos y recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010803)

Estos suelos se han originado a partir de tobas e ignimbritas, de baja evolución. Son moderadamente profundos; drenaje moderadamente excesivo; de texturas (al tacto) moderadamente finas sobre gruesas, con abundantes fragmentos de roca en el perfil; pH ligeramente ácido en superficie; contenido de materia orgánica alto en el horizonte superior; capacidad de intercambio de cationes alta; bases totales medias; saturación de bases alta y fertilidad natural alta. Debido a la presencia de materiales amorfos y el aluminio activo que contienen, presentan una moderada adsorción de fosfatos (PO_4). El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", la temperatura media del suelo oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos; son pendientes que van de ligeramente escarpadas (25 al 50%) a fuertemente escarpadas (>75%); moderada retención fosfórica, erosión moderada, fragmentos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), texturas medias sobre gruesas, presencia de fragmentos

de roca, erosión ligera, retención fosfórica moderada, tiene aptitud agroforestal para el establecimiento de plantaciones con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo, así como para establecer sistemas extensivos silvopastoriles.

La fase que presenta pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, erosión ligera, tiene capacidad de uso forestal para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional y con control de incendios forestales.

La fase que tiene pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión moderada, presenta capacidad de uso para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

En la fase con capacidad de uso agroforestal, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel. Además, para aumentar la retención de agua de lluvia, mejorar la infiltración y aumentar la humedad aprovechable en el perfil, debe establecerse acequias de ladera protegidas con barreras vivas y terrazas individuales por planta. No pueden mecanizarse y debe cuidarse que queden expuestas al efecto de la lluvia para evitar la escorrentía. Se deberá establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca, para reducir la evaporación y minimizar la escorrentía. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

En los suelos que presentan capacidad de uso forestal, es necesario mantener la cobertura vegetal como protección al impacto de la gota de lluvia y así evitar la erosión hídrica. En el caso de plantaciones forestales, deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos, plantando al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales por planta, establecer cortinas rompevientos. En las áreas degradadas por sobreexplotación, es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados, mediante la plantación de especies arbóreas nativas; evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas, asimismo se deben establecer programas de control de incendios forestales.

Es importante mantener e incluso aumentar el contenido de materia orgánica del suelo ya que se mejoran sus condiciones físicas, químicas y biológicas, para lo cual se recomienda mantener la hojarasca en superficie, aplicar abonos orgánicos, sembrar e incorporar cultivos de cobertura (abonos verdes). Respecto a la fertilización química, se necesita aplicar nitrógeno y fósforo; como presenta valores moderados de retención de fosfatos, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad de las plantaciones, debe aplicarse cobre y zinc. Necesitan riego en la época seca, por medio de aspersión o goteo.

Para la fase de capacidad de uso para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad, debe conservarse la vegetación existente y propiciar la regeneración natural. Igualmente, es necesario reforestar con especies arbóreas nativas en las áreas deforestadas. Evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas. Establecer programas de control de incendios forestales.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 10803)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MSDe1 pertenece a la clase VI, sub clase VI p y grupo de manejo VI p-1, por lo que posee vocación agroforestal y silvopastoril. La fase MSDf1 pertenece a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-1, posee vocación forestal. La fase MSDg2 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, son tierras para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad. Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F). Breve descripción de las inclusiones (PI 010802, PI 011401)

Esta unidad cartográfica contiene dos suelos inclusiones que se describen a continuación:

En un 15% del área, contiene el suelo **Andic Humustepts, familia medial sobre arenosa, isotérmica (PI 010802),** se caracteriza por ser profundo, bien drenado; texturas (al tacto) moderadamente finas sobre gruesas; densidad aparente muy baja en todo el perfil; la porosidad total es muy alta en el primer horizonte y alta en el segundo; la humedad aprovechable es media. El pH es moderadamente ácido; la materia orgánica (MO), es media en el primer horizonte, baja en los siguientes. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta; la saturación de bases (SB), presenta valores medios en todos los horizontes y la fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

En un 5% del área, contiene el suelo **Typic Durustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica, superficial (PI 011401),** se caracteriza por ser superficial; con drenaje natural moderadamente excesivo; de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas; con densidad aparente baja en el primer horizonte y muy baja en el segundo; porosidad total alta. La humedad aprovechable es baja en todo el perfil. El pH tiene valores neutros; la materia orgánica (MO), es alta en el primer horizonte y disminuye en profundidad; la capacidad de intercambio de cationes (CICA) y la saturación de bases (SB), es alta en todo el perfil. La fertilidad natural es muy alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.6 Unidad MSE

Consociación Las Minas: Lithic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica, perfil modal 011418.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol; se encuentran a inmediaciones de la Montaña Carmona, Cerro Agua de las Minas y riachuelo Mico, del municipio de Amatitlán. La unidad cartográfica abarca una extensión de 237 hectáreas. En la Figura 4.11, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.11 Filas y vigas con bosque natural. Municipio de Amatitlán (Foto: C. García 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semifrío húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 16.0 °C; 1,155 mm de precipitación y una altitud media de 1,692 msnm Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB), caracterizada por las especies encino (*Quercus* spp), pino triste (*Pinus pseudostrobus*) y pino de ocote (*Pinus montezumae*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.11, la cobertura vegetal es bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas; en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve filas y vigas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 85% de la superficie por los suelos Lithic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 011418), en un 5% por afloramientos rocosos y en un 10%, por otros suelos no identificados a la escala del estudio.

La Consociación Las Minas presenta las siguientes fases:

- **MSEf1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 216 ha.
- **MSEg1:** Caracterizada por pendientes fuertemente escarpadas (>75%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 11 ha.
- **MSEgpr2:** Caracterizada por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), abundante pedregosidad superficial, pocos afloramientos rocosos y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 10 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011418)

En la Figura 4.12, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes y el color. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

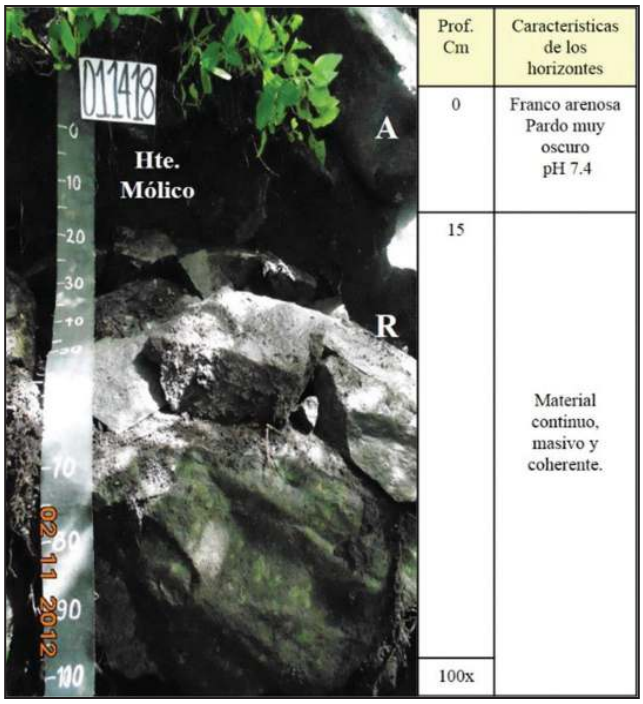


Figura 4.12 Morfología de algunas caracteristicas de los suelos del perfil modal (PM 011418) de la Consociación Las Minas (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011418)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Las Minas
Símbolo		MSE
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Lithic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica**
Localización Geogràfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Amatitlán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Cerro Carmona
	Coordenadas planas	X: 481523
		Y: 1602202
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,758
	Línea de vuelo No.	227
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológico	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas

Altitud		1,718 msnm
Pendientes	**Clase**	Fuertemente escarpadas
	Rango	> 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrio húmedo
	Precipitación promedio anual	1,200 mm
	Temperatura promedio anual	15.0°C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo.
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	19.6°C.
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos r ocosos	**Clase**	Poca
	Supericie cubierta	5 %.
Pedregosidad supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Supericie cubierta	20 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Muy superficial
	Profundidad	15 cm
	Limitante	Contacto lítico
Uso	**Actual**	Sin uso agropecuario
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes fuertemente escarpadas, suelos muy superficiales, erosión moderada, déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Bosque natural con especies de pino, encino
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		03-10-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 15 cm A	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; frecuente piedra (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas, medias, gruesas, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.4, ligeramente alcalino; limite abrupto.
15 – 100x cm R	Material continuo, masivo y coherente.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011418)

Cuadro 4.15. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011418)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-15	0.64	1.98	86.26	44.52	43.92	33.86	30.25	22.01	14.82	33.22	34.46	67.68

Profundidad	Humedad gravimetrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-15	52.46	29.10

Cuadro 4.16. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011418)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-15	68.88	22.39	8.73	FA	F	20.00	7.4	6.83	12.98	-	-	-	28.38	7.98	Alta

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-15	34.75	19.51	15.24	19.48	15.60	2.69	0.97	0.22	0.03	44.89	7.74	2.79	0.63	0.2

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-15	56.06	0.84	6.81	18.73	6.02	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011418)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.12, y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura A (15 cm de espesor) y R (85 cm de espesor). El horizonte **A,** es de color pardo muy oscuro; de textura (de laboratorio) franco arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo muy friable. El horizonte **R,** está conformado por material continuo, masivo y coherente.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.15 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.10, tienen texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas. La densidad real presenta bajos valores (1.98 g/cc) y la densidad aparente es muy baja (0.64 g/cc). La porosidad total es muy alta (68%); el 33% corresponde a los macroporos y el 35% a los microporos; estos valores muestran una leve dominancia de la micro sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable es media (29%). Los valores muy bajos de densidad aparente correlacionan con la alta porosidad total. Tiene limitaciones fisicas a los 15cm, por roca que no permite la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.16, tiene pH ligeramente alcalino (7.4), adecuado para la mayoría de los cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), es alto (12.98%), este valor está relacionado con el suministro de parte de los nutrientes para las plantas y de constituyentes energéticos a los microorganismos del suelo. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (34.75 meq/100 g de suelo), por lo que presenta un alto potencial para la retención de nutrientes útiles para las plantas. Presenta una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), media (19.48 meq/100 g de suelo), considerada moderada para la mayoría de cultivos, debe ser suplementada. La saturación de bases (SB), es alta (56%).

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N), tiene valores bajos; mientras que el potasio (K) y fósforo (P), presentan valores altos. Con respecto a los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas; el magnesio (Mg), tiene valores medios.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), tiene contenidos bajos en todo el perfil; el zinc (Zn), posee niveles altos; en cuanto al hierro (Fe), y el manganeso (Mn), poseen valores medios. Según los resultados de los análisis y las variables químicas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (PM 011418)

Estos suelos se han originado a partir de tobas e ignimbritas, presentan moderada evolución. Son muy superficiales, limtada a los 15 cm por roca; con drenaje natural excesivo; de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas; pH ligeramente alcalinos, contenidos de materia orgánica altos; capacidad de intercambio de cationes y saturación de bases altas; contenido de bases totales medios y fertilidad natural alta. El régimen de humedad del suelo se califica como “ústico”, ya que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es “isotérmico”, esto significa que la temperatura media del suelo, oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, son pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y fuertemente escarpadas (>75%); suelos muy superficiales; afloramientos rocosos; abundante pedregosidad superficial; abundantes fragmentos gruesos; erosión moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase con pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, con suelos muy superficiales y erosión ligera, tiene capacidad de uso forestal para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional y con control de incendios forestales.

Las fases con pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión moderada, pedregosidad superficial y afloramientos de roca en algunos sectores, tienen capacidad de uso para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

En los suelos con capacidad de uso forestal, es necesario mantener la cobertura vegetal como protección para evitar la erosión hídrica. En el caso de plantaciones forestales, deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, plantando al contorno, siguiendo las curvas a nivel y es recomendable elaborar terrazas individuales por planta, establecer cortinas rompevientos. En las áreas degradadas por sobreexplotación, es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados, mediante la plantación de especies arbóreas nativas; evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas, asimismo se deben establecer programas de control de incendios forestales.

Es importante mantener el contenido de materia orgánica del suelo ya que esta mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas, para lo cual se recomienda mantener la hojarasca en superficie. En el establecimiento de las plantaciones forestales se necesita aplicar Nitrógeno. Necesitan riego en la época seca, por medio de aspersión o goteo.
En las fases con capacidad de uso para la conservacion de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad, debe conservarse la vegetación existente y propiciarse la regeneración natural. Es necesario plantar especies arbóreas nativas en áreas deforestadas. Evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas. Establecer programas de control de incendios forestales.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011418)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MSEf1 pertenece a la clase VII, sub clase VII p y grupo de manejo VII p-1, son tierras de vocación forestal. Las fases MSEg1 y MSEgpr2, pertenecen a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, son tierras para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.1.7 Unidad MSF

Consociación Las Nubes: Humic Haplustands, familia medial, isotérmica, perfil modal 010311.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Andisol y se encuentran a inmediaciones la aldea Buena Vista; las fincas El Guayabo, El Pinalito, El Porvenir, El Risco, La Piedad; los caseríos Agua Tibia, El Manzanillo, Tronco del Cedro, Vertientes; cerros Alto y Temastepeque; labores El Durazno, El Pito y La Piedad, del municipio de Palencia.

En las cercanías de las fincas Cerro Alto, El Colorado Las Victorias, La Providencia, Las Hortensias, Monte Redondo, San Felipe, San Joaquín Trojas Viejas y Sanshín; caseríos El Carrito, El Cerezo, El Rincón, El Tablón, El Tular, Las Nubitas, Peña Blanca, Río Frío, San Felipe; cerro La Ventana; labor Las Delicias; hacienda María Isabel Las Nubes, Miramundo, Plan Grande, San Francisco Las Minas; Montaña Oscura, Las Nubes; los parejes Común Ojo Tibio, El Zacatal, Guadalupe, La Ventana, Las Bolsitas y Santa Clara, del municipio de San José Pinula. La unidad cartográfica abarca una extensión de 6,045 hectáreas. En la Figura 4.13, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.13 Filas y vigas cubiertas con bosque natural. Municipio de San José Pinula (Foto: O. Hernández, 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semifrío húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 15.4 °C; 1,820 mm de precipitación y una altitud media de 2,019 msnm Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB), caracterizada por las especies encino (*Quercus* spp), pino triste (*Pinus pseudostrobus*) y pino de ocote (*Pinus montezumae*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.13, la cobertura vegetal es de bosques naturales.

Los suelos de la unidad, se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas; en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve filas y vigas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 80% de la superficie por los suelos Humic Haplustands, familia medial, isotérmica (perfil modal, PM 010311) y en un 20% del total del área, por los suelos Typic Humustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010510).

La Consociación Las Nubes presenta las siguientes fases:

- **MSFf1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 1,847 ha.
- **MSFf2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 1,770 ha.
- **MSFfp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 424 ha.
- **MSFg2:** Caracterizada por pendientes fuertemente escarpadas (>75%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 2,004 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010311)

En la Figura 4.14, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de las propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

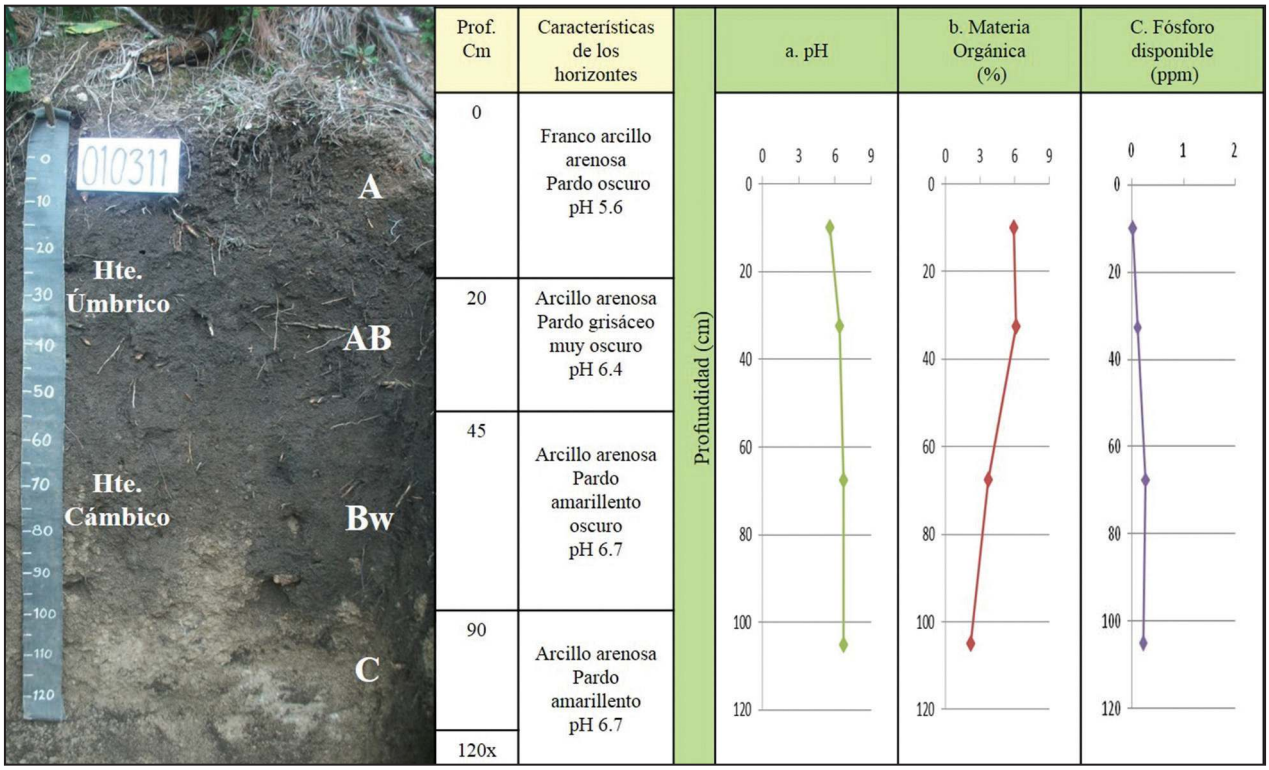


Figura 4.14 Morfología de algunas caracteristicas de los suelos del perfil modal (PM 010311) de la Consociación Las Nubes. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: O. Hernández, 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010311)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Las Nubes
Símbolo		MSF
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Humic, Haplustands, familia medial, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San José Pinula
	Aldea	-
	Caserío sector, sitio, finca	Finca Miramundo
	Coordenadas Planas	X: 0516724
		Y: 1608166
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	9,594
	Línea de veulo No.	225
	Bloque No.01	01
Posición Geomorfológico	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		2,160 msnm
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,900 mm
	Temperatura promedio anual	15.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	17.7 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Ganadería extensiva
	Cultivos	Pasto natural
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión moderada y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Bosque natural con especies de ciprés, pino
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		05-07-2011

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm A	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.6, moderadamente ácido; límite claro y ondulado.
20 – 45 cm AB	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite gradual y ondulado.
45 – 90 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; pocas raíces, medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite gradual y ondulado.
90 – 120x cm C	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio arenosa; poca gravilla (15%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, finos y medianos; pocas raíces, medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, reacción ligera al H_2O_2; pH 6.7, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 010311)

Cuadro 4.17. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010311)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	0.90	2.16	50.20	38.03	33.40	23.71	19.38	18.55	17.38	19.52	38.81	58.33
20-45	0.86	2.53	55.01	37.08	34.62	26.16	23.80	18.51	17.45	24.47	41.54	66.01
45-90	0.92	2.10	39.08	28.64	24.03	22.9	20.09	17.62	16.22	21.64	34.55	56.19

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-20	4.62	16.02
20-45	33.26	17.17
45-90	30.59	7.81

Cuadro 4.18. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010311)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	**	%	ppm	Valor	Caliic.
0-20	84.74	9.51	5.74	FA	FArA	15.00	5.6	3.13	5.95	-	-	-	0.02	7.40	Alta
20-45	68.94	17.38	13.68	FA	ArA	15.00	6.4	3.23	6.13	-	-	-	0.11		
45-90	76.73	13.51	9.76	FA	ArA	15.00	6.7	1.96	3.72	-	-	-	0.27		
90-120	91.02	5.34	3.64	A	ArA	15.00	6.7	1.15	2.18	-	-	-	0.22		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	29.62	9.67	19.95	9.53	7.44	1.65	0.33	0.11	0.14	25.12	5.57	1.11	0.37	1.4
20-45	29.05	11.89	17.16	11.86	9.72	1.72	0.30	0.12	0.03	33.46	5.92	1.03	0.41	0.3
45-90	24.50	11.40	13.10	11.38	9.26	1.69	0.31	0.12	0.02	37.80	6.90	1.27	0.49	0.2
90-120	14.81	10.95	3.86	10.92	8.92	1.66	0.22	0.12	0.03	60.23	11.21	1.49	0.81	0.3

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	32.17	0.43	0.86	55.90	9.50	32.10	0.68	0.35
20-45	40.83	0.77	1.09	33.30	5.09	33.10	1.06	0.37
45-90	46.45	0.92	0.82	48.90	6.82	27.60	-	-
90-120	73.73	0.31	0.64	13.20	9.18	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable (H^{+} + Al^{+++}); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010311)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.14 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura A (20 cm de espesor); AB (25 cm de espesor); Bw (45 cm de

espesor) y C (30 cm de espesor); el horizonte **A,** presenta color pardo oscuro; textura (al tacto) franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **AB,** tiene color pardo grisáceo muy oscuro; textura (al tacto) arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte Bw, posee color pardo amarillento oscuro; textura (al tacto) arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** es de color pardo amarillento; textura (al tacto) arcillo arenosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.17 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.18, presentan texturas (al tacto) finas, con pocos fragmentos de roca en el perfil. La densidad real presenta valores medios a bajos entre 2.53 – 2.10 g/cc y la densidad aparente tiene valores muy bajos (0.86 - 0.92 g/cc). La porosidad total en el perfil es alta (66% a 56%); entre 20% y 25% corresponde a los macroporos y entre el 42% y el 35% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la micro sobre la macroporosidad, la que está relacionada con las texturas finas que presenta. No hay limitaciones físicas para la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.18, tienen un pH moderadamente ácido (5.6) y neutro (6.7), no limitantes para la mayoría de los cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), varía de alto (6.13%), a bajo (2.18%), el mayor valor corresponde a los horizontes superiores y los menores a los inferiores, estos niveles favorecen la estabilidad de los agregados y el suministro de nutrientes.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (29.6 meq/100 g de suelo), hasta el tercer horizonte y media (14.8 meq/100 g de suelo) en el último, lo cual indica un alto potencial para retener nutrientes útiles para las plantas. Presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), entre media (11.86 meq/100 g de suelo) y baja (9.53 meq/100 g de suelo), considerada moderada para la mayoría de cultivos, debe suplementarse. La saturación de bases (SB), tiene valores bajos (32.17%), en superficie y altos en profundidad (73.73%); la retención fosfórica tiene valores medios (33% – 27%), debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, lo cual implica que la aplicación de fosfatos deben realizarse en forma fraccionada.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y fósforo (P), tienen valores bajos en el perfil, el potasio (K), reporta valores medios. Con respecto a los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra alto en el perfil; el magnesio (Mg), es medio en todos los horizontes.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), presentan valores bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe), posee contenidos altos a excepción del cuarto horizonte donde los contenidos son medios, y el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades medias en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010311)

Suelos desarrollados a partir de tobas e ignimbritas, presentan evolución moderada. Son profundos; con drenaje natural moderadamente excesivo; texturas (al tacto) finas, con pocos fragmentos de roca; pH moderadamente ácido; contenido de materia orgánica alto en el horizonte superficial; capacidad de intercambio de cationes alta; contenido de bases intercambiables medio; saturación de bases baja y fertilidad natural alta. Debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo que contienen, presentan una moderada adsorción de

fosfatos (PO_4). El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", la temperatura media del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos son: pendientes de moderadamente escarpadas (50 al 75%) y fuertemente escarpadas (>75%); erosión ligera y moderada; pedregosidad superficial en algunas áreas, fragmentos gruesos en algunas áreas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases que poseen pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), con erosion ligera y moderada y abundante pedregosidad superficial, presencia de fragmentos gruesos en el perfil, tienen capacidad de uso forestal para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional y con control de incendios forestales.

La fase que tiene pendientes fuertemente escarpadas (>75%) y erosión moderada, presenta capacidad de uso para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

Para un adecuado manejo de los suelos con capacidad de uso forestal, es necesario mantener la cobertura vegetal como protección al impacto de la gota de lluvia para evitar la erosión hídrica. En el caso de plantaciones forestales, deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel y establecerse cortinas rompevientos. Es importante aumentar el contenido de materia orgánica ya que esta mejora las características físicas, químicas y biológicas; para ello, se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura, aplicar abonos orgánicos y/o mantener el sotobosque. Para mejorar la retención de humedad se recomienda implementar acequias de ladera con gramíneas en la parte superior, y se recomienda construir terrazas individuales por planta.

En el establecimiento de plantaciones forestales y de acuerdo a su rentabilidad, de requerirse la fertilización química, se necesita aplicar los elementos mayores Nitrógeno, Fosforo y Potasio. Por la moderada retención fosfórica, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad, cerca de las raíces en dosis moderadas y en forma periódica. Dependiendo de la rentabilidad de las plantaciones, requiere suplementarse por vía foliar con Cobre y Zinc. En época seca se necesita riego, ya sea por aspersión o goteo.

En la fase con capacidad de uso para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad, debe conservarse la vegetación existente y propiciarse la regeneración natural. Es necesario reforestar con especies arbóreas nativas en las áreas deforestadas. Evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas. Establecer programas de control de incendios forestales.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010311)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, las fases MSFf1, MSFf2 y MSFfp2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-1, por lo que son tierras de vocación forestal. La fase MSFg2 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, son tierras para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de la inclusión (PI 010510)

La inclusión del suelo **Typic Humustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica (PI 010510)**, ocupa el 20% de la superficie; moderadamente profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con densidad aparente muy baja y porosidad total alta en el primer horizonte y media en el segundo. La humedad aprovechable es baja en todos los horizontes. El pH es moderadamente ácido; la materia orgánica (MO), tiene valores altos en el primer horizonte y disminuye en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), presenta valores altos. La saturación de bases (SB), tiene valores medios en el primer horizonte y altos en los siguientes. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.8 Unidad MSG

Consociación San Francisco: Humic Haplustands, familia medial, amórfica, isotérmica, perfil modal 010314.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Andisol y se encuentran a inmediaciones de los caseríos La Granja, Los Pinos, Naranjito y San Ignacio; las fincas El Naranjito de Ramírez, Labor de Castilla, San Antonio, San Carlos, San José, Suncín; granja Melva; labores Alta Gracia, Castilla I, Las Colmenas y Lourdes; parcelamientos Las Victorias y San Carlos, del municipio de Mixco. En los alrededores de la aldea Plan Grande; caseríos El Barrancón, El Canutillo, Puerta del Pito; finca El Mora, del municipio de Palencia. Ademas de los caseríos El Naranjo, El Socorro, El Zapote, Joya del Rodeo; paraje Tres Puertas; fincas El Amate, El Carmen, El Recuerdo, El Ricial, La Esperanza, Villa Luz; haciendas El Palital, La Primavera, Las Minas, Las Nubes, San Carlos Las Nubes, San Martín Las Nubes y labor Filo Bonito, del municipio de San José Pinula.

Estos suelos también se localizan en los alrededores de las aldeas Loma Alta, San Martín, Xinamajul; caseríos La Joya de las Flores, Pocajay; fincas El Pilar, San Jerónimo Escudero, San José Ocaña, San Rafael Escudero, parcelamiento Santa Fe, granja Susana y la cabecera municipal del municipio de San Juan Sacatepéquez. Aldea Vista Hermosa; caserío Las Limas, granjas Mary, Concepción, Yumar y San Ignacio, del municipio de San Pedro Sacatepéquez. Las fincas Monte Antonio y Nevada; cerro Santa Rosa, granja La Maravilla y parcelamiento Santa Rosa, del municipio de Villa Nueva. La unidad cartográfica abarca un área de 5,201 hectáreas. En la Figura 4.15 se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.15 Lomas con ganadería extensiva y bosque natural, Municipio de San José Pinula (Foto: R. Pacheco 2011)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semifrío húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 15.9 °C; 1,469 mm de precipitación y una altitud media de 1,937 msnm Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB), caracterizada por las especies encino (*Quercus* spp), pino triste

(*Pinus pseudostrobus*) y pino de ocote (*Pinus montezumae*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.15, el uso principal es ganadería extensiva y la cobertura vegetal está conformada por relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% por los suelos Humic Haplustands, familia medial, amórfica, isotérmica (perfil modal, PM 010314); en un 20% de la superficie, Andic Humustepts, familia medial, isotérmica (perfil inclusión, PI 010804) y el 5%, por los suelos Typic Haplustalfs, familia muy fina, activa, isotérmica (perfil inclusión, PI 010509).

La Consociación San Francisco presenta las siguientes fases:

- **MSGc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 21 ha.
- **MSGd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 2,148 ha.
- **MSGd2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 18 ha.
- **MSGe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 2,183 ha.
- **MSGe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 831 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 10314)

En la Figura 4.16, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

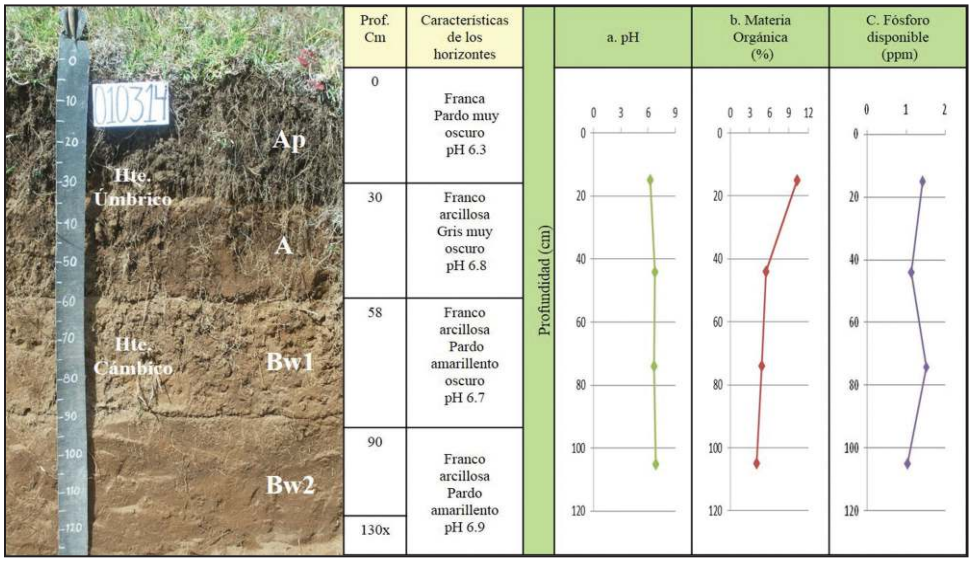


Figura 4.16 Morfología de algunas caracteristicas de los suelos del perfil modal (PM 010314) de la Consociación San Francisco. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010314)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación San Francisco
Símbolo		MSG
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Humic Haplustands, familia medial, amórica, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San José Pinula
	Aldea	-
	Caserío sector, sitio, finca	Finca San Francisco Las Nubes
	Coordenadas planas	X: 517814
		Y: 1609795
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	9,523
	Línea de vuelo No.	224
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras, cenizas volcánicas y pómez
Altitud		2,341 msnm
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,900 mm
	Temperatura promedio anual	15.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	15.7 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado

Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Ganadería extensiva sobre pasto cultivado
	Cultivos	Pasto kikuyo
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente escarpadas, erosión moderada, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Relictos de bosque natural con especies de pino, encino
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		16-12-2011

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 30 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos y medios; muchas raíces, finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite claro y plano.
30 – 58 cm A	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos y medios; muchas raíces, finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.8, neutro; límite claro y plano.
58 – 90 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medios; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite claro y plano.

90 – 130x cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento (10YR3/6); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medios; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.9, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos y mineralógicos del perfil modal (PM 010314)

Cuadro 4.19. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010314)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-30	0.93	2.40	123.54	54.50	53.10	51.21	47.52	40.98	21.19	34.92	26.33	61.25
30-58	0.81	1.90	119.67	56.23	46.64	44.89	43.69	37.56	26.98	35.01	22.36	57.37

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-30	21.47	31.90
30-58	33.71	19.66

Cuadro 4.20. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010314)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	**	%	ppm	Valor	Caliic.
0-30	67.08	26.69	6.23	FA	F	-	6.3	5.42	10.29	-	-	-	1.42	7.98	Alta
30-58	75.64	20.3	4.06	FAr	FAr	-	6.8	2.90	5.51	-	-	-	1.13		
58-90	73.42	22.52	4.05	FA	FAr	-	6.7	2.54	4.82	-	-	-	1.51		
90-130	71.27	24.69	4.04	FA	FAr	-	6.9	2.12	4.02	-	-	-	1.04		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-30	59.02	14.26	44.75	14.26	11.85	1.05	1.21	0.17	-	20.07	1.77	2.04	0.29	0.0
30-58	59.61	13.89	45.72	13.89	11.57	0.21	1.92	0.20	-	19.41	0.35	3.22	0.33	0.0
58-90	57.25	14.33	42.91	14.33	12.41	0.13	1.53	0.26	-	21.67	0.23	2.68	0.45	0.0
90-130	55.48	14.55	40.93	14.55	12.68	0.32	1.30	0.26	-	22.86	0.57	2.34	0.47	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-30	24.17	0.17	3.82	3.47	32.35	88.10	2.72	1.12	2.70
30-58	23.30	0.22	0.86	2.28	15.52	94.30	3.11	1.11	1.44
58-90	25.04	0.15	0.72	1.05	14.13	-	-	-	-
90-130	26.23	0.13	0.48	0.82	10.37	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable (H^{++} Al^{+++}); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Cuadro 4.21. Resultados de los análisis mineralógicos (PM 010314)

Constitución mineralógica de la fracción arcilla	Profundidad (cm)		
	00-30	30-58	58-90
Material no cristalino	++++	++++	++++
Haloisita	..	++	++

Constitución mineralógica de la fracción arena	Profundidad (cm)		
	00-30	30-58	58-90
Feldespatos	52	53	56
Vidrio volcánico	10	13	15
Cuarzo	2	3	4
Hornblenda	5	16	5
Lamprobolita	tr	1	4
Hiperstena	15	7	8
Diópsido	tr	tr	2
Biotita	1	tr	tr
Magnetita	5	3	5
Hematita	1	tr	1
Granos alterados	1	tr	tr
Fragmentos líticos	2	2	tr
Fragmentos de toba	4	2	tr
Circón	2	tr	tr

CONVENCIONES			
Dominante, mayor de 50%	++++	Presente, de 5 a 15%	+
Abundante, de 30 a 50%	+++	Trazas, menor de 5%	Tr
Común, de 15 a 30%	++	Dudoso	?

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010314)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.16 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (30 cm de espesor); A (28 cm de espesor); Bw1 (32 cm de espesor) y Bw2 (40 cm de espesor). El horizonte **Ap,** presenta color pardo muy oscuro; textura (al tacto) franca; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **A,** posee un color gris muy oscuro; textura (al tacto) franca; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** exhibe un color pardo amarillento oscuro; textura (al tacto) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** es de color pardo amarillento; textura (al tacto) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable.

Conforme a los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.19 y de granulometría, clase textural y fragmentos gruesos que se muestran en el Cuadro 4.20, presentan texturas (al tacto) moderadamente finas. La densidad real presenta valores bajos (2.40 g/cc a 1.90 g/cc) y la densidad aparente valores muy bajos (0.93 – 0.81 g/cc). La porosidad total en el perfil varía de muy alta (61%), a alta (57%); el 35%, corresponden a los macroporos y entre el 26% y el 22%, a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la macro sobre la microporosidad. Estas características indican que la infiltración de agua en el perfil es adecuada en

superficie y rapida en profundidad. La humedad aprovechable para las plantas tiene el mismo comportamiento: alta (31.9%) en superficie y disminuye en profundidad (19.6%). No hay impedimentos mecánicos para la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.20, tienen pH ligeramente ácido en superficie (6.3) y neutro en los demás (6.7 – 6.9), no limitantes para la mayoría de los cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), varía de alto (10.29%), a medio (4.02%), el mayor valor corresponde al horizonte superior y el menor a los inferiores, estos valores se consideran adecuados en lo relacionado con la estabilidad de los agregados y el suministro de nutrientes, debe aumentarse.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (59.6 a 55.4 meq/100 g de suelo), lo que indica que los suelos presentan alto potencial para almacenar nutrientes útiles para las plantas. La reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) es media (13.89 - 14.55 meq/100 g de suelo); esta reserva se considera moderada para la mayoría de cultivos, debe suplementarse. La saturación de bases (SB), es baja (23% – 26%) en todo el perfil. La retención fosfórica tiene valores altos (88% – 94%), debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, lo cual implica aplicación de fosfatos en forma fraccionada.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y fósforo (P), tienen valores bajos; mientras que el potasio (K), posee valores medios en el perfil. Con respecto a los **cationes**, el calcio (Ca), es alto en todos los horizontes; el magnesio (Mg), reporta valores bajos.

De los **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores bajos en el perfil; el zinc (Zn), posee valores medios en el primer horizonte y bajos en los siguientes; el hierro (Fe), tiene contenidos bajos en todos los horizontes; el manganeso (Mn), se encuentra alto en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

En el cuadro 4.21 referido a la **mineralogía** de este suelo, indica que la fracción de arcilla domina el material no cristalino (amorfo) y en menor proporción haloisita; en la fracción arena dominan los feldespatos y en menores proporciones vidrio volcánico, cuarzo, hornblenda, lamprobolita, hiperstena, diópsido, biotita, magnetita, hematita, granos alterados, fragmentos líticos, fragmentos de toba y circón.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010314)

Estos suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), son de evolución moderada. Son profundos, bien drenados, de texturas (al tacto) moderadamente finas; pH ligeramente ácido en superficie; contenido de materia orgánica alto en los horizontes superficiales; capacidad de intercambio de cationes alta; bases intercambiables medias; saturación de bases baja y fertilidad natural alta. Debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, presentan una alta adsorción de fosfatos (PO_4). El régimen de humedad del suelo se califica como “ústico”, porque permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es “isotérmica”, esto significa que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos son: pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) a ligeramente escarpadas (25 al 50%); erosión ligera y moderada; alta retención fosfórica; deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase con pendientes moderadamente inclinadas (7 a 12%) y erosión ligera, y las fases con pendientes fuertemente inclinadas (12 a 25%) erosión ligera y moderada, moderada retención de fosfatos, son tierras con capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, ya sea anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Asimismo, tienen aptitud para la ganadería.

Las fases con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) erosión ligera, y la fase con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión moderada, retención fosfórica alta, son tierras de capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de sistemas agroforestales con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo. También tienen aptitud para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

Para un adecuado manejo de las fases con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas, aumentar la intensidad de las mismas, conforme aumenta la pendiente, son necesarias prácticas como: siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecimiento de barreras vivas. Es importante incrementar la retención de agua de lluvia en el perfil y con esto, aumentar la humedad aprovechable para las plantas, para ello se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior. Si es necesario arar, debe realizarse labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica. Igualmente, es necesario establecer cortinas rompevientos.

Es importante mantener e incluso aumentar el contenido de materia orgánica, para esto se recomienda la incorporación de restos de cosecha, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y otras fuentes de materia orgánica existentes en la región. Las actividades relacionadas con la ganadería semi-intensiva implican trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; realizar las actividades ganaderas bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, cercas vivas, adecuada carga animal, oportuna rotación de potreros, así como evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

En los suelos con capacidad de uso agroforestal, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación para evitar la erosión hídrica, por lo que debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas, barreras muertas y acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia para evitar la escorrentía.

Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles, deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilización química, se necesita aplicar los elementos mayores nitrógeno y fósforo; por los valores altos de retención fosfórica presentes, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad, cerca de las raíces en dosis moderadas y en forma periódica. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, debe aplicarse por medio foliar cobre y zinc. En época seca necesita riego, ya sea por aspersión o por goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010314)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MSGc1 pertenece a la clase III, sub clase III p y grupo de manejo III p-1; la fase MSGd1 pertenece a

la clase IV, sub clase IV p y grupo de manejo IV p-1; la fase MSGd2 pertenece a la clase IV, sub clase IVpe y grupo de manejo IVpe-1, son tierras con vocación agrícola.

Las fases MSGe1 y MSGe2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-1, son tierras con vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de las inclusiones (PI 010804, PI 010509)

Esta unidad cartográfica contiene dos suelos inclusiones que se describen a continuación:

Los suelos **Andic Humustepts, familia medial, isotérmica (PI 010804);** en un 20% del área, profundos, con buen drenaje natural, de texturas (al tacto) moderadamente finas, con densidad aparente muy baja y alta porosidad total. La humedad aprovechable es baja. El pH es moderadamente ácido en el primer horizonte y neutro en los siguientes; la materia orgánica (MO), tiene valores bajos. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), presenta altos valores. La saturación de bases (SB), tiene valores bajos en el primer horizonte y medios en los siguientes. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

Los suelos **Typic Haplustalfs, familia muy fina, activa, isotérmica (PI 010509);** en un 5%, superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) muy finas, con densidad aparente muy baja y alta porosidad total. La humedad aprovechable es baja. El pH es ligeramente ácido en el primer horizonte y neutro en los siguientes; la materia orgánica (MO), tiene valores medios en el primer y tercer horizonte y bajos en el segundo y cuarto. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), presenta valores altos. La saturación de bases (SB), tiene valores medios a excepción del cuarto horizonte donde presenta valores bajos. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.9 Unidad MSH

Consociación Temastepeque: Andic Humustepts, familia medial, superactiva, isotérmica, perfil modal 010519.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones del caserío Pie del Cerro, la finca El Refugio y la Sierra de Palencia, del municipio de Palencia. Aldea Sajcavillá y caserío Cruz Verde, del municipio de San Juan Sacatepéquez. La unidad cartográfica abarca una extensión de 252 hectáreas. En la Figura 4.17, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.17 Lomas con cultivos de güisquil perulero (*Sechium edule*). Municipio de Palencia (Foto: O. Hernández, 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semifrío húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 16.6 °C; 1,390 mm de precipitación y una altitud media de 1,854 msnm Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.17, el uso principal es agrícola.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve de lomas. La unidad cartográfica está compuesta en un 75% de la superficie por los suelos Andic Humustepts, familia medial, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 010519). En un 25% del total del área por los suelos Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010523).

La Consociación Temastepeque presenta las siguientes fases:

- **MSHd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 97 ha.
- **MSHe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 155 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010519)

En la Figura 4.18, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de las propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

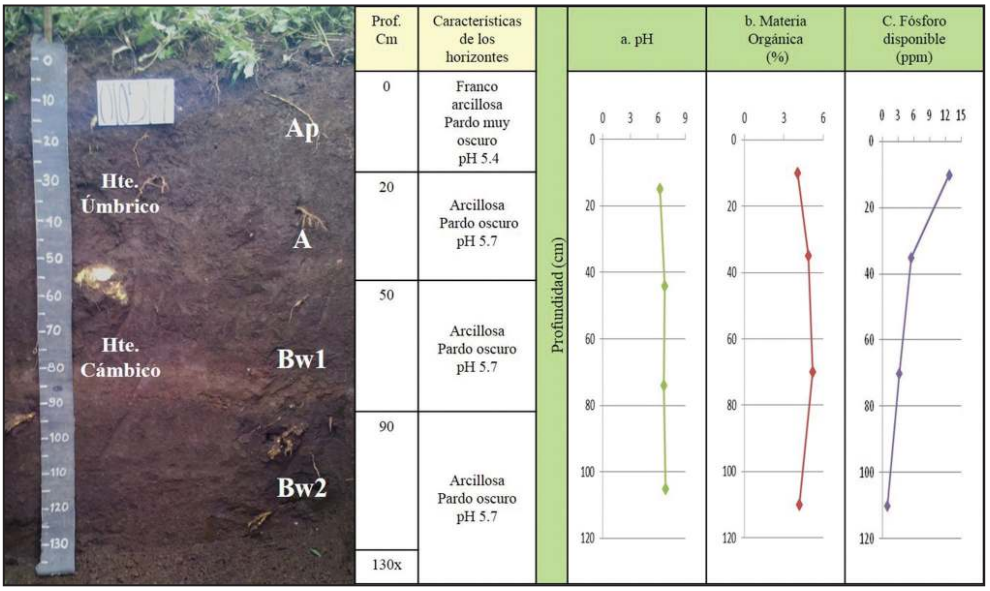


Figura 4.18 Morfología de algunas caracteristicas de los suelos del perfil modal (PM 010519) de la Consociación Temastepeque. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: O. Hernández, 2012)

Descripción de las caracterizas externas e internas del perfil modal (PM 010519)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Temastepeque
Símbolo		MSH
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Andic Humustepts, familia medial, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Palencia
	Aldea	Pie del Cerro
	Caserío, sector, sitio, inca	-
	Coordenadas planas	X: 515785
		Y: 1618737
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,842
	Línea de vuelo No.	222
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Loma
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras, cenizas volcánicas y pómez
Altitud		1,777 msnm
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpada
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,390 mm
	Temperatura promedio anual	17.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego.
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	19.8 °C.
Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz, güisquil, perulero
	Limitante del uso	Erosión moderada, déficit de agua en época seca,
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		11-07-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (7.5YR2.5/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y plástica; pocos poros, finos y medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.4, fuertemente ácido; límite gradual y ondulado.
20 – 50 cm A	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/2); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; frecuente gravilla (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos y medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.7, moderadamente ácido; límite gradual y ondulado.
50 – 90 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado muy pegajosa y plástica; pocos poros, finos y medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.7, moderadamente ácido; límite claro y ondulado.
90 – 130x cm Bw2	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos y medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.7, moderadamente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 010519)

Cuadro 4.22. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010519)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	1.07	1.89	61.94	45.13	40.67	34.78	30.88	24.70	20.72	14.90	28.49	43.39
20-50	1.09	2.48	62.48	42.08	38.91	37.57	23.15	22.56	19.64	21.14	34.90	56.05
50-90	0.95	2.25	63.51	44.55	39.29	34.47	23.37	22.61	18.98	22.03	35.74	57.78

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-20	31.55	19.95
20-50	31.96	19.27
50-90	34.07	20.31

Cuadro 4.23. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010519)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-20	63.93	18.61	17.46	FA	FAr	10.00	5.4	2.14	4.06	-	-	-	12.77	7.15	Alta
20-50	49.40	20.70	29.90	FArA	Ar	20.00	5.7	2.56	4.87	-	-	-	5.48		
50-90	68.13	18.57	13.29	FA	Ar	10.00	5.7	2.74	5.20	-	-	-	3.20		
90-130	67.99	20.73	11.28	FA	Ar	5.00	5.7	2.21	4.19	-	-	-	0.94		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	23.93	9.59	14.34	9.41	6.81	1.95	0.49	0.16	0.18	28.46	8.15	2.05	0.67	1.9
20-50	21.08	10.13	10.95	10.08	7.84	1.97	0.10	0.17	0.05	37.19	9.35	0.47	0.81	0.5
50-90	27.34	10.15	17.19	10.11	7.76	2.05	0.10	0.20	0.04	28.38	7.50	0.37	0.73	0.4
90-130	26.77	10.23	16.54	10.19	7.68	2.19	0.10	0.22	0.04	28.69	8.18	0.37	0.82	0.4

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	39.32	2.58	1.71	46.10	90.40	35.50	0.58	1.40
20-50	47.82	2.96	2.26	59.10	89.90	32.90	0.50	1.41
50-90	36.98	2.06	1.71	36.20	52.00	37.70	-	-
90-130	38.06	2.78	2.24	40.50	56.20	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable (H^{++} Al^{+++}); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010519)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.18 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); A (30 cm de espesor); Bw1 (40 cm de

espesor) y Bw2 (40 cm espesor). El horizonte **Ap,** muestra color pardo muy oscuro; textura (al tacto) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **A,** presenta color pardo oscuro; textura (al tacto) arcillosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** tiene color pardo oscuro; textura (al tacto) arcillosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** posee color pardo oscuro; textura (al tacto) arcillosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de la caracterización física indicados en el Cuadro 4.22 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.23, los suelos tienen texturas (al tacto) finas, con frecuentes fragmentos de roca. La densidad real presenta bajos valores entre 1.89-2.48 g/cc y la densidad aparente posee valores muy bajos (1.07 a 0.95 g/cc). La porosidad total en el perfil varía de media (43%), en el primer horizonte a alta (58%), en los demás; referente a las cantidades de poros, entre el 15% y 22% corresponden a los macroporos, mientras que entre 29% y 35% son microporos; habiendo dominancia de la microporosidad sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable para las plantas es baja en los horizontes superficiales y aumenta en los horizontes más profundos. No hay limitaciones mecánicas para la penetración de las raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.23, el pH es fuertemente ácido (5.4), en el primer horizonte y moderadamente ácido (5.7), en los siguientes, valores que comienzan a ser limitantes para la disponibilidad de algunos nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), varia de alto (5.20%), a medio (4.06%). Estos niveles son medianamente adecuados para mejorar la estabilidad de los agregados y el suministro de nutrientes, debe incrementarse.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (21.08 a 26.7 meq/100 g de suelo), lo cual indica un alto potencial para retener nutrientes útiles para las plantas. La reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) varía de baja (9.41 meq/100 g de suelo) a media (10.19 meq/100 g de suelo), esta reserva se considera insuficientes para la mayoría de los cultivos y debe ser suplementada para una adecuada producción agrícola. La saturación de bases (SB), es media (37-48%), en todo el perfil. La retención fosfórica presenta valores medios (33% - 38%) debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, lo cual implica que la aplicación de fosfatos, debe de realizarse en forma fraccionada.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N), reporta niveles bajos en el perfil; el contenido de fósforo disponible (P), es medio en superficie y bajo en profundidad; mientras que el potasio (K), posee valores altos en el primer horizonte y disminuye en profundidad. Con respecto a los cationes, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas en todo el perfil; el magnesio (Mg), tiene contenidos medios en todos los horizontes.

Respecto a los **elementos menores,** el cobre (Cu), tiene cantidades medias en todo el perfil; el zinc (Zn) es bajo; el hierro (Fe), se presenta con contenidos altos y el manganeso (Mn), se encuentra en valores altos en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010519)

Estos suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), tienen evolución moderada. Son profundos; de texturas (al tacto) finas; bien drenados; con contenidos de materia orgánica altos en el horizonte superficial; reacción fuertemente ácida en superficie; capacidad de intercambio de cationes alta; bases

intercambiables bajas; saturación de bases media y fertilidad natural alta. Debido a los compuestos amorfos y el aluminio activo que contienen, presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4). El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", esto significa que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos son: pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%); erosión ligera y moderada; moderada retención de fosfatos, deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase que presenta pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión ligera, tiene capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, ya sea anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Asimismo, tienen aptitud para la ganadería semi-intensiva.

La fase con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión moderada, tiene capacidad de uso agroforestal para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo fuertes prácticas de manejo, así como sistemas extensivos silvopastoriles.

En la fase con capacidad de uso agrícola, es necesario implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, sembrar al contorno y establecer barreras vivas. Para incrementar el contenido de humedad aprovechable por las plantas en el perfil, debe instalarse acequias de ladera con barreras vivas en su parte superior. Si es necesario arar, debe realizarse una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica. Igualmente, es necesario establecer cortinas rompevientos. La ganadería implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas, establecer cercas vivas, pastos cultivados y pastos de corte, diseñar potreros de tamaño reducido, establecer una adecuada carga por hectárea y evitar el sobrepastoreo.

En la fase que presenta capacidad de uso agroforestal, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas con acequias de ladera con el fin de mejorar la humedad aprovechable en el perfil. Si se necesita utilizarla para cultivos intensivos como granos básicos u otros, es indispensable realizar terrazas de banco, con el declive contra la pendiente y con los taludes protegidos.

Estas tierras no son mecanizables y debe cuidarse que tengan exposición al impacto a la lluvia para evitar la escorrentía. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles, deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas. Se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes con leguminosas y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, es necesario incorporar Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Debido a la moderada retención de fosfatos existente, debe aplicarse fuentes fosfóricas de baja solubilidad cerca de las raíces en dosis moderadas y en forma periódica. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre y Zinc de forma foliar. En época seca se necesitan riego, utilizando riego por aspersión o por goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010519)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MSHd1 pertenece a la clase IV, sub clase IV p y grupo de manejo IV p-1, posee vocación agrícola. La fase MSHe2 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-1, por lo que posee vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de la inclusión (PI 010523)

Esta unidad cartográfica contiene, en un 25%, de su superficie, la inclusión del suelo **Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (PI 010523),** se caracterizan por ser profundos, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre finas, densidad aparente baja, la porosidad total es alta en el primer horizonte y muy alta en el segundo. La humedad aprovechable es media. El pH tiene valores moderadamente ácidos; la materia orgánica (MO), tiene valores medios en el primer horizonte y bajos en los siguientes. La capacidad de intercambio de cationes (CICA) y la saturación de bases (SB), tienen valores altos en todos los horizontes. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.10 Unidad MSI

Consociación Monterrico: Humic Ustivitrands, familia medial sobre cenizal, isotérmica, perfil modal 011504.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Andisol y se encuentran a inmediaciones del caserío El Tablón, municipio de Villa Nueva; la unidad cartográfica abarca una extensión de 216 hectáreas. En la Figura 4.19 se observa un sector del paisaje característico de la unidad.



Figura 4.19 Lomas con agricultura y relictos de bosque natural; municipio de Villa Nueva (Foto: J. del Cid, 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semifrío húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 15.5 °C; 1,173 mm de precipitación y una altitud media de 1,972 msnm Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB), caracterizada por las especies encino (*Quercus* spp), pino triste (*Pinus pseudostrobus*) y pino de ocote (*Pinus montezumae*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.19, el uso principal es la agricultura y la cobertura vegetal está conformada por relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas; en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 80% de la superficie por los suelos Humic Ustivitrands, familia medial sobre cenizal, isotérmica (perfil modal, PM 011504); en el 15% de la superficie por los suelos Dystric Haplustands, familia cenizal sobre esquelética arenosa, isotérmica (perfil inclusión, PI 011506) y en el 5% restante, por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Monterrico presenta las siguientes fases:

- **MSId1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 47 ha.
- **MSIe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 144 ha.
- **MSIe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 25 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 11504)

En la Figura 4.20, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

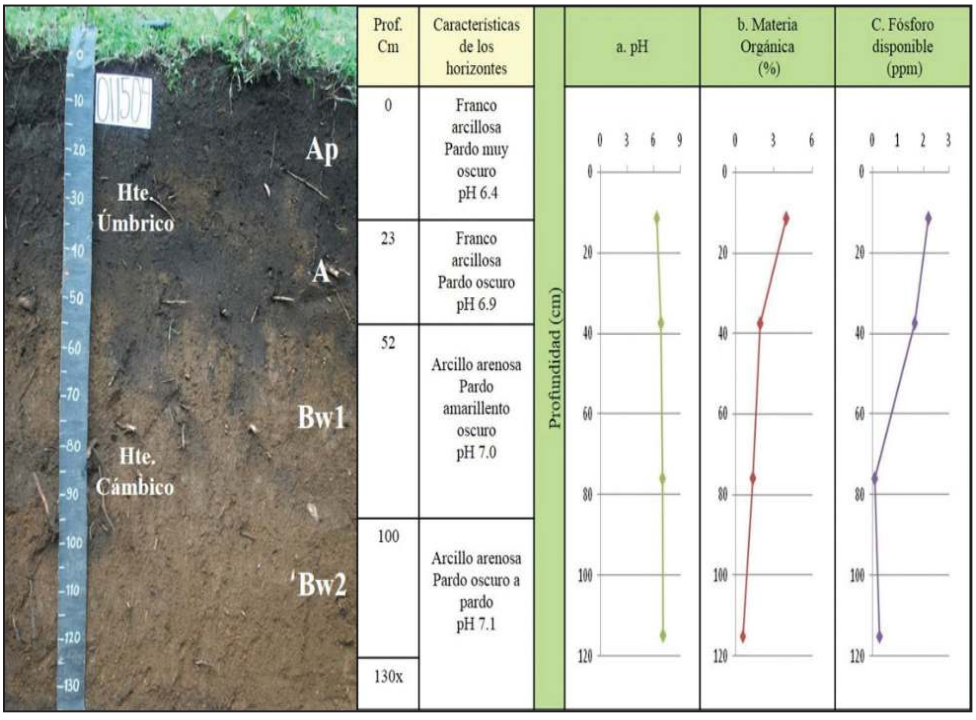


Figura 4.20 Morfología de algunas caracteristicas de los suelos del perfil modal PM 011504 de la Consociación Monterrico. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: J. del Cid, 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011504)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Monterrico
Símbolo		MSI
Horizontes Diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del Suelo		**Humic Ustivitrands, familia medial sobre cenizal, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Nueva
	Aldea	El Tablón
	Caserío, sector, sitio, inca	Entrada por la Termibus Bárcenas
	Coordenadas planas	X: 0483595
		Y: 1607341
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,826
	Línea de vuelo No.	225
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente Morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		1,992 msnm
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,179 mm
	Temperatura promedio anual	15.1 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	19.6 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en Masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos Rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-

Pedregosidad Superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad Efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Arveja, fríjol, maíz, aguacate
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente escarpadas, erosión moderada y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Relictos de bosque natural con especies encino, ciprés
Describió		Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		03-08-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 23 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio arenosa franca; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
23 – 52 cm A	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio arenosa franca; poca gravilla (15%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.9, neutro; límite gradual y ondulado.
52 – 100 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio arenosa franca; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.0, neutro; límite gradual y ondulado.
100 – 130 cm Bw2	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio arenosa franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.1, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011504)

Cuadro 4.24. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011504)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-23	0.89	1.82	62.32	42.28	40.14	37.67	33.99	32.06	15.42	18.18	32.91	51.10
23-52	0.81	1.83	46.59	35.43	30.76	23.16	19.53	18.76	10.40	18.94	36.80	55.74
52-100	0.86	2.18	63.07	37.78	30.26	28.58	27.85	22.12	19.39	31.50	29.05	60.55

Profundidad	Humedad gravimetrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-23	42.46	24.72
23-52	29.38	20.36
52-100	46.42	10.88

Cuadro 4.25. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011504)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-23	78.48	16.49	5.03	AF	FAr	10.00	6.4	2.10	3.99	-	-	-	2.20	7.40	Alta
23-52	82.88	12.17	4.95	AF	FAr	15.00	6.9	1.02	1.94	-	-	-	1.65		
52-100	78.32	14.53	7.14	AF	ArA	10.00	7.0	0.72	1.37	-	-	-	0.10		
100-130	80.25	14.65	5.11	AF	ArA	-	7.1	0.30	0.57	-	-	-	0.28		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-23	26.20	11.54	14.66	11.54	9.30	1.69	0.50	0.05	-	35.50	6.44	1.91	0.19	0.0
23-52	19.37	10.00	9.36	10.00	7.85	1.93	0.21	0.03	-	40.50	9.94	1.07	0.14	0.0
52-100	26.77	13.07	13.71	13.07	9.07	3.20	0.67	0.13	-	33.86	11.96	2.50	0.49	0.0
100-130	23.93	12.95	10.97	12.95	9.31	2.83	0.64	0.17	-	38.91	11.83	2.67	0.73	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-23	44.04	0.70	2.12	12.12	37.51	45.90	0.17	0.17
23-52	51.65	1.29	1.74	23.02	28.73	48.60	1.03	0.78
52-100	48.80	2.71	1.39	23.33	29.37	51.70	0.12	0.63
100-130	54.15	3.17	2.10	33.94	18.04	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable (H^{+} + Al^{+++}); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011504)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.20, tienen horizontes con nomenclatura Ap (23 cm de espesor); A (29 cm de espesor); Bw1 (48 cm de espesor) y Bw2 (30 cm de

espesor). El horizonte **Ap,** presenta color pardo muy oscuro; textura (al tacto) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **A,** es de color pardo oscuro; textura (al tacto) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** tiene color pardo amarillento oscuro; textura (al tacto) arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** es de color pardo oscuro a pardo; textura (al tacto) arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** de los suelos indicados en el Cuadro 4.24 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.25, presentan texturas (al tacto) moderadamente finas sobre finas, con pocos fragmentos de roca. La densidad real presenta valores bajos entre 1.82 a 2.18 g/cc y la densidad aparente tiene valores muy bajos (0.89 a 0.81 g/cc). La porosidad total en el perfil es alta (51% – 61%); entre el 18 y el 32% corresponden a los macroporos y entre el 37% y el 29% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la microporosidad, que está de acuerdo con las texturas en superficie que son moderadamente finas. La humedad aprovechable tiene niveles medios en superficie (24.7% a 20.3%) y desciende (10.8%) en profundidad. No hay limitaciones físicas para la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.25, tienen un pH ligeramente ácido (6.4), en el primer horizonte y neutro (6.9 – 7.1), en los demás, no son limitantes para los cultivos en general. El contenido de materia orgánica (MO), varía de medio (3.99%), en el horizonte superficial a bajo (0.57%), en los siguientes, estas cantidades estan relacionados con la estabilidad de los agregados y el suministro de nutrientes. Por la importancia de la materia organica, sus valores deben ser incrementados.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (26.7 a 23.9 meq/100 g de suelo), excepto en el segundo horizonte donde es media (19.3 meq/100 g de suelo), lo que indica un alto potencial para retener nutrientes útiles para las plantas. La reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), es media (10 a 13 meq/100 g de suelo), esta reserva se considera moderada para la mayoría de los cultivos, debe suplementarse. La saturación de bases (SB), es media (44%) en superficie y alta (52-54%) en el resto del perfil. La retención fosfórica tiene valores medios (46-52%), debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, lo cual implica que la aplicación de fosfatos debe realizarse en forma fraccionada.

Respecto a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y fósforo (P), tienen valores bajos en todo el perfil; mientras que el potasio (K), se encuentra alto. Con respecto a los **cationes**, el calcio (Ca), tiene valores altos; el magnesio (Mg) es medio, excepto en el tercer horizonte donde es alto.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta cantidades bajas en el primero y segundo horizonte y medias en los siguientes; el zinc (Zn) es bajo; el hierro (Fe) esta alto a excepción del primer horizonte donde esta medio y el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades altas. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011504)

Estos suelos se han originado a partir de tobas e ignimbritas, tienen evolución moderada. Son profundos; bien drenados; texturas (al tacto) moderadamente finas sobre finas, con pocos fragmentos de roca; pH ligeramente ácido en superficie; contenidos de materia orgánica medios en el horizonte superficial; capacidad de intercambio

de catiónico alta; bases intercambiables y saturación **de bases media**s y fertilidad natural alta. Debido a la presencia de compuestos amorfos y por el aluminio activo, presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4). El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", porque permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", esto significa que la temperatura media del suelo, oscila entre 15.0 a 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, se deben a su posición con pendientes de fuertemente inclinadas (12 al 25%) a ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión ligera y moderada, moderada retención de fosfatos y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las tierras con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión ligera, tiene capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, ya sea anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Asimismo, tienen aptitud para la ganadería semi-intensiva.

Las fases con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) erosión ligera y ligeramente escarpadas (25 al 50%) con erosión moderada, retención fosfórica moderada, tienen capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de sistemas agroforestales con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo. También tienen aptitud para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

En la fase con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas como: sembrar al contorno siguiendo las curvas de nivel y establecer barreras vivas. Para incrementar la retención de agua de lluvia en el perfil y mejorar así el contenido de humedad aprovechable para las plantas, es recomendable realizar acequias de ladera con gramíneas en la parte superior. Si es necesario arar, debe realizarse una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica.

Además, es necesario establecer cortinas rompevientos. La ganadería semi-intensiva debe trabajarse con razas mejoradas; establecer pastos mejorados tanto cultivados como de corte; establecer cercas vivas, realizar la rotación oportuna de potreros; establecer una adecuada carga animal y evitar el sobrepastoreo.

En las fases con capacidad de uso agroforestal, debe aplicarse fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe plantarse al contorno, siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas y acequias de ladera con gramíneas en la parte superior. Se puede establecer el cultivo de interés en terrazas individuales. De utilizarse para cultivos agrícolas como granos básicos u otros, es indispensable cultivar sobre terrazas de banco con el declive contra la pendiente y con los taludes protegidos. No se pueden mecanizar. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar las áreas cubiertas con material vegetal durante la época seca.

Las actividades silvopastoriles, deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas, por lo que se recomienda incorporar los restos de cosecha, establecer abonos verdes e incorporarlos y aplicar abonos orgánicos. Tomando en cuenta la fertilización química, se necesita aplicar los elementos mayores nitrógeno y fósforo; debido a que presenta valores medios de retención fosfórica, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad, cerca de las raíces en dosis moderadas y en forma periódica. Considerando a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse por vía foliar cobre y zinc. En época seca se necesita riego, utilizando riego por aspersión o por goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011504)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MSId1 pertenece a la clase IV, sub clase IV p y grupo de manejo IV p-1, posee vocación agrícola. Las fases MSIe1 y MSIe2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-1, por lo que poseen vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de las inclusiones (PI 011506)

Esta unidad cartográfica contiene, en un 15%, de su superficie, la inclusión del suelo **Dystric Haplustands, familia cenizal sobre esquelética arenosa, isotérmica (PI 011506);** se caracteriza por ser profundo, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas (al tacto) moderadamente finas sobre gruesas, con densidad aparente muy baja, la porosidad total es alta. La humedad aprovechable es media. El pH es ligeramente ácido en superficie y neutro en los restantes; la materia orgánica (MO), tiene valores medios en superficie y desciende en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta. La saturación de bases (SB), es baja. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.11 Unidad MSJ

Consociación El Paraíso: Typic Haplustalfs, familia franca fina, mezclada, superactiva, isotérmica, perfil modal 030402.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenece al Orden Alfisol y se encuentran a inmediaciones del barrio El Paraíso y de la granja Carbetes del municipio de Villa Nueva. La unidad abarca una extensión de 27 ha. En la Figura 4.21, se observa un sector del paisaje característico de la unidad.

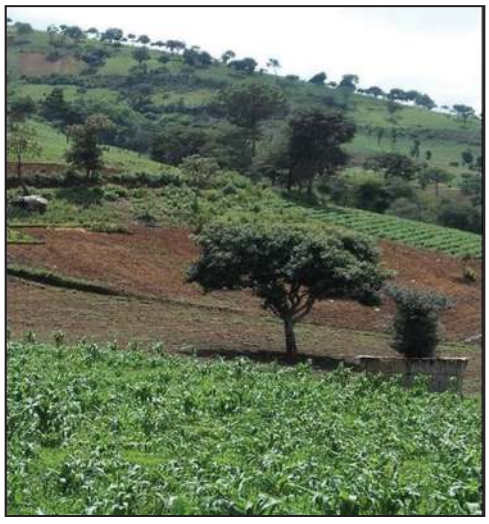


Figura 4.21 Lomas con cultivo de maíz y árbolado disperso (Foto: O. Hernández 2009)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semifrío húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 15.5 °C; 1,168 mm de precipitación y una altitud media de 2,025 msnm Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB), caracterizada por las especies encino (*Quercus* spp), pino triste (*Pinus pseudostrobus*) y pino de ocote (*Pinus montezumae*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.21, el uso principal es agricola y la cobertura vegetal corresponde a relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas, en pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 80% del área por los suelos Typic Haplustalfs, familia franca fina, mezclada, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 030402) y en un 20% del total del área por los suelos Andic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, isotérmica (perfil inclusión, PI 011505).

La Consociación El Paraíso presenta la siguiente fase:

- **MSJe1:** Caracterizada porpendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 27 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 030402)

En la Figura 4.22, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

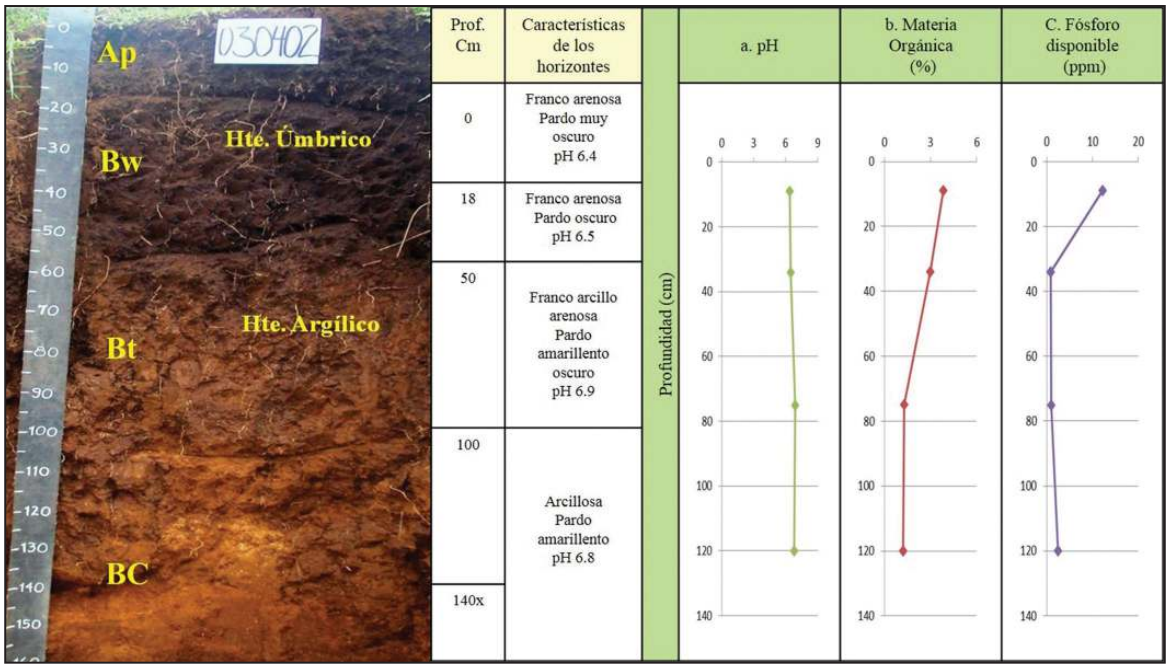


Figura 4.22 Morfología de algunas caracteristicas de los suelos del perfil modal (PM 030402) de la Consociación El Paraíso. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto O. Hernández)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 030402)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación El Paraíso
Símbolo		MSJ
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Argílico
Taxonomía del suelo		**Typic Haplustalfs, familia franca ina, mezclada, superactiva, is otérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Sumpango
	Aldea	Quintas Solares del Trigal Tres
	Caserío, sector, sitio, inca	Las Flores
	Coordenadas planas	X: 472341
		Y:1621310
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7081
	Línea de vuelo No.	221
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogénetico**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		1,954 msnm
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango de la pendiente	25 al 50%
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,212 mm
	Temperatura promedio anual	16.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	16.7°C.
Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Rápido
	Natural	Moderado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado

Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	100 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz, frijol, güicoy
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente escarpadas, material compactado y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Relictos de bosque con especies ciprés, pino
Describió		Gustavo Adelmo Bonilla Arias, Oscar Antonio Hernández de la Parra.
Fecha de descripción		02-09-2009

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 18 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos y gruesos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
18 – 50 cm Bw	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos y gruesos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
50 – 100 cm Bt	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4) y gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en prismas que rompen en bloques angulares, medios y gruesos, fuertes; abundantes cutanes, medianamente espesos, continuos de arcilla iluvial (argilanes), enparedes, planos y canales; consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; muchos poros, finos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF y al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.9, neutro; límite difuso.
100 – 140x cm BC	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/8) y pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio arcillosa; estructura en bloques angulares, gruesos, fuertes; consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; muchos poros, finos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF y al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.8, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos y mineralógicos del perfil (PM 030402)

Cuadro 4.26. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 030402)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %						Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	30 kPa	100 kPa	500 kPa	1000 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-18	1.01	1.29	45.33	17.53				12.00	13.31	8.39	21.71
18-50	1.22	1.60	55.56	19.02				12.28	15.62	8.13	23.75

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-18	5.53
18-50	6.74

Cuadro 4.27 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 030402)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-18	61.63	19.21	19.16	FA	FArA	-	6.4	2.02	3.83	-	-	-	12.24	6.84	Alta
18-50	60.76	19.74	19.50	FA	FArA	-	6.5	1.58	3.00	-	-	-	0.92		
50-100	45.44	24.15	30.41	FArA	Ar	-	6.9	0.68	1.29	-	-	-	1.00		
100-140	31.47	26.96	41.57	Ar	Ar	-	6.8	0.64	1.21	-	-	-	2.49		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-18	22.00	9.04	12.96	9.04	6.94	1.72	0.20	0.17	-	31.56	7.81	0.93	0.78	-
18-50	22.50	10.77	11.73	10.77	8.58	1.77	0.19	0.23	-	38.15	7.87	0.83	1.00	-
50-100	30.00	10.32	19.68	10.32	6.54	3.02	0.64	0.12	-	21.81	10.05	2.14	0.39	-
100-140	32.00	11.35	20.65	11.35	6.75	3.08	0.86	0.65	-	21.10	9.63	2.70	2.04	-

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn
0-18	41.08	3.78	1.94	37.60	7.20
18-50	47.85	2.74	1.26	39.80	4.20
50-100	34.40	1.02	0.46	14.10	7.80
100-140	35.47	0.96	0.30	14.90	6.90

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Cuadro 4.28 Resultados del análisis mineralógico del perfil (PM 030402)

Constitución mineralógica de la fracción arcilla	Profundidad (cm)		
	00-30	30-70	70-110
Material no cristalino	++++	++++	++++
Feldespatos	+	+	-
Constitución mineralógica de la fracción arena	**Profundidad (cm)**		
	00-30	30-70	70-110
Feldespato	57%	60%	63%
Vidrio volcánico	2%	2%	3%
Hornblenda	1%	_	_
Hiperstena	7%	2%	2%
Diópsido	13%	15%	14%
Magnetita	7%	8%	5%
Hematita	1%	3%	6%
Fragmento de toba	12%	9%	5%
Granos alterados	tr	1%	1%

CONVENCIONES			
Dominante, mayor de 50%	++++	Presente, de 5 a 15%	+
Abundante, de 30 a 50%	+++	Trazas, menor de 5%	Tr
Común, de 15 a 30%	++	Dudoso	?

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 030402)

Estos suelos presentan alta evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.22 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (18 cm de espesor); Bw (32 cm de espesor); Bt (50 cm de espesor) y BC (40 cm de espesor). El horizonte **Ap,** es de color pardo muy oscuro; de textura (de laboratorio) franco arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** tiene color pardo oscuro; de textura (de laboratorio) franco arenosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bt,** muestra un color pardo amarillento oscuro; de textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa; estructura en prismas que rompen en bloques angulares, fuertemente desarrollados, consistencia en húmedo firme y procesos de translocación de arcillas (argilanes). El horizonte **BC,** presenta color pardo amarillento y pardo oscuro a pardo; textura (de laboratorio) arcillosa; estructura en bloques angulares, fuertemente desarrollados y consistencia en húmedo firme.

Conforme a los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.26 y de granulometría, que se muestra en el Cuadro 4.27, presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas. La densidad real tiene bajos valores entre 1.29 a 1.60 g/cc y la densidad aparente posee valores bajos (1.01 a 1.22 g/cc). La porosidad total en el perfil es baja (22% – 24%); los valores del 13% y 16%, corresponde a los macroporos y de 8% a los microporos, mostrando una dominancia de la macro sobre la microporosidad. La humedad aprovechable para las plantas es baja. No hay limitaciones fisicas para la penetración de las raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.26, los suelos tienen una reacción ligeramente ácida (6.4 – 6.5), en los primeros horizontes y neutra (6.8 – 6.9), en los demás, valores adecuados para el desarrollo de las plantas. El contenido de materia orgánica (MO), varía de medio (3.83% a 3.00%)

en superficie a bajo (1.29% a 1.21%) en profundidad. Estos niveles no son suficientes para una adecuada estabilidad de agregados, deben incrementarse.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA) es alta (22.0 a 32.0 meq/100 g de suelo) en todo el perfil, lo que indica un alto potencial para retener nutrientes útiles para las plantas. La reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) varía de baja (9.04 meq/100 g de suelo) a media (11.35 meq/100 g de suelo); estos valores se consideran moderados para la mayoría de cultivos, debe ser suplementada. La saturación de bases (SB), es media (41.08 – 47.85%) en superficie y baja (34.40% – 35.47%) en profundidad.

Respecto a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y fósforo (P), tienen valores bajos en todo el perfil; mientras que el potasio (K), posee valores medios en superficie y altos en profundidad. De los **cationes**, el calcio (Ca), presenta altos valores; el magnesio (Mg), tiene valores medios en todos los horizontes.

Con referencia a los **elementos menores**, el hierro (Fe), presenta contenidos altos en superficie, el manganeso (Mn) y cobre (Cu), presentan valores medios, y el zinc (Zn), es bajo en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

El Cuadro 4.28 referido a la **mineralogía** de este suelo, indica que en la fracción arcilla, predomina el material no cristalino y en menores cantidades feldespatos. En la fracción arena, se encuentran como dominante los feldespatos y en menores porcentajes vidrio volcánico, hornblenda, hiperstena, diópsido, magnetita, hematita, fragmentos de toba y granos alterados

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 030402)

Estos suelos se han originado a partir de tobas e ignimbritas, de evolución alta. Son moderadamente profundos; con drenaje moderado; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas; pH ligeramente ácido en superficie; materia orgánica media en los horizontes superficiales; capacidad de intercambio de cationes alta; bases totales bajas; saturación de bases medias y fertilidad natural alta. El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", lo que significa que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0°C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, son: pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión ligera, material compactado en profundidad y deficientes precipitaciones en un semestre del año, por lo que tiene capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de sistemas agroforestales con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo. También tienen aptitud para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

Para su adecuado manejo, debe aplicarse fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica, por lo que debe plantarse al contorno siguiendo las curvas a nivel y establecer barreras vivas. Para minimizar los efectos de la erosión eólica, es recomendable establecer cortinas rompevientos y dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Para mejorar el contenido de humedad aprovechable para las plantas, debe implementarse acequias de ladera con gramíneas en la parte superior y para mejorar el lento drenaje interno, es necesario agregarle grandes cantidades de materia orgánica. No son mecanizables. De utilizarse en cultivos intensivos como granos básicos u otros, es indispensable cultivar sobre terrazas de banco con el declive contra la pendiente y con los taludes protegidos.

Las actividades silvopastoriles, deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo debido a la tendencia a compactarse que poseen, para ello deberá regularse la carga animal por hectárea.

Con respecto a su fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica, para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas, por lo que se recomienda aplicar fuentes de materia orgánica presentes en la región, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y abonos orgánicos. Respecto a la fertilización química, se necesita aplicar los elementos mayores nitrógeno, fósforo y potasio. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse por medio foliar manganeso, cobre y zinc. En época seca se requiere riego, ya sea por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 030402)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MSJe1 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-2, por lo que posee vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de la inclusión (PI 011505)

Esta unidad cartográfica contiene, en un 10%, de su superficie, la inclusión del suelo **Andic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, isotérmica (PI 011505)**, se caracteriza por ser profundo, con buen drenaje natural, de texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre finas, con densidad aparente muy baja y porosidad total alta. La humedad aprovechable es media en el primer horizonte y baja en el segundo. El pH es ligeramente ácido en superficie y neutro en los restantes; la materia orgánica (MO), tiene valores altos en superficie y desciende en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta. La saturación de bases (SB), tiene valores bajos en el primer horizonte y medios en los restantes. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.12 Unidad MSK

Consociación El Perotal: Andic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, isotérmica, perfil modal 010521.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones del caserío Tres Quebradas y la finca El Bella Vista, del municipio de Palencia. En el caserío Las Flores; paraje El Perotal y la finca Santa Mónica, del municipio de San José Pinula. Asímismo en los alrededores de la aldea Camino de San Pedro; caseríos Cruz de Piedra, Los Guamuch; granja Bikapairos; y labor La Colina de Belén Paley, del municipio de San Juan Sacatepéquez. En los caseríos El Aguacate, Laguna Seca, Los Vásquez, Xenacoch; granjas Las Mariposas, Miraflores, San Benito, Santa Adelaida, El Paraíso y labor El Paraíso del municipio de San Pedro Sacatepéquez. La unidad cartográfica abarca una extensión de 2,271 hectáreas. La Figura 4.23, representa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.23 Lomas con agricultura y árboles dispersos. Municipio de Palencia (Foto: O. Hernández, 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semifrío húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 14.4 °C; 1,375 mm de precipitación y una altitud media de 2,047 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB), caracterizada por las especies encino (*Quercus* spp), pino triste (*Pinus pseudostrobus*) y pino de ocote (*Pinus montezumae*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.23, el uso principal es agrícola y la cobertura corresponde a relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas, en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve de lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 85% de la superficie por los suelos Andic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, isotérmica (perfil modal, PM 010521); en un 10% del área, por los suelos Pachic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010313), y el 5% restante, por otros suelos no identificados a la escala del estudio.

La Consociación El Perotal presenta las siguientes fases:

- **MSKd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 313 ha.
- **MSKe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 1,588 ha.
- **MSKe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 370 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010521)

En la Figura 4.24, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

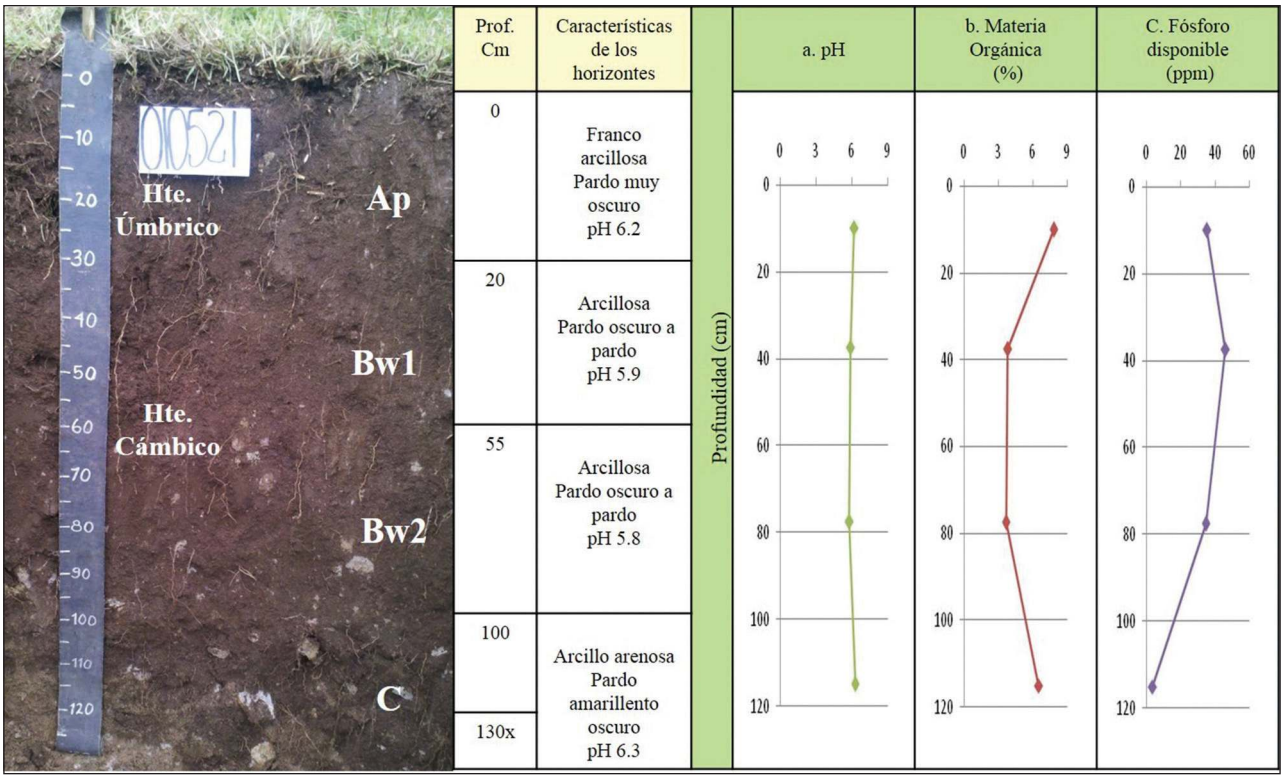


Figura 4.24 Morfología de algunas caracteristicas de los suelos del perfil modal (PM 010521) de la Consociación El Perotal. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: O. Hernández, 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010521)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación El Perotal
Símbolo		MSK
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Andic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, isotérmica**

Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Palencia
	Aldea	Buena vista
	Caserío, sector, sitio, inca	-
	Coordenadas planas	X: 515744
		Y: 1616706
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,841
	Línea de vuelo No.	222
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Loma
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		1,955 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,645 mm
	Temperatura promedio anual	15.0°C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego.
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	19.7°C.
Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-

Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz, güisquil, peruleros
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente escarpadas, erosión moderada, déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		11-07-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (7.5YR2.5/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.2, ligeramente ácido; límite gradual y plano.
20 – 55 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.9, moderadamente ácido; límite gradual y plano.
55 – 100 cm Bw2	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos y medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.8, moderadamente ácido; límite gradual e irregular.
100 – 130x cm C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (7.5YR7/6); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo): consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 010521)

Cuadro 4.29. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010521)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	0.93	2.60	65.83	42.76	36.94	32.33	23.34	22.02	20.19	28.19	36.04	64.23
20-55	0.89	2.08	61.60	41.02	35.14	34.79	24.50	23.46	19.39	24.57	32.64	57.21
55-100	1.02	1.65	46.87	41.66	38.45	34.44	22.71	19.96	16.51	6.86	31.32	38.18

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-20	40.52	16.75
20-55	36.75	15.75
55-100	34.61	21.94

Cuadro 4.30. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010521)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-20	57.40	20.84	21.76	FArA	FAr	-	6.2	4.13	7.85	-	-	-	35.32	8.61	Muy Alta
20-55	73.94	18.85	7.21	FA	Ar	-	5.9	2.01	3.81	-	-	-	46.14		
55-100	76.30	16.57	7.13	FA	Ar	-	5.8	1.94	3.68	-	-	-	34.62		
100-130	68.46	14.30	17.24	FA	ArA	-	6.3	3.44	6.53	-	-	-	3.59		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	31.90	9.97	21.93	9.94	6.60	1.55	1.63	0.16	0.03	20.69	4.86	5.11	0.50	0.3
20-55	27.34	8.97	18.37	8.92	6.84	1.21	0.71	0.16	0.05	25.02	4.43	2.60	0.59	0.6
55-100	23.36	10.15	13.21	10.10	8.16	1.50	0.28	0.16	0.05	34.93	6.42	1.20	0.68	0.5
100-130	15.38	11.32	4.06	11.29	9.15	1.82	0.13	0.19	0.03	59.49	11.83	0.85	1.24	0.3

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	31.16	1.20	0.70	46.10	23.80	27.50	0.91	1.45
20-55	32.63	1.06	1.03	62.10	17.80	23.20	1.25	1.56
55-100	43.24	0.74	0.65	34.30	17.70	18.20	-	-
100-130	73.41	0.24	0.20	12.50	17.10	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la Bouyoucos. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010521)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.24 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); Bw1 (35 cm de espesor); Bw2 (45 cm de espesor) y C (30 cm de espesor). El horizonte **Ap,** muestra color pardo muy oscuro; textura (al tacto) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** tiene color pardo oscuro a pardo; textura (al tacto) arcillosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** presenta color pardo oscuro a pardo; textura (al tacto) arcillosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** es de color pardo amarillento oscuro; textura (al tacto) arcillo arenosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.

Con respecto a los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.29 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.30 los suelos tienen una textura (al tacto) finas. La densidad real presenta valores que varían entre medios a bajos (2.60 a 1.65 g/cc) y la densidad aparente tiene valores muy bajos (0.89 – 1.02 g/cc). La porosidad total en el perfil varía de muy alta (64%), en los primeros horizontes a alta (57%), en los demás; entre el 28 y el 7% corresponden a los macroporos y entre el 36 y 31% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la microporosidad sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable es baja en superficie (15.7% a 16.7%) y media (21.9%) en profundidad. No hay limitaciones mecánicas para la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.30, los suelos tienen una reacción ligeramente ácido (6.2), en el primer horizonte y moderadamente ácida (5.8 – 5.9), en los demás, que no son limitantes para la disponibilidad de nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), varía de alta (7.85%), en el primer horizonte a media (4%), en profundidad, estos niveles son adecuados para la estabilidad de los agregados y el suministro de nutrientes, debe incrementarse.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (31.9 a 23.3 meq/100 g de suelo) hasta el tercer horizonte y media (15.3 meq/100 g de suelo) en el último, por lo que tienen alto potencial para retener nutrientes útiles para las plantas. Presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), que varía de baja (8.92 meq/100 g de suelo), a media (11.29 meq/100 g de suelo); estos valores se consideran moderados para la mayoría de cultivos, deben ser suplementados. La saturación de bases (SB), es baja (31% – 33%) en los primeros horizontes y media (43.24%), en profundidad. La retención fosfórica tiene valores medios (28%), en el primer horizonte y bajos en profundidad (23% – 18%), debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, lo que implica que la aplicación de fosfatos debe realizarse en forma fraccionada.

En cuanto a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N), presenta valores bajos en todos los horizontes; el fósforo (P), tiene valores altos en todo el perfil. Respecto al potasio (K), posee valores altos en el primer y segundo horizonte. Con respecto a los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas en todo el perfil y el magnesio (Mg), valores medios.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), poseen valores bajos en todos los horizontes; en cuanto al contenido de hierro (Fe), tiene valores altos a excepción del cuarto horizontes donde los contenidos son medios; y el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades altas en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es muy alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010521)

Estos suelos son de evolución moderada, se han originado a partir de tobas e ignimbritas. Son profundos; drenaje natural moderado; texturas (al tacto) finas; pH ligeramente ácido en superficie; contenidos altos de materia orgánica en el primer horizonte; capacidad de intercambio de cationes alta; bases intercambiables medias; saturación de bases bajas en superficie y fertilidad muy alta. Debido a los compuestos amorfos y al aluminio activo que contienen, presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4). El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", porque permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", esto significa que la temperatura del suelo, oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, se deben a pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%); erosión ligera y moderada; moderada retención de fosfatos, deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión ligera, tiene capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, ya sea anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Asimismo, tienen aptitud para la ganadería semi-intensiva.

Las fases que poseen pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión ligera, pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión moderada son de capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de sistemas agroforestales con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo. También tienen aptitud para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

En la fase con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, sembrar al contorno, y establecer barreras vivas y muertas. Para incrementar la retención de agua de lluvia en el perfil y así aumentar la humedad aprovechable para las plantas, es recomendable realizar acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior. Además, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. Si es necesario arar, debe implementarse una labranza mínima y dejar cubiertas las áreas con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica. A su vez, es necesario establecer cortinas rompevientos. La ganadería semi-intensiva implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados y pastos de corte; cercas vivas; diseñar potreros de tamaño reducido; establecer una adecuada carga animal por hectárea y evitar el sobrepastoreo.

En las fases con capacidad de uso agroforestal, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica, por lo que debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas y acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, aumentar el contenido de materia orgánica para ayudar a mantener la humedad en el suelo y mejorar las condiciones del mismo. De utilizarse para otros cultivos como granos básicos, es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente y con los taludes protegidos con especies de gramíneas u otras plantas locales.

No se puede mecanizar y se debe establecer o mantener una buena cobertura vegetal para evitar la escorrentía. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejarlo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles, deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitando el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad y para todas las fases, es necesario mantener e incluso incrementar el contenido de materia orgánica, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes con plantas de leguminosas y restos de cosecha. Referente a la fertilización química, se necesita aplicar Fósforo; debido a que presenta valores moderados de retención fosfórica, debe aplicarse fuentes fosforadas de baja solubilidad en dosis moderadas, cerca de las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse en forma foliar Cobre y Zinc. En época seca necesitan riego, por medio de aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010521)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MSKd1 pertenece a la clase IV, sub clase IV p y grupo de manejo IV p-1, posee vocación agrícola. Las fases MSKe1 y MSKe2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3, por lo que posee vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de la inclusión (PI 010313)

Esta unidad cartográfica contiene, en un 10%, de su superficie, la inclusión del suelo **Pachic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica (PI 010313)**; se caracteriza por ser profundo, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente finas, densidad aparente baja en el primer horizonte y muy baja en el segundo; la porosidad total es alta en el primer horizonte y muy alta en el segundo. La humedad aprovechable es media en todos los horizontes. El pH posee valores moderadamente ácidos en el primer horizonte y ligeramente ácidos en los siguientes; la materia orgánica (MO), tiene cantidades medias en el primer horizonte y bajas en los siguientes. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta en todo el perfil. La saturación de bases (SB), contiene niveles altos en todos los horizontes. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.13 Unidad MSL

Consociación Castilla: Dystric Haplustands, familia medial, isotérmica, perfil modal 010805.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Andisol y se encuentran a inmediaciones de la colonia El Aguacate, del municipio de Mixco. Aldea Sanguayabá y caserío Sacabastal, del municipio de Palencia. También a inmediaciones de la aldea Buena Vista y la cabecera municipal del municipio de San Pedro Sacatepéquez. Caserío El Ventarrón y granja Pino Dulce, del municipio de Villa Nueva. La unidad cartográfica abarca una extensión de 363 hectáreas. En la Figura 4.25 se observa el paisaje característico de la unidad.

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima de la unidad es “semifrío húmedo”. Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 14.9 °C; 1,427 mm de precipitación y una altitud media de 1,960 msnm. Según De la Cruz y otros (1982), corresponden a la zona de vida denominada Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB), caracterizada por las especies de encino (*Quercus* spp), pino triste (*Pinus pseudostrobus*) y pino de ocote (*Pinus montezumae*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.25, la cobertura vegetal corresponde a relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de depósitos coluvio-aluviales; en pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%); fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve de glacís.

La unidad cartográfica, está compuesta en un 80% del área por los suelos Dystric Haplustands, familia medial, isotérmica (perfil modal, PM 010805). En el 20% del área restante, por los suelos Andic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, isotérmica (perfil inclusión, PI 031007).

La Consociación Castilla presenta las siguientes fases:

- **MSLb1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 21 ha.
- **MSLd:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25). Tiene una superficie de 36 ha.

- **MSLd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 119 ha.
- **MSLd2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 34 ha.
- **MSLdp1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 12 ha.
- **MSLdp2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 51 ha.
- **MSLe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 10 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010805)

En la Figura 4.26, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de las propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

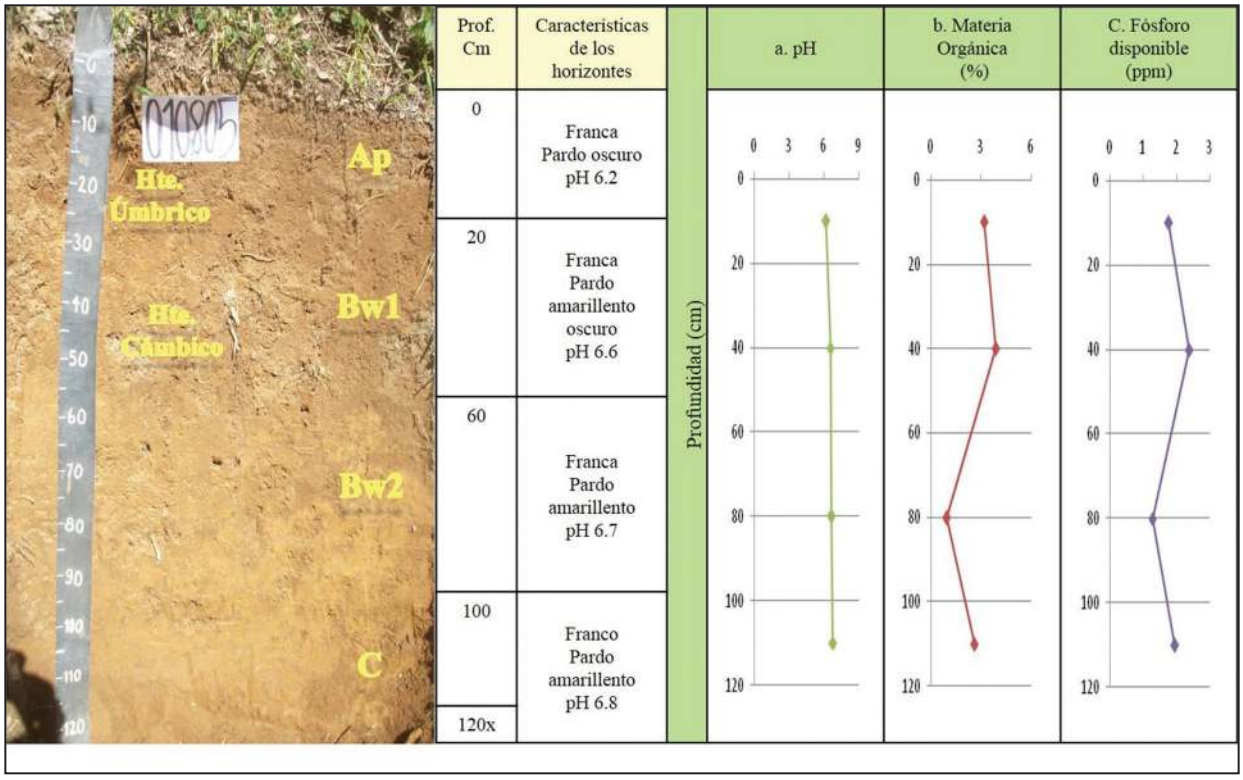


Figura 4.26 Morfología de algunas caracteristicas de los suelos del perfil modal (PM 010805) de la Consociación Castilla. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García, 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010805)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Castilla
Símbolo		MSL
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Umbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Dystric Haplustands, familia medial, isotérmica.**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Mixco
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Colonia El Aguacate
	Coordenadas planas	X: 486044
		Y: 1613978
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,577
	Línea de vuelo No.	223
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente Morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Glacís
	Forma del terreno	Cuerpo de glacís
Material Parental		Depósitos coluvio-aluviales
Altitud		1,954 msnm.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 al 25 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,196 mm
	Temperatura promedio anual	14.4 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	16.9 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en Masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos Rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-

Pedregosidad Supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad Efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Relictos de bosque natural
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Erosión moderada, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Ilamo, pino, encino
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		05-10-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franca y de laboratorio arenosa franca; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.2, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
20 – 60 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite claro y ondulado.
60 – 100 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo franca y de laboratorio arenosa franca; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite claro y ondulado.
100 – 120x cm C	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/8); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea, sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, mediano; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.8, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 010805)

Cuadro 4.31. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010805)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	0.85	1.98	63.04	35.16	29.80	25.35	24.46	17.11	14.31	30.10	26.97	57.07
20-60	1.04	1.81	69.76	35.76	35.55	29.03	28.24	18.66	16.01	20.86	21.68	42.54

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-20	29.21	15.48
20-60	36.32	19.54

Cuadro 4.32. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010805)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-20	81.99	14.46	3.55	AF	F	5.00	6.2	1.68	3.19	-	-	-	1.76	7.60	Alta
20-60	67.41	20.73	11.86	FA	F	10.00	6.6	2.04	3.88	-	-	-	2.38		
60-100	79.64	14.66	5.70	AF	F	10.00	6.7	0.49	0.94	-	-	-	1.28		
100-120	75.01	17.06	7.93	FA	F	20.00	6.8	1.37	2.60	-	-	-	1.95		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	21.65	7.41	14.24	7.35	5.45	1.27	0.58	0.05	0.06	25.17	5.87	2.68	0.23	0.8
20-60	21.65	9.36	12.29	9.32	6.71	1.66	0.78	0.17	0.04	30.99	7.67	3.60	0.79	0.4
60-100	25.63	10.20	15.43	10.17	6.99	2.00	0.95	0.23	0.03	27.27	7.80	3.71	0.90	0.3
100-120	30.19	11.47	18.72	11.44	7.49	2.33	1.33	0.29	0.03	24.81	7.72	4.41	0.96	0.3

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	33.95	2.16	0.50	61.24	5.67	39.20	0.81	2.29
20-60	43.05	2.77	1.04	66.51	1.15	37.60	0.79	1.91
60-100	39.68	1.76	0.75	47.84	4.08	-	-	-
100-120	37.89	1.88	1.31	41.45	2.68	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable (H^{+} + Al^{+++}); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010805)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.26 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); Bw1 (40 cm de espesor); Bw2 (40 cm de espesor); y C (20 cm de espesor). El horizonte **Ap,** tiene color pardo oscuro; textura (al tacto) franca; estructura

en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** exhibe color pardo amarillento oscuro; textura (al tacto) franca; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** presenta color pardo amarillento; textura (al tacto) franca; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** posee color pardo amarillento; textura (al tacto) franca; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** del Cuadro 4.31 y de granulometría, clase textural y fragmentos gruesos que se muestran en el Cuadro 4.32, indican que los suelos presentan texturas (al tacto) moderadamente gruesas, con pocos fragmentos de roca en el perfil. La densidad real presenta valores bajos (1.98 a 1.81 g/cc) y la densidad aparente tiene valores muy bajos (0.85 g/cc a 1.04 g/cc). La porosidad total es alta en superficie (57%) y media en profundidad (42%); referente a las cantidades de poros, entre el 20 y 30% corresponden a los macroporos, mientras que entre 21 y 26% son microporos; estos valores muestran una dominancia de la macro sobre la microporosidad, responsables de la buena permeabilidad, infiltración, aireación y drenaje; estos valores contrastan con los valores de la humedad aprovechable para las plantas que son bajos (15-19 %). No hay limitaciones físicas para la penetración de las raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.32, los suelos presentan un pH ligeramente ácido (6.2), en superficie y neutros (6.6-6.8), en profundidad; adecuados para el desarrollo de la mayoría de las especies vegetales. El contenido de materia orgánica (MO), tiene valores medios en superficie (3.88%) y bajos en profundidad (0.94%), estos valores no son suficientes para asegurar la estabilidad de los agregados y proporcionar parte de los nutrientes necesarios. Por su importancia, los valores de materia organica deben ser aumentados.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (21.6 a 30.1 meq/100 g de suelo), lo cual indica un alto potencial para retener nutrientes útiles para las plantas. La reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) varía entre baja (7.35 meq/100 g de suelo) a media (11.44 meq/100 g de suelo), esta reserva se considera insuficiente para la mayoría de cultivos, debe suplementarse para una adecuada producción agrícola. La saturación de bases (SB), es baja en superficie (34%) y media (43%), en profundidad; mientras que la retención fosfórica presenta valores medios (39-38%), debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, lo cual implica que la aplicación de fosfatos deben realizarse en forma fraccionada.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen valores bajos en todos los horizontes, mientras que el potasio (K), está en niveles altos. Con relación a los cationes, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades medias en el primer horizonte y altas en los siguientes; el magnesio (Mg), es bajo en el primer horizonte y medio en los siguientes.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores medios en el primer y segundo horizonte, bajo en los siguientes. El zinc (Zn) es bajo en todos los horizontes; el hierro (Fe) se presenta en contenidos altos en todo el perfil y el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades medias en el primer horizonte y bajas en los siguientes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010805)

Suelos desarrollados a partir de depósitos coluvio-aluviales, de moderada evolución; son profundos, con texturas (al tacto) moderadamente gruesas; drenaje natural bueno; contenidos de materia orgánica medios; pH

ligeramente **ácido;** capacidad de intercambio de cationes alta; bases intercambiables y saturación de bases bajas, y fertilidad natural alta. Por los compuestos amorfos y el aluminio activo que contienen, presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4). Régimen de humedad del suelo "ústico", por lo cual permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. Régimen de temperatura edáfica "isotérmica", quiere decir que los valores oscilan entre 15 a 22°C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, consisten en: pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) a ligeramente escarpadas (25 al 50%); erosión ligera y moderada, retención de fosfatos media, pedregosidad superficial en algunas áreas y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases con pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), con erosión ligera; pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%); fuertemente inclinadas (12 al 25%), con erosión ligera y moderada; fuertemente inclinadas (12 al 25%), con mediana pedregosidad superficial, erosión ligera y moderada, tienen capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, ya sea anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Asimismo, tienen aptitud para la ganadería semi-intensiva.

La fase con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión ligera, moderada retención de fosfatos y presencia de pedregosidad supercial en algunas áreas, tiene capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de sistemas agroforestales con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo. También tienen aptitud para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

En las fases con capacidad de uso agrícola, es necesario implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, sembrar al contorno siguiendo las curvas de nivel y establecer barreras vivas. Además, es muy importante realizar acequias de ladera con barreras vivas en su parte superior con el fin de aumentar la humedad aprovechable en el perfil. Si es necesario arar, debe realizarse una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos. La ganadería semi-intensiva implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas, establecer cercas vivas, pastos cultivados y pastos de corte, diseñar potreros de tamaño reducido, establecer una adecuada carga por hectárea y evitar el sobrepastoreo.

En la fase que presenta capacidad de uso agroforestal, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas con acequias de ladera. Si se necesita utilizarla para cultivos intensivos como granos básicos u otros, es indispensable realizar terrazas de banco, con el declive contra la pendiente y con los taludes protegidos.

No se pueden mecanizar y deben cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia para evitar la escorrentía. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles, deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilidad, es necesario incrementar fuertemente el contenido de materia orgánica, ya que de esta forma se mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas, por lo que se recomienda la aplicación de abonos orgánicos, sembrar e incorporar cultivos de leguminosas (como abono verde) e incorporar los restos de cosechas. Respecto a la fertilización química, necesitan los elementos mayores nitrógeno y fósforo. Debido a que presentan valores moderados de retención fosfórica en los primeros horizontes, debe aplicarse fuentes

de fósforo de baja solubilidad en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los elementos menores y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, realizar aplicaciones foliares de los elementos cobre y zinc. En época seca necesitan riego, por medio de aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010805)

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MSLb1 pertenece a la clase III, sub clase III s y grupo de manejo III s-1; las fases MSLd y MSLd1 pertenecen a la clase IV, sub clase IV p y grupo de manejo IV p-1; la fase MSLd2 pertenece a la clase IV, sub clase IV pe y grupo de manejo IV pe-1; la fase MSLdp1 pertenece a la clase IV, sub clase IV ps y grupo de manejo IV ps-1; la fase MSLdp2 pertenece a la clase IV, sub clase IV pes y grupo de manejo IV pes-1, todas estas tierras son de vocación agrícola.

La fase MSLe1 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-1, poseen vocación agroforestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de la inclusión (PI 031007).

Esta unidad cartográfica contiene, en un 20%, de su superficie, la inclusión del suelo **Andic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, isotérmica (PI 031007)**; son profundos, con drenaje natural bueno, de texturas (al tacto) moderadamente finas sobre finas, densidad aparente baja. La porosidad total es baja y la humedad aprovechable es muy baja en todos los horizontes; el pH es ligeramente ácido. La materia orgánica (MO) es baja en todos los horizontes, la capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media en el primer y segundo horizonte y alta en los siguientes; la saturación de bases (SB), es baja en el primer horizonte y aumenta en profundidad. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.14 Unidad MSM

Consociación Las Pozas: Typic Humustepts, familia arenosa, mezclada, isotérmica, perfil modal 011406.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea Calderas y el caserío Mesillas Altas, del municipio de Amatitlán. La unidad cartográfica abarca una extensión de 46 hectáreas. En la Figura 4.27, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.27 Glacís con cultivo de café y bosque. Municipio de Amatitlán (Foto: M. Tum, 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es “semifrío húmedo”.

Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 16.1 °C; 950 mm de precipitación y una altitud media de 1,804 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies pino (Pinus oocarpa) y encino (Quercus spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.27, el uso principal es agrícola y la cobertura vegetal es de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de depósitos coluvio-aluviales; en pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y fuertemente inclinadas (12 al 25%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve glacís.

La unidad cartográfica está compuesta en un 90% de la superficie, por los suelos Typic Humustepts, familia arenosa, mezclada, isotérmica (perfil modal, PM 011406). El 10% de la superficie restante, por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Las Pozas presenta las siguientes fases:

- **MSMc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 21 ha.
- **MSMcp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 3 ha.
- **MSMdp1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinados (12 al 25%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 22 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011406)

En la Figura 4.28, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

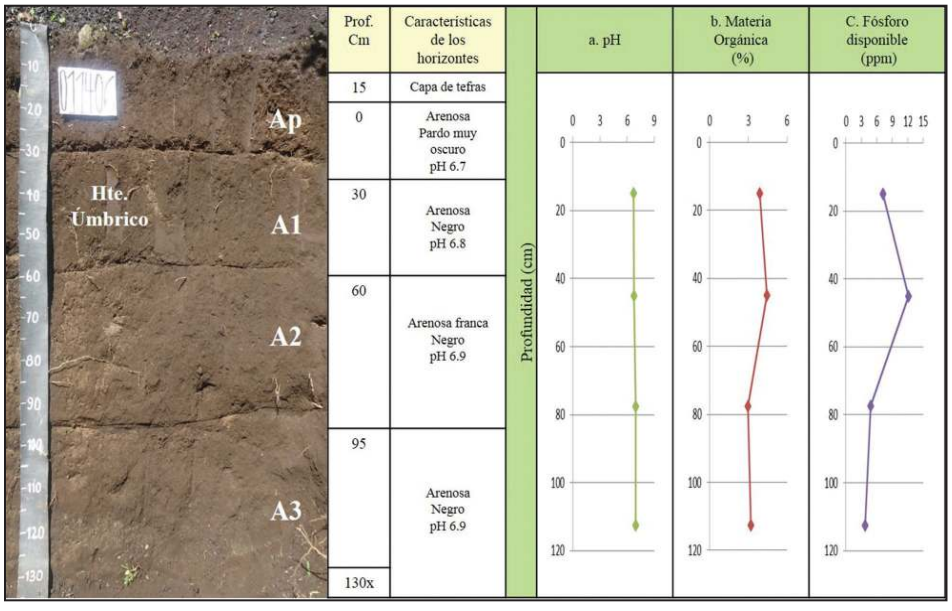


Figura 4.28 Morfología de algunas caracteristicas de los suelos del perfil modal (PM 011406) de la Consociación Las Pozas. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: M. Tum, 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011406)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Las Pozas
Símbolo		MSM
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia arenosa, mezclada, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Amatitlán
	Aldea	Calderas
	Caserío, sector, sitio, inca	No hay
	Coordenadas planas	X: 490327
		Y: 1593231
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,813
	Línea de vuelo No.	230
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Glacís
	Forma del terreno	Cuerpo de glacis
Material Parental		Depositos coluvio-aluviales
Altitud		1,795 msnm.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 al 25 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío subhúmedo
	Precipitación promedio anual	953 mm
	Temperatura promedio anual	17.6°C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	19.3°C.
Drenaje	**Interno**	Medio a rápido
	Externo	Medio a rápido
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra (tefra)
	Clase	Abundante
	Supericie cubierta	50 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	140 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura y plantaciones forestales
	Cultivos	Aguacate, granos básicos (maíz, frijol)
	Limitante del uso	Pendientes fuertemente inclinadas, abundante pedregosidad superficial, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Relictos de bosque natural con especies de pino y encino
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto, William Hernán González Martínez.
Fecha de descripción		02-08-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
15 – 0 cm	Color en húmedo negro (2.5YR2.5/1), litocrómico; capa reciente de piroclásticos (tefras), sin alteración, de naturaleza ígnea.
0 – 30 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franco arenosa y de laboratorio arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura granular, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, sin reacción al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite difuso.
30 – 60 cm A1	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franco arenosa y de laboratorio arenosa; poca gravilla (10%), irregular, mediana alteración, de naturaleza ígnea; estructura granular, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, sin reacción al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.8, neutro; límite difuso.
60 – 95 cm A2	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franco arenosa y de laboratorio arenosa franca; poca gravilla (15%), irregular, mediana alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, medianos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.9, neutro; límite difuso.
95 – 130x cm A3	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franco arenosa y de laboratorio arenosa; frecuente gravilla (20%), irregular, mediana alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, medianos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.9, neutro.



B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos y mineralógicos del perfil modal (PM 011406)

Cuadro 4.33. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011406)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-30	1.08	1.92	55.10	36.72	30.69	24.79	13.31	11.09	8.68	19.38	24.37	43.75
30-60	1.01	2.20	37.03	26.72	15.38	14.19	11.84	9.27	4.71	31.62	22.47	54.09

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-30	25.99	22.01
30-60	15.00	10.67

Cuadro 4.34. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011406)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-30	86.95	10.13	2.92	A	FA	5.00	6.7	2.04	3.88	-	-	-	7.22	6.33	Media
30-60	93.09	4.02	2.89	A	FA	10.00	6.8	2.34	4.45	-	-	-	12.16		
60-95	84.94	12.15	2.92	AF	FA	15.00	6.9	1.56	2.96	-	-	-	4.75		
95-130	90.97	6.10	2.93	A	FA	20.00	6.9	1.68	3.19	-	-	-	3.75		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-30	19.94	7.88	12.06	7.88	6.09	1.00	0.12	0.67	-	30.57	5.01	0.58	3.35	0.0
30-60	10.25	3.92	6.33	3.92	3.22	0.59	0.04	0.07	-	31.39	5.79	0.42	0.67	0.0
60-95	11.96	6.22	5.75	6.22	4.93	1.01	0.07	0.21	-	41.21	8.40	0.61	1.74	0.0
95-130	15.95	8.49	7.46	8.49	6.80	1.06	0.09	0.54	-	42.66	6.63	0.55	3.39	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-30	39.50	1.96	16.45	30.76	37.03	25.50	0.42	0.04
30-60	38.27	2.97	7.58	57.76	13.86	17.70	0.26	0.30
60-95	51.97	1.80	10.63	42.59	21.44	-	-	-
95-130	53.23	1.83	8.33	43.48	20.87	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable (H^{++} Al^{+++}); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Cuadro 4.35. Resultados de los análisis mineralógicos (perfil PM 011406)

Constitución mineralógica de la fracción arcilla	Profundidad (cm)		
	00-30	30-60	60-95
Material no cristalino	+++	++++	++++
Cristobalita	++	-	-
Feldespatos	+++	+	+

Hornblenda	+	-	-

Constitución mineralógica de la fracción arena	Profundidad (cm)		
	00-30	30-60	60-95
Feldespatos	28	26	33
Vidrio volcánico	26	16	12
Lamprobolita	tr	1	1
Hiperstena	tr	1	1
Diópsido	1	1	1
Magnetita	2	6	2
Fragmentos de toba	43	48	49
Circón	-	tr	tr
Hornblenda	-	1	1

CONVENCIONES			
Dominante, mayor de 50%	++++	Presente, de 5 a 15%	+
Abundante, de 30 a 50%	+++	Trazas, menor de 5%	Tr
Común, de 15 a 30%	++	Dudoso	?

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011406)

Estos suelos presentan una moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.28 y la descripción del perfil modal, tienen horizontes con nomenclatura Ap (30 cm de espesor); A1 (30 cm de espesor); A2 (35 cm de espesor); y A3 (35 cm de espesor). El horizonte **Ap,** exhibe color pardo muy oscuro; textura (de laboratorio) arenosa; estructura en granulos, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo muy friable. El horizonte **A1,** es de color negro; con textura (de laboratorio) arenosa; estructura en granulos, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo muy friable. El horizonte **A2,** muestra color negro; textura (de laboratorio) arenosa franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **A3,** exhibe color negro, textura (de laboratorio) arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.33 y la granulometría, indicados en el Cuadro 4.34, presentan texturas (de laboratorio) gruesas, con pocos fragmentos de roca en el perfil. La densidad real posee bajos valores (1.92 a 2.20 g/cc) y la densidad aparente también presenta valores bajos (1.01 g/cc) y (1.08 g/cc). La porosidad total en el perfil es media en superficie (44%), y alta (54%), en profundidad; en cuanto a la distribución porcentual de los macroporos y microporos en los horizontes superficiales, existe una dominancia de los macroporos con valores de 19% y 32%, mientras que los valores de los microporos están en un 24% a 23%, valores que correlacionan con las texturas gruesas. La humedad aprovechable es media en el primer horizonte y desciende en profundidad. Estas condiciones nos indican que la infiltración del agua en el perfil es muy rápida y aumenta en profundidad. No hay ilimitaciones mecánicas para la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.34, tienen un pH neutro (6.7-6.9), adecuado para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), es medio (3.88% a 4.45%), a excepción del tercer horizonte donde es bajo (2.9%). Estos valores no son suficientes para asegurar la estabilidad de los agregados del suelo y proporcionar parte de los nutrientes necesarios a las plantas. Por su importancia, los

valores de materia orgánica deben ser incrementados.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee valores medios (19.9 a 10.2 meq/100 g de suelos) en todo el perfil, lo cual indica un moderado potencial para retener nutrientes útiles para las plantas. La reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) varía entre muy baja (3.92 meq/100 g de suelo) a baja (8.49 meq/100 g de suelo), esta reserva se considera insuficiente para la mayoría de los cultivos, debe suplementarse para una adecuada producción agrícola. La saturación de bases (SB), tiene valores medios en superficie y altos en profundidad. Los valores de retención fosfórica, son bajos (25%-17%), esto se debe a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N), el fósforo disponible (P) y el potasio (K), poseen valores bajos. De los **cationes**, el calcio (Ca,) se encuentra en cantidades altas en el primer y cuarto horizonte y medias en los demás. El magnesio (Mg) se encuentran en cantidades bajas en todo el perfil.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) muestra valores bajos, excepto en el segundo horizonte donde son medios; el zinc (Zn), hierro (Fe) y el manganeso (Mn), presentan contenidos altos en todo el perfil. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es media.

El Cuadro 4.35 referido a la mineralogía, indica que en la fracción arcilla, dominan los materiales no cristalinos y en menor cantidad presenta: cristobalita, hornblenda y feldespatos. En la fracción arena son dominantes los fragmentos de tobas, los feldespatos y el vidrio volcánico; en menor cantidad se presenta magnetita, lamprobolita, hiperstena, diópsido, circón y hornblenda.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011406)

Estos suelos se han originado a partir de depósitos coluvio aluviales, tienen evolución moderada. Son profundos; bien drenados; texturas (de laboratorio) gruesas; pH neutro; contenidos de materia orgánica medios; capacidad de intercambio de cationes media; bases intercambiables muy bajas; saturación de bases y fertilidad natural media. Debido a los compuestos amorfos y el aluminio activo que contienen, presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4). El régimen de humedad del suelo está calificado como "ústico", por lo cual permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", esto significa que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0°C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, son las pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y fuertemente inclinadas (12 al 25%), abundante pedregosidad superficial (capas de tefras), texturas gruesas, erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre al año.

Las fases con pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión ligera; pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), abundante pedregosidad superficial (tefras) y erosión ligera; fuertemente inclinadas (12 al 25%), erosión ligera y abundante pedregosidad superficial (tefras), son de aptitud agroforestal para el establecimiento de plantaciones con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo, así como sistemas extensivos silvopastoriles.

Es necesario implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica como: plantar al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas y acequias de ladera con gramíneas

en la parte superior. De utilizarse para cultivos intensivos como granos básicos u otros, es indispensable tener acceso a riego todo el año.

Establecer barreras contravientos para reducir los efectos de la erosión eólica. Estos suelos no se pueden mecanizar por las texturas arenosas y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal. Las actividades silvopastoriles, deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilidad, es necesario incrementar fuertemente el contenido de materia orgánica que poseen, por lo que se recomienda la aplicación de abonos orgánicos, establecer cultivos de leguminosas que funcionen como abonos verdes e incorporar los restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, necesitan de los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Debido a los valores moderados de retención fosfórica presente en los primeros horizontes, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los elementos menores y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, realizar aplicaciones foliares de Cobre. En época seca necesitan riego, por medio de aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011406)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, las fases MSMc1, MSMcp1 y MSMdp1 pertenecen a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-1, por lo que son tierras con vocación agroforestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.1.15 Unidad MSN

Consociación Mirador Calderas: Humic Haplustands, familia medial sobre esquelética arcillosa, isotérmica, perfil modal 011420.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Andisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea Mesillas Bajas y laguna Calderas, del municipio de Amatitlán. La unidad cartográfica abarca una extensión de 41 hectáreas. En la Figura 4.29, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.29 Escarpe con matorrales y cultivos agrícolas. Municipio de Amatitlán (Foto: M. Tum, 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semifrío húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 16.4 °C; 938 mm de precipitación y una altitud media de 1,853 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies pino (*Pinus oocarpa*) y encino (*Quercus* spp), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.29, el uso principal es agricola y la cobertura vegetal es bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), correspondientes al paisaje montaña volcano – erosional y tipo de relieve escarpe

La unidad cartográfica está compuesta en un 80% de la superficie por los Humic Haplustands, familia medial sobre esquelética arcillosa, isotérmica (perfil modal, PM 011420) y el 20% restante por los suelos Humic Haplustands, familia esquelética medial, isotérmica (perfil inclusión, PI 011421).

La Consociación Mirador Calderas presenta la siguiente fase:

- **MSNfp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 41 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011420)

En la Figura 4.30, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como, el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

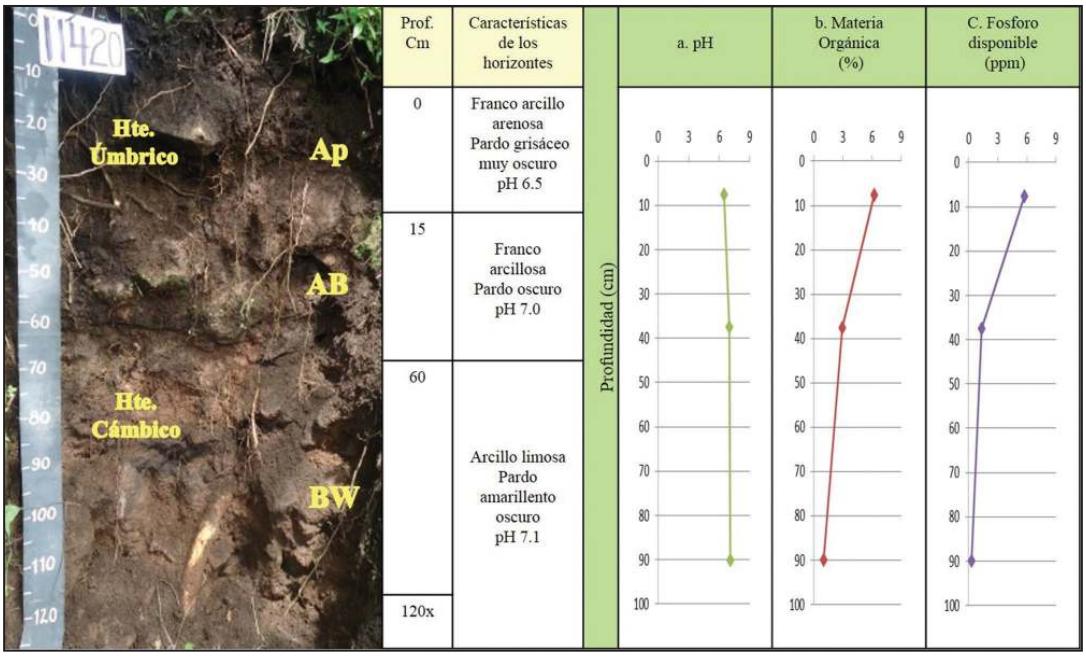


Figura 4.30 Morfología de algunas caracteristicas de los suelos del perfil modal (PM 011420) de la Consociación Mirador Calderas. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: M. Tum, 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011420)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Mirador Calderas
Símbolo		MSN
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Humic Haplustands, familia medial sobre esquelética arcillosa, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Amatitlán
	Aldea	Calderas
	Caserío, sector, sitio, inca	-
	Coordenadas planas	X: 489838
		Y: 1593943
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,574
	Línea de vuelo No.	229
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Escarpe
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras, cenizas volcánicas y pómez
Altitud		1,871 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	925 mm
	Temperatura promedio anual	17.1 ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego.
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	18.9 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	Pedregón
	Clase	Mediana
	Supericie cubierta	10%
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	60 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Café bajo sombra
	Limitante del uso	Pendientes fuertemente escarpadas, presencia de fragmentos de roca en el perfil, erosión moderada, déficit de agua en época seca,
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		08-10-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 15 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio arenosa franca; poca gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite gradual y plano.
15 – 60 cm AB	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente piedra (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, medianos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.0, neutro; límite claro y plano.
60 – 120x cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio arenosa franca; abundante piedra (60%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros finos; pocas raíces, gruesas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.1, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011420)

Cuadro 4.36. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011420)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-15	1.04	1.80	45.59	32.21	29.02	23.90	18.12	12.85	11.21	15.34	26.88	42.22
15-60	0.86	1.67	43.43	35.46	31.90	30.31	28.37	25.35	17.73	12.88	35.62	48.50

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-15	43.00	17.81
15-60	44.76	14.17

Cuadro 4.37. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011420)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucus)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-15	83.46	14.33	2.21	AF	FArA	15	6.5	3.27	6.22	-	-	-	5.76		
15-60	70.21	23.28	6.52	FA	FAr	20	7	1.55	2.95	-	-	-	1.34	7.4	Alta
60-120	81.17	16.59	2.24	AF	ArL	60	7.1	0.53	1.01	-	-	-	0.28		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-15	23.93	13.47	10.46	13.44	10.35	2.00	0.44	0.65	0.03	43.25	8.36	1.84	2.72	0.2
15-60	34.18	15.28	18.90	15.24	12.52	2.49	0.15	0.08	0.04	36.63	7.28	0.44	0.23	0.3
60-120	22.79	14.12	8.67	14.08	10.59	3.14	0.10	0.25	0.04	46.47	13.78	0.44	1.10	0.3

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-15	56.16	1.94	1.24	68.89	1.51	31.30	0.64	1.58
15-60	44.59	2.70	0.46	57.55	3.47	57.30	1.53	3.39
60-120	61.78	2.95	0.48	28.57	4.61	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable (H^{+} + Al^{+++}); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011420)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.30, y la descripción del perfil, los suelos tienen horizontes con nomenclatura Ap (15 cm de espesor); AB (45 cm espesor); y Bw (60 cm espesor). El horizonte **Ap,** es de color pardo grisáceo muy oscuro; de textura (al tacto) franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **AB**, muestra un color pardo oscuro; de textura (al tacto) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw**, presenta color pardo amarillento oscuro; textura (al tacto) arcillo limosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable.



De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.36 y de granulometría, que se muestran en el Cuadro 4.37, los suelos tienen texturas (al tacto) moderadamente finas sobre finas, con abundantes fragmentos de roca a los 60 cm de profundidad. La densidad real presenta bajos valores (1.80-1.67 g/cc) y la densidad aparente posee valores muy bajos (1.04 a 0.86 g/cc).

La porosidad total es media (42%) en el primer horizonte y alta (49%) en el segundo; en cuanto a la distribución porcentual de los macroporos y microporos en los horizontes superficiales, existe una dominancia de los microporos con valores de 27 y 36%, mientras que los valores de los macroporos están entre 15 y 13%, valores que concuerdan con las texturas moderadamente finas que presentan. Estas características indican que este suelo presenta una moderada infiltración, permeabilidad y drenaje; pero estos valores contrastan con la baja retención de humedad (18-14%), lo que ocasiona baja disponibilidad de agua aprovechable para las plantas. Presenta limitaciones fisicas a los 60 cm, por la presencia de abundantes fragmentos de roca que dificultan la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.37, el pH es ligeramente ácido (6.5), en superficie y neutro (7.0), en profundidad, adecuado para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), es alto (6.22%), en superficie y bajo (1.01%), en profundidad. Por su importancia, los valores de materia organica deben ser incrementados.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (34.1 a 22.7 meq/100 g de suelo) en todo el perfil, lo cual indica un alto potencial para retener nutrientes útiles para las plantas. Presenta una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), con valores medios (13.44 a 15.24 meq/100 g de suelo), reserva considerada moderada para la mayoría de cultivos, debe suplementarse para una adecuada producción agrícola. La saturación de bases (SB), es alta (56-61%), en los horizontes superficiales. La retención fosfórica muestra valores medios (31% a 57%), debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, lo cual implica que la aplicación de fosfatos, debe realizarse en forma fraccionada.

En cuanto a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), presentan valores bajos en el perfil; mientras el potasio (K), presenta contenidos altos en superficie y bajos en profundidad. Con referencia a los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas en todos los horizontes; el magnesio (Mg) es medio en el primer y segundo horizonte y alto en el tercero.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), es bajo en el primer horizonte y medio en los restantes; el zinc (Zn) y el Manganeso (Mn), son bajos en todo el perfil; el hierro (Fe), presenta contenidos altos en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011420)

Estos suelos se han originado a partir de tefras, (cenizas volcánicas y pómez), de evolución moderada. Son moderadamente superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo; texturas (al tacto) moderadamente finas sobre finas, con frecuentes a abundantes fragmentos de roca en el perfil; pH ligeramente ácido en superficie; contenidos de materia orgánica altos en el horizonte superficial; capacidad de intercambio de cationes alta; bases intercambiables medias; saturación de bases y fertilidad natural alta. Debido a los compuestos amorfos y al aluminio activo que contienen, estos presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4). El régimen de humedad del suelo se califica como “ústico”, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El

régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", esto significa que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos se deben a: pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundantes fragmentos de roca en el perfil, presencia de pedregosidad superficial, erosión moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año, por lo que tienen capacidad de uso forestal y posee aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisado por el Servicio Forestal Nacional y con control de incendios forestales.

Para su uso adecuado, es necesario mantener la cobertura vegetal como protección al impacto de la gota de lluvia y así evitar la erosión hídrica, para lo cual deben establecerse acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, con el objetivo de evitar la escorrentía provocada por el agua de lluvia y mejorar la infiltración del agua en el perfil, con esto la humedad se prolongará en el suelo, lo que favorece su desarrollo y evolución. Para el caso de las plantaciones forestales, conviene establecerlas bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales por planta. Es importante aumentar el contenido de materia orgánica, para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas, para lo cual se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura como abonos verdes y aplicar abonos orgánicos.

Con respecto a la fertilización química, se necesita suplementar los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Debido a que presenta valores moderados de retención fosfórica, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad, en dosis moderadas, aplicaciones cercanas a las raíces y en forma periódica. Dependiendo de la rentabilidad, debe suplementarse en forma foliar Cobre, Zinc y Manganeso. Se necesita riego en la época seca, por medio de aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (PM 011420)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MSNfp2 pertenece a la clase VII, sub clase VII p y grupo de manejo VII p-1, posee vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de la inclusión (PI 011421).

Esta unidad cartográfica contiene, en un 20%, de su superficie, la inclusión del suelo Este ocupa el 20% de la superficie de la unidad y corresponde al suelo **Humic Haplustands, familia esquelética medial, isotérmica (PI 011421);** se caracterizan por ser superficiales, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas (al tacto) finas, con densidad aparente muy baja; con porosidad total alta en el primer horizonte y media en el segundo. La humedad aprovechable es baja. El pH se presenta neutro; la materia orgánica (MO), es alta en superficie y desciende en profundidad; la capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media en el primer horizonte y alta en los siguientes; con saturación de bases (SB), alta en todo el perfil y fertilidad natural alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.16 Unidad MSÑ

Consociación Colorado: Andic Humustepts, familia medial, isotérmica, perfil modal 010329.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones del caserío El Durazno, del municipio de San José Pinula. La unidad cartográfica abarca una extensión de 114 hectáreas. En la Figura 4.31, se observa el paisaje que caracteriza la unidad.



Figura 4.31 Vallecito con pastos naturales y bosque natural. Municipio de San José Pinula (Foto: O. Hernández, 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semifrío húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 13.9 °C; de 1,554 mm de precipitación y una altitud media de 2,091 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se encuentran en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB), caracterizada por las especies encino (*Quercus* spp), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.31, el uso principal es la ganadería y la cobertura vegetal está conformada por relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de depósitos aluvio-coluviales; en pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve vallecito.

La unidad cartográfica está compuesta en un 80% de la supeficie por los suelos Andic Humustepts, familia medial, isotérmica (perfil modal, PM 010329) y en un 20% del total del área por los suelos Andic Humustepts, familia medial sobre franca, isotérmica (perfil inclusión, PI 010330).

La Consociación Colorado, presenta la siguiente fase:

- **MSÑc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 114 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010329)

En la Figura 4.32, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas. Como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

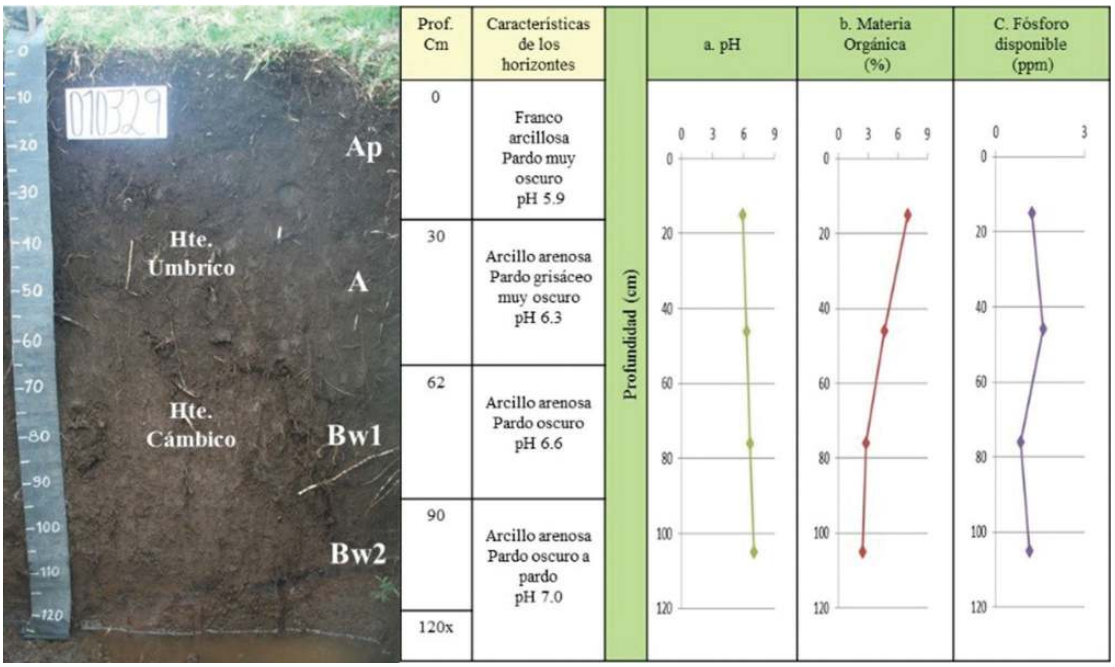


Figura 4.32. Morfología de algunas caracteristicas de los suelos del perfil modal (PM 010329) de la Consociación Colorado. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: O. Hernández, 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010329)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Colorado
Símbolo		MSÑ
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Andic Humustepts, familia medial, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San José Pinula
	Aldea	El Colorado
	Caserío, sector, sitio, inca	Finca Villa Luz
	Coordenadas planas	X: 522553
		Y: 1610313

Fotografías Aéreas	**Foto No.**	9,527
	Línea de vuelo No.	224
	Bloque No.	2
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano- erosional
	Tipo de relieve	Vallecito
	Forma del terreno	Vega
Material Parental		Depósitos aluvio - coluviales
Altitud		2,107 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 al 12 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,900 mm
	Temperatura promedio anual	15.9 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	17.9 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos r ocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Actividades ganaderas
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca

Vegetación natural	Pasto natural, con relictos de bosque natural con encino y pino
Describió	Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción	14-05-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 30 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes, poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.9, moderadamente ácido; limite gradual y ondulado.
30 – 62 cm A	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite gradual y ondulado.
62 – 90 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite gradual y ondulado.
90 – 120x cm Bw2	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR3/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.0, neutro.
Observaciones	*El nivel freático es fluctuante, al momento del muestreo se encontraba a los 120 cm*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 010329)

Cuadro 4.38. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010329)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-30	1.23	2.10	98.69	51.53	42.02	39.62	30.50	21.95	24.94	23.79	17.64	41.43
30-62	0.74	1.41	82.60	48.08	35.34	30.51	28.25	22.07	21.47	27.19	20.33	47.52

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-30	80.52	17.08
30-62	61.17	13.87

Cuadro 4.39. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010329)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-30	58.22	31.46	10.32	FA	FAr	-	5.9	3.70	7.03	-	-	-	1.23	7.55	Alta
30-62	71.31	24.85	3.84	FA	ArA	-	6.3	2.44	4.64	-	-	-	1.61		
62-90	71.03	22.94	6.04	FA	ArA	-	6.6	1.48	2.81	-	-	-	0.85		
90-120	64.12	32	3.93	FA	ArA	-	7.0	1.30	2.47	-	-	-	1.13		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-30	47.28	10.55	36.73	10.55	6.21	1.63	2.67	0.05	-	13.14	3.44	5.64	0.10	0.0
30-62	44.43	10.28	34.16	10.28	6.61	0.78	2.82	0.06	-	14.88	1.77	6.36	0.13	0.0
62-90	42.16	11.20	30.95	11.20	7.56	0.77	2.78	0.09	-	17.93	1.83	6.59	0.22	0.0
90-120	43.29	11.23	32.06	11.23	9.48	1.21	0.20	0.35	-	21.89	2.79	0.45	0.81	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-30	22.32	0.23	5.32	2.39	31.63	76.80	0.41	1.23
30-62	23.13	0.30	3.12	2.78	27.66	86.90	0.34	1.34
62-90	26.57	0.40	3.29	2.41	17.17	-	-	-
90-120	25.94	0.40	3.70	2.41	29.64	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable (H^{++} Al^{+++}); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010329)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.32 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (30 cm de espesor); A (32 cm de espesor); Bw1 (28 cm de espesor) y Bw2 (30 cm de espesor). El horizonte **Ap,** muestra color pardo muy oscuro; textura (al tacto) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **A,** exhibe color pardo grisáceo muy oscuro; textura (al tacto) arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1** presenta color pardo oscuro; textura (al tacto) arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** es de color pardo oscuro a pardo; textura (al tacto) arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.38 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.39, los suelos presentan texturas (al tacto) finas. La densidad real presenta valores bajos entre 2.10-1.41 g/cc y la densidad aparente posee valores bajos en superficie (1.23 g/cc), y muy bajos en profundidad (0.74 g/cc). La porosidad total en el perfil varía entre media (41%), en el primer horizonte y alta en el segundo (47%), en cuanto a la distribución porcentual de los macroporos y microporos, los macroporos varían entre 24% y 27%, mientras que los microporos entre 18% y 20%, dominando la macroporosidad sobre la microporosidad. Con respecto a la humedad aprovechable para las plantas, presenta valores bajos (13.8% - 17.0%). No hay impedimentos fisicos para la profundización de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.39, presentan un pH moderadamente ácido (5.9) en el primer horizonte, ligeramente ácido (6.3) en el segundo y neutro (7.0) en los demás horizontes, adecuados para la disponibilidad de nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), es alto (7.03%), en el primer horizonte y bajo (2.47%), en profundidad; la materia orgánica participa en la actividad de intercambio, como suministro parcial de nutrientes a las plantas, debe incrementarse.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (47.28 – 42.16 meq/100 g de suelo), en todo el perfil, lo que indica un alto potencial para retener nutrientes útiles a las plantas. La reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), es media (10.55 a 11.23 meq/100 g de suelo); reserva que se considera moderada para la mayoría de cultivos, debe suplementarse para una adecuada producción agrícola. Con respecto a la saturación de bases (SB), es baja (22-26%), en todo el perfil. La retención fosfórica presenta valores medios (76-86%), debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, esto implica aplicación de fosfatos en forma fraccionada.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N), presenta valores bajos en todos los horizontes; en cuanto el contenido de fosforo disponible (P), contiene niveles bajos en todo el perfil; el potasio (K), es alto a excepción del cuarto horizonte que presenta contidades medias. Con respecto al comportamiento de los **cationes**, referente al contenido de calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas en todo el perfil; el magnesio (Mg), es medio en el primer horizonte y bajo en los siguientes.

De acuerdo a los resultados de los **elementos menores**, el cobre (Cu), tiene valores bajos en todo el perfil, el zinc (Zn), es medio en todos los horizontes; el hierro (Fe), exhibe contenidos bajos en todo el perfil y el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades altas en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010329)

Estos suelos se han originado a partir de depósitos aluvio-coluviales, tienen evolución moderada; son profundos; bien drenados; de texturas (al tacto) finas; pH moderadamente ácido; contenidos de materia orgánica altos en superficie; capacidad de intercambio de cationes alta; bases totales con valores medios; saturación de bases baja y fertilidad natural alta. Por los compuestos amorfos y el aluminio activo que contienen, presentan alta adsorción de fosfatos (PO_4). Régimen de humedad del suelo "ústico", porque permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. Régimen de temperatura edáfica "isotérmica", esto significa que la temperatura del suelo, oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, se deben a las pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), con erosión ligera, texturas finas, retención fosfórica alta y deficientes precipitaciones durante un semestre del año, por lo cual son de capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, ya sea anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Asimismo, tienen aptitud para la ganadería semi-intensiva.

Para su adecuado manejo, es necesario implementar prácticas de conservación, como la siembra al contorno siguiendo las curvas de nivel y el establecimiento de barreras vivas con acequias de ladera para incrementar la humedad aprovechable en el perfil. Si se necesita arar, se recomienda una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Se recomienda establecer cortinas rompevientos. La ganadería semi-intensiva, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer

cercos vivos, pastos cultivados y pastos de corte; diseñar potreros de tamaño reducido; establecer una adecuada carga por hectárea y evitar el sobrepastoreo

Respecto a la fertilidad, es necesario mantener e incluso incrementar el contenido de materia orgánica, por lo que se recomienda la aplicación de abonos orgánicos, abonos verdes de leguminosas y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, se necesita suplementar los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; debido a la retención fosfórica reportada en los primeros horizontes, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad que permitan una lenta absorción por las raíces, aplicar dosis moderadas, cercanas a las raíces y en forma periódica. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse en forma foliar Cobre y Zinc; el Hierro es necesario suplementarlo. Necesitan riego en la época seca por medio de aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010329)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MSÑc1 pertenece a la clase III, sub clase III ps y grupo de manejo III ps-1, es de vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de la inclusión (PI 010330)

Esta unidad cartográfica contiene, en un 20%, de su superficie, la inclusión del suelo **Andic Humustepts, familia medial sobre franca, isotérmica (PI 010330),** profundos, con drenaje natural bueno, de texturas (al tacto) moderadamente finas, densidad aparente muy baja; la porosidad total es muy alta en el primer horizonte y alta en los siguientes. La humedad aprovechable es media; el pH es moderadamente ácido. Respecto a la materia orgánica (MO), presenta valores medios en superficie y descienden en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta. La saturación de bases (SB), es baja en el primer horizonte y media en los demás. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.17 Unidad MBA

Consociación El Pericón: Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica; perfil modal 011606.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones del cerro El Pericón, del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 47 hectáreas. En la Figura 4.33, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.33 Domo con pastos naturales, arbustos y árboles dispersos. Municipio de Villa Canales (Foto: C. García 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 20.0 °C; 1,586 mm de precipitación y una altitud media de 1,167 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), encino (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.33, el uso principal es ganadería sobre pastos naturales y la cobertura vegetal, relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas; en pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve domo.

La unidad cartográfica está compuesta en un 90% de la superficie por los suelos Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 011606). El 10% del área restante, está ocupada por otros suelos que no fueron identificados.

La Consociación El Pericón presenta la siguiente fase:

- **MBAe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 47 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011606)

En la Figura 4.34, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

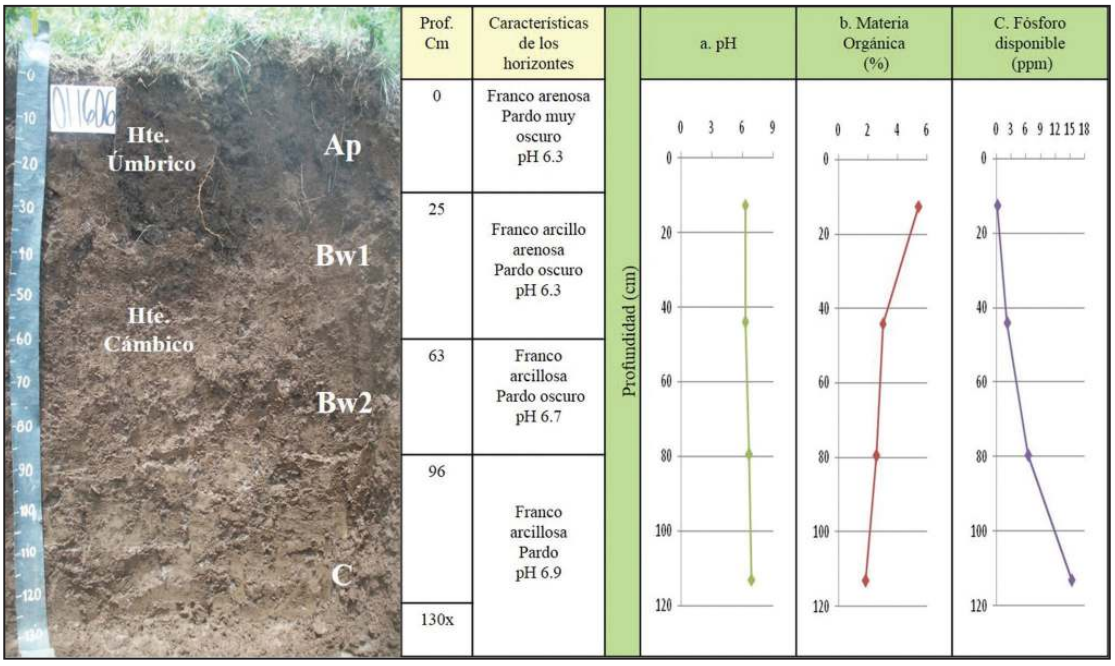


Figura 4.34 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011606) de la Consociación El Pericón. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011606)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación El Pericón
Símbolo		MBA
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia franca ina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Cerro El Pericón
	Coordenadas planas	X: 493510
		Y: 1584379
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,373
	Línea de vuelo No.	232
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Domo
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		1,223 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,559 mm
	Temperatura promedio anual	20.0°C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	21.5°C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-

Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Sin uso agropecuario
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión moderada, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pastos naturales, relictos de bosque natural con especies de pino y encino.
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		27-07-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (7.5YR2.5/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
25 – 63 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/2); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos, irregulares, discontinuos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
63 – 96 cm Bw2	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite claro y ondulado.
96 – 130 cm C	Color en húmedo pardo (7.5YR4/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; muchos poros, finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.9, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011606)

Cuadro 4.40. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011606)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	1.30	1.65	51.64	38.73	28.07	27.47	22.07	19.48	16.45	9.68	11.53	21.21
25-63	1.35	2.21	50.19	39.17	38.11	30.07	29.38	25.11	18.57	9.37	29.55	38.91

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-25	26.56	11.62
25-63	29.05	19.54

Cuadro 4.41. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011606)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-25	68.27	14.5	17.23	FA	FAr	5.00	6.3	2.87	5.45	-	-	-	0.23	6.70	Media
25-63	53.51	19.15	27.34	FArA	Ar	5.00	6.3	1.59	3.02	-	-	-	2.23		
63-96	42.82	23.3	33.88	FAr	Ar	5.00	6.7	1.37	2.60	-	-	-	6.50		
96-130	40.41	27.86	31.73	FAr	Ar	-	6.9	0.97	1.85	-	-	-	15.40		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-25	29.43	9.29	20.14	9.25	5.94	2.98	0.13	0.20	0.04	20.18	10.13	0.44	0.68	0.4
25-63	26.60	8.97	17.63	8.93	5.23	3.23	0.26	0.21	0.04	19.66	12.14	0.98	0.79	0.4
63-96	19.81	8.73	11.08	8.70	4.92	3.20	0.24	0.34	0.03	24.84	16.15	1.21	1.72	0.3
96-130	27.74	12.61	15.13	12.57	6.75	5.12	0.19	0.51	0.04	24.33	18.46	0.68	1.84	0.3

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-25	31.43	1.92	0.20	27.90	3.38	-	-	-
25-63	33.57	0.92	0.26	23.50	3.38	-	-	-
63-96	43.92	0.45	0.24	13.90	1.00	-	-	-
96-130	45.31	0.45	0.20	16.10	1.45	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011606)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.34 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (25 cm de espesor); Bw1 (38 cm de espesor); Bw2 (33 cm de espesor) y C (34 cm de espesor). El horizonte **Ap,** muestra color pardo muy oscuro; textura (de laboratorio)

franco arenosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1**, presenta color pardo oscuro; textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2**, tiene color pardo oscuro; textura (de laboratorio) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** es de color pardo; textura (de laboratorio) franco arcillosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.40 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.41, los suelos tienen texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con pocos fragmentos de roca. La densidad real presenta bajos valores (entre 1.65 y 2.21g/cc) y la densidad aparente tiene valores medios (1.30 a 1.35 g/cc). La porosidad total en el perfil es baja (21%) en superficie y media (39%) en profundidad. En cuanto a la distribución porcentual de los macroporos y microporos en los horizontes superficiales, existe una dominancia de los microporos con valores de 12 a 30% mientras que los valores de los macroporos están en un 9 y 10%, estos afectan la permeabilidad, el drenaje y la retención de humedad. La humedad aprovechable es baja (12% – 20 %). Estas condiciones indican un drenaje interno moderado con baja retención de humedad. No hay limitaciones físicas para la penetración de las raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.41, el pH es ligeramente ácido (6.3) en el primer y segundo horizonte y neutro (6.7 y 6.9), en los siguientes, afectan la disponibilidad de los nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), varía de alto (5.45%) a bajo (1.85%), el valor más alto corresponde al horizonte superficial y se reduce a medida que se profundiza, estas características se relacionan con la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de los agregados, el suministro parcial de los nutrientes a las plantas y de los constituyentes energéticos a los organismos.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), varía de alta a media (29.4 a1 9.8 meq/100 g de suelo) en el perfil, lo cual indica que presentan un potencial alto para retener nutrientes útiles para las plantas. El contenido de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), varía entre baja (8.7 meq/100 g de suelo) y media (12.6 meq/100 g de suelo); considerada insuficiente para el desarrollo de la mayoría de cultivos, debe suplementarse para una adecuada producción agrícola. La saturación de bases (SB) es baja en el primer y segundo horizonte (31 y 33%), media en los siguientes (44 y 45%).

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) presenta valores bajos en todo el perfil, el contenido de fósforo disponible (P) es bajo a excepción del cuarto horizonte que presenta valores medios; el potasio (K) es bajo en el primer y cuarto horizonte, medio en el segundo y tercero. Con respecto a los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades medias a excepción del cuarto horizonte en donde presenta cantidades altas; el magnesio (Mg) es medio en el primer horizonte y alto en los siguientes.

Con respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), tienen valores bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe) se presenta contenidos altos en el primer y segundo horizonte, medio en los siguientes y el manganeso (Mn) se encuentra en cantidades bajas en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011606)

Estos suelos se han originado a partir de tobas e ignimbritas, presentan moderada evolución; son profundos;

con drenaje natural moderadamente excesivo; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con pocos fragmentos de roca; pH ligeramente ácido; contenidos altos de materia orgánica en el horizonte superficial. Presentan alta capacidad de intercambio de cationes, bajo contenido de bases, media saturación de bases y media fertilidad. El régimen de humedad del suelo es "ústico", por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Régimen de temperatura edáfica "isotérmica" esto quiere decir que la temperatura media del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, están relacionados con las pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión moderada y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión moderada, son de capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de sistemas agroforestales con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo. También tienen aptitud para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

Para utilizarlos, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica; requieren siembras al contorno o siguiendo las curvas a nivel y establecer barreras vivas con acequias de ladera con el fin de incrementar la infiltración de agua en el perfil y mejorar el contenido de humedad aprovechable para las plantas. Si se necesita utilizarlos para cultivos intensivos como granos básicos u otros, es indispensable realizar terrazas de banco, con el declive contra la pendiente y con los taludes protegidos.

No se pueden mecanizar y debe proporcionarse una buena cobertura para evitar la escorrentía. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como cubrirlos con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles, deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilidad, es necesario mantener e incrementar el contenido de materia orgánica actual para mejorar sus condiciones físicas, químicas y biológicas, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes de leguminosas y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, se necesita aportar los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso de forma foliar. En época seca necesitan riego, por medio de aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011606)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MBAe2 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-8, son tierras con vocación agroforestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.1.18 Unidad MBB

Consociación Santa Catarina: Andic Humustepts, familia medial, isotérmica, perfil modal 010204.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones del caserío El Sombrerito, finca Los Naranjos y la hacienda Peña Blanca, del municipio de San José Pinula. Así mismo en los alrededores de la aldea Cristo Rey; caserío Laguna Bermeja; parajes Agua Bonita, El Manzanarrosal, El Mirador, El Pozo Seco, La Montaña, Los Manzanos; parcelamiento San Rafael y la colonia Prados de Vista Hermosa IV, del municipio de Santa Catarina Pinula. La unidad cartográfica abarca una extensión de 1,435 hectáreas. En la Figura 4.35, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.35 Filas y vigas con cobertura de bosque natural.
Municipio de Santa Catarina Pinula (Foto: R. Pacheco 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 17.9 °C; 1,617 mm de precipitación y una altitud media de 1,737 msnm. Según De la Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.35, la cobertura vegetal es bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve filas y vigas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 80% de la superficie por los suelos Andic Humustepts, familia medial, isotérmica (perfil modal, PM 010204). El 20% del área restante, está ocupada por los suelos Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010202).

La Consociación Santa Catarina presenta las siguientes fases:

- **MBBf1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 1,087 ha.

- **MBBf2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 196 ha.
- **MBBfp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 152 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010204)

En la Figura 4.36, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

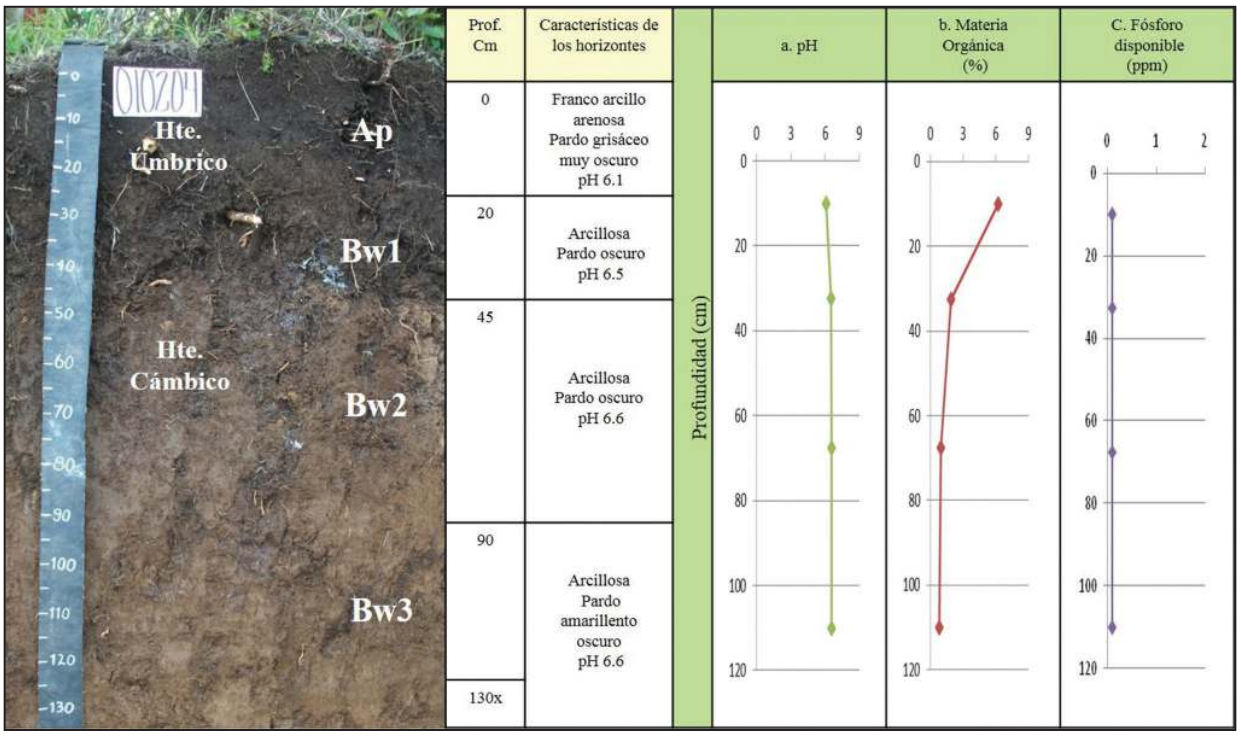


Figura 4.36 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010204) de la Consociación Santa Catarina. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010204)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Santa Catarina
Símbolo		MBB
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico

Taxonomía del suelo		**Andic Humustepts, familia medial, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Santa Catarina Pinula
	Aldea	Prados de Vista Hermosa 4
	Caserío, sector, sitio, inca	-
	Coordenadas planas	X: 505318
		X: 1613655
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,918
	Línea de vuelo No.	223
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras, cenizas volcánicas y pómez
Altitud		1,805 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,546 mm
	Temperatura promedio anual	18.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	18.3 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos r ocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-

Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Ganadería extensiva
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión moderada, déficit de agua en época seca,
Vegetación natural		Bosque natural de ciprés, pino, encino
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		07-08-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.1, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
20 – 45 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio arenosa franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; frecuente raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
45 – 90 cm Bw2	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; pocas raíces, medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite claro y ondulado.
90 – 130 cm Bw3	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques angulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuente poros, finos y medianos, tubulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.6, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 010204)

Cuadro 4.42. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010204)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	0.82	2.15	76.56	48.80	41.69	39.58	29.64	25.46	19.24	28.18	33.68	61.86
20-45	1.00	2.07	82.81	50.55	41.06	39.75	37.90	35.48	25.07	26.06	25.63	51.69
45-90	1.02	2.12	88.13	49.21	44.22	42.87	36.62	33.46	24.41	25.85	26.04	51.89

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-20	37.27	22.45
20-45	41.65	15.99
45-90	38.10	19.81

Cuadro 4.43. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010204)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Caliic.
0-20	87.45	8.95	3.60	A	FArA	-	6.1	3.28	6.23	-	-	-	0.10	7.67	Alta
20-45	82.67	7.11	10.23	AF	Ar	-	6.5	1.00	1.90	-	-	-	0.10		
45-90	50.21	11.43	38.36	ArA	Ar	-	6.6	0.52	0.99	-	-	-	0.10		
90-130	67.19	18.11	14.70	FA	Ar	-	6.6	0.44	0.84	-	-	-	0.10		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	36.46	14.28	22.18	14.28	10.95	2.13	1.14	0.06	-	30.04	5.85	3.12	0.17	0.0
20-45	31.90	11.59	20.31	11.59	8.05	1.77	1.63	0.14	-	25.24	5.54	5.12	0.43	0.0
45-90	33.61	9.70	23.91	9.70	6.63	1.55	1.41	0.12	-	19.71	4.61	4.19	0.35	0.0
90-130	34.75	8.89	25.86	8.89	5.82	1.08	1.80	0.18	-	16.76	3.12	5.18	0.52	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	39.17	0.43	5.99	7.75	100.61	38.60	0.47	0.81
20-45	36.33	3.35	4.14	39.23	49.17	52.40	0.50	0.95
45-90	28.87	2.73	4.70	44.39	28.95	54.60	-	-
90-130	25.58	2.35	4.72	56.57	20.06	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la Bouyoucos. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010204)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.36 y la descripción del

perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); Bw1 (25 cm de espesor); Bw2 (45 cm de espesor) y Bw3 (40 cm de espesor). El horizonte **Ap** presenta color pardo grisáceo muy oscuro; textura (al tacto) franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1** exhibe color pardo oscuro; textura (al tacto) arcillosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2** tiene color pardo oscuro; textura (al tacto) arcillosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw3,** posee color pardo amarillento oscuro; textura (al tacto) arcillosa; estructura en bloques angulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.42 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.43, los suelos presentan texturas (al tacto) gruesas sobre finas. La densidad real presenta bajos valores entre 2.15 y 2.07 g/cc y la densidad aparente tiene valores muy bajos (0.82 a 1.02 g/cc). La porosidad total en el perfil varía de muy alta (62%) en el primer horizonte, a alta (52%) en los siguientes. Respecto a la distribución porcentual de los macroporos y microporos en los horizontes superficiales, existe una ligera dominancia de los microporos con valores de 34 a 26% mientras que los valores de los macroporos están en un 28 y 26%; estos valores indican una moderada permeabilidad y drenaje interno. La humedad aprovechable varía de media (22%) a baja (16 %), lo que es limitante para los cultivos. No hay limitaciones físicas para la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.43, el pH es ligeramente ácido en el primer y segundo horizonte (6.1 y 6.5), y neutro en los siguientes (6.6), estos valores no son limitantes para la disponibilidad de nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), varía de alto (6.2%) a bajo (0.8%), el valor más alto corresponde al horizonte superficial y se reduce a medida que se profundiza, estas características se relacionan con la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de los agregados, el suministro parcial de los nutrientes a las plantas y de los constituyentes energéticos a los organismos, debe aumentarse.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (36.4 a 31.9 meq/100 g de suelo) en todo el perfil, lo cual indica un potencial alto para retener nutrientes útiles para las plantas. La reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) tiene valores medios (14.3 meq/100 g de suelo) y bajos (8.9 meq/100 g de suelo), esta reserva se considera moderada para la mayoría de cultivos, debe suplementarse para una adecuada producción agrícola. La saturación de bases (SB), es media en el primer y segundo horizonte (39 y 36%), y baja en los siguientes (29 y 26%).

Respecto a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el fósforo (P) tienen niveles bajos en todo el perfil; el potasio (K), es alto en todos los horizontes. Respecto a los cationes, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas, excepto del cuarto horizonte donde presenta cantidades medias; el magnesio (Mg), contiene cantidades medias a excepción del cuarto horizonte, donde se presentan en bajas cantidades. El suelo presenta moderada retención de fósforo.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores bajos en el primer horizonte y medios en los siguientes; el zinc (Zn) presenta valores medios en todos los horizontes; el hierro (Fe), se presenta en contenidos bajos en el primer horizonte y altos en los siguientes; el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades altas en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010204)

Estos suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), presentan moderada evolución,

son profundos; con drenaje natural moderadamente excesivo; de texturas (al tacto) gruesas sobre finas; pH ligeramente ácido; contenidos altos de materia orgánica en el horizonte superficial. Con alta capacidad de intercambio de cationes, medio contenido de bases en superficie al igual que su saturación y alta fertilidad. Debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo que contienen, presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4). El régimen de humedad del suelo es "ústico", porque permanecen secos por más de 90 días consecutivos. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico" esto quiere decir que la temperatura media del suelo oscila entre 15.0 a 22.0°C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, se deben a las pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), erosión ligera, pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) erosión moderada, pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) erosión ligera, mediana pedregosidad superficial y deficientes precipitaciones durante un semestre del año por lo que tienen capacidad de uso forestal para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Nacional Forestal que incluyan planes de control de incendios forestales.

Para un manejo adecuado debe mantenerse la cobertura vegetal como protección al impacto de las gotas de lluvia y así evitar la erosión hídrica. En el caso de plantaciones forestales, deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales por planta. Para aumentar el contenido de humedad aprovechable en el perfil, se recomienda realizar acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.

Con respecto a la fertilización, es importante aumentar el contenido de materia orgánica, para lo cual se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura de leguminosas como abonos verdes, aplicar abonos orgánicos y/o mantener el sotobosque. Respecto a la fertilización química, es necesario aportar los elementos mayores nitrógeno y fósforo. Ya que presenta valores moderados de retención fosfórica, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad cercano a las raíces, en dosis moderadas y en forma periódica. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse cobre más zinc de forma foliar. El riego es necesario en época seca, por medio de aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010204)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, las fases MBBf1, MBBf2 y MBBfp1pertenecen a la clase VII, sub clase VII p y grupo de manejo VII p-1, por lo que son tierras con vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

E). Breve descripción de la inclusión (PI 010202)

Esta unidad cartográfica contiene, en un 20% de su superficie, la inclusión del suelo **Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (PI 010202)**, son profundos, bien drenado, de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con densidad aparente muy baja y alta porosidad total. La humedad aprovechable es media. El pH es moderadamente ácido en superficie y neutro en profundidad. La materia orgánica (MO), es alta en el primer horizonte y baja en los siguientes. La capacidad de intercambio de cationes (CICA) es alta, la saturación de bases (SB), es baja en el perfil. La fertilidad natural es media (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.19 Unidad MBC

Consociación Los Yoques: Typic Haplustolls, familia franca fina, activa, isotérmica, perfil modal 010305. Símbolo MBC

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentran a inmediaciones de la finca La Laguna, del municipio de Fraijanes. En los parajes El Guachoco, La Canoa, del municipio de Guatemala. En los caseríos Joya Honda, Joya de los Yoques; labor Villa Julio; cerro El Astillero, del municipio de Palencia. Asimismo, en los alrededores de las aldeas El Platanar, fincas Los Achiotes, El Cintul y Santa Marta; cerros La Campana, Trinidad, del municipio de San José Pinula. También en los caseríos El Manzano, Lourdes, Piedra Parada; parajes El Planon, La Presa, Las Joyas; fincas El Pulté, San Isidro; hacienda Las Cumbres, del municipio de Santa Catarina Pinula. La unidad cartográfica abarca una extensión de 4,239 hectáreas. En la Figura 4.37, se observa el paisaje que caracteriza la unidad.



Figura 4.37 Filas y vigas con agricultura y bosque natural. Municipio de San José Pinula (Foto: R. Pacheco 2012)

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% de la superficie por los suelos Typic Haplustolls, familia franca fina, activa, isotérmica (perfil modal, PM 010305); en un 20% del total del área por los suelos Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010105) y en el 5% del área restante, por otros suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación Los Yoques presenta las siguientes fases:

- **MBCf1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 2,042 ha.
- **MBCf2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 1,886 ha.

- **MBCfp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 196 ha.
- **MBCg2:** Caracterizada por pendientes fuertemente escarpadas (>75%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 115 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010305)

En la Figura 4.38, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

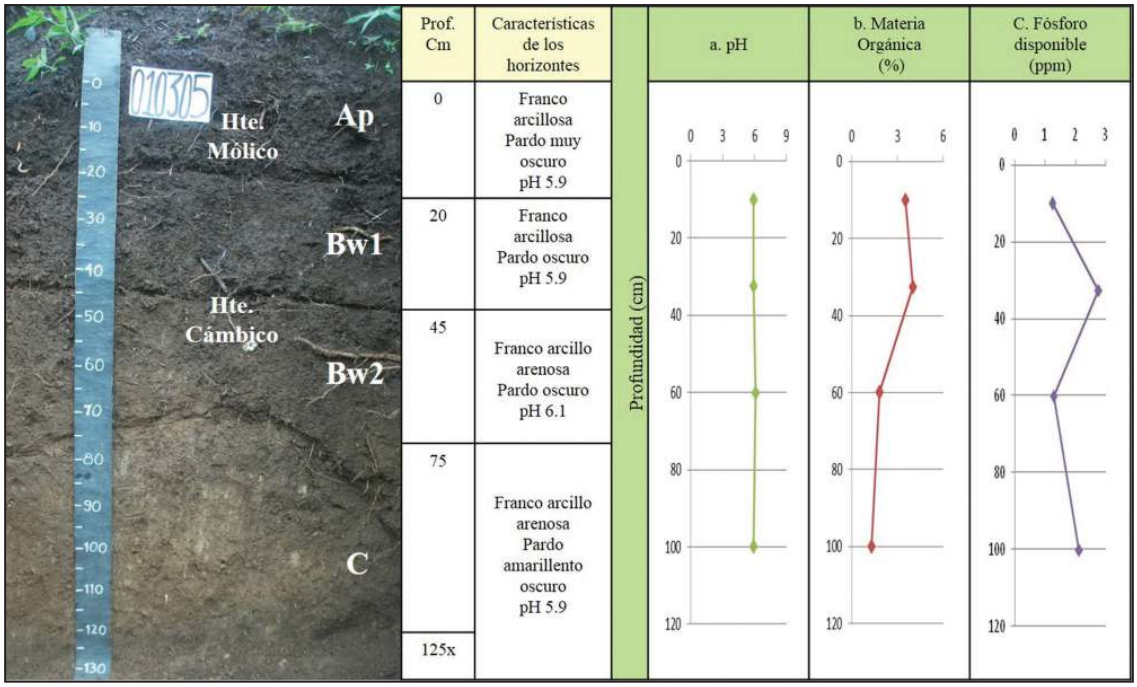


Figura 4.38 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010305) de la Consociación Los Yoques. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010305)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Los Yoques
Símbolo		MBC
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico

Taxonomía del suelo		**Typic Haplustolls, familia franca ina, activa, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San José Pinula
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Finca El Cintul
	Coordenadas planas	X: 509029
		Y: 1613993
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,916
	Línea de vuelo No.	223
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		1,541 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,592 mm
	Temperatura promedio anual	18.0 ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	18.3 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-

Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	75 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión moderada, presencia de fragmentos de roca en el perfil, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Relicto de bosque natural (Pino, encino, ciprés)
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		09-07-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (7.5YR2.5/2); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.9, moderadamente ácido; límite claro y plano.
20 – 45 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/3); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos medianos y gruesos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.9, moderadamente ácido; límite claro y plano.
45 – 75 cm Bw2	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.1, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
75 – 125 cm C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arcillo arenosa; extremadamente abundante gravilla (80%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos y gruesos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 5.9, moderadamente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 010305)

Cuadro 4.44. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010305)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	1.09	1.73	52.89	43.52	38.35	36.27	21.55	15.05	12.82	10.17	26.82	36.99
20-45	1.17	1.98	62.84	42.92	39.65	37.65	22.97	17.52	14.71	15.10	25.81	40.91
45-75	1.15	2.07	57.41	40.16	37.03	32.52	20.37	18.53	15.52	15.78	28.67	44.44

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-20	25.36	25.53
20-45	27.3	24.94
45-75	26.35	21.51

Cuadro 4.45. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010305)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-20	42.78	29.78	27.44	FAr	ArL	-	5.9	1.86	3.53	-	-	-	1.24	7.18	Alta
20-45	38.26	32.42	29.32	FAr	ArL	-	5.9	2.12	4.03	-	-	-	2.76		
45-75	46.6	25.3	28.1	FArA	ArA	5.00	6.1	0.96	1.83	-	-	-	1.28		
75-125	48.17	26.57	25.26	FArA	AF	80.00	5.9	0.68	1.30	-	-	-	2.12		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	15.95	9.48	6.47	9.45	6.40	2.14	0.78	0.13	0.03	40.13	13.42	4.89	0.82	0.3
20-45	15.95	8.60	7.35	8.56	6.19	1.82	0.39	0.16	0.04	38.81	11.41	2.45	1.00	0.5
45-75	15.38	8.52	6.86	8.49	6.16	1.79	0.36	0.18	0.03	40.05	11.64	2.34	1.17	0.4
75-125	13.67	7.55	6.12	7.50	5.54	1.49	0.31	0.16	0.05	40.53	10.90	2.27	1.17	0.7

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	59.25	1.95	0.43	49.10	67.90	-	-	-
20-45	53.67	1.14	0.29	37.90	54.50	-	-	-
45-75	55.20	0.85	0.20	41.40	52.90	-	-	-
75-125	54.86	0.20	0.20	25.30	16.00	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010305)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.38 y la descripción del

perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); Bw1 (25 cm de espesor); Bw2 (30 cm de espesor) y C (50 cm de espesor). El horizonte **Ap,** presenta color pardo muy oscuro; textura (de laboratorio) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** exhibe color pardo oscuro; textura (de laboratorio) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** posee color pardo oscuro; textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** es de color pardo amarillento oscuro; textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.44 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.45, las texturas (de laboratorio) son moderadamente finas, con extremadamente abundantes fragmentos de roca a los 75 cm de profundidad. La densidad real presenta bajos valores entre 1.7 y 2.1 g/cc y la densidad aparente tiene valores bajos (1.1 a 1.2 g/cc). La porosidad total en el perfil es media (37% a 44%). En cuanto a la distribución porcentual de los macroporos y microporos en los horizontes superficiales, existe una dominancia de los microporos con valores de 27% a 29% mientras que los valores de los macroporos están en un 10% y 16%. La humedad aprovechable es media (26% a 22 %). Estas características indican un drenaje moderado en el perfil y una humedad aprovechable adecuada para las plantas. Presenta limitaciones físicas, a los 75 cm de profundidad, debido a la presencia de fragmentos de roca, que limitan el desarrollo de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.45, el pH es moderadamente ácido (5.9), exceptuando el tercer horizonte, donde es ligeramente ácido (6.1), estos valores no son limitantes para la disponibilidad de nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), varía de medio (3.5%) en superficie, a bajo (1.3%) en profundidad, estos valores se relacionan con la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de los agregados, el suministro parcial de los nutrientes a las plantas y de los constituyentes energéticos a los organismos.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media (15.9 a 13.6 meq/100 g de suelo), lo que indica un potencial moderado para retener nutrientes útiles para las plantas. El contenido de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) es bajo (9.4 a 7.5 meq/100 g de suelo); considerado insuficiente para la mayoría de cultivos, debe suplementarse para una adecuada producción agrícola. La saturación de bases (SB) es alta (54 a 59%).

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y fósforo (P), presentan valores bajos en todos los horizontes; el potasio (K), se encuentra alto en superficie y medio en profundidad. Con respecto a los **cationes**, el calcio (Ca), tiene valores altos, excepto en el cuarto horizonte donde son medios; el magnesio (Mg), es medio hasta el tercer horizonte y bajo en el último.

En cuanto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), están presentes con valores bajos en todos los horizontes. El hierro (Fe) y el manganeso (Mn), se encuentran altos en todo el perfil. Según los resultados de los análisis de laboratorio y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010305)

Estos suelos se han originado a partir de tobas e ignimbritas, presentan moderada evolución, son moderadamente superficiales; con drenaje moderado; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas; contienen abundantes

fragmentos de roca a partir de los 75 cm El pH es ligeramente ácido con contenidos medios de materia orgánica. La capacidad de intercambio de cationes es media; el contenido de bases es bajo, la saturación de bases tiene valores altos y la fertilidad es alta. El régimen de humedad del suelo es "ústico", porque permanecen secos por más de 90 días consecutivos. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico" esto quiere decir que la temperatura media del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos están relacionadas con las pendientes que van de moderadamente escarpadas (50 al 75%) a fuertemente escarpadas (>75%), erosión ligera y moderada, mediana pedregosidad superficial en algunas áreas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase con pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), erosión ligera; la fase con pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión moderada, la fase con pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial y erosión ligera, tienen capacidad de uso forestal para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional y con control de incendios forestales.

La fase que tiene pendientes fuertemente escarpadas (>75%) y erosión moderada, tienen capacidad de uso para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

En las fases con capacidad de uso forestal, es necesario mantener la cobertura vegetal como protección al impacto de la gota de lluvia para evitar la erosión hídrica. En el caso de plantaciones forestales, deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales por planta. Para aumentar el contenido de humedad aprovechable en el perfil, se recomienda realizar acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.

Con respecto a la fertilización, es importante aumentar el contenido de materia orgánica, para lo cual se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura de leguminosas, aplicar abonos orgánicos y/o mantener el sotobosque. Respecto a la fertilización química, se necesita suplementar los elementos mayores nitrógeno y fósforo. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre más zinc de forma foliar. En época seca se necesita riego, por medio de aspersión o goteo.

Para la fase de capacidad de uso para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad, debe conservarse la vegetación existente y propiciar la regeneración natural. Asimismo es necesario reforestar con especies arbóreas nativas en las áreas deforestadas. Evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas. Establecer programas de control de incendios forestales.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010305)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, las fases MBCf1, MBCf2 y MBCfp1 pertenecen a la clase VII, sub clase VII p y grupo de manejo VII p-1, por lo que poseen vocación forestal. La fase MBCg2 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, posee vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F). Breve descripción de la inclusión (PI 010105)

Esta unidad cartográfica contiene, en un 20%, de su superficie, la inclusión del suelo **Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (PI 010105),** son moderadamente superficiales; con drenaje natural moderadamente excesivo; de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas; con densidad aparente muy baja. La porosidad total es muy alta en el primer horizonte y baja en el segundo. La humedad aprovechable es media. El pH es fuertemente ácido en superficie y varía de moderadamente ácido a neutro en profundidad. La materia orgánica (MO), es baja en todo el perfil. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media en el primer horizonte y baja en los demás, la saturación de bases (SB), es baja en superficie y media en profundidad. La fertilidad natural es media (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.20 Unidad MBD

Consociación La Campana: Typic Humustepts, familia esquelética franca sobre esquelética arenosa, superactiva, isotérmica, perfil modal 011603.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de los caseríos Las Parásitas y Playa Grande; las fincas El Milagro y Tiquimay, del municipio de Villa Canales. La unidad abarca una extensión de 531 hectáreas. En la Figura 4.39, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.39 Filas y vigas con cobertura de bosque natural. Municipio de Villa Canales (Foto: C. García 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica presentan una temperatura media anual de 18.9 °C; de 1,823 mm de precipitación y una altitud media de 1,257 msnm Según De La Cruz y otros (1,982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical bh-MB, caracterizada por las especies encino (*Quercus* spp), pino triste (*Pinus pseudostrobus*) y pino de ocote (*Pinus montezumae*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.39, la cobertura vegetal es bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de basalto, andesita y dacita; en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve filas y vigas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 85% de la superficie por los suelos Typic Humustepts, familia esquelética franca sobre esquelética arenosa, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 011603); en un 10% del área por afloramientos rocosos y el 5% de área restante, está ocupada por otros suelos que no fueron identificados.

La Consociación La Campana presenta la siguiente fase:

- **MBDfpr2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundante pedregosidad superficial, medianos afloramientos rocosos y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 531 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011603)

En la Figura 4.40, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

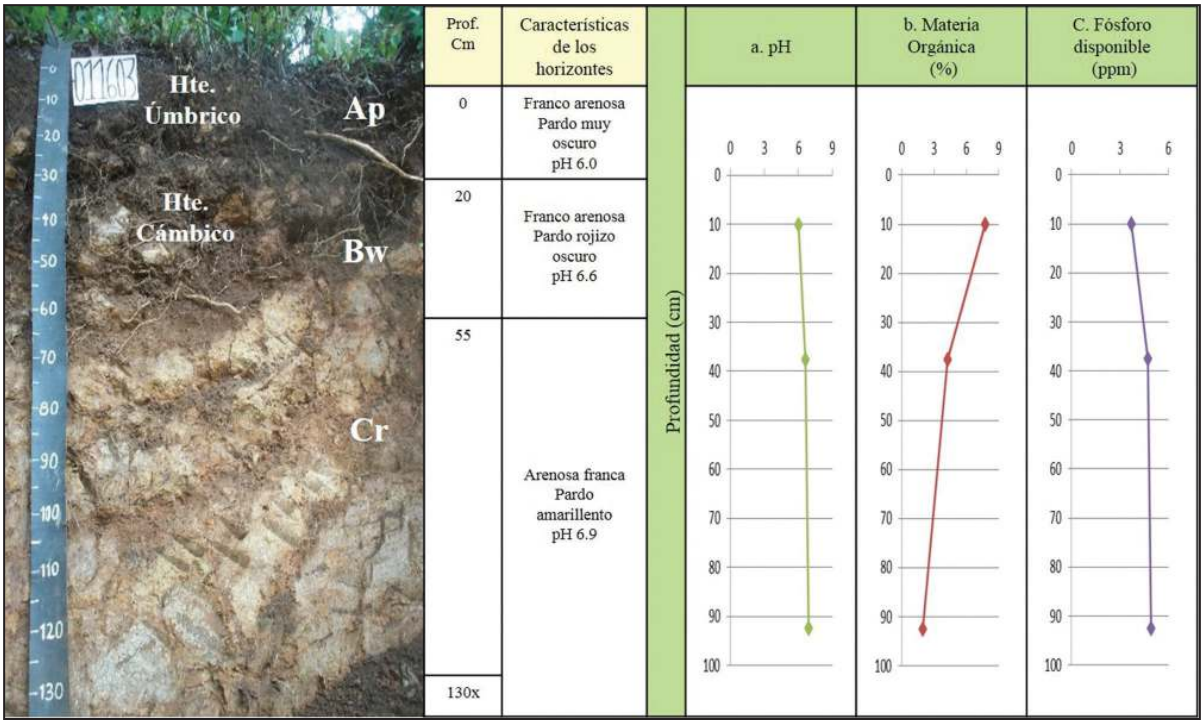


Figura 4.40 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011603) de la Consociación La Campana. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011603)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación La Campana
Símbolo		MBD
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia esquelética franca sobre esquelética arenosa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Las Parásitas
	Coordenadas Planas	X: 488912
		Y: 1582661
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,436
	Línea de vuelo No.	233
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Basalto, andesita y dacita
Altitud		1,447 msnm
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,824 mm
	Temperatura promedio anual	18.9ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	19.5°C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos
	Grado	Moderado

Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	Poca
	Supericie cubierta	15 %
Pedregosidad supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Supericie cubierta	30 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	55 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Sin uso agropecuario
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, presencia de fragmentos de roca en el perfil, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, encino, ilamo
Describió		César David García Sic, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		24-07-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (7.5YR2.5/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca piedra (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, irregulares, discontinuos; muchas raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución anormal; mucha actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.0, moderadamente ácido; límite claro y ondulado.
20 – 55 cm Bw	Color en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR3/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; abundante piedra (40%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite claro y ondulado.
55 – 130 cm Cr	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo y de laboratorio arenosa franca; extremadamente abundante piedra (70%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; pocos poros, gruesos, irregulares, discontinuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.9, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011603)

Cuadro 4.46. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011603)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	0.76	1.98	49.60	37.25	36.46	35.38	34.05	28.68	16.78	16.32	45.29	61.62
20-55	0.98	2.14	48.28	36.73	34.23	33.88	32.03	29.29	17.88	15.77	38.43	54.21

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-20	35.78	19.68
20-55	33.59	16.35

Cuadro 4.47. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del PM 011603

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-20	60.61	21.97	17.42	FA	FAr	5.00	6.0	4.07	7.74	-	-	-	3.70		
20-55	76.77	16.02	7.21	FA	FAr	40.00	6.6	2.23	4.24	-	-	-	4.73	8.09	Alta
55-130	83.22	11.71	5.07	AF	AF	70.00	6.9	1.02	1.94	-	-	-	4.93		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	26.60	10.29	16.31	10.26	7.50	1.87	0.70	0.19	0.03	28.20	7.03	2.63	0.71	0.3
20-55	19.81	9.47	10.34	9.43	6.67	1.40	1.14	0.22	0.04	33.67	7.07	5.75	1.11	0.4
55-130	16.42	6.95	9.47	6.93	4.87	1.27	0.54	0.25	0.02	29.66	7.73	3.29	1.52	0.3

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	38.57	1.36	2.90	74.00	4.86	19.90	0.37	0.89
20-55	47.60	0.97	1.04	30.50	6.88	23.40	0.32	0.32
55-130	42.20	0.27	1.54	3.38	3.40	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la Bouyoucos. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011603)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.40 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); Bw (35 cm de espesor) y Cr (75 cm de espesor). El horizonte **Ap,** presenta color pardo muy oscuro; textura (de laboratorio) franco arenosa; estructura en bloques subangulares moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw** exhibe color pardo rojizo oscuro; textura (de laboratorio) franco arenosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Cr** es de color pardo amarillento; textura (de laboratorio) arenosa franca; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.46 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.47, las texturas (de laboratorio) son moderadamente gruesas sobre gruesas, con abundantes fragmentos de roca. La densidad real presenta bajos valores entre 1.98 y 2.14 g/cc y la densidad aparente es muy baja (0.76 a 0.98 g/cc). La porosidad total en el perfil es muy alta en superficie (62%), y alta en profundidad (54%); en cuanto a la distribución porcentual de los macroporos y microporos en los horizontes superficiales, existe una dominancia de los microporos con valores de 45 a 38% mientras que los valores de los macroporos están en un 16%. La humedad aprovechable es baja (19.7 -16.3 %). Estas características indican un drenaje rápido en el perfil lo que correlaciona con las texturas gruesas y la baja humedad aprovechable para las plantas.

Presenta limitaciones físicas, a los 55 cm de profundidad, debido a la presencia de abundantes fragmentos de roca, que limitan el desarrollo de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.47, el pH es moderadamente ácido (6.0) en el primer horizonte y neutro en los siguientes (6.6 y 6.9), estos valores no inciden en la disponibilidad de nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), varía de alto (7.7%) a bajo (1.94%), el valor alto corresponde al horizonte superficial y se reduce a medida que se profundiza, estas características se relacionan con la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de los agregados, el suministro parcial de los nutrientes a las plantas y de los constituyentes energéticos a los organismos; debido a su importancia deben aumentarse los valores de materia orgánica.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), varía de alta (26.6 meq/100 g de suelo) en superficie, a media (16.4 meq/100 g de suelo) en profundidad, indicando un potencial alto para retener nutrientes útiles para las plantas. Presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) que varía entre media (10.3 meq/100 g de suelo) y baja (6.9 meq/100 g de suelo); esta reserva se considera moderada para la mayoría de cultivos, debe suplementase. La saturación de bases (SB) es media (39 a 48%).

Los **elementos mayores**, como el nitrógeno (N) y el fósforo (P) tienen valores bajos en todo los horizontes; el potasio (K) es alto en todo el perfil. De los **cationes,** el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas a excepción del tercer horizonte, donde presenta cantidades medias; el magnesio (Mg), es medio en el primer horizonte y bajo en los demás.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), son bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe), se presenta en contenidos altos a excepción del tercer horizonte, donde presenta contenidos bajos; el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades bajas a excepción del segundo horizonte, donde presenta cantidades medias. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011603)

Estos suelos se han originado a partir de basalto, andesita y dacita, presentan moderada evolución; son moderadamente superficiales; con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas (de laboratorio), moderadamente gruesas sobre gruesas; contienen abundantes fragmentos de roca. El pH es moderadamente ácido en el horizonte superior; con contenidos altos de materia orgánica en superficie. La capacidad de intercambio de cationes es alta en el horizonte superficial; el contenido de bases intercambiables es medio, la saturación de bases tiene valores medios y la fertilidad es alta. El régimen de humedad del suelo es “ústico”,

porque permanece seco por más de 90 días consecutivos. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico" esto quiere decir que la temperatura media del suelo oscila entre 15.0 a 22.0°C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos se deben a las pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%); abundantes fragmentos gruesos en el perfil, abundante pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, erosión moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año, por lo que tienen capacidad de uso forestal y posee aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisado por el Servicio Forestal Nacional y con control de incendios forestales.

Para su adecuado manejo es necesario mantener la cobertura vegetal para evitar la erosión hídrica. En el caso de plantaciones forestales, deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales por planta. Se caracterizan por tener un drenaje rápido y poca retención de humedad, por lo que se recomienda construir acequias de ladera con barreras vivas en su parte superior para promover una mayor infiltración del agua de lluvia en el perfil y mejorar la humedad aprovechable; asimismo, se recomienda aumentar el contenido de materia orgánica, para lo cual debe mantener la hojarasca en superficie, plantar e incorporar abonos verdes de leguminosas, agregar abonos orgánicos y/o mantener el sotobosque.

Respecto a la fertilización química, se necesita suplementar los nutrientes nitrógeno y fósforo. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad de las plantaciones, debe aplicarse cobre más zinc en forma foliar. Necesitan riego en época seca, por medio de aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011603)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MBDfpr2 pertenece a la clase VII, sub clase VII p y grupo de manejo VII p-1, son tierras de vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de los materiales que complementan la unidad

Esta unidad tiene un 10% del área que está constituido por afloramientos rocosos. Estos afloramientos son lechos rocosos desnudos, distintos de flujos de lava y exposiciones de roca firme y coherente, que se presume forman parte de la roca subyacente.

4.3.1.21 Unidad MBE

Consociación El Sombrerito: Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica, perfil modal 010303.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a

inmediaciones de la aldea Santa Inés Pinula; fincas Valdesia, Valdéz y Granja Coco, municipio de San José Pinula. En el caserío Pepe Nance; en los parcelamientos Santa Rosalia, La Laguna; en el paraje Tabacal; en las fincas La Floresta, La Reforma, Las Ninfas, Los Tilos, Vista Hermosa y la granja Los Tres Ases, del municipio de Santa Catarina Pinula. Los alrededores de la aldea Los Pocitos; en las fincas El Pinito, Las Ilusiones, San José, Santa Isabel, Santa Leonarda, El Guayabo, El Guayabo 2, Las Parásitas, Los Remedios y la labor El Recreo, del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 1,267 hectáreas. En la Figura 4.41, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.41 Lomas con pastos naturales y bosque natural.
Municipio de San José Pinula (Foto: C. García 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 17.9 °C; 1,649 mm de precipitación y una altitud media de 1,814 msnm Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Montano Bajo subtropical bh-MB, caracterizada por las especies encino (*Quercus* spp) y pino triste (*Pinus pseudostrobus*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.41, el uso principal es ganadería extensiva y la cobertura vegetal, relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 90% de la superficie por los suelos Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica (perfil modal PM 010303). El 10% del área restante, está ocupada por otros suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación el Sombrerito presenta las siguientes fases:

- **MBEd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 185 ha.
- **MBEe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 1,014 ha.
- **MBEe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 68 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010303)

En la Figura 4.42, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

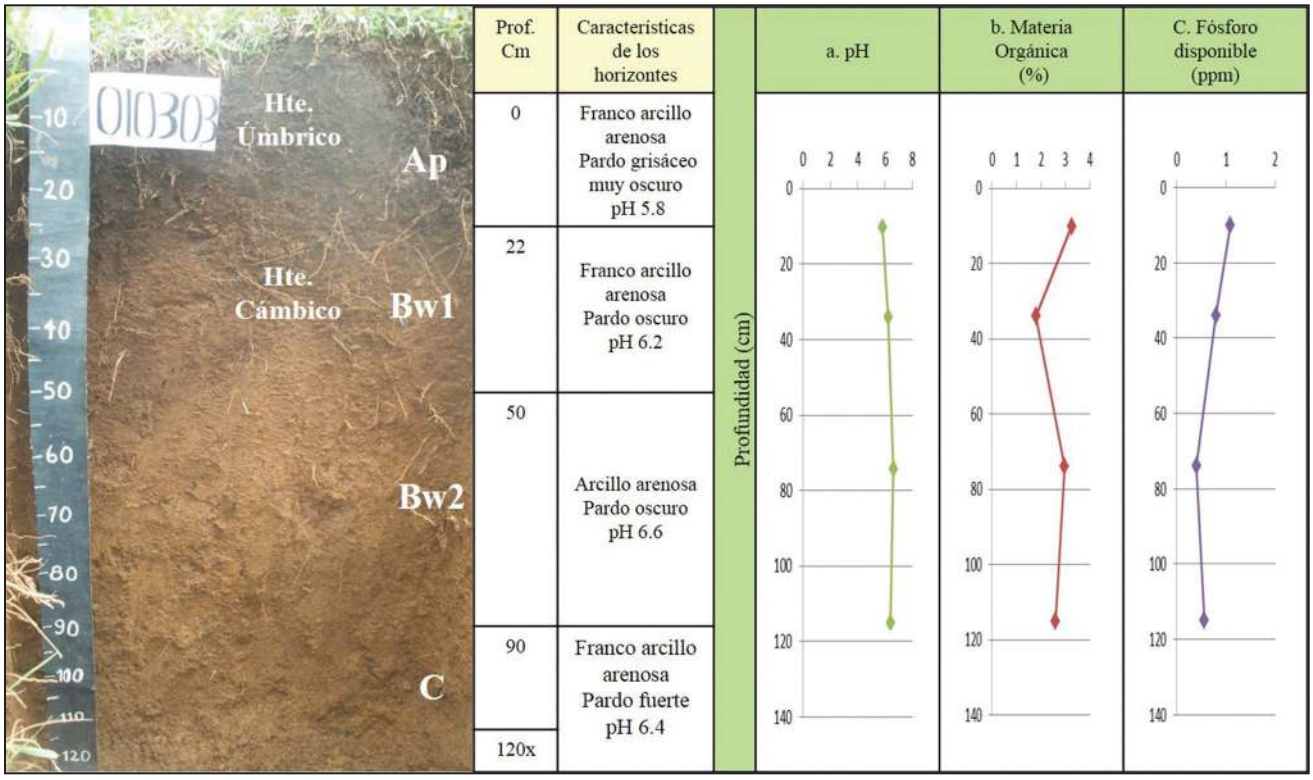


Figura 4.42 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010303) de la Consociación el Sombrerito. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010303)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación El Sombrerito
Símbolo		MBE
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia franca ina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San José Pinula
	Aldea	El Sombrerito
	Caserío, sector, sitio, inca	-
	Coordenadas planas	X: 517580
		Y: 1603691
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	9,621
	Línea de vuelo No.	226
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras, cenizas volcánicas y pómez
Altitud		1,491 msnm
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,900 mm
	Temperatura promedio anual	17.9ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	20.9°C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Ganadería
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, erosión moderada
Vegetación natural		Sarespino, pastos naturales
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		05-07-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 22 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, discontinuos; muchas raíces, finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay reacción al HCl, reacción ligera al H_2O_2; pH 5.8, moderadamente ácido; límite gradual y plano.
22 – 50 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, discontinuos; muchas raíces, finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay reacción al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.2, ligeramente ácido; límite gradual y ondulado.
50 – 90 cm Bw2	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR4/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, gruesos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay reacción al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite gradual y ondulado.
90 – 120 cm C	Color en húmedo pardo fuerte (7.5YR5/6); textura de arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; pocas raíces, finas, vivas de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderado al NaF, no hay reacción al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 010303)

Cuadro 4.48. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010303)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-22	1.08	1.97	33.10	30.27	29.56	23.14	21.10	19.31	18.51	4.83	40.35	45.18
22-50	0.96	2.57	40.38	39.29	36.63	29.61	27.67	24.51	23.92	5.82	56.83	62.65
50-90	0.99	1.91	52.92	44.34	42.16	40.74	38.22	30.52	29.39	9.79	38.37	48.17

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-22	32.49	11.05
22-50	38.94	12.71
50-90	50.2	12.77

Cuadro 4.49. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010303)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Caliic.
0-22	51.49	18.63	29.88	FArA	FAr	-	5.8	1.72	3.26	-	-	-	1.09	6.64	Media
22-50	59.11	16.83	24.06	FArA	FAr	-	6.2	0.95	1.80	-	-	-	0.80		
50-90	57.66	6.53	35.81	ArA	Ar	-	6.6	1.56	2.97	-	-	-	0.40		
90-120	56.71	16.94	26.35	FArA	Ar	-	6.4	1.37	2.60	-	-	-	0.56		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-22	18.23	8.46	9.77	8.39	6.10	1.93	0.23	0.13	0.07	33.46	10.59	1.26	0.71	0.8
22-50	36.46	7.94	28.52	7.90	6.07	1.32	0.30	0.21	0.04	16.65	3.62	0.82	0.58	0.5
50-90	25.63	6.29	19.34	6.26	4.39	0.90	0.73	0.24	0.03	17.13	3.51	2.85	0.94	0.5
90-120	29.05	4.73	24.32	4.69	3.10	0.72	0.65	0.22	0.04	10.67	2.48	2.24	0.76	0.8

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-22	46.02	1.47	0.93	92.00	130.00	45.60	0.46	0.57
22-50	21.67	0.26	1.47	37.70	28.90	48.50	0.57	0.52
50-90	24.42	0.20	0.69	4.47	13.70	62.00	-	-
90-120	16.14	0.20	0.26	1.97	15.90	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la Bouyoucos. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010303)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.42 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (22 cm de espesor); Bw1 (28 cm de espesor); Bw2 (40

cm de espesor) y C (30 cm de espesor). El horizonte **Ap,** es de color pardo grisáceo muy oscuro; textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** presenta color pardo oscuro; textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** muestra color pardo oscuro; textura (de laboratorio) arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** es de color pardo fuerte; textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.48 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.49, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre finas. La densidad real presenta valores medios 2.57 a bajos 1.91 g/cc y la densidad aparente tiene valores muy bajos (0.96 a 1.08 g/cc). La porosidad total es media en superficie (45%), y muy alta en profundidad (63%), en cuanto a la distribución porcentual de los macroporos y microporos en los horizontes superficiales, existe una dominancia de los microporos con valores de 40% a 56%, mientras que los valores de los macroporos oscilan entre un 5% y el 10%. La humedad aprovechable es baja (11 -13 %). La infiltración de agua en el perfil es adecuada en superficie y rápida en profundidad. No hay limitaciones físicas para la penetración de las raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.49, el pH es moderadamente ácido en el horizonte superficial (5.8), y varía de ligeramente ácido (6.2 y 6.4) a neutro (6.6) en profundidad, adecuados para la disponibilidad de nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), varía de medio (3.26%), a bajo (1.80 %), el mayor valor corresponde al horizonte superior y el menor a los inferiores, estas características se relacionan con la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de los agregados, el suministro de parte de los nutrientes a las plantas y de constituyentes energéticos a los organismos.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), varía de media a alta (18.2 a 36.4 meq/100 g de suelos) en el perfil, lo cual indica un potencial alto para retener nutrientes útiles para las plantas. La reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) es baja (8.39 a 4.69 meq/100 g de suelo), esta se considera insuficiente para el desarrollo de la mayoría de cultivos y debe suplementarse. La saturación de bases (SB), es media en el primer horizonte (46%) y baja en los siguientes (24 – 16%). La retención fosfórica tiene valores medios (46 -62 %) debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, lo cual implica que la aplicación de fósforo debe ser fraccionada.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y fósforo (P), presentan valores bajos en todos los horizontes; el potasio (K), tiene valores medios en superficie y altos en profundidad. Referente a los **cationes**, el calcio (Ca), es alto hasta el segundo horizonte y medio en los demás; el magnesio (Mg), se encuentra medio en el primer horizonte y bajo en el resto del perfil.

De acuerdo con los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), tienen valores bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe), evidencia contenidos altos en el primer y segundo horizonte y bajos en los siguientes; el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades altas en todo el perfil. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del perfil (PM 010303)

Estos suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), presentan moderada evolución, son profundos; con drenaje natural moderado; de texturas (de laboratorio), moderadamente finas sobre finas.

El pH es moderadamente ácido; los contenidos de materia orgánica son medios en superficie. La capacidad de intercambio de cationes es alta; el contenido de bases es bajo, la saturación de bases tiene valores medios en superficie y la fertilidad es media. El régimen de humedad del suelo es "ústico", por lo que permanece seco por más de 90 días consecutivos. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", esto quiere decir que la temperatura media oscila entre 15.0 a 22.0°C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, se deben a las pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), la erosión ligera a moderada y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), con erosión ligera, es de capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, ya sea anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Asimismo, tienen aptitud para la ganadería semi-intensiva.

Las fases con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) con erosión ligera y con erosión moderada, son de capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de sistemas agroforestales con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo. También tienen aptitud para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

En la fase con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas; las prácticas recomendadas son: sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel y establecer acequias de ladera con barreras vivas en su parte superior. Estas prácticas mejorarán la capacidad de infiltración y aumentará la humedad aprovechable. En forma general, no se puede mecanizar, si es necesario arar, debe realizarse una labranza mínima y dejar una cubertura con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma semi-intensiva, con razas genéticamente mejoradas, con pastos cultivados, cercas vivas, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

En las fases que presentan capacidad de uso agroforestal, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas, y acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior. No se puede mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia para evitar la erosión. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar una cobertura con material vegetal durante la época seca. Si se utilizaran estos suelos para agricultura intensiva (granos básicos u otros cultivos), es indispensable realizar terrazas de banco, con el declive contra la pendiente y proteger los taludes con vegetación nativa. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad y para todas las fases, es necesario mantener e incluso incrementar el contenido de materia orgánica, para mejorar sus condiciones físicas, químicas y biológicas, para lo cual se recomienda aplicar abonos orgánicos, establecer abonos verdes e incorporarlos, así como incorporar los restos de cosechas.

Respecto a la fertilización química, se necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo, Potasio. Debido a que presenta valores moderados de retención fosfórica, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad, en dosis moderadas, en forma periódica y cercana a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre y Zinc.



En la época seca se necesita riego, y por sus texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre finas, debe aplicarse láminas con altos volúmenes de agua, espaciadas en el tiempo, ya sea por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010303)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MBEd1 pertenece a la clase IV, sub clase IV p y grupo de manejo IV p-2, posee vocación agrícola. Las fases MBEe1 y MBEe2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-5, tienen vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.1.22 Unidad MBF

Consociación Santa Isabel: Humic Haplustands, familia medial, isotérmica, perfil modal 011630.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Andisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea Los Pocitos, fincas El Pinito, El Amate, Las Ilusiones, San José, Santa Amelia, Santa Isabel, Santa Leonarda, El Guayabo, El Guayabo Dos, Las Parásitas, Los Remedios, Santa Isabel y labor El Recreo, del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 1,114 hectáreas. En la Figura 4.43, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.43 Lomas con cultivo de café bajo sombra. Municipio de Villa Canales (Foto: W. González 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 20.2 °C; 1,577 mm de precipitación y una altitud media de 1,237 msnm Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Montano Bajo subtropical bh-MB, caracterizada por las especies encino (*Quercus* spp) y pino triste (*Pinus pseudostrobus*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.43, el uso principal es agrícola.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 90% de la superficie por los suelos Humic Haplustands, familia medial, isotérmica (perfil modal, PM 011630). El 10% del área restante, está ocupada por otros suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación Santa Isabel presenta las siguientes fases:

- **MBFc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 352 ha.
- **MBFd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 666 ha.
- **MBFe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 96 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011630)

En la Figura 4.44, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

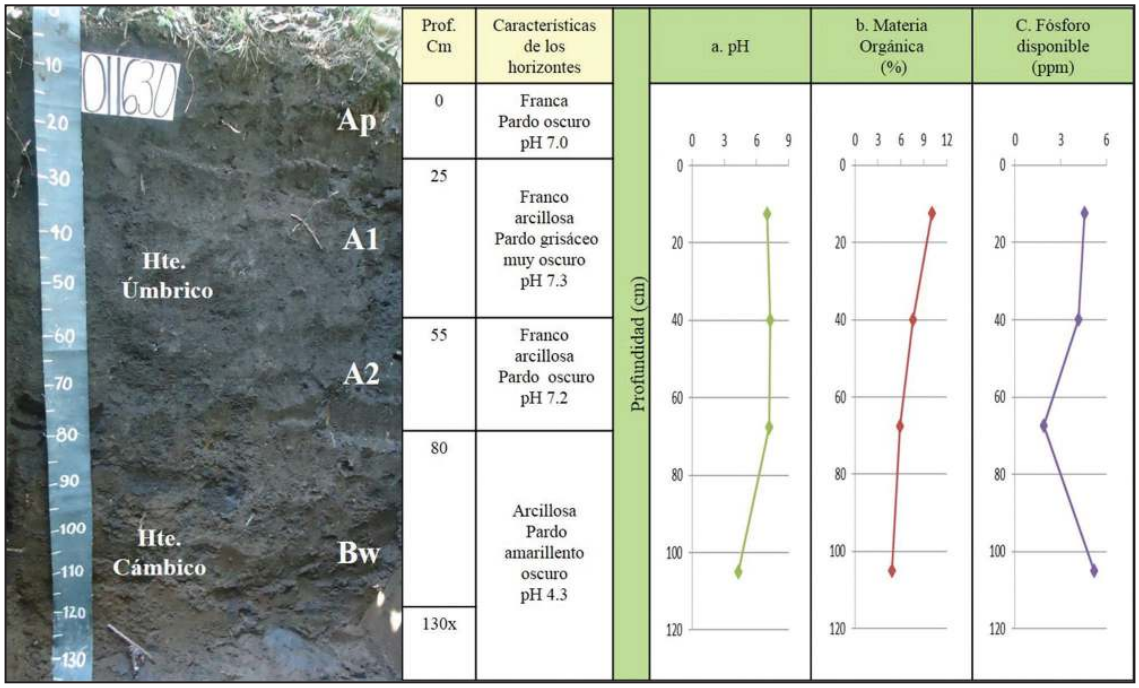


Figura 4.44 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011630) de la Consociación Santa Isabel. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011630)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Santa Isabel
Símbolo		MBF
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Humic Haplustands, familia medial, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Finca Santa Isabel
	Coordenadas planas	X: 490218
		Y: 1584976
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,375
	Línea de vuelo No.	232
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras, cenizas volcánicas y pómez
Altitud		1,296 msnm
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,467 mm
	Temperatura promedio anual	20.1 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	22.2 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-

Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Café bajo sombra
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Encino, roble
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		27-7-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franca y de laboratorio arenosa franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra; límite gradual y ondulado.
25 – 55 cm A1	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio arenosa franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 7.3, neutro; límite gradual y ondulado.
55 – 80 cm A2	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; pocas raíces, medias y finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.2, neutro; límite claro y plano.
80 – 130 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos y medianos; pocas raíces, medias y finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 4.3, extremadamente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011630)

Cuadro 4.50. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011630)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	0.86	1.73	69.99	47.22	46.78	39.36	30.19	25.79	17.31	16.68	33.61	50.29
25-55	0.84	1.85	72.98	50.49	44.79	43.91	35.40	30.24	22.76	21.09	33.51	54.59

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-25	49.46	29.47
25-55	56.63	22.03

Cuadro 4.51. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011630)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-25	80.60	15.70	3.70	AF	F	-	7.0	5.28	10.04	-	-	-	4.55	8.18	Alta
25-55	74.15	22.11	3.74	AF	FAr	-	7.3	4.01	7.61	-	-	-	4.15		
55-80	46.76	25.35	27.88	FArA	FAr	-	7.2	3.09	5.87	-	-	-	1.87		
80-130	66.20	29.86	3.94	FA	Ar	-	4.3	2.54	4.83	-	-	-	5.20		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-25	43.02	12.67	30.35	12.65	10.18	1.59	0.69	0.19	0.02	23.66	3.70	1.60	0.44	0.2
25-55	40.75	12.98	27.77	12.95	9.40	2.59	0.76	0.20	0.03	23.07	6.36	1.87	0.49	0.2
55-80	46.41	19.39	27.02	19.36	12.28	5.12	1.74	0.22	0.03	26.46	11.03	3.75	0.47	0.2
80-130	39.06	16.58	22.48	16.55	12.17	3.12	0.56	0.70	0.03	31.16	7.99	1.43	1.79	0.2

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-25	29.40	1.48	0.54	53.50	1.00	34.70	1.57	1.49	-	-
25-55	31.78	4.32	0.44	79.10	1.00	50.10	1.32	2.05	-	-
55-80	41.72	4.50	0.36	101.00	1.30	-	-	-	-	-
80-130	42.37	2.20	0.22	48.20	1.16	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable (H^{+} + Al^{+++}); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011630)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.44 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (25 cm de espesor); A1 (30 cm de espesor); A2 (25 cm de espesor) y Bw (50 cm de espesor). El horizonte **Ap,** presenta color pardo oscuro; textura (al tacto) franca; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **A1,** exhibe color pardo grisáceo muy oscuro; textura (al tacto) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, débilmente

desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **A2,** muestra color pardo oscuro; textura (al tacto) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** es de color pardo amarillento oscuro; textura (al tacto) arcillosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.50 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.51, los suelos tienen texturas (al tacto) moderadamente finas sobre finas. La densidad real presenta valores bajos entre 1.73 - 1.85 g/cc y la densidad aparente tiene valores bajos (0.86 g/cc y 0.84 g/cc) en el perfil. La porosidad total es alta (50 – 55%) en el perfil; dominando la microporosidad (34 - 33%) sobre la macroporosidad (17 - 22%), estos valores influyen en la buena permeabilidad, infiltración, drenaje, difusión de gases y la retención de humedad, que presenta valores altos (30%) en el primer horizonte y medios (22%) en profundidad. No hay limitaciones físicas para la penetración de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.51, el pH es neutro (7 .0 – 7.3) hasta el tercer horizonte y extremadamente ácido en el último, los valores en superficie son adecuados para la mayoría de los cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), varía en el perfil de alto (10.04% a 5.87%) a medio (4.83%); estos valores se relacionan con la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de los agregados, el suministro de parte de los nutrientes a las plantas y de constituyentes energéticos a los organismos.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (46.4 – 39.06 meq/100 g de suelo) en todo el perfil, indicando un alto potencial para la retención de nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores medios, los cuales varían entre 19.36 y 12.65 meq/100 g de suelo y deben suplementarse para una adecuada producción agrícola. La saturación de bases (SB), varía entre baja (29.40%) en superficie y media (42.37%) en profundidad; la retención fosfórica muestra valores medios (34.7 – 50%), debido a la presencia de materiales amorfos y por la presencia de aluminio activo, por lo cual debe suministrarse fosfatos en forma fraccionada.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y fósforo (P), tienen valores bajos en el perfil; el potasio (K), se encuentra alto. Con respecto a los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra alto en el perfil; el magnesio (Mg), es medio en superficie y aumenta en profundidad.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) reporta valores bajos en superficie y altos en profundidad; el zinc (Zn), es bajo en todos los horizontes; el hierro (Fe), presenta contenidos altos en todo el perfil; el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades bajas en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011630)

Estos suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), presentan moderada evolución, son profundos; con buen drenaje natural; de texturas (al tacto) moderadamente finas sobre finas; pH neutro; contenido de materia orgánica alto en los primeros horizontes. Con alta capacidad de intercambio de cationes, medio contenido de bases totales, media saturación de bases en superficie y alta fertilidad. Debido a la presencia de compuestos amorfos y por el aluminio activo que contienen, presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4). El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", ya que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", lo que significa que la temperatura media del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, se vinculan con las pendientes de moderadamente inclinadas (7 al 12%) a ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión ligera, retención fosfórica alta y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase con pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión ligera y la fase con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión ligera, tienen capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, ya sea anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Asimismo, tienen aptitud para la ganadería semi-intensiva.

La fase con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión ligera, tiene capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de sistemas agroforestales con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo. También tienen aptitud para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

En las fases con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, aumentando la intensidad de las mismas, con base al aumento de la pendiente, las prácticas recomendadas son: sembrar al contorno siguiendo las curvas de nivel y establecer acequias de ladera protegidas con barreras vivas en su parte superior, con ello se mejorará la infiltración de agua en el perfil y aumentará la humedad aprovechable. Si es necesario arar, debe realizarse una labranza mínima y dejarlo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Se recomienda establecer cortinas rompevientos. La ganadería semi-intensiva debe implementarse en forma extensiva, con pastos cultivados, cercas vivas, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

En las fases con capacidad de uso agroforestal, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas. Se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil; este aumento de humedad en el suelo favorece el desarrollo del mismo y mejora sus propiedades físicas y químicas. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia para evitar la escorrentía. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. De utilizarse para agricultura intensiva (granos básicos u otros cultivos), es indispensable realizar terrazas de banco, con el declive contra la pendiente y proteger los taludes con vegetación nativa. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad, en todas las fases se debe mantener e incluso incrementar el contenido de materia orgánica, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, se debe aplicar los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Por los valores moderados de retención fosfórica presentes, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad, en dosis moderadas, de forma periódica y cercana a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso. Se necesita riego en la época seca, por medio de aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 11630)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la

fase MBFc1 pertenece a la clase III, sub clase III ps y grupo de manejo III ps-2; la fase MBFd1 pertenece a la clase IV, sub clase IV p y grupo de manejo IV p-3, son tierras de vocación agrícola. La fase MBFe1 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-4, son tierras con vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.1.23 Unidad MBG

Complejo Pacaya Grande: Humic Ustivitrands, familia cenizal sobre fragmental, isotérmica, perfil modal 011644 - Andic Humustepts, familia cenizal sobre arenosa, isotérmica, perfil modal 011645 y Coladas de Lava.

Esta unidad cartográfica tiene suelos que pertenecen a los Ordenes Andisol e Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de la finca Pacaya Grande, del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 385 hectáreas. En la Figura 4.45, se observa un paisaje característico de la unidad.



Figura 4.45 Lomas con arbustos y matorrales. Municipio de Villa Canales (Foto: M. Tum 2013)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 20.6 °C; 1,466 mm de precipitación y una altitud media de 1,267 msnm Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), roble (*Quercus* spp), nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.45, la cobertura vegetal está representada por arbustos y matorrales.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y fuertemente inclinadas (12 al 25%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 40% de la superficie por los suelos Humic Ustivitrands, familia cenizal sobre fragmental, isotérmica (perfil modal, PM 011644); en un 40% del área, por los Andic Humustepts, familia cenizal sobre arenosa, isotérmica (perfil modal PM 011645). El 20% del área restante, está ocupada por Coladas de Lava.

El Complejo Pacaya Grande presenta las siguientes fases:

- **MBGcp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 100 ha.
- **MBGdp1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 126 ha.
- **MBGdp2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 5 ha.

A). Descripción de los perfiles modales

Suelos Humic Ustivitrands, familia cenizal sobre fragmental, isotérmica, perfil modal 011644

En la Figura 4.46, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes y el color. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

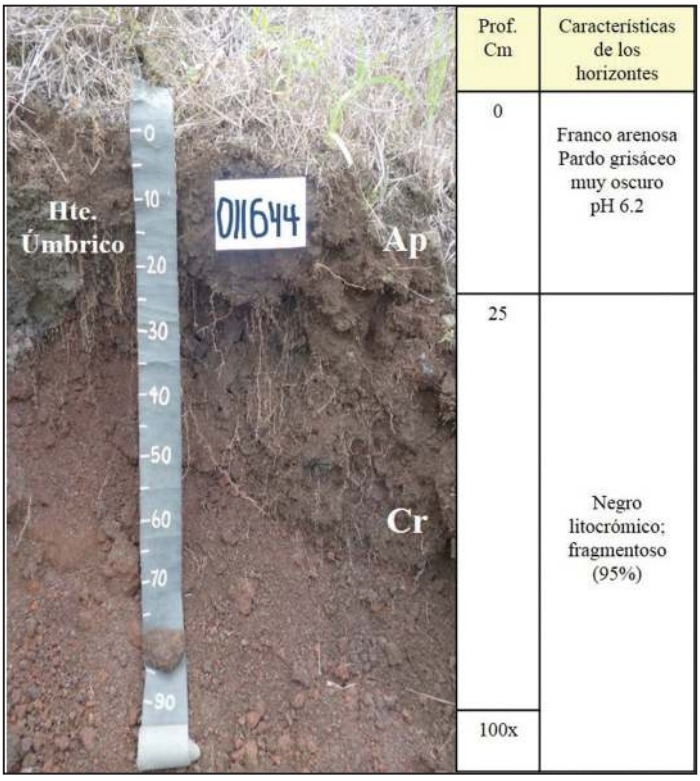


Figura 4.46 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011644) del Complejo Pacaya Grande. (Foto: M. Tum 2013)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011644)

Tipo de peril		Modal 1
Unidad Cartográica		Complejo Pacaya Grande
Símbolo		MBG
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Humic Ustivitrands, familia cenizal sobre fragmental, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	Los Pocitos
	Caserío, sector, sitio, inca	Laderas volcán Pacaya
	Coordenadas planas	X: 489115
		Y: 1585598
Fotografías aéreas	**Foto No.**	1,377
	Línea de vuelo No.	232
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras, cenizas volcánicas y pómez
Altitud		1,293 msnm.
Pendiente	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 al 12 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,399 mm
	Temperatura promedio anual	20.4 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	23.0 °C.
Drenaje	**Interno**	Medio a rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-

Pedregosidad supericial	**Tipo**	Piedra (tefras, lava)
	Clase	Abundante
	Supericie cubierta	30 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	25 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Ganadería, agricultura
	Cultivos	Piña
	Limitante del uso	Pedregosidad superficial, fragmentos de roca en el perfil, suelos superficiales y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, matorrales, pastos naturales
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		13-05-2013

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arenosa y de laboratorio arenosa franca; frecuente gravilla (30%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.2, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
25 – 100 cm Cr	Color en húmedo negro (2.5YR2.5/1) litocrómico; fragmentos roca (95%).
Observaciones	*En el área se presentan coladas de lava reciente, provenientes del volcán de Pacaya.*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011644)

Cuadro 4.52. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011644)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	1.01	2.36	43.34	10.12	9.85	8.30	7.04	6.67	5.05	44.20	13.00	57.20

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-25	24.73	4.80

Cuadro 4.53. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011644)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-25	84.91	12.79	2.30	AF	FA	30.00	6.2	2.54	4.82	-	-	-	7.21	5.56	Media
25-100	-	-	-	-	-	95.00	-	-	-	-	-	-	-		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-25	10.25	1.43	8.83	1.43	1.27	0.07	0.05	0.04		12.35	0.72	0.48	0.38	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-25	13.93	7.34	2.22	70.85	4.49	28.20	1.57	1.49

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable (H^{++} Al^{+++}); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Suelos Andic Humustepts, familia cenizal sobre arenosa, isotérmica, perfil modal 011645

En la Figura 4.47, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

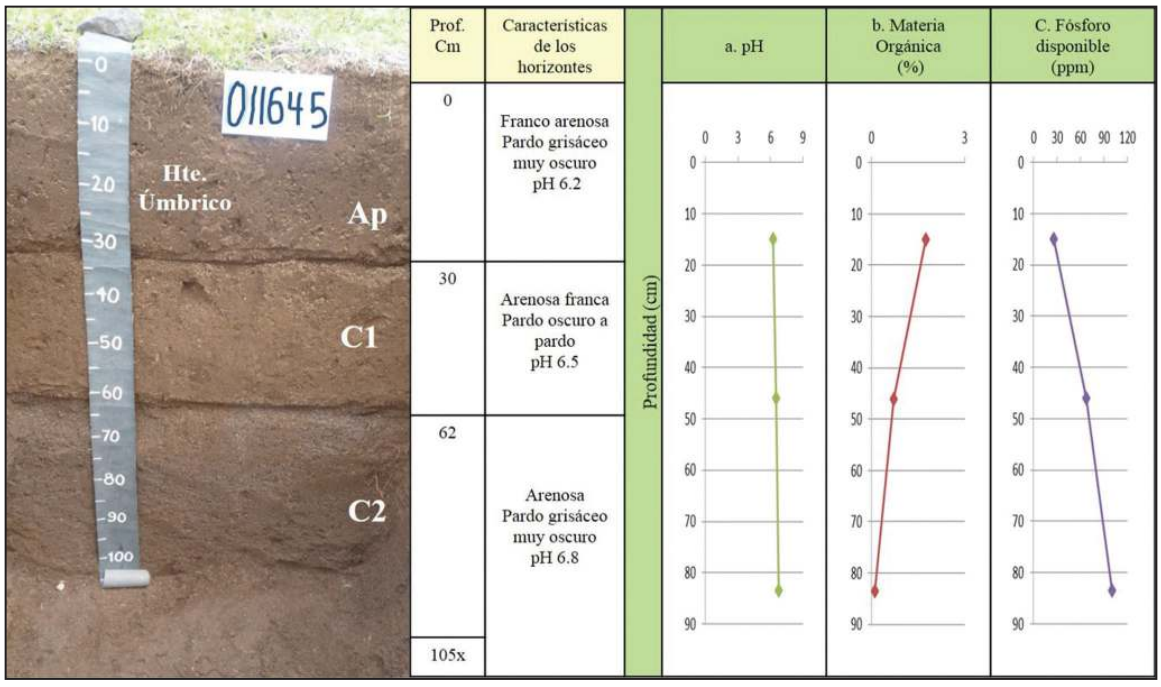


Figura 4.47 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011645) del Complejo Pacaya Grande. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: M. Tum 2013)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011645)

Tipo de peril		Modal 2
Unidad Cartográica		Complejo Pacaya Grande
Símbolo		MBG
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Andic Humustepts, familia cenizal sobre arenosa, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	Los Pocitos
	Caserío, sector, sitio, inca	Laderas volcán Pacaya
	Coordenadas planas	X: 489778
		Y: 1585821
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,377
	Línea de vuelo No.	232
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras, cenizas volcánicas y pómez
Altitud		1,300 msnm
Pendiente	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 al 12 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,378 mm
	Temperatura promedio anual	20.4 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	22.4 °C.
Drenaje	**Interno**	Medio a rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	Piedra (tefras, lava)
	Clase	Abundante
	Supericie cubierta	25 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	105 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Ganadería, agricultura
	Cultivos	Piña
	Limitante del uso	Pedregosidad superficial y déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Pino, matorrales, pastos naturales
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		13-05-2013

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 30 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arenosa y de laboratorio arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.2, ligeramente ácido; límite claro y plano.
30 – 62 cm C1	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arenosa franca y de laboratorio arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo muy friable; en mojado no pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, gruesos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal, en horizontes; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite claro y plano.
62 – 105 cm C2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (2.5Y3/1); textura de campo y de laboratorio arenosa; frecuente gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo muy friable; en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, gruesos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.8, neutro.
Observaciones	*En el área se presentan coladas de lava reciente, provenientes del volcán de Pacaya.*

C). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos perfil modal (PM 011645)

Cuadro 4.54. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011645)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-30	1.04	2.47	30.67	8.34	7.45	6.99	6.66	6.35	4.87	43.83	14.06	57.89
30-62	1.01	2.45	26.13	7.19	6.95	6.43	5.94	5.48	3.89	43.14	15.63	58.78
62-105	1.00	1.62	31.26	5.98	4.70	4.23	4.12	3.85	3.63	32.52	5.75	38.27

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-30	10.41	2.58
30-62	9.08	3.06
62-105	8.41	1.07

Cuadro 4.55. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011645)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-30	93.62	4.14	2.24	A	FA	5.00	6.2	0.92	1.74	-	-	-	25.97	5.97	Media
30-62	95.67	2.08	2.25	A	AF	5.00	6.5	0.38	0.72	-	-	-	67.10		
62-105	95.63	2.10	2.27	A	A	15.00	6.8	0.06	0.11	-	-	-	100.18		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-30	8.54	2.81	5.73	2.81	2.18	0.46	0.12	0.05		25.53	5.42	1.41	0.54	0.0
30-62	9.11	4.08	5.03	4.08	2.79	1.09	0.18	0.02		30.62	11.98	1.95	0.24	0.0
62-105	7.41	3.83	3.58	3.83	2.47	1.15	0.19	0.02		33.32	15.54	2.53	0.28	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-30	32.90	3.09	1.08	113.88	7.41	22.40	1.57	1.49
30-62	44.79	2.81	0.52	130.40	6.97	19.40	1.32	2.05
62-105	51.66	1.99	0.68	148.11	7.55	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable (H^{+} + Al^{+++}); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

D). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los perfiles modales

Perfil modal 011644

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.46 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (25 cm de espesor) y Cr (75 cm de espesor); el horizonte **Ap,**

posee color pardo grisáceo muy oscuro; textura (al tacto) franco arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Cr,** es fragmentos y de color negro litocrómico.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.52 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.53, los suelos presentan texturas (al tacto) moderadamente gruesas, fragmentoso (>90% de fragmentos de roca). La densidad real presenta un valor bajo de 2.36 g/cc, en superficie y la densidad aparente tiene es muy baja (1.01 g/cc) en superficie.

La porosidad total es alta (57%) en el horizonte caracterizado; de la cual el 44% corresponde a los macroporos y 13% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de los macroporos sobre los microporos; valores que se relacionan directamente con alta permeabilidad, infiltración, movimiento del aire, pero con drenaje moderadamente excesivo y muy baja (5%) retención de humedad, lo que se traduce en poca agua disponible para las plantas. Presenta limitaciones físicas a los 25 cm de profundidad, por la presencia de fragmentos de roca (>90%), lo que impide la penetración de las raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.53, los suelos tienen pH ligeramente ácido (6.2), adecuado para la mayoría de los cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), es medio (4.82%), valor relacionado con la capacidad de intercambio de cationes y el suministro de parte de los nutrientes para las plantas.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media (10.25 meq/100 g de suelo), lo cual indica medio potencial de retención de nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores muy bajos (1.43 meq/100 g de suelo), valores considerados insuficientes para la mayoría de cultivos, deben suplementarse para una adecuada producción agrícola. La saturación de bases (SB), es baja (13.93%). La retención fosfórica es media (28.20%), debido a la presencia de materiales amorfos y el aluminio activo, lo que implica que los fosfatos deben aplicarse en forma fraccionada.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K), poseen bajos valores en todo el perfil. De los **cationes**, el calcio (Ca) y el magnesio (Mg) reportan valores bajos.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el hierro (Fe), poseen altos valores; el zinc (Zn) y el manganeso (Mn), tienen valores bajos en todo el perfil. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es media.

Perfil modal 011645

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.47 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (30 cm de espesor); C1 (32 cm de espesor) y C2 (43 cm de espesor). El horizonte **Ap,** tiene color pardo grisáceo muy oscuro; textura (al tacto) franco arenosa; estructura en gránulos, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C1,** posee color pardo oscuro a pardo; textura (al tacto) arenosa franca; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo muy friable. El horizonte **C2,** muestra color pardo grisáceo muy oscuro; textura (al tacto) arenosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo muy friable

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.54 y de granulometría que

se muestran en el Cuadro 4.55, los suelos son de texturas (al tacto) gruesas con pocos fragmentos de roca. La densidad real presenta bajos valores entre 2.47- 1.62 g/cc y la densidad aparente tiene valores muy bajos (1.04 a 1.0g/cc).

La porosidad total en el perfil varía de alta (59%) a media (38%); entre el 44 y el 33% corresponden a los macroporos y entre 16 y el 6% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la macro sobre la microporosidad, valores que se relacionan directamente con alta permeabilidad, infiltración y aireación, drenaje moderadamente excesivo y muy baja (de 3 a 1%) retención de humedad, presentando poca agua disponible para las plantas. No hay limitaciones físicas para la penetración de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.55, los suelos tienen pH ligeramente ácido (6.5) en superficie y neutro (6.8) en profundidad, valores adecuados para la mayoría de los cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), es bajo (1.72 a 0.1%) en todo el perfil, valores relacionados con la capacidad de intercambio catiónico y suministro parcial de nutrientes a las plantas. Debido a su importancia los valores de materia orgánica deben aumentarse.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es baja (9.1 – 7.4 meq/100 g de suelo), lo cual indica bajo potencial para retener nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores muy bajos, que varían entre 4.08 y 2.81 meq/100 g de suelo, considerados insuficientes para la mayoría de los cultivos, deben suplementarse para una adecuada producción agrícola. La saturación de bases (SB), es baja (33%) en superficie y alta (52%) en profundidad. La retención fosfórica varía entre 22 y 19%, debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, lo que implica que los fosfatos deben aplicarse en forma fraccionada.

Con referencia a los **elementos mayores** el nitrógeno (N) y el potasio (K), tienen valores bajos en el perfil; el fósforo (P), posee valores altos. Con referencia a los **cationes**, el calcio (Ca) y magnesio (Mg), reportan valores bajos en el perfil.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el manganeso (Mn) tienen valores medios en el perfil; el zinc (Zn), reporta valores bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe), muestra valores altos. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es media.

E). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del perfil modal (PM 011644)

Considerando que el suelo Humic Ustivitrands, familia cenizal sobre fragmental, isotérmica, perfil modal (PM 011644), tiene más limitaciones en la unidad cartográfica, las características principales y las recomendaciones generales de uso y manejo, van dirigidas a este suelo.

Estos suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), presentan moderada evolución, son superficiales; con drenaje natural moderadamente excesivo; texturas (al tacto) moderadamente gruesas; suelos fragmentosos. Con pH ligeramente ácido; contenido de materia orgánica medio. Con media capacidad de intercambio de cationes, bajo contenido de bases, baja saturación de bases en el horizonte superficial y media fertilidad. Debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo que contienen, con moderada adsorción de fosfatos (PO_4). El régimen de humedad del suelo se califica como “ústico”, debido a que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. El régimen de temperatura edáfica es “isotérmica”, porque la temperatura media del suelo oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, se deben a las pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y fuertemente inclinadas (12 al 25%), los suelos superficiales limitados por fragmentos >90%, la erosión ligera y moderada, abundante pedregosidad superficial y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Todas las tierras que contienen las fases con pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), abundante pedregosidad superficial, erosión de grado ligero; pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), abundante pedregosidad superficial, erosión de grado ligero y la fase con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado moderado, debido a las limitantes de abundante pedregosidad principalmente tienen capacidad de uso forestal y posee aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisado por el servicio forestal nacional y con control de incendios forestales.

En las áreas degradadas por sobreexplotación, es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados mediante la plantación de especies arbóreas nativas; evitar la utilización de los productos del bosque, las prácticas agrícolas y establecer programas de control de incendios forestales.

En el establecimiento de plantaciones forestales y de acuerdo con su rentabilidad, si se requiere una fertilización química se necesita suplementar los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Debido a que presenta valores medios de retención fosfórica, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse de forma foliar Cobre, Zinc y Manganeso. En la época seca se necesita riego, ya sea por aspersión o goteo.

F) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011644)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, las fases MBGcp1, MBGdp1 y MBGdp2 pertenecen a la clase VII, sub clase VII s y grupo de manejo VII s-1; son tierras de vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

G) Breve descripción de los materiales que complementan la unidad

Estos corresponden a coladas de lava que complementan la unidad cartográfica y representan un 20% del área. Se manifiestan en superficie por emisiones recientes de flujos de lava viscosa y las más antiguas, aparecen recubiertas parcialmente por suelos superficiales, los cuales se han ido formando a través del tiempo, por materiales piroclásticos como tefras (cenizas volcánicas y pómez), sobre los cuales han crecido líquenes y vegetación arbustiva, formando los suelos indicados. Las coladas de lava se explican con mayor detalle al final de este capítulo, como áreas de no suelos (símbolo CL).

4.3.1.24 Unidad MBH

Consociación Las Escobas: Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 011605.

Esta unidad cartográfica tiene suelos que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones del caserío Las Escobas; las fincas El Botadero, El Sauce, San Fernando, Santa Cecilia, El Horizonte y Rancho San Antonio del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 231 hectáreas. En la Figura 4.48, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.48 Lomas con agricultura y arbolado disperso. Municipio de Villa Canales (Foto: O. Hernández, 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 20.0 °C; 1,881 mm de precipitación y una altitud media de 1,018 msnm Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.48, el uso principal es agrícola y la cobertura vegetal, relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), fuertemente inclinadas (12 al 25%), y ligeramente escarpadas (25 al 50%); correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 90% de la superficie, por los suelos Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 011605). El 10% del área restante, está ocupada por los suelos Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 011637).

La Consociación Las Escobas presenta las siguientes fases:

- **MBHc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 115 ha.
- **MBHd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 38 ha.
- **MBHd2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 140 ha.
- **MBHdp1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 226 ha.
- **MBHe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 120 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011605)

En la Figura 4.49, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

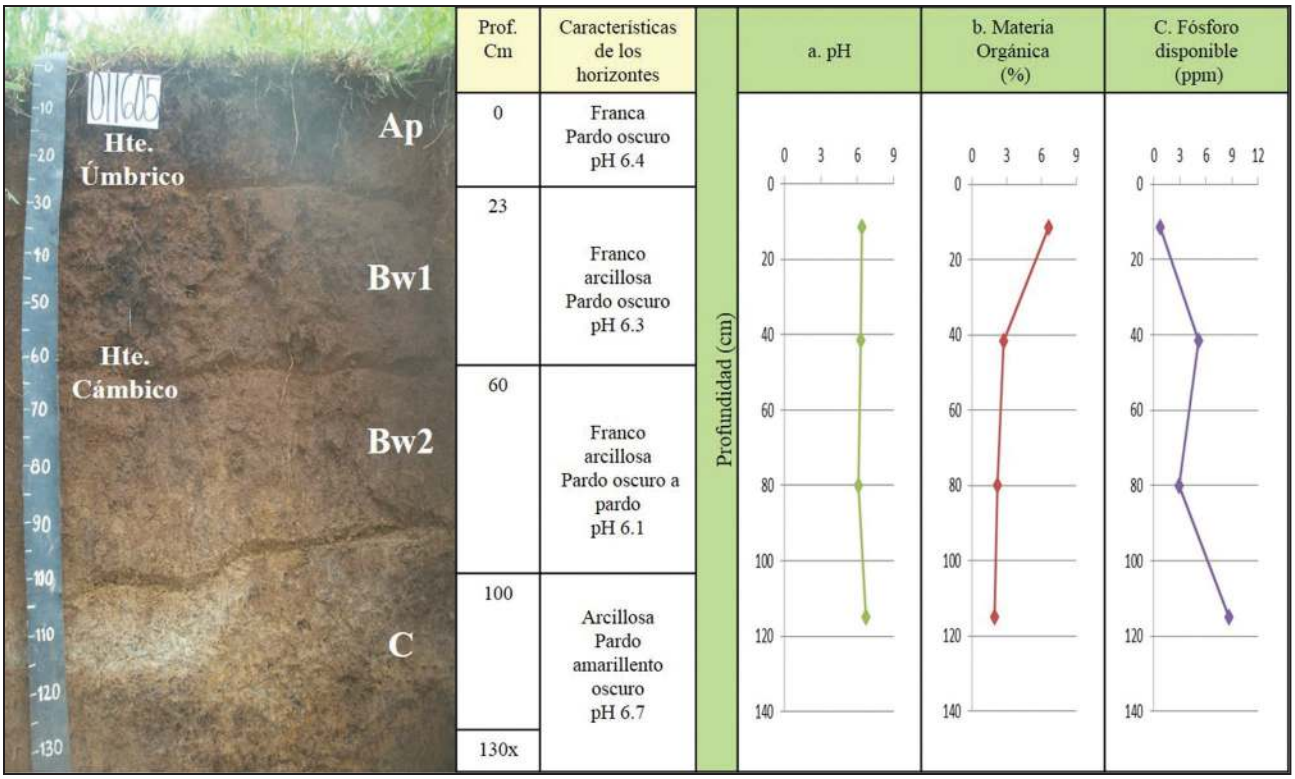


Figura 4.49 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011605) de la Consociación Las Escobas. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011605)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Las Escobas
Símbolo		MBH
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia franca ina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	El Botadero
	Coordenadas planas	X: 494085
		Y: 1582993
FotografíasAéreas	**Foto No.**	1,440
	Línea de vuelo No.	233
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras, cenizas volcánicas y pómez
Altitud		1,030 msnm
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 al 25 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,822 mm
	Temperatura promedio anual	20.0ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	22.1°C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz, frijol
	Limitante del uso	Pendientes fuertemente inclinadas, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Relictos de bosque natural con las especies de ceibillo, palo blanco
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		27-07-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 23 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/2); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderado al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
23 – 60 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderado al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
60 – 100 cm Bw2	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos y medianos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.1, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
100 – 130 cm C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio arcillosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderado al H_2O_2; pH 6.7, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis fiscos y químicos del perfil modal (PM 011605)

Cuadro 4.56. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011605)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-23	0.92	2.16	54.15	41.73	39.75	36.22	35.06	32.26	12.95	15.27	42.14	57.41
23-60	1.00	2.31	57.51	41.79	40.37	35.67	34.68	27.59	22.16	16.90	39.81	56.71

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-23	40.33	26.8
23-60	43.64	18.21

Cuadro 4.57. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011605)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-23	43.29	29.91	26.8	F	Ar	-	6.4	3.48	6.62	-	-	-	0.76	7.05	Alta
23-60	44.53	22.84	32.63	FAr	ArL	-	6.3	1.45	2.75	-	-	-	5.14		
60-100	38.66	26.09	35.25	FAr	ArL	-	6.1	1.16	2.20	-	-	-	2.94		
100-130	32.1	26.47	41.43	Ar	ArL	-	6.7	1.04	1.98	-	-	-	8.64		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-23	37.36	14.11	23.25	14.07	8.54	5.24	0.10	0.19	0.04	22.86	14.03	0.27	0.51	0.3
23-60	30.00	7.97	22.03	7.94	4.76	2.69	0.26	0.23	0.03	15.87	8.97	0.87	0.77	0.4
60-100	23.21	8.24	14.97	8.19	4.89	2.77	0.24	0.29	0.05	21.07	11.93	1.03	1.25	0.6
100-130	29.43	8.75	20.68	8.72	5.38	2.73	0.25	0.36	0.03	18.28	9.28	0.85	1.22	0.3

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-23	37.66	2.10	0.45	24.60	19.40	-	-	-
23-60	26.47	0.75	0.31		11.80	-	-	-
60-100	35.29	0.20	0.39	3.12	2.11	-	-	-
100-130	29.63	0.20	0.33	7.18	7.86	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011605)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.49 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (23 cm de espesor); Bw1 (37 cm de espesor); Bw2 (40 cm de espesor) y C (30 cm de espesor); el horizonte **Ap,** tiene color pardo oscuro; textura (de laboratorio)

franca; estructura en bloques subangulares moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** presenta un color pardo oscuro; textura (de laboratorio) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** exhibe un color pardo oscuro a pardo; textura (de laboratorio) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** es de color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) arcillosa, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.56 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.57, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas. La densidad real presenta valores bajos entre 2.16 y 2.31 g/cc y la densidad aparente tiene valores muy bajos (0.92 a 1.0 g/cc) en el perfil.

La porosidad total en el perfil es alta (58%); entre el 15 y el 17% corresponden a los macroporos y entre 42% a 40% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la microporosidad sobre la macroporosidad responsables de una moderada permeabilidad, movimiento del aire en el suelo y buena infiltración. La retención de humedad aprovechable, es media (27%) en superficie y baja en profundidad (18%), esto indica que el agua disponible para las plantas es limitante. No hay limitaciones físicas para la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química,** indicados en el Cuadro 4.57, tienen pH ligeramente ácido (6.4 – 6.1) en los primeros horizontes y neutro (6.7) en el último, adecuados para la disponibilidad de los nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), varía de alto (6.62%) en superficie a bajo (1.98%) en profundidad, estos valores se relacionan con la capacidad de intercambio de cationes y suministro parcial de nutrientes a las plantas; por su importancia, debe aumentarse los contenidos de materia orgánica.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (37.36 – 23.21 meq/100 g de suelo) en todo el perfil, indicando alto potencial para retener nutrientes útiles para las plantas. La reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) varía de media (14.07 meq/100 g de suelo) a baja (7.94 meq/100 g de suelo); esta reserva, es considerada insuficiente para la mayoría de los cultivos, debe suplementarse para una adecuada producción agrícola. La saturación de bases (SB), varía de media (37.66%) en el horizonte superficial a baja (26.47%) en los subsuperficiales.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen valores bajos en todo el perfil; el potasio (K), posee valores bajos en superficie y medios en profundidad. De los **cationes**, el calcio (Ca), reporta cantidades altas en el primer horizonte y medias en los demás; el magnesio (Mg), es alto en el primer horizonte y medio en resto del perfil.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) tiene valores medios en superficie y bajos en profundidad; el zinc (Zn), reporta valores bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe), posee valores altos en el horizonte superficial y bajo en los demás; el manganeso (Mn), se encuentra alto en superficie, sus valores disminuyen con la profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011605)

Estos suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), presentan moderada evolución, son profundos; con drenaje natural bueno; texturas (de laboratorio) moderadamente finas; pH ligeramente

ácido; contenido de materia orgánica alto en superficie. Con alta capacidad de intercambio de cationes, medio contenido de bases, al igual que su saturación y alta fertilidad. El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", porque permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", debido a que la temperatura media del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, son pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) a ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión de grado ligero y moderado; con mediana pedregosidad superficial y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase con pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado ligero es de vocación agrícola. Asimismo, las fases con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), con erosión ligera y moderada, pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), mediana pedregosidad superficial y erosión ligera también tienen capacidad de uso agrícola, y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, ya sea anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Las fases mencionadas, también tienen aptitud para el desarrollo de sistemas ganaderos semi-intensivos.

La fase que tiene pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión ligera tiene capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de sistemas agroforestales con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo. También tienen aptitud para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

En las fases con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, aumentando la intensidad de las mismas, con base al aumento de la pendiente; las prácticas recomendadas son sembrar al contorno siguiendo las curvas de nivel, realizar acequias de ladera con barreras vivas para disminuir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil. Este aumento de humedad del suelo, favorece la evolución del mismo y mejora sus condiciones físicas y químicas. Las áreas con pedregosidad superficial no se pueden mecanizar, si es necesario arar, debe realizarse una labranza mínima y dejarlo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica, y se pueden elaborar barreras muertas con la piedra presente. Se recomienda establecer cortinas rompevientos.

La ganadería semi-intensiva, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, cercas vivas, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

En la fase con capacidad de uso agroforestal, es necesario implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas como sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas, agregar terrazas individuales por planta y realizar acequias de ladera con barreras vivas para disminuir la escorrentía, aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil. Este aumento de humedad del suelo, favorece la evolución del mismo y mejora sus condiciones físicas y químicas. De utilizarse para el cultivo de granos básicos u otros cultivos intensivos, es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente, con la siembra de gramíneas nativas, también es necesario establecer cortinas rompevientos. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, bancos forrajeros, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad, en todas las fases debe mantenerse e incluso incrementarse el contenido de materia

orgánica, para esto se recomienda aplicar abonos orgánicos, incorporar abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Tomando en cuenta la fertilización química, se necesita aplicar los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Considerando los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse en forma foliar Cobre y Zinc. En la época seca se necesita riego, por medio de aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011605)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MBHc1 pertenece a la clase III, subclase III p y grupo de manejo III p-3; la fase MBHd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-2; la fase MBHd2 pertenece a la clase IV, subclase IV pe y grupo de manejo IV pe-4; la fase MBHdp1 pertenece a la clase IV, subclase IV ps y grupo de manejo IV ps-2, todas estas tierras poseen vocación agrícola.

La fase MBHe1 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-5, tiene vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de la inclusión (PI 011637)

Esta unidad cartográfica contiene, en un 10%, de su superficie, la inclusión del suelo **Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica (PI 011637)**, son moderadamente superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre finas, con densidad aparente baja en el primer horizonte y muy baja en el segundo, y alta porosidad total. La humedad aprovechable es baja. El pH es ligeramente ácido exceptuando el último horizonte donde es neutro; la materia orgánica (MO), es alta en el primer horizonte y disminuye en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), presenta valores altos, excepto en el tercer horizonte donde son medios. La saturación de bases (SB), varía de baja a alta en el perfil. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.25 Unidad MBI

Consociación Pulté: Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 010205.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de la finca El Chaperno; los parajes El Capulín y Los Jobales, del municipio de Guatemala; caseríos Letrán y San Luis, fincas El Aguacate, El Chojín, El Refugio, El Sintul, La Providencia y paraje Joya de los Yoques, del municipio de San José Pinula. En los alrededores de los caseríos La Huerta, Los Ocotes, finca Monjitas y cerro Pulté, del municipio de Santa Catarina Pinula. La unidad cartográfica abarca una extensión de 1,375 hectáreas. En la Figura 4.50, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.50 Lomas cubiertas con bosque natural y cultivo de granos básicos. Municipio de Santa Catarina Pinula (Foto: O. Hernández 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 18.1 °C; 1,615 mm de precipitación y una altitud media de 1,611 msnm Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.50, la cobertura vegetal es bosque natural y el uso es agrícola.

Los suelos de la unidad, se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas; en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 90% de la superficie, por los suelos Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 010205); en un 5% de la superficie, por los suelos Typic Haplustalfs, familia arcillosa sobre franca fina, activa, isotérmica (perfil inclusión, PI 010304). El 5% del área restante, está ocupada por otros suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación Pulté presenta las siguientes fases:

- **MBId1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 203 ha.
- **MBIe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 1,102 ha.
- **MBIe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 70 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010205)

En la Figura 4.51, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

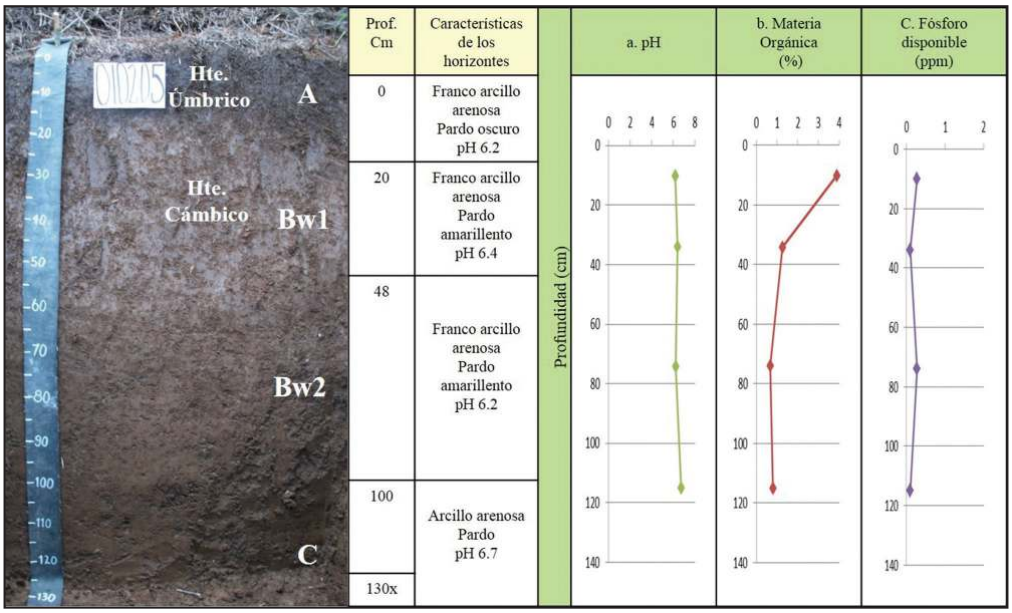


Figura 4.51 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010205) de la Consociación Pulté. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: O. Hernández 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010205)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Pulté
Símbolo		MBI
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia franca ina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Santa Catarina Pinula
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio finca	Finca El Pulté
	Coordenadas planas	X: 507836
		Y: 1615164

Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,918
	Línea de vuelo No.	223
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		1,813 msnm
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,493 mm
	Temperatura promedio anual	18.0 °C.
	Distribución de lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego.
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	20.7 °C.
Drenaje	**Interno**	Lento
	Extremo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa **Tipo** **Frecuencia**	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos **Duración**	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva **Profundidad** **Limitante**	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm
	Limitante	Sin limitaciones

Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz, frijol
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente escarpadas y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Bosque natural con encino
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		07-08-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 20 cm A	Color en húmedo pardo oscuro (10YR2/2); textura de campo y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.2, ligeramente ácido; límite claro y ondulo.
20 – 48 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento (7.5YR3/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite gradual y ondulado.
48 – 100 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento (7.5YR3/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arcillosa arenosa; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos y medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.2, ligeramente ácido; límite difuso.
100 – 130 cm C	Color en húmedo pardo (7.5YR4/4); textura de campo y de laboratorio arcillo arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.7, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 010205)

Cuadro 4.58 Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010205)

Profundidad	Densidades g/cc			Porosidades %					
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kpa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	1.18	2.25	69.63	47.23	37.34	18.78	22.05	25.50	47.56
20-48	1.12	2.48	85.41	51.40	44.47	24.11	26.28	28.55	54.84
48-100	1.20	1.67	81.39	45.53	42.47	24.31	13.46	14.68	28.14

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-20	33.42	18.56
20-48	37.74	20.36
48-100	36.27	18.16

Cuadro 4.59 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010205)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3	Fósforo		Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-20	58.28	17.27	24.45	FArA	FArA	-	6.2	2.04	3.88	-	-	-	0.28	7.57	Alta
20-48	60.93	13.63	25.44	FArA	ArA	-	6.4	0.66	1.25	-	-	-	0.10		
48-100	58.99	11.40	29.61	FArA	ArA	5.00	6.2	0.36	0.68	-	-	-	0.28		
100-130	50.67	9.18	40.15	ArA	ArA	15.00	6.7	0.42	0.80	-	-	-	0.10		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	26.20	10.09	16.11	10.09	7.30	1.83	0.93	0.03		27.87	6.97	3.56	0.11	0.0
20-48	25.07	8.23	16.83	8.23	5.45	1.38	1.36	0.04		21.75	5.51	5.41	0.17	0.0
48-100	22.22	7.59	14.63	7.59	5.17	1.14	1.19	0.08		23.26	5.15	5.36	0.38	0.0
100-130	21.65	7.34	14.31	7.34	5.12	0.91	1.24	0.07		23.67	4.19	5.73	0.33	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	38.51	2.32	4.05	28.18	182.87	32.00	0.34	0.76
20-48	32.84	4.38	0.55	70.03	53.92	44.20	0.25	0.76
48-100	34.16	3.54	1.25	85.35	35.54	44.90	-	-
100-130	33.91	2.43	2.39	109.90	19.90	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la Bouyoucos. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio del perfil (PM 010205)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.51 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura A (20 cm de espesor); Bw1 (28 cm de espesor); Bw2 (52 cm de espesor) y C (30 cm de espesor). El horizonte **A,** tiene color pardo oscuro; textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** presenta color pardo amarillento; textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** posee color pardo amarillento; textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** es de color pardo; textura (de laboratorio) arcillo arenosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.58 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.59, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con pocos fragmentos de roca en el perfil. La densidad real presenta bajos valores que varían entre 2.48- 1.67 g/cc y la densidad aparente tiene valores bajos (1.18 a 1.12 g/cc).

La porosidad total en el perfil varía de alta (55%) en los primeros horizontes y baja (28%) en profundidad; los macroporos varían entre 26% y 14%, los microporos entre 29% a 15%, dominando los microporos sobre los macroporos, estos valores permiten una buena permeabilidad, buena infiltración, buena aireación del suelo; pero la retención de humedad muestra valores medios (20.36%) y bajos (18.16%), los cuales no favorecen la disponibilidad de agua para las plantas. No hay limitaciones físicas para la penetración de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.59, los suelos tienen un pH ligeramente ácido (6.4 – 6.2) en los primeros horizontes y neutro (6.7) en el último, adecuados para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), varía de medio (3.88%) en el primer horizonte a bajo (0.68%) en profundidad, valores relacionados con la capacidad de intercambio de cationes y el suministro parcial de nutrientes a las plantas.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (26.2 a 21.65 meq/100 g de suelo) en todos los horizontes, indicando alto potencial para la retención de nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores bajos (10.09 a 7.34 meq/100 g de suelo), estos valores se consideran insuficientes para la mayoría de los cultivos, deben suplementarse para una adecuada producción agrícola. La saturación de bases (SB), varía de media (39%) en el primer horizonte a baja (33%) en los subsuperficiales. La retención fosfórica presenta valores medios (45 a 32%), esto se debe a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, lo que implica que la aplicación de fosfatos sea de forma fraccionada.

Con referencia a los **elementos mayores** el nitrógeno (N) y fósforo (P), tienen valores bajos en el perfil; el potasio (K), posee valores altos. De los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas en el primer horizonte y medias en los siguientes; el magnesio (Mg), presenta valores medios en el primer horizonte y bajos en el resto del perfil.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), tiene valores medios excepto en el segundo horizonte donde son altos; el zinc (Zn), se encuentra medio en superficie y bajo en profundidad; el hierro (Fe) y el manganeso (Mn), poseen valores altos en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del perfil (PM 010205)

Estos suelos se han originado a partir de tobas e ignimbritas, de evolución moderada, son profundos; con drenaje natural moderado; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas; pH ligeramente ácido; contenido de materia orgánica medio; con capacidad de intercambio de cationes alta, bajo contenido de bases, saturación de bases media en superficie y fertilidad natural alta. Debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo que contienen, presentan una moderada adsorción de fosfatos (PO_4). El régimen de humedad del suelo

se califica como “ústico”, porque permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es “isotérmica”, debido a que la temperatura media del suelo oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, son pendientes de fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión de ligera y moderada; deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión ligera, es de capacidad de uso agrícola y para el establecimiento de cultivos anuales y perennes, bajo fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas. Asimismo, tiene capacidad de uso para el desarrollo de sistemas ganaderos semi-intensivos.

La fase con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión ligera y la fase con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión moderada, son de capacidad de uso agroforestal poseen aptitud para el establecimiento de sistemas agroforestales con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo. También tienen aptitud para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

Para la fase con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas; las prácticas recomendadas son: sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel y establecer acequias de ladera con gramíneas en la parte superior, esta técnica ayudará a reducir la escorrentía provocada por el agua de lluvia y permitirá aumentar la infiltración de agua en el perfil, lo que permitirá que se aumente la humedad aprovechable para las plantas; a su vez, se mantendrá la humedad y esto favorecerá su evolución. Si es necesario arar, debe realizarse una labranza mínima y dejarlo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.

La ganadería semi-intensiva, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte, bancos forrajeros y cercas vivas; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

En los suelos con capacidad de uso agroforestal, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, para reducir la escorrentía provocada por el agua de lluvia y mejorar la infiltración del agua en el perfil, con esto la humedad se prolongará en el perfil, lo que favorece su desarrollo. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que mantenga una buena cobertura vegetal. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejarlos cubiertos con material vegetal durante la época seca. Si se utilizaran para la agricultura intensiva (granos básicos u otros cultivos), es indispensable realizar terrazas de banco, con el declive contra la pendiente y proteger los taludes con vegetación nativa. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad y para todas las fases, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, se debe suplementar con Nitrógeno y Fósforo. Por los valores moderados de retención fosfórica, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad, en dosis moderadas, en forma periódica y cerca de las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, debe aplicarse de forma foliar Cobre y Zinc. Se necesita riego en la época seca, ya sea por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010205)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MBId1 pertenece a la clase IV, sub clase IV p y grupo de manejo IV p-2, posee vocación agrícola. Las fases MBIe1 y MBIe2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-5, son tierras con vocación agroforestal y Silvopastoril

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de la inclusión (PI 010304)

Esta unidad cartográfica contiene un suelo inclusión en el 5% de su superficie, denominada suelo **Typic Haplustalfs, familia arcillosa sobre franca fina, activa, isotérmica (PI 010304),** son moderadamente profundos, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) finas sobre moderadamente finas, con densidad aparente media en el primer horizonte y muy baja en el segundo y porosidad total media en el primer horizonte y baja en el segundo. La humedad aprovechable es muy baja. El pH es ligeramente ácido en el primer horizonte y neutro en los demás; la materia orgánica (MO), presenta valores medios en el primer horizonte y bajos en el resto del perfil. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), reporta valores altos. La saturación de bases (SB), es baja en el perfil. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.26 Unidad MBJ

Consociación Veraminas: Humic Haplustands, familia medial, isotérmica, perfil modal 011641.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de las fincas El Obrajuelo, Santa Anita, Santo Domingo, Veraminas, El Pinito, Loma Linda, Los Manantiales, San Antonio; caseríos Meléndrez, Río Negro; granja Labor Villa Juanita y Agua Santa, del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 745 hectáreas. En la Figura 4.52 se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.52 Lomas con ganadería extensiva y bosque natural. Municipio de Villa Canales (Foto: J. del Cid 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 20.1 °C; 1,976 mm de precipitación y una altitud media de 1,400 msnm Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia)*, entre otras. Como se observa en la Figura 4.52, el uso principal es ganadería extensiva y la cobertura vegetal se conforma con relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas; en pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% de la superficie por los suelos Humic Haplustands, familia medial, isotérmica (perfil modal, PM 011641); en un 15% del área total, por los suelos Typic Humustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 011609). El 10% del área restante, está ocupada por otros suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación Veraminas presenta las siguientes fases:

- **MBJcp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 47 ha.
- **MBJd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 174 ha.
- **MBJdp1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 187 ha.
- **MBJe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 52 ha.

- **MBJe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 31 ha.
- **MBJep1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 84 ha.
- **MBJep2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 170 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011641)

En la Figura 4.53, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

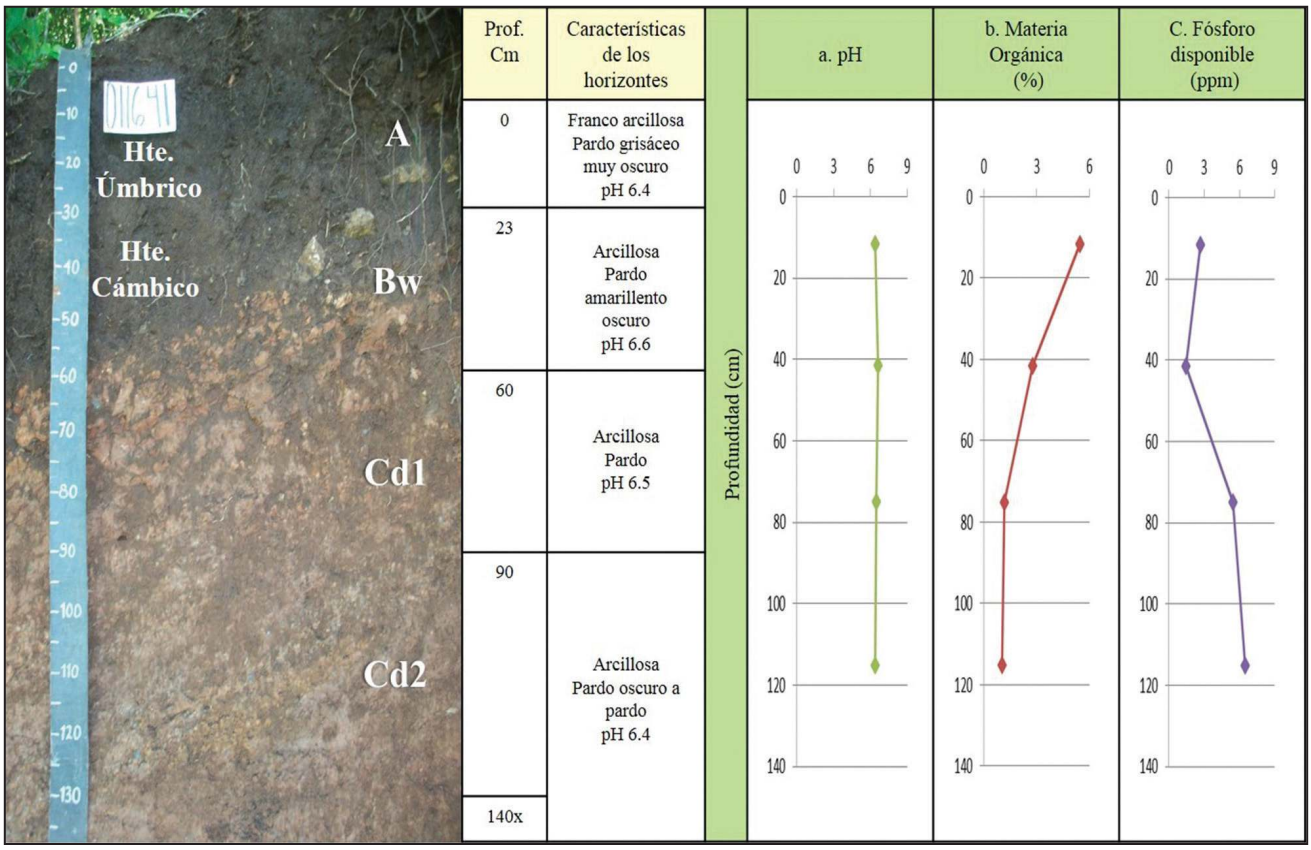


Figura 4.53 Se observan los diferentes horizontes identificados dentro en el perfil modal (PM 011641) de la Consociación Veraminas. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011641)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Veraminas
Símbolo		MBJ
Horizontes Diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del Suelo		**Humic Haplustands, familia medial, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	Finca El Palillo
	Caserío, sector, sitio, inca	Camino al Embalse de Aguacapa
	Coordenadas planas	X: 0498626
		Y: 1581066
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,444
	Línea de vuelo No.	233
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente Morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		899 msnm
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	2,000 mm
	Temperatura promedio anual	21.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	22.1 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en Masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos Rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-

Pedregosidad Supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Supericie cubierta	45%
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad Efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	60 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Ganadería
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente escarpadas, erosión moderada, material compactado en el perfil, abundante pedregosidad superficial y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Relictos de bosque natural con encino, zarza, pastos naturales y matorrales
Describió		Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		31-07-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 23 cm A	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques angulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
23 – 60 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca piedra (15%); estructura en bloques angulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite claro y ondulado.
60 – 90 cm Cd1	Color en húmedo pardo (7.5YR4/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme; en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite gradual y ondulado.
90 – 140 cm Cd2	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco limosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme; en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011641)

Cuadro 4.60. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011641)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-23	0.99	2.06	59.80	37.95	34.46	33.75	30.89	27.53	17.71	22.01	29.93	51.94
23-60	0.90	2.32	67.01	41.40	34.46	33.63	30.48	27.66	24.13	29.73	31.48	61.21

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-23	35.00	16.75
23-60	31.20	10.33

Cuadro 4.61. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011641)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucus)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-23	50.63	24.51	24.85	FArA	FAr	-	6.4	2.88	5.47	-	-	-	2.70	7.08	Alta
23-60	62.84	29.06	8.10	FA	Ar	15.00	6.6	1.46	2.77	-	-	-	1.44		
60-90	71.22	24.93	3.86	FA	Ar	-	6.5	0.63	1.19	-	-	-	5.43		
90-140	42.83	53.28	3.89	FL	Ar	-	6.4	0.55	1.05	-	-	-	6.49		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-23	39.31	18.13	21.18	18.10	11.67	6.00	0.19	0.24	0.03	29.69	15.26	0.48	0.61	0.2
23-60	35.32	17.94	17.38	17.91	10.76	6.80	0.10	0.25	0.03	30.46	19.25	0.28	0.71	0.2
60-90	41.59	15.74	25.85	15.71	8.89	6.40	0.10	0.32	0.03	21.38	15.39	0.24	0.77	0.2
90-140	47.28	17.04	30.24	17.01	9.87	6.68	0.10	0.36	0.03	20.88	14.13	0.21	0.76	0.2

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-23	46.04	1.68	0.51	36.00	14.40	36.40	2.40	0.87
23-60	50.71	0.70	0.22	2.75	1.48	30.40	0.22	0.30
60-90	37.77	0.24	0.20	5.61	1.44	-	-	-
90-140	35.98	0.20	0.32	3.54	1.53	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable (H^{+} + Al^{+++}); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011641)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.53 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura A (23 cm de espesor); Bw (37 cm de espesor); Cd1 (30 cm de espesor) y Cd2 (50 cm de espesor). El horizonte **A,** tiene color pardo grisáceo muy oscuro; textura (al

tacto) franco arcillosa; estructura en bloques angulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** es de color pardo amarillento oscuro; textura (al tacto) arcillosa; estructura en bloques subangulares débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Cd1,** muestra color pardo; textura (al tacto) arcillosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme. El horizonte **Cd2,** posee color pardo oscuro a pardo; textura (al tacto) arcillosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.60 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.61, los suelos presentan texturas (al tacto) finas, con presencia de material compactado. La densidad real presenta valores bajos entre 2.06 - 2.32 g/cc y la densidad aparente tiene valores muy bajos (0.99 – 0.9g/cc).

La porosidad total en el perfil varía de alta (52%) en el primer horizonte, a muy alta (61%) en el segundo; entre el 22% y el 30% corresponden a los macroporos y entre el 30% a 32% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la microporosidad sobre la macroporosidad, los cuales indican que los suelos presentan alta permeabilidad, infiltración y aireación; que corresponde con una baja retención de humedad (17% y 10%), en este caso hay déficit de agua disponible para las plantas. Presenta limitaciones físicas a los 60 cm, por la presencia de una capa compactada que no permite la penetración de las raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.61, los suelos presentan pH neutro (6.6) a ligeramente ácido (6.4) en el perfil, adecuado para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), varía de alto (5.47%) en el primer horizonte a bajo (2.05%) en los demás, valores relacionados con la capacidad de intercambio de cationes y el suministro parcial de nutrientes a las plantas, debe incrementarse.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores altos (47.28 – 35.32 meq/100 g de suelo) en todo el perfil, el cual es un indicador de alto potencial de retención de nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores medios (18.10 a 15.71 meq/100 g de suelo), se consideran moderados, deben suplementarse para una adecuada producción agrícola. La saturación de bases (SB), varía de alta (51%) a media (38%) en el perfil. La retención fosfórica presenta valores medios (36% – 30%), debido a los contenidos de materiales amorfos y por la presencia de aluminio activo, lo que implica que el suplemento de fosfatos debe fraccionarse.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), tienen valores bajos en todo el perfil. En relación a los **cationes**, el calcio (Ca) y magnesio (Mg), se encuentran con valores altos en todos los horizontes.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y zinc (Zn), son bajos en todo el perfil; el hierro (Fe) y el manganeso (Mn), tienen valores altos en el primer horizonte y bajos en los demás. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del perfil (PM 011641)

Estos suelos se han originado a partir de tobas e ignimbritas, de evolución moderada, son moderadamente superficiales; con drenaje natural bueno; texturas (al tacto) finas, con materiales compactados a 60 cm; pH

dominante ligeramente ácido; contenido de materia orgánica alto en superficie; capacidad de intercambio de cationes alta, bases intercambiables medias, saturación de bases media y fertilidad natural alta. Debido a la presencia de materiales amorfos y al aluminio activo que poseen, presentan una moderada adsorción de fosfatos (PO_4). El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", porque permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, se originan en pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), fuertemente inclinadas (25 al 50%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%); erosión ligera y moderada, material compactado, suelos superficiales y moderadamente superficiales en algunas áreas, abundante pedregosidad superficial y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase con pendientes ligeramente inclinadas (7 al 12%), con mediana pedregosidad superficial y erosión ligera y la fase con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión ligera, son de capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, ya sea anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Asimismo, tienen aptitud para la ganadería semi-intensiva.

La fase con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), con abundante pedregosidad superficial y erosión ligera; así como las fases con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión ligera; ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión moderada; ligeramente escarpadas (25 al 50%), con erosión ligera y mediana pedregosidad superficial; ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión moderada y mediana pedregosidad superficial, son estas tierras son de capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de sistemas agroforestales con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo. También tienen aptitud para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

Para un adecuado manejo de los suelos con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, las que deben intensificarse con el incremento de la pendiente; las prácticas recomendadas son: sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel y establecer acequias de ladera con barreras vivas de gramíneas en la parte superior, esta técnica ayudará a reducir la escorrentía provocada por el agua de lluvia y permitirá aumentar la infiltración de agua en el perfil, lo que ayudará que el suelo permanezca húmedo por más tiempo, favoreciendo su evolución y mejorando sus condiciones físicas, químicas y biológicas. Si es necesario arar, debe realizarse una labranza mínima que evite la compactación y dejarlo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. También, es necesario establecer cortinas rompevientos para reducir el efecto de la erosión eólica.

La ganadería semi-intensiva, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte, bancos forrajeros y cercas vivas; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

En las fases con capacidad de uso agroforestal, debe aplicarse fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel. Es recomendable realizar acequias de ladera con barreras vivas de gramíneas en la parte superior para disminuir

la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil. Este aumento de la humedad en el suelo favorece la evolución del mismo y mejora sus condiciones físicas y químicas. Se puede establecer el cultivo de interés en terrazas individuales. De utilizarse para cultivos como granos básicos u otros, es indispensable cultivar sobre terrazas de banco con el declive contra la pendiente y con los taludes protegidos con vegetación nativa y en las áreas con pedregosidad utilizar esta para el refuerzo de los taludes. No se pueden mecanizar. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar el efecto de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal o restos de cosecha durante la época seca para mantener la humedad.

Las actividades silvopastoriles, deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados y una adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad y para todas las fases, es necesario mantener e incluso incrementar el contenido de materia orgánica, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, es necesario el aporte de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Debido a los valores moderados de retención fosfórica, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad, en dosis moderadas, en forma periódica y cerca de las raíces. Con relación a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre y Zinc de forma foliar. Se necesita riego en la época seca, por medio de aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011641)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MBJcp1 pertenece a la clase IV, sub clase IV s y grupo de manejo IV s-6, tiene vocación agrícola, la fase MBJd1 pertenece a la clase IV, sub clase IV p y grupo de manejo IV p-6 y también posee vocación agrícola.

La fase MBJdp1 pertenece a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-3, tiene vocación agroforestal; las fases MBJe1, MBJe2, MBJep1 y MBJep2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-7 y también poseen vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de la inclusión (PI 011609)

Esta unidad cartográfica contiene, en un 15%, de su superficie, la inclusión del suelo **Typic Humustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica (PI 011609)**, son moderadamente superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con densidad aparente baja en el primer horizonte y media en el segundo, con media porosidad total en el primer horizonte y baja en el segundo. La humedad aprovechable es baja. El pH es neutro en superficie y ligeramente ácido en profundidad; la materia orgánica (MO), tiene valores medios en el horizonte superficial y disminuyen en el resto del perfil. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), reporta valores altos en todos los horizontes. La saturación de bases (SB), es media, excepto en el cuarto horizonte donde es alta. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.27 Unidad MBK

Consociación Lourdes: Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 010203.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea El Pulté, del municipio de Santa Catarina Pinula; asimismo de la aldea Ciénaga Grande, del municipio de San José Pinula. La unidad cartográfica abarca una extensión de 212 hectáreas. En la Figura 4.54, se observa un paisaje característico de la unidad.



Figura 4.54 Glacís con cultivo de maíz. Municipio de Santa Catarina Pinula (Foto: J. del Cid 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima, es "templado húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 18.0 °C; 1,624 mm de precipitación y una altitud media de 1,724 msnm Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.54, el uso principal es agrícola

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de depósitos coluvio-aluviales; en pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y fuertemente inclinadas (12 al 25%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve glacís.

La unidad cartográfica está compuesta en un 90% de la superficie por los suelos Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 010203). El 10% del área restante, está ocupada por los suelos Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010309).

La Consociación Lourdes presenta las siguientes fases:

- **MBKc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 40 ha.
- **MBKd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 145 ha.
- **MBKd2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 27 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010203)

En la Figura 4.55, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

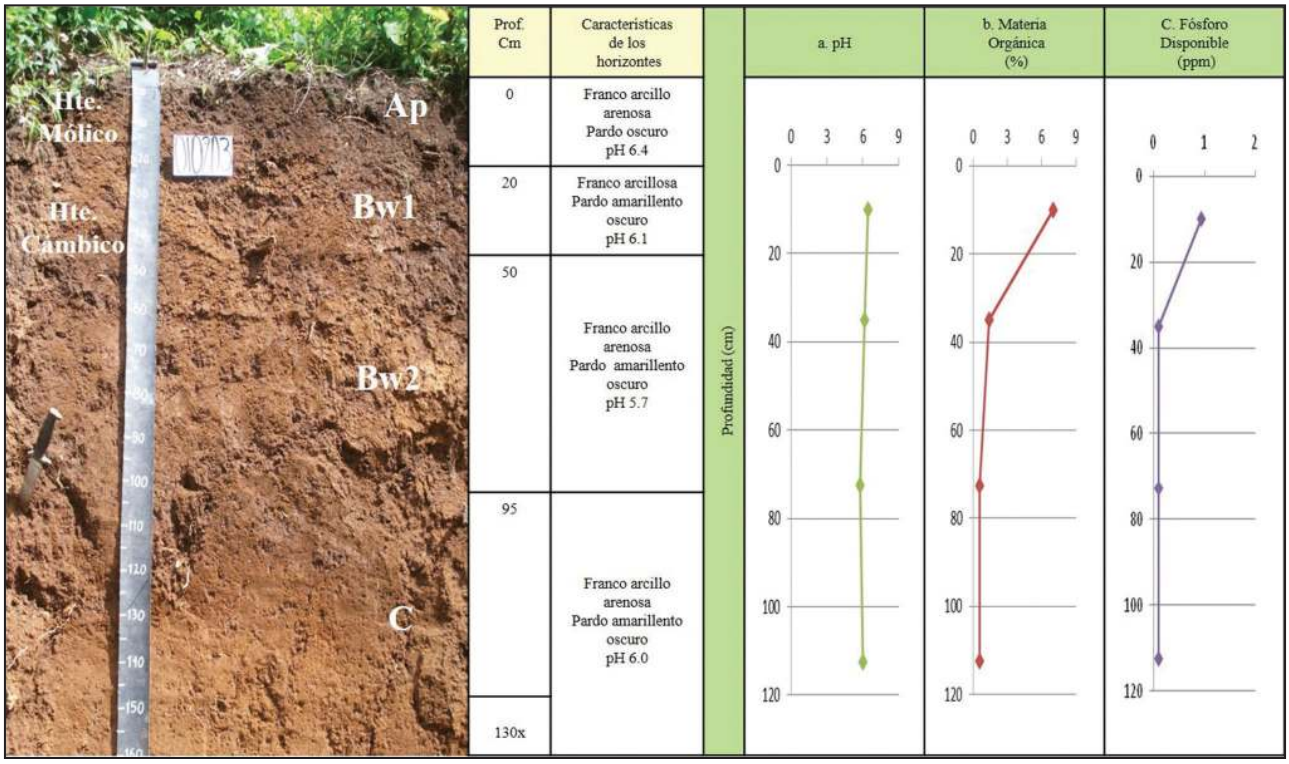


Figura 4.55 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010203) de la Consociación Lourdes. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: J. del Cid 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010203)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Lourdes
Símbolo		MBK
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del Suelo		**Typic Humustepts, familia franca ina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Santa Catarina Pinula
	Aldea	El Pulté
	Caserío, sector, sitio, inca	A 2 kilómetros del residencial Lomas de San Isidro
	Coordenadas planas	X: 0506518
		Y: 1614391
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,918
	Línea de vuelo No.	223
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente Morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Glacís
	Forma del terreno	Cuerpo de glacís
Material Parental		Depósitos coluvio-aluviales
Altitud		1,777 msnm
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 al 25 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,548 mm
	Temperatura promedio anual	18.0 ^{0}C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	-
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en Masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Aloramientos Rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad Supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad Efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura y ganadería
	Cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Erosión moderada, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Encino, ilamo, zarza, pastos naturales, matorrales
Describió		Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		07-08-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques angulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
20 – 50 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arcillosa; estructura en bloques angulares, finos, medios y gruesos, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y plástica; pocos poros, finos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.1, ligeramente ácido; límite gradual y ondulado.
50 – 95 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques angulares, finos, medios y gruesos, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y plástica; pocos poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.7, moderadamente ácido; límite gradual y ondulado.
95 – 130 cm C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme; en mojado ligeramente pegajosa y plástica; pocos poros, finos; no hay raíces; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.0, moderadamente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 010203)

Cuadro 4.62. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010203)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	0.87	2.10	83.57	44.94	41.80	35.68	30.53	27.64	25.04	29.27	29.30	58.57
20-50	0.85	2.03	88.67	45.05	42.53	41.02	37.68	32.21	26.98	30.25	27.88	58.13
50-95	0.82	2.02	81.67	48.36	46.69	45.66	44.23	39.55	29.63	25.44	33.96	59.41

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-20	38.18	16.76
20-50	41.05	15.54
50-95	41.98	17.06

Cuadro 4.63. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010203)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-20	47.46	26.27	26.27	FArA	FArA	-	6.4	3.68	6.99	-	-	-	0.94	8.07	Alta
20-50	38.89	25.03	36.08	FAr	ArA	-	6.1	0.74	1.41	-	-	-	0.10		
50-95	55.16	16.47	28.37	FArA	ArA	-	5.7	0.32	0.61	-	-	-	0.10		
95-130	48.03	25.09	26.88	FArA	ArA	-	6.0	0.32	0.61	-	-	-	0.10		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	44.43	25.90	18.54	25.90	18.68	3.62	3.57	0.02	-	42.04	8.16	8.03	0.05	0.0
20-50	41.02	11.32	29.69	11.32	6.04	2.05	3.20	0.04	-	14.73	4.99	7.79	0.10	0.0
50-95	42.72	10.90	31.83	10.90	5.40	1.20	4.15	0.15	-	12.64	2.80	9.72	0.35	0.0
95-130	39.31	10.61	28.70	10.61	5.86	1.13	3.43	0.20	-	14.90	2.86	8.73	0.51	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	58.28	0.61	5.14	6.22	62.26	-	-	-
20-50	27.61	4.08	3.64	40.25	32.18	-	-	-
50-95	25.51	3.99	10.89	41.09	23.22	-	-	-
95-130	26.99	3.22	4.05	32.61	20.99	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010203)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.55 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); Bw1 (30 cm de espesor); Bw2 (45 cm de espesor) y C (35 cm de espesor). El horizonte **Ap,** tiene color pardo oscuro; textura (de laboratorio) franco

arcillo arenosa; estructura en bloques angulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** muestra color pardo amarillento oscuro; textura (de laboratorio) franco arcillosa; estructura en bloques angulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** presenta color pardo amarillento oscuro; textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa; estructura en bloques angulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C**, posee color pardo amarillento oscuro; textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.62 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.63, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas. La densidad real presenta valores bajos (2.10- 2.02 g/cc). La densidad aparente tiene valores muy bajos (0.87 - 0.82 g/cc). La porosidad total en el perfil es alta (58% a 59%); la macroporosidad ocupa entre el 25% y el 29% y la microporosidad ocupa entre el 28% y el 34%; estos valores muestran una dominancia de la micro sobre la macroporosidad, permitiendo moderada infiltración y aireación. La humedad aprovechable es baja (16.7% a 17.0 %), lo que representa una limitante para las plantas. No presenta limitaciones físicas para la penetración de las raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.63, los suelos tienen un pH ligeramente ácido en los primeros horizontes (6.4 - 6.1) y moderadamente ácido en los demás (5.7-6.0), considerados adecuados para la mayoría de los cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), varía de alto (6.99%) a bajo (0.61%), el mayor valor corresponde al horizonte superior y los menores a los inferiores, debe aumentarse.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta en todos los horizontes (44.4 a 39.3 meq/100 g de suelo), estos valores indican un potencial alto para retener nutrientes útiles para las plantas. La reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), es media (25.9 a 10.6 meq/100 g de suelo) el mayor valor corresponde al horizonte superficial y los menores a los inferiores; reserva que se considera moderada para la mayoría de cultivos, debe ser suplementada. La saturación de bases (SB), varía de alta (58%) en superficie a baja (25.5%) en profundidad.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen valores bajos; el potasio (K), posee valores altos en todo el perfil. De los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra alto en el primer y segundo horizonte y medio en los siguientes; el magnesio (Mg), es alto en el primer horizonte, medio en el segundo y bajo en los demás.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores bajos en superficie y se incrementan en profundidad; el zinc (Zn), es alto en el primer y tercer horizonte y medio en los demás; el hierro (Fe), tiene contenidos bajos en el primer horizonte y altos en el resto del perfil; el manganeso (Mn), se encuentra con contenidos altos en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010203)

Suelos originados a partir de depósitos coluvio-aluviales, de moderada evolución, son profundos; bien drenados; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas; con pH ligeramente ácido en superficie; con contenidos altos de materia orgánica en el horizonte superficial. Con alta capacidad de intercambio de cationes, medio contenido de bases, alta saturación de bases en superficie y alta fertilidad. El régimen de humedad del suelo se

califica como "ústico", porque permanecen secos por más de 90 días consecutivos o 180 acumulativos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", lo que significa que la temperatura media del suelo oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, son: pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y fuertemente inclinadas (12 al 25%), erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase con pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión ligera, las fases con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) erosión ligera, fuertemente inclinadas (12 al 25%) erosión moderada, con capacidad de uso agrícola para el establecimiento de cultivos anuales y perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Asimismo, tienen aptitud para el desarrollo de sistemas ganaderos semi-intensivos.

Respecto a su manejo, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, las que deben aumentar de intensidad, con base en el incremento de la pendiente. Las prácticas recomendadas son: sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel y establecer acequias de ladera con barreras vivas en su parte superior, con esta técnica se puede reducir la erosión hídrica, se mejora la infiltración del agua de lluvia y aumenta la humedad aprovechable que es deficiente en estos suelos; este incremento de humedad favorece su desarrollo evolutivo. Si es necesario arar, debe utilizarse la labranza mínima, teniendo el cuidado de dejarlo cubierto con materiales vegetales. Se recomienda establecer cortinas rompevientos para evitar la erosión eólica.

La ganadería semi-intensiva, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte, cercas vivas y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

De acuerdo con su fertilidad se deben aplicar abonos orgánicos, incorporar abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, se necesitan los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Tomando en cuenta los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse en forma foliar Cobre. También es necesario suplementar con Hierro. Se necesita riego en la época seca ya sea por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010203)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MBKc1 pertenece a la clase III, sub clase III p y grupo de manejo III p-3 posee vocación agrícola; la fase MBKd1 pertenece a la clase IV, sub clase IV p y grupo de manejo IV p-2 y la fase MBKd2 pertenece a la clase IV, sub clase IV pe y grupo de manejo IV pe-4, estas tierras también poseen vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de la inclusión (PI 010309)

Esta unidad cartográfica contiene, en un 10%, de su superficie, la inclusión de suelo **Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (PI 010309),** se caracterizan por ser profundos, bien drenados, de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con densidad aparente muy baja. La porosidad total es alta. La humedad aprovechable es media en el primer horizonte y baja en los demás. El pH es ligeramente ácido en superficie y neutro en profundidad. La materia orgánica (MO), varía de alta a baja en el perfil. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), presenta altos valores. La saturación de bases (SB), es alta el horizonte superior y media en los demás. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.28 Unidad MBL

Consociación Los Pocitos: Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 011607.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea Los Dolores, caseríos El Pericón y Los Pocitos, del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 156 hectáreas. En la Figura 4.56, se observa el paisaje característico de la unidad.

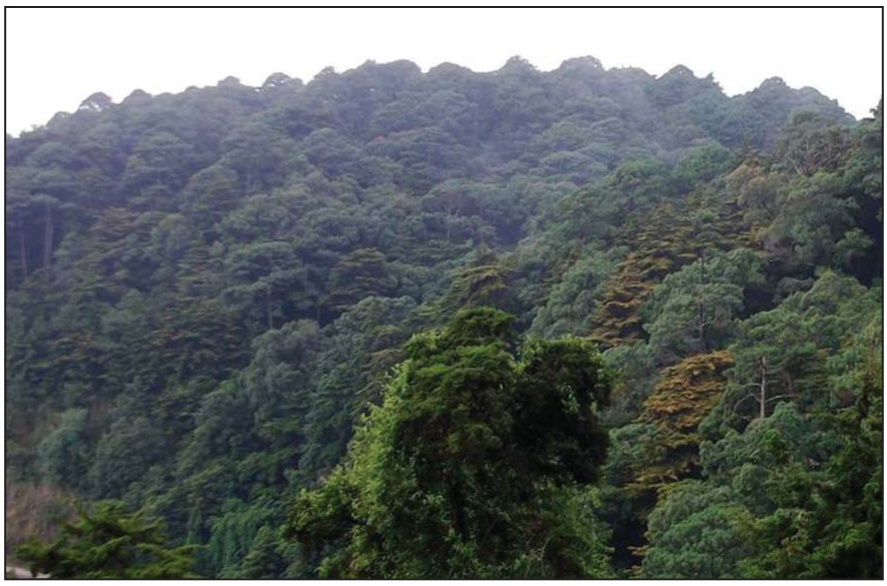


Figura 4.56 Escarpe con bosque natural. Municipio de Villa Canales (Foto: M. Tum 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 20.1 °C; 1,394 mm de precipitación y una altitud media de 1,294 m. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.56, la cobertura vegetal es bosque.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de basalto, andesita y dacita; en pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve Escarpe.

La unidad cartográfica está compuesta en un 90% de la superficie por los suelos Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica, (perfil modal, PM 011607). El 10% del área restante, está ocupada por otros suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación Los Pocitos presenta las siguientes fases:

- **MBLe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 26 ha.
- **MBLe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 130 ha

A). Descripción del perfil modal (PM 011607)

En la Figura 4.57, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

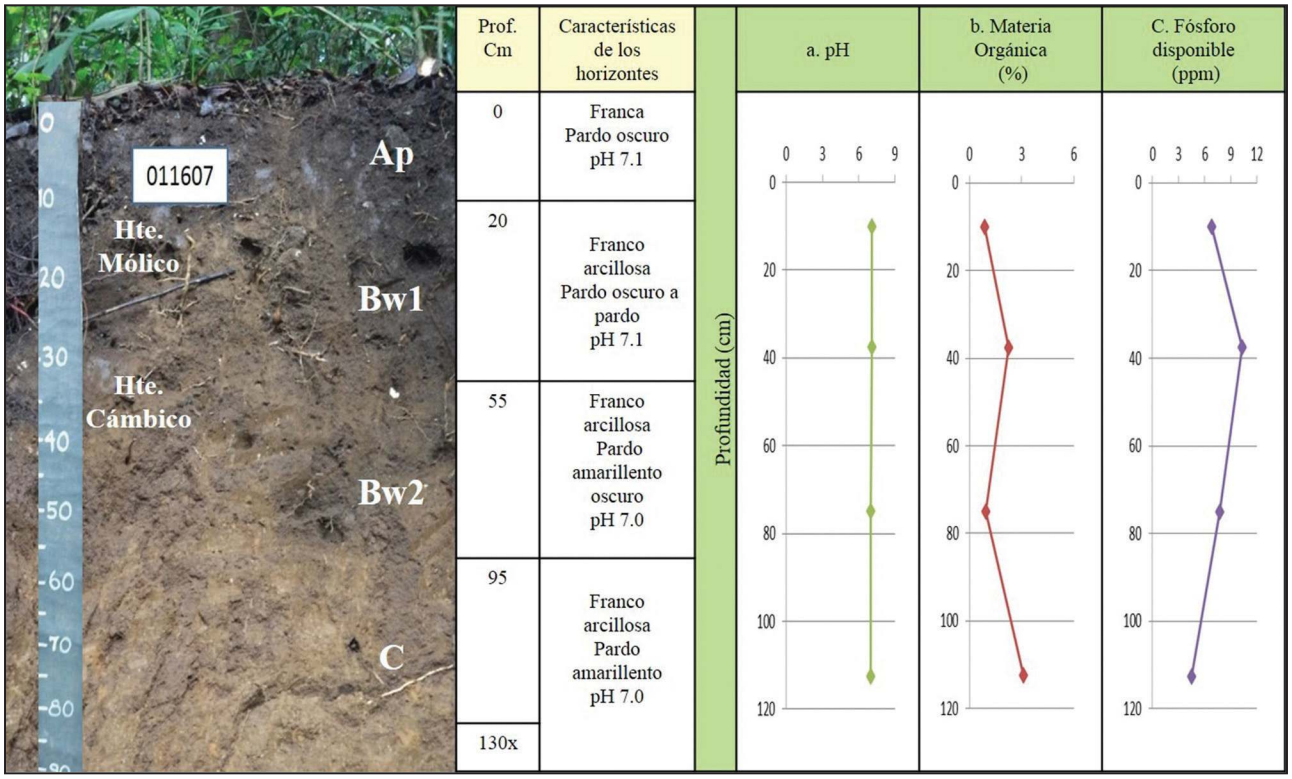


Figura 4.57 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011607) de la Consociación Los Pocitos. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: M. Tum 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011607)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Los Pocitos
Símbolo		MBL
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia franca ina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	Los Pocitos
	Caserío, sector, sitio, inca	-
	Coordenadas planas	X: 489032
		Y: 1584916
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,377
	Línea de vuelo No.	232
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Escarpe
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Basalto, andesita y dacita
Altitud		1,280 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,531 mm
	Temperatura promedio anual	20.6 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego.
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	-
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Café bajo sombra
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente escarpadas, erosión moderada y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Encino
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		24-07-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.1, neutro; límite gradual y plano.
20 – 55 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo y de laboratorio franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.1, neutro; límite claro y plano.
55 – 95 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.0, neutro; límite gradual y plano.
95 – 130 cm C	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.0, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011607)

Cuadro 4.64. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011607)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	0.83	2.48	75.49	44.98	38.85	37.15	36.55	30.41	6.33	32.29	34.24	66.53
20-55	0.73	2.07	61.86	45.18	39.76	37.81	33.82	31.02	19.61	23.13	41.61	64.73

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-20	39.84	32.52
20-55	60.68	20.15

Cuadro 4.65. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011607)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-20	36.33	36.83	26.84	F	FAr	-	7.1	0.47	0.89	-	-	-	6.82	7.60	Alta
20-55	23.71	44.07	32.22	FAr	FAr	-	7.1	1.19	2.27	-	-	-	10.31		
55-95	20.43	39.61	39.96	FAr	Ar	-	7.0	0.51	0.96	-	-	-	7.72		
95-130	33.01	36.76	30.23	FAr	ArL	-	7.0	1.63	3.10	-	-	-	4.52		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	29.05	14.96	14.09	14.94	10.62	2.24	1.83	0.25	0.02	36.56	7.71	6.30	0.86	0.1
20-55	38.17	12.29	25.88	12.27	9.11	1.82	0.92	0.42	0.02	23.87	4.77	2.41	1.10	0.2
55-95	37.60	12.58	25.02	12.56	9.78	1.93	0.23	0.62	0.02	26.01	5.13	0.61	1.65	0.2
95-130	30.19	12.76	17.43	12.74	9.53	2.53	0.10	0.58	0.02	31.57	8.38	0.33	1.92	0.2

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	51.43	1.28	2.44	36.10	13.90	-	-	-
20-55	32.15	0.64	3.04	20.90	16.60	-	-	-
55-95	33.40	1.04	1.89	44.60	18.50	-	-	-
95-130	42.20	0.79	2.08	44.80	20.80	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011607)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.57 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); Bw1 (35 cm de espesor); Bw2 (40 cm de espesor) y C (35 cm de espesor). El horizonte **Ap,** tiene color pardo oscuro; textura (de laboratorio) franca; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El

horizonte **Bw1,** posee color pardo oscuro a pardo; textura (de laboratorio) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** presenta color pardo amarillento oscuro; textura (de laboratorio) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** es de color pardo amarillento; de textura (de laboratorio) franco arcillosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.64 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.65, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas. La densidad real es baja (2.48 a 2.07 g/cc) y la densidad aparente tiene valores muy bajos (0.83 g/cc a 0.73 g/cc). La porosidad total en el perfil es muy alta (66 a 65%); los macroporos ocupan entre el 32 y el 23% y entre 34 y el 42% es ocupado por los microporos; es evidente la dominancia de la micro sobre la macroporosidad, por lo que presentan moderada permeabilidad e infiltración. La humedad aprovechable es media (32-20%), que es adecuada para las plantas. No hay limitaciones físicas para la penetración de las raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.65, los suelos el pH es neutro (7.1-7.0), es adecuado para la disponibilidad de nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), varía de bajo (0.89%) a medio (3.1%), los menores valores se encuentran hasta el tercer horizonte y el mayor valor en el último, se debe incrementar.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta en todo el perfil (29.0 a 38 meq/100 g de suelo), estos valores indican un potencial alto para retener nutrientes útiles para las plantas. La reserva de bases intercambiable (Ca, Mg, K, Na) es media (15 a 12 meq/100 g de suelo); reserva que se considera moderada para la mayoría de cultivos, debe suplementarse para una adecuada producción agrícola. La saturación de bases (SB), va de alta (51%) a baja (32%), el mayor valor corresponde al horizonte superficial y los menores a los inferiores.

Con referencia a los **elementos mayores** el nitrógeno (N) y fósforo (P), tienen valores bajos en el perfil; el potasio (K), posee valores altos en superficie que disminuyen con la profundidad. De los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas en todo el perfil; el magnesio (Mg), presenta valores medios en todos los horizontes.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) reporta valores bajos en el perfil, el zinc (Zn), tiene niveles bajos excepto en el segundo horizonte donde es medio; el hierro (Fe) y el manganeso (Mn), poseen valores altos en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011607)



Estos suelos se han originado a partir de basalto, andesita y dacita, presentan moderada evolución, son profundos; con drenaje moderadamente excesivo; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas; pH neutro; con contenidos bajos de materia orgánica. Con alta capacidad de intercambio de cationes, medio contenido de bases, alta saturación de bases en superficie y alta fertilidad. El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", porque permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", lo que significa que la temperatura media del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, con las pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), la erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones durante un semestre del año, por lo que tienen capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo, así como para el establecimiento de sistemas silvopastoriles extensivos.

Para su adecuado manejo es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas en su parte superior, esta técnica permite reducir la erosión hídrica, disminuir la escorrentía superficial provocada por las lluvias y mejorar la infiltración del agua en el perfil, y esto favorece su desarrollo evolutivo. No se pueden mecanizar, debe cuidarse y mantenerse una buena cobertura vegetal. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica así como dejarlo cubierto con material vegetal durante la época seca. Si fuera necesario utilizarlos para el cultivo de granos básicos u otros cultivos intensivos, es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente, y proteger los taludes con siembra de gramíneas nativas. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilidad, se recomienda aplicar abonos orgánicos, incorporar abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Con relación a la fertilización química, se debe aplicar los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse de forma foliar Cobre y Zinc. Necesitan riego en la época seca aplicado por medio de aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011607)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, las fases MBLe1 y MBLe2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-5, son tierras con vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.1.29 Unidad MBM

Consociación Río Concepción: Fluventic Haplustepts, familia franca gruesa sobre esquelética arenosa, superactiva, isotérmica, perfil modal 010322.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea Concepción Pinula, municipio de San José Pinula. La unidad cartográfica abarca una extensión de 90 hectáreas. En la Figura 4.58, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.58 Vallecito con vegetación arbustiva. Municipio de San José Pinula (Foto: J. del Cid 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 17.2 °C; 1,808 mm de precipitación y una altitud media de 1,509 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), lengua de vaca (*Curatella americana*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.58, la cobertura vegetal es arbustos y pastos naturales.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de depósitos aluvio-coluviales, en pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve vallecito.

La unidad cartográfica está compuesta en un 90% de la superficie por los suelos Fluventic Haplustepts, familia franca gruesa sobre esquelética arenosa, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 010322). El 10% del área restante, está ocupada por los suelos Fluventic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010323).

La Consociación Río Concepción presenta las siguientes fases:

- **MBMcp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 40 ha.
- **MBMcp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 50 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010322)

En la Figura 4.59, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

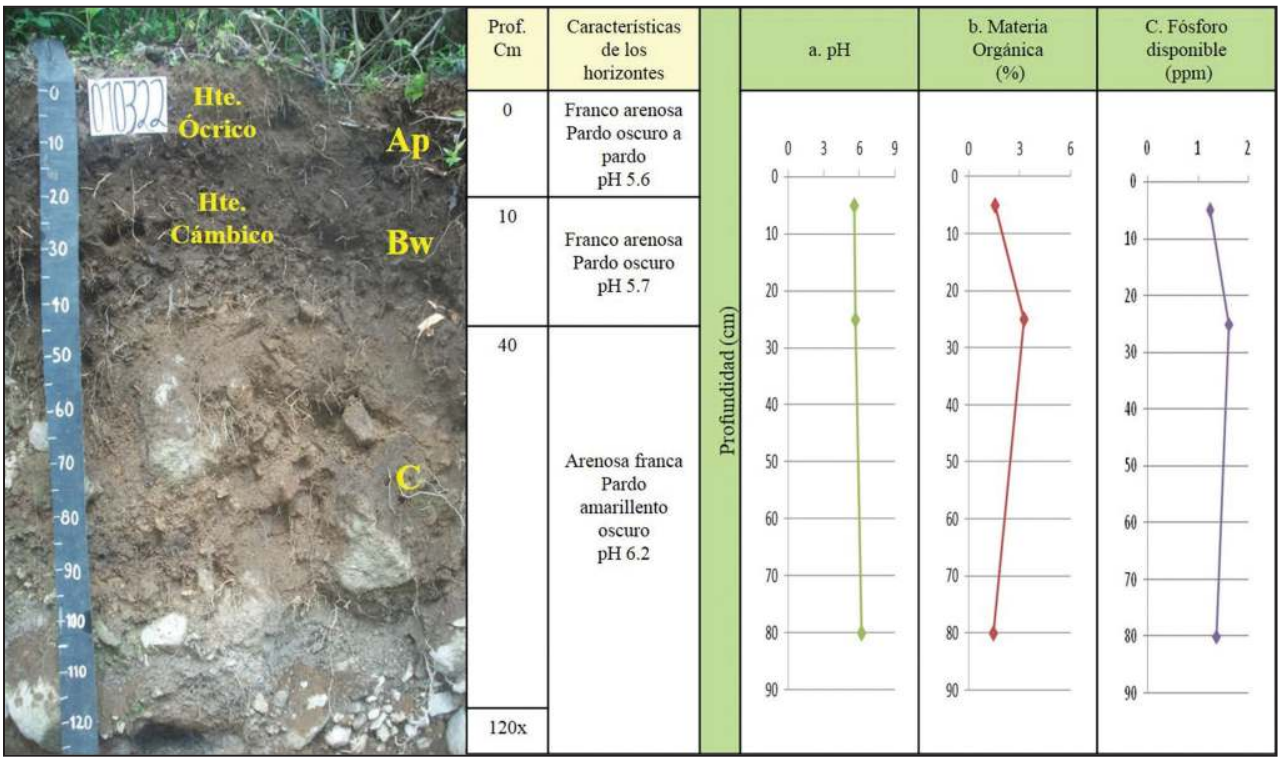


Figura 4.59 Se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil modal (PM 010322) de la Consociación Río Concepción. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: J. del Cid 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010322)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Río Concepción
Símbolo		MBM
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del Suelo		**Fluventic Haplustepts, familia franca gruesa sobre esquelética arenosa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San José Pinula
	Aldea	Concepción Pinula
	Caserío, sector, sitio, finca	A 800 metros de la entrada a Concepción Pinula
	Coordenadas planas	X: 515315
		Y: 1605647
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	9,619
	Línea de vuelo No.	226
	Bloque No.	01

Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente Morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Vallecito
	Forma del terreno	Vega
Material Parental		Depósitos aluvio–coluviales
Altitud		1,573 m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 – 12 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,900 mm
	Temperatura promedio anual	17.6 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	18.3 °C.
Drenaje	**Interno**	Medio a rápido
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en Masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos Rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad Supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Supericie cubierta	15 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad Efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	40 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, presencia de fragmentos de roca en el perfil
Vegetación natural		Arbustos, pastos naturales

Describió	Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción	05-07-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 10 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; estructura granular, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable; en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos, medianos y gruesos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.6, moderadamente ácido; límite gradual y ondulado.
10 – 40 cm Bw	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; frecuente piedra (20%), poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable; en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; muchos poros, finos y medianos; pocas raíces, muy finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.7, moderadamente ácido; límite gradual y ondulado.
40 – 120 cm C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo y de laboratorio arenosa franca; extremadamente abundante piedra (65%), sin alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; sin estructura (grano suelto); en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.2, ligeramente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil (PM 010322)

Cuadro 4.66. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010322)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-10	1.12	2.07	14.35	13.18	13.07	12.73	9.46	7.93	6.40	4.09	41.80	45.89
10.-40	1.24	2.27	20.32	19.67	18.95	16.78	15.33	11.37	8.95	3.06	42.32	45.37

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-10	17.38	6.67
10.-40	22.81	10

Cuadro 4.67. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010322)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-10	67.56	20.01	12.43	FA	AF	-	5.6	0.82	1.56	-	-	-	1.24		
10.-40	70.17	17.82	12.01	FA	FA	30.00	5.7	1.72	3.26	-	-	-	1.62	6.07	Media
40-120	84.03	9.18	6.79	AF	AF	65.00	6.2	0.77	1.47	-	-	-	1.37		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-10	9.68	5.98	3.70	5.56	4.17	1.11	0.13	0.15	0.42	43.08	11.47	1.34	1.55	7.0
10.-40	13.67	7.36	6.31	7.16	5.24	1.48	0.31	0.13	0.20	38.33	10.83	2.27	0.95	2.7
40-120	9.11	7.73	1.38	7.71	5.66	1.55	0.37	0.13	0.02	62.13	17.01	4.06	1.43	0.3

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-10	57.44	0.35	0.74	41.30	11.20	-	-	-
10.-40	52.38	0.20	1.81	62.40	9.34	-	-	-
40-120	84.63	0.21	1.29	29.90	7.92	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010322)

Estos suelos poseen moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.59 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (10 cm de espesor); Bw (30 cm de espesor) y C (80 cm de espesor). El horizonte **Ap,** presenta color pardo oscuro a pardo; textura (de laboratorio) franco arenosa; estructura en gránulos, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo muy friable. El horizonte **Bw,** posee color pardo oscuro; textura (de laboratorio) franco arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo muy friable. El horizonte **C,** tiene color pardo amarillento oscuro; textura (de laboratorio) arenosa franca; sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo muy friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.66 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.67, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas sobre gruesas. La densidad real es baja (2.07 - 2.27 g/cc) y la densidad aparente tiene valores bajos (1.12 a 1.24 g/cc). La porosidad total en el perfil es alta (45%); los macroporos ocupan entre el 4% y 3% respectivamente, los microporos ocupan el 41% y 42%; estos valores muestran una dominancia de la micro sobre la macroporosidad. Los valores de densidad aparente y porosidad total en este perfil indican un drenaje rápido y una baja humedad aprovechable (6.6% a 10%) para las plantas; asimismo, hay limitaciones físicas a los 40 cm, por la presencia de fragmentos de roca, que limitan la penetración de las raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.67, los suelos el pH es moderadamente ácido (5.6-5.7) en los horizontes superficiales y ligeramente ácido (6.2) en profundidad, adecuados para la mayoría de los cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), varía de bajo (1.56%) a medio (3.26%), el mayor valor corresponde al segundo horizonte y los menores a los demás.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), varía de baja (9.68 meq/100 g de suelo) a media (13.6 meq/100 g de suelo) en el perfil, indica una moderada capacidad de retener nutrientes útiles para las plantas. La reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) es baja (5.56 a 7.71 meq/100 g de suelo), que se considera insuficiente para la mayoría de cultivos, debe suplementarse para una adecuada producción agrícola. La saturación de bases

(SB) es alta en todo el perfil (57 a 85%).

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo disponible (P), tienen valores bajos, el potasio (K), presenta contenidos bajos en el primer horizonte y medios en los demás. Con respecto a los **cationes,** el calcio (Ca) se encuentra en cantidades medias en todos los horizontes; el magnesio (Mg), reporta valores bajos en el primer y segundo horizonte y medios en el tercero.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el Zinc (Zn), presentan bajos valores en todos los horizontes; el hierro (Fe), tiene contenidos altos en todos los horizontes; el manganeso (Mn), se encuentra alto en el primer horizonte y medio en los siguientes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010322)

Estos suelos se han originado a partir de depósitos aluvio-coluviales, presentan moderada evolución, son superficiales; con drenaje natural bueno; de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas sobre gruesas, con abundantes fragmentos de roca a los 40 cm de profundidad; con pH moderadamente ácido en superficie; con contenidos bajos de materia orgánica. Con baja capacidad de intercambio de cationes en el horizonte superior, bajo contenido de bases intercambiables, alta saturación de bases y media fertilidad. El régimen de humedad de los suelos es calificado como "ústico", porque permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", quiere decir que la temperatura media del suelo varía de 15.0 a 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, se originaron en las pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), la poca profundidad efectiva, la mediana pedregosidad superficial, la erosión ligera y moderada, las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase con pendientes moderadamente inclinadas (7 a 12%), erosión ligera y mediana pedregosidad superficial, y la fase con pendientes moderadamente inclinadas (7 a 12%), mediana pedregosidad superficial, abundantes fragmentos de roca en el perfil, erosión moderada tiene capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de sistemas agroforestales con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo. También tienen aptitud para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

Para el manejo de estos suelos es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel. Además, para aumentar la retención de agua de lluvia, y mejorar la infiltración en el perfil, deben establecerse acequias de ladera protegidas con barreras vivas. Estos suelos no se pueden mecanizar por la existencia de piedra en superficie y fragmentos en el perfil. Debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia para evitar la escorrentía. Para la implementación de cultivos como granos básicos y otros, se tiene que remover la piedra del lugar en donde se hará la siembra, estas piedras podrán utilizarse para la construcción de barreras muertas.

Se recomienda establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como mantener el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca, para minimizar la escorrentía. Las

actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, cercas vivas, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad, se recomienda la aplicación de abonos orgánicos, incorporación de abonos verdes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Considerando la fertilización química, se necesita suplementar con Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, debe aplicarse Cobre y Zinc, en forma foliar. Se necesita riego en época seca, ya sea por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010322)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, las fases MBMcp1 y MBMcp2 pertenecen a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-4, son tierras con vocación agroforestal y Silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de la inclusión (PI 010323)

Esta unidad cartográfica contiene, en un 10%, de su superficie, la inclusión de suelo **Fluventic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica (PI 010323),** se caracteriza por ser moderadamente profundo, con drenaje natural imperfecto, de texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con densidad aparente muy baja, la porosidad total es muy alta en superficie pero disminuye en profundidad. La humedad aprovechable es media. El pH varía de moderada a ligeramente ácido. La materia orgánica (MO), tiene valores altos a medios en el perfil. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta en el primer horizonte y media en los demás. La saturación de bases (SB), es alta en el perfil. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.30 Unidad MQA

Complejo El Muñeco: Humic Ustivitrands, familia cenizal sobre esquelética medial, isotérmica, perfil modal 011619 – Humic Haplustands, familia medial sobre esquelética - franca, isotérmica, perfil modal 011646 y Coladas de Lava.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Andisol y se encuentran a inmediaciones de las fincas Colombia, La Sabana, Los Llanos y San Antonio El Muñeco, del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 781 hectáreas. En la Figura 4.60, se observa el paisaje característico de esta unidad.



Figura 4.60 Estrato-volcán cubierto de pasto natural. Municipio de Villa Canales (Foto: R. Pacheco 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 19.5 °C; 1,150 mm de precipitación y una altitud media de 1,516 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.60, el uso principal es la ganadería.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tefras (cenizas volcánicas y pómez), en pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve estrato-volcán.

La unidad cartográfica está compuesta en un 40% de la superficie por los suelos Humic Ustivitrands, familia cenizal sobre esquelética medial, isotérmica (perfil modal, PM 011619); en un 30% del área, por los suelos Humic Haplustands, familia medial sobre esquelética franca, isotérmica (perfil modal, PM 011646). El 30% del área restante, está ocupada por coladas de Lava.

El Complejo El Muñeco, presenta las siguientes fases:

- **MQAcp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 57 ha.
- **MQAdp2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 325 ha.
- **MQAep2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 399 ha.

Los suelos Humic Ustivitrands, familia cenizal sobre esquelética medial, isotérmica, perfil modal 011619

En la Figura 4.61, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

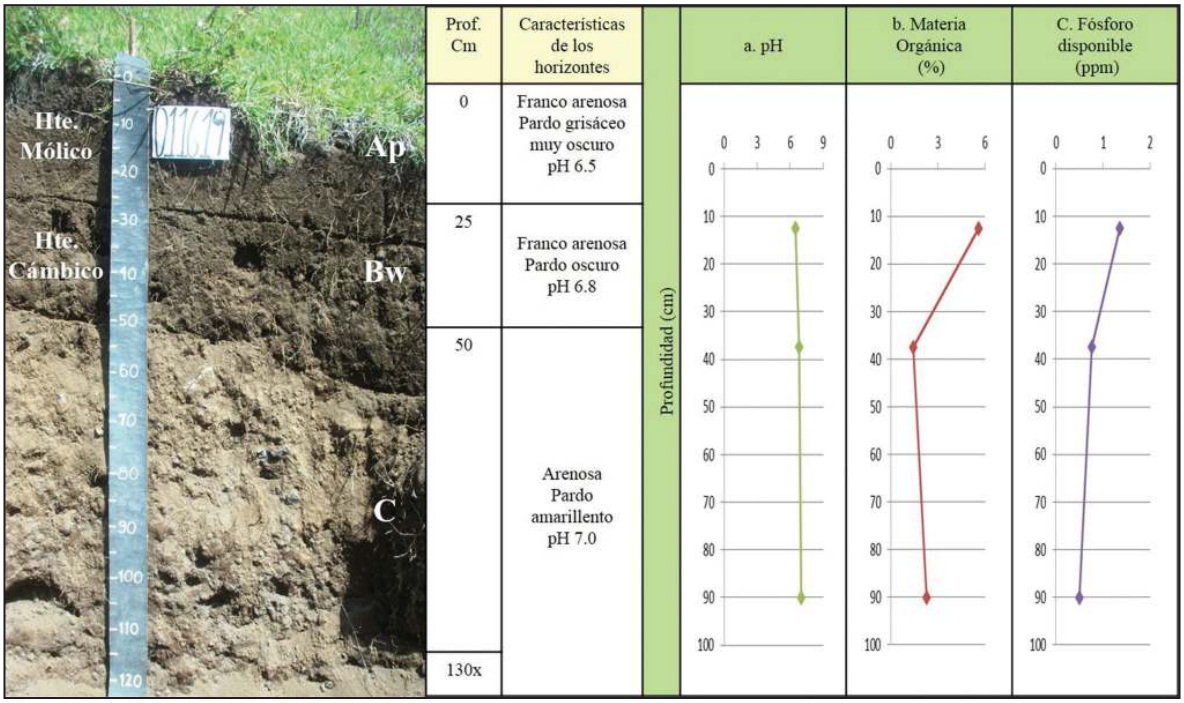


Figura 4.61 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011619) del Complejo El Muñeco. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil (PM 011619)

Tipo de peril		Modal 1
Unidad Cartográica		Complejo El Muñeco
Símbolo		MQA
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Humic Ustivitrands, familia cenizal sobre esquelética medial, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	Los Llanos
	Caserío, sector, sitio, inca	-
	Coordenadas planas	X: 491802
		Y: 1588910
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,260
	Línea de vuelo No.	231
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato-volcán
	Forma del terreno	Ladera

Material Parental		Tefras, cenizas volcánicas y pómez
Altitud		1,469 msnm.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 al 25 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,140 mm
	Temperatura promedio anual	17.1ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	21.4 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Supericie cubierta	20 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	50 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Ganadería extensiva con pastos naturales
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Presencia de fragmentos de roca en el perfil, erosión moderada, abundante pedregosidad superficial, déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		No hay
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		24-07-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arenosa y de laboratorio arenosa franca; frecuente piedra (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite gradual y plano.
25 – 50 cm Bw	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arenosa y de laboratorio arenosa franca; abundante piedra (40%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.8, neutro; límite claro e irregular.
50 – 130 cm C	Color en húmedo pardo amarillento (10YR3/6); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; extremadamente abundante piedra (80%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, gruesos; pocas raíces, medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.0, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011619)

Cuadro 4.68 Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011619)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	0.96	1.99	49.48	44.51	43.43	15.96	10.30	8.53	6.58	6.33	45.43	51.76
25-50	1.04	1.45	41.34	37.70	32.76	13.86	9.94	8.84	6.33	5.87	22.41	28.28

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-25	14.34	36.85
25-50	14.14	26.43

Cuadro 4.69 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011619)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-25	82.44	12.81	4.75	AF	FA	20.00	6.5	2.94	5.58	-	-	-	1.35	6.10	Media
25-50	78.99	16.11	4.90	AF	FA	40.00	6.8	0.75	1.43	-	-	-	0.76		
50-130	62.57	32.06	5.37	FA	A	80.00	7.0	1.21	2.30	-	-	-	0.50		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-25	9.11	4.96	4.15	4.94	3.84	0.76	0.15	0.19	0.02	42.15	8.34	1.65	2.09	0.4
25-50	9.82	6.37	3.45	6.35	4.97	1.03	0.17	0.18	0.02	50.61	10.49	1.73	1.83	0.3
50-130	2.85	2.63	0.22	2.61	1.83	0.46	0.12	0.20	0.02	64.21	16.14	4.21	7.02	0.8

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-25	54.23	1.10	2.64	21.20	1.00	45.50	0.85	1.11
25-50	64.66	2.56	1.36	38.20	1.00	75.90	0.95	1.16
50-130	91.58	1.34	1.11	24.60	1.00	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable (H^{++} Al^{+++}); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Los suelos Humic Haplustands, familia medial sobre esquelética franca, isotérmica, perfil modal 011646

En la Figura 4.62, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

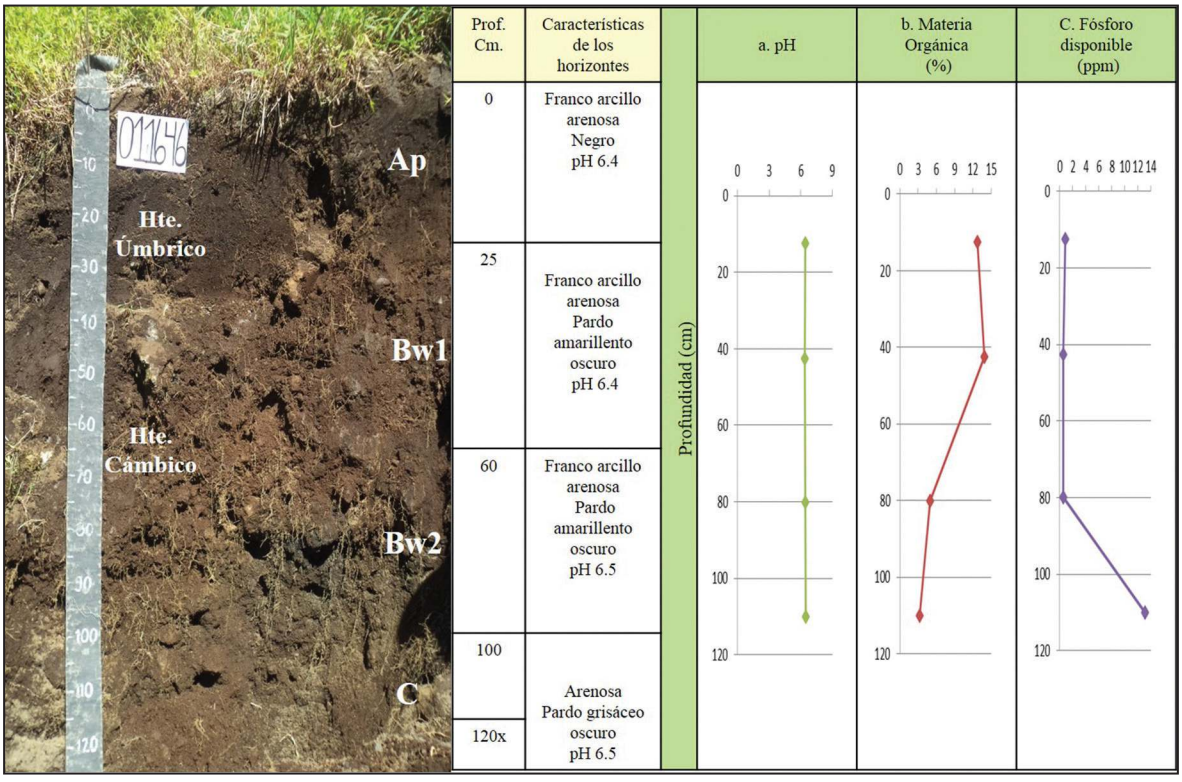


Figura 4.62 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011646) del Complejo El Muñeco. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo (Foto: C. García 2014)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011646)

Tipo de peril		Modal 2
Unidad Cartográica		Complejo El Muñeco
Símbolo		MQA
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Humic Haplustands, familia medial sobre esquelética franca, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	Finca La Sabana
	Caserío, sector, sitio, inca	Pasando Santa Elena Barillas, Villa Canales, parte sur, a 3 km de la comunidad Los Llanos
	Coordenadas planas	X: 493047
		Y: 1590611
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1820
	Línea de vuelo No.	231
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato-volcán
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras, cenizas volcánicas y pómez
Altitud		1,605 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,072 mm
	Temperatura promedio anual	17.2°C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante un semestre, deficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	21.7°C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Supericie cubierta	25%
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	60 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60 % por volumen)
Uso	**Actual**	Ganadería
	Nombre de los cultivos	Pasto estrella
	Vegetación natural	Palo blanco, ceibillo
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente escarpadas, fragmentos de roca (> 60 % por volumen), déficit de agua en época seca
Describió		Cesar David García Sic
Fecha de descripción		07-10-2014

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca piedra (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite claro e irregular.
25 – 60 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente piedra (25%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite claro e irregular.
60 – 100 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio arenosa franca; extremadamente abundante piedra (65%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite gradual e irregular.

100 – 120 cm C	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (2.5Y4/2); textura de campo arenosa y de laboratorio arenosa; extremadamente abundante piedra (70%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, medianos y gruesos; no hay raíces ; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite gradual e irregular.
Observaciones	*Presencia fragmentos de roca proveniente de las coladas de lava en el perfil.*

C). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011646)

Cuadro 4.70 Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011646)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	0.75	2.25	60.69	49.86	33.15	31.83	30.38	23.86	13.66	30.25	36.41	66.67
25-60	0.71	2.30	59.51	50.83	32.13	30.64	29.26	26.44	18.90	31.81	37.32	69.13

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-25	-	19.49
25-60	-	13.23

Cuadro 4.71 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011646)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	**	%	ppm	Valor	Caliic.
0-25	72.40	21.30	6.30	FA	FArA	15.00	6.4	6.73	12.79	-	-	-	0.82	6.60	Media
25-60	73.50	20.00	6.50	FA	FArA	25.00	6.4	7.30	13.87	-	-	-	0.51		
60-100	87.00	8.80	4.20	AF	FArA	65.00	6.5	2.62	4.98	-	-	-	0.51		
100-120	87.20	8.70	4.10	A	A	70.00	6.5	1.71	3.25	-	-	-	13.09		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-25	31.40	11.38	20.02	11.38	7.99	3.06	0.17	0.16	0.00	25.45	9.75	0.54	0.51	0.0
25-60	34.21	10.54	23.67	10.54	7.34	3.09	0.09	0.02	0.00	21.46	9.03	0.26	0.06	0.0
60-100	16.26	6.51	9.75	6.51	4.13	2.30	0.04	0.04	0.00	25.40	14.15	0.25	0.25	0.0
100-120	9.53	4.59	4.94	4.59	2.57	1.97	0.02	0.03	0.00	26.97	20.67	0.21	0.31	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-25	36.24	0.12	3.93	13.25	32.10	80.40	1.90	2.80	-	-
25-60	30.81	0.13	0.19	2.11	12.76	44.95	3.90	1.30	-	-
60-100	40.04	0.23	0.11	8.68	6.59	-	-	-	-	-
100-120	48.16	0.53	0.11	17.39	5.26	-	-	-	-	

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable (H^{++} Al^{+++}); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

D). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los perfiles modales

Suelos del perfil modal 011619

Estos suelos muestran moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.61 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (25 cm de espesor); Bw (25 cm de espesor) y C (80 cm de espesor). El horizonte **Ap,** muestra color pardo grisáceo muy oscuro; textura (al tacto) franco arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** presenta color pardo oscuro; textura (al tacto) franco arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** es de color pardo amarillento; textura (al tacto) arenosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.68 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.69, los suelos presentan texturas (al tacto) moderadamente gruesas sobre gruesas. La densidad real tiene valores bajos (1.99 - 1.45 g/cc) y la densidad aparente es baja (0.96 a 1.04 g/cc). La porosidad total en el perfil varía de alta (51%) en el primer horizonte, a baja (28%) en profundidad; los macroporos ocupan el 6% en ambos horizontes y la microporosidad entre el 45% y 22%, respectivamente; estos valores muestran la dominancia de la micro sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable es alta (36.8%) en superficie y media en profundidad (26.4%), por lo que es adecuada para un buen desarrollo de las plantas. Hay limitaciones físicas a los 50 cm, por la presencia de fragmentos de roca en el perfil (> 60%), que no permite el adecuado desarrollo de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.69, los suelos el pH es ligeramente ácido (6.5) en el primer horizonte y neutro (6.8 – 7.0) en los demás, adecuados para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), varía de alto (5.58%) a bajo (1.43%), el mayor valor corresponde al horizonte superior y los menores a los inferiores, estos valores están relacionados con el suministro de parte de los nutrientes para las plantas y de constituyentes para los microorganismos del suelo.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), va de baja (9.1 meq/100 g de suelo) en superficie, a muy baja (2.8 meq/100 g de suelo) en profundidad, lo que indica un potencial bajo para retener nutrientes útiles para las plantas. La reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), es muy baja (4.9 a 2.6 meq/100 g de suelo); reserva que está por debajo de los niveles adecuados para los cultivos, por lo que deben ser suplementadas para una adecuada producción agropecuaria.

La saturación de bases (SB), es alta (54% a 92%). La retención fosfórica tiene valores medios (43% a 77%) debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, lo cual implica realizar una aplicación de fosfatos de forma fraccionada.

En cuanto a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N), fosforo (P) y potasio (K), se encuentran en cantidades bajas. En cuanto a los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades medias en el primer y segundo horizonte y bajas en el tercero; con respecto al magnesio (Mg), sus valores son altos en todos los horizontes.

Referente a los **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores bajos en el primer y tercer horizonte y medios en el segundo; el zinc (Zn), es bajo en todos los horizontes; el hierro (Fe), presenta contenidos altos en todo el perfil y el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades bajas en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es media.

Suelos del perfil modal 011646

Estos suelos son de moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.62 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (25 cm de espesor); Bw1 (35 cm de espesor); Bw2 (40 cm de espesor) y C (20 cm de espesor); el horizonte **Ap,** presenta color negro; textura (al tacto) franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** tiene color pardo amarillento oscuro; textura (al tacto) franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** muestra color pardo amarillento oscuro; textura (al tacto) franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** es de color pardo grisáceo oscuro; textura (al tacto) arenosa; sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo suelta.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.70 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.71, los suelos presentan texturas (al tacto) moderadamente finas; la densidad real tiene contenidos bajos (2.25 – 2.30 g/cc); la densidad aparente es muy baja (0.75 g/cc); la porosidad total muy alta (66% – 69%); la humedad aprovechable es baja (19% – 13%), que es limitante para los cultivos. Tiene limitaciones físicas a los 60 cm, debido a la presencia de fragmentos de roca en el perfil (mayor a 60%), que no permiten el adecuado desarrollo de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.71, los suelos tienen un pH ligeramente ácido (6.4 – 6.5), adecuado para la mayoría de los cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), varía de alto (12.79 %) en superficie a medio (3.25 %) en profundidad, estos valores están relacionados con el suministro de parte de los nutrientes para las plantas y de constituyentes energéticos a los microorganismos del suelo. Debido a su importancia, los valores de materia orgánica deben mantenerse e incrementarse.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), varía de alta (31 meq/100 g de suelo) a baja (9.5% meq/100 g de suelo) el mayor valor se encuentra en los horizontes superficiales y los menores en los demás, lo que indica que tiene mayor potencial de almacenamiento de nutrientes en superficie que en profundidad. La reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), varía de baja a muy baja (11.3 a 4.5 meq/100 g de suelo); reserva que se considera insuficiente para la mayoría de cultivos, debe suplementarse, para obtener adecuados rendimientos. La saturación de bases (SB), es media (36 a 48%) excepto en el segundo horizonte donde es baja (30%).

Referente a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y potasio (K), se encuentran en cantidades bajas en todos los horizontes; el fósforo disponible (P), es bajo excepto en el cuarto horizonte, donde es medio; En cuanto a los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas hasta el segundo horizonte y disminuye en profundidad; el magnesio (Mg) es alto en el primer y segundo horizonte y medio en los demás.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores bajos en todo el perfil; el zinc (Zn), muestra cantidades medias en el horizonte superior y bajas en profundidad; el hierro (Fe), reporta contenidos medios en superficie y disminuyen en los demás horizontes; el manganeso (Mn) se encuentra en cantidades altas en los horizontes superficiales y medias en los demás. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es media.

E). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011619)

Las características principales y las recomendaciones de uso y manejo se presentan con base en el perfil modal (PM 011619), que es el que ocupa mayor superficie en la unidad cartográfica.

Los suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), presentan moderada evolución, son superficiales; bien drenados; de texturas (al tacto) moderadamente gruesas sobre gruesas, con muy abundantes fragmentos de roca en el perfil a partir de los 50 cm de profundidad; el pH es ligeramente ácido en superficie; con contenidos altos de materia orgánica en el horizonte superficial. La capacidad de intercambio de cationes es baja, el contenido de bases es muy bajo con saturación de bases alta y fertilidad natural media. Debido a los compuestos amorfos y por el aluminio activo que contienen, presentan una moderada adsorción de fosfatos (PO_4). El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", porque permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica" esto significa que la temperatura media del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos se vinculan con las pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), los abundantes fragmentos de roca en el perfil, la abundante pedregosidad superficial, la erosión moderada, retención fosfórica alta y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Estos suelos debido a las limitantes por pendientes, erosión y pedregosidad tienen capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de sistemas agroforestales con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo. También tienen aptitud para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

Para el adecuado manejo de estas tierras debe implementarse diferentes prácticas de conservación de suelos y aguas, las que incrementarán en intensidad con el aumento de la pendiente, las prácticas recomendadas son: plantar al contorno siguiendo las curvas a nivel, realizar acequias de ladera protegidas con barreras vivas, para mejorar la retención de agua de lluvia y mejorar la infiltración en el perfil. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia para evitar la escorrentía. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Si los suelos de la fase con pendientes ligeramente escarpadas, se utilizaran para cultivos intensivos como granos básicos u otros, es indispensable realizar terrazas de banco, con el declive contra la pendiente y con los taludes protegidos con especies nativas o con la piedra existente en el lugar. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, cercas vivas, con una adecuada carga animal por hectárea; debe evitarse el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad, se recomienda la aplicación de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Respecto a la fertilización química, se necesitan los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Debido a que presenta valores moderados de retención fosfórica en los primeros horizontes, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad cercano a las raíces, en dosis moderadas y en forma periódica. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre y Zinc. Se necesita riego en la época seca, por medio de aspersión o goteo.

F) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011619)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, las fases MQAcp1 y MQAdp2 pertenecen a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-3; la fase MQAep2 pertenece a la clase VI, subclase VI ps y grupo de manejo VI ps-5, todas son de vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

G) Breve descripción de los materiales que complementan la unidad

Estos corresponden a coladas de lava que complementan la unidad cartográfica y representan un 30% del área, se manifiestan en superficie por emisiones recientes de flujos de lava viscosa y las más antiguas, aparecen recubiertas parcialmente por suelos superficiales, los cuales han sido formados a través del tiempo por materiales piroclásticos como tefras, ceniza y pómez, sobre los cuales han crecido líquenes y vegetación arbustiva. Las coladas de lava se explican con mayor detalle al final de este capítulo, como áreas de no suelos, con el símbolo CL.

4.3.1.31 Unidad MQB

Consociación Chinautla: Typic Humustepts, familia fina, activa, isotérmica, perfil modal 011629.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea la Cumbre San Nicolás, fincas Bella Aurora, San José, y paraje Buena Vista, del municipio de Villa Canales. El caserío Los Vados, del municipio de San Pedro Ayampuc. Cerros La Cerra y Gordo, del municipio de San Miguel Petapa. Así también en los alrededores de los caseríos El Bejucal, El Carrizal, El Chaguite y Omoa, fincas Olimpia y Santa Isabel, del municipio de Palencia. La unidad cartográfica abarca una extensión de 1,755 hectáreas. En la Figura 4.63, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.63 Filas y vigas con cultivo de café bajo sombra. Municipio de Villa Canales (Foto: M. Tum, 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es “templado subhúmedo”. Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 18.9 °C; 1,175 mm de precipitación y una altitud media de 1,627 m. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.63, el uso principal es agrícola y la cobertura vegetal, relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve filas y vigas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 90% de la superficie por los suelos Typic Humustepts, familia fina, activa, isotérmica (perfil modal, PM 011629). El 10% del área restante, está ocupada por los suelos Typic Haplustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010604).

La Consociación Chinautla presenta las siguientes fases:

- **MQBf1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 349 ha.
- **MQBf2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 1,288 ha.
- **MQBg2:** Caracterizada por pendientes fuertemente escarpadas (>75%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 118 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011629)

En la Figura 4.64, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

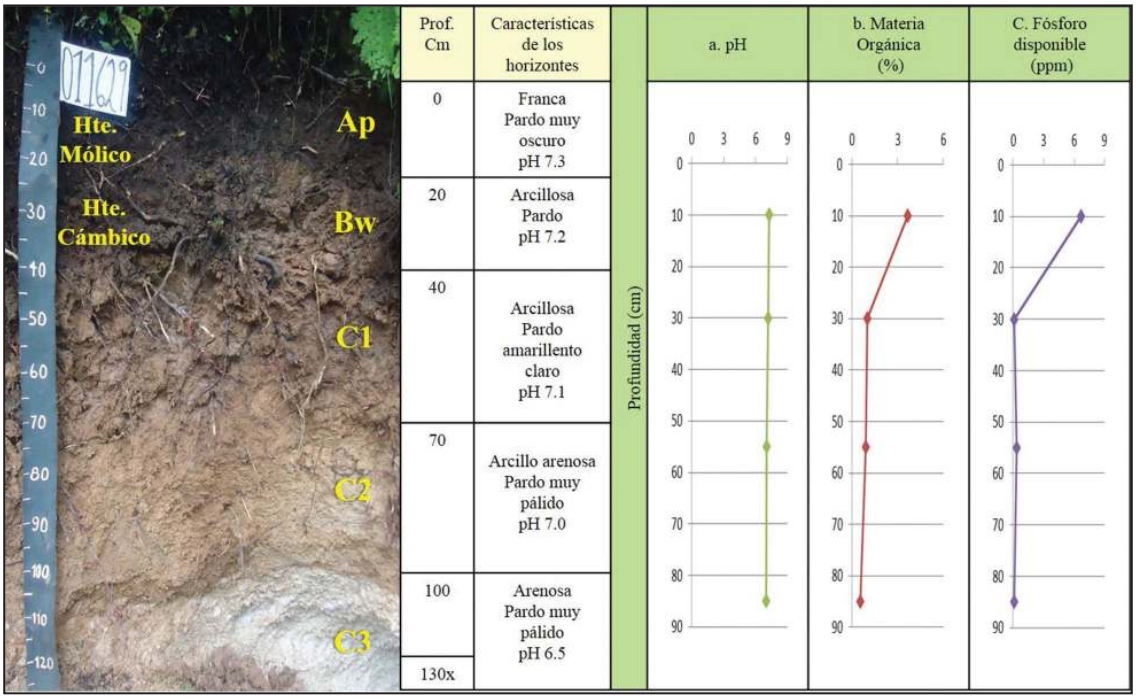


Figura 4.64 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011629) de la Consociación Chinautla. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: M. Tum, 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011629):

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Chinautla
Símbolo		MQB
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia ina, activa, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Cumbre San Carlos
	Coordenadas planas	X: 500139
		Y: 1604137
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,849
	Línea de vuelo No.	226
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras, cenizas volcánicas y pómez
Altitud		1,781 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,104 mm
	Temperatura promedio anual	18.9 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, necesita riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	-
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-

Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	100 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Café
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión moderada, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Roble, pino
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		01-8-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; frecuente gravilla (25%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos y medianos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; mucha actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.3, neutro; límite claro y ondulado.
20 – 40 cm Bw	Color en húmedo pardo (10YR5/3); textura de campo y de laboratorio arcillosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos y medianos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; mucha actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.2, neutro; límite claro y ondulado.
40 – 70 cm C1	Color en húmedo pardo amarillento claro (10YR6/4); textura de campo y de laboratorio arcillosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción NaF, ni al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.1, neutro; límite claro y ondulado.
70 – 100 cm C2	Color en húmedo pardo muy pálido (10YR7/3); textura de campo arenosa y de laboratorio arcillo arenosa; poca gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción NaF, ni al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.0, neutro; límite claro y ondulado.
100 – 130 cm C3	Color en húmedo pardo muy pálido (10YR8/3); textura de campo arenosa; abundante gravilla (60%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, gruesos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011629)

Cuadro 4.72. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011629)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	1.18	1.45	51.87	32.33	28.81	25.74	23.77	20.62	13.78	8.28	10.34	18.62
20-40	0.95	1.36	60.57	37.60	34.62	30.30	24.32	22.46	19.43	12.92	17.23	30.15
40-70	0.97	1.90	48.23	38.54	34.62	32.79	30.75	27.84	24.11	13.81	35.14	48.95

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-20	32.11	15.03
20-40	39.36	15.19
40-70	45.04	10.51

Cuadro 4.73. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011629)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-20	44.35	30.62	25.03	F	Ar	25.00	7.3	1.92	3.65	-	-	-	6.67		
20-40	23.98	24.79	51.23	Ar	Ar	5.00	7.2	0.54	1.03	-	-	-	0.10		
40-70	22.49	18.44	59.07	Ar	Ar	5.00	7.1	0.48	0.91	-	-	-	0.37	7.75	Alta
70-100	45.23	19.23	35.54	ArA	A	15.00	7.0	0.30	0.57	-	-	-	0.10		
100-130	-	-	-	-	A	60.00	-	-	-	-	-	-	-		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	27.34	20.03	7.31	20.03	14.57	3.64	1.76	0.07	-	53.29	13.30	6.42	0.25	0.0
20-40	27.91	14.31	13.60	14.31	9.44	3.14	1.71	0.02	-	33.81	11.27	6.12	0.08	0.0
40-70	29.05	12.17	16.88	12.17	7.41	2.59	2.13	0.04	-	25.51	8.91	7.34	0.14	0.0
70-100	15.38	7.15	8.23	7.15	4.06	1.39	1.64	0.05	-	26.43	9.06	10.66	0.36	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn
0-20	73.26	0.89	8.56	21.03	179.50
20-40	51.27	2.28	1.75	65.11	51.59
40-70	41.91	1.96	2.66	67.00	31.55
70-100	46.51	1.64	2.48	53.66	18.81

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio del perfil (PM 011629)

Estos suelos poseen moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.64 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); Bw (20 cm de espesor); C1 (30 cm de espesor); C2 (30 cm de espesor) y C3 (30 cm de espesor). El horizonte **Ap,** presenta color pardo muy oscuro; textura

(de laboratorio) franca; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** tiene color pardo; textura (de laboratorio) arcillosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C1,** es de color pardo amarillento claro; textura (de laboratorio) arcillosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C2,** posee color pardo muy pálido; textura (de laboratorio) arcillo arenosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C3,** tiene color pardo muy pálido; textura (al tacto) arenosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.72 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.73, los suelos poseen texturas (de laboratorio) finas. La densidad real presenta valores bajos (1.36 - 1.90 g/cc) y la densidad aparente tiene valores bajos (1.18 g/cc) en superficie y muy bajos en profundidad (0.97 g/cc). La porosidad total en el perfil varía de baja (19%) a alta (49%); entre el 8% al 14% corresponden a los macroporos y entre 10 al 35% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la micro sobre la macroporosidad que está de acuerdo con sus texturas finas. La retención de humedad es baja (15% a 11%), que constituye una limitante para el desarrollo de las plantas, este dato puede estar correlacionado con el contenido bajo de materia orgánica que se presenta en profundidad. No hay limitaciones físicas para la penetración de las raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.73, los suelos tienen un pH neutro (7.3 -7.0), adecuado para la disponibilidad de nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), varía de medio (3.65%) a bajo (0.57%), el mayor valor corresponde al horizonte superior y los menores a los inferiores, estos valores están relacionados con el suministro de parte de los nutrientes para las plantas y de constituyentes energéticos a los microorganismos del suelo.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (27 a 29 meq/100 g de suelo) hasta el tercer horizonte y media (15 meq/100 g de suelo) en el último, esto indica que los suelos tienen potencial alto para retener nutrientes útiles para las plantas. La reserva de bases intercambiable (Ca, Mg, K, Na) varía de media (20 – 12 meq/100 g de suelo) a baja (7 meq/100 g de suelo); reserva considerada moderada para la mayoría de cultivos, debe suplementarse, para una adecuada producción agropecuaria. La saturación de bases (SB), varía de alta (73%) a media (46%) en el perfil, el mayor valor corresponde al horizonte superior y los menores a los inferiores.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen valores bajos en el perfil; el potasio (K), posee altos valores. Con respecto a los **cationes**, el calcio (Ca) y el magnesio (Mg), se encuentran en cantidades altas.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) presenta contenidos medios en el segundo horizonte y bajos en los demás; el zinc (Zn) tiene valores altos en el primer horizonte y bajos en los siguientes; el hierro (Fe) y el manganeso (Mn) poseen valores altos en todo el perfil. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011629)

Estos suelos se han originados a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), presentan moderada evolución, son moderadamente profundos; con drenaje natural moderadamente excesivo; de texturas (de laboratorio) finas; pH neutro; con contenidos medios de materia orgánica en superficie; alta capacidad de intercambio de cationes;

medio contenido de bases, alta saturación de bases en el horizonte superior y alta fertilidad. El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", es decir, permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", esto significa que la temperatura media del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos se deben a las pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y fuertemente escarpadas (>75%), la erosión ligera a moderada y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases que presentan pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), con erosión ligera o moderada son de capacidad de uso forestal y posee aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisado por el servicio forestal nacional y con control de incendios forestales.

La fase con pendientes fuertemente escarpadas (> 75%) y erosión moderada, presenta capacidad de uso para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

En las fases con capacidad de uso forestal, es necesario mantener la cobertura vegetal como protección al impacto de la gota de lluvia y así evitar la erosión hídrica. En el caso de plantaciones forestales, deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales por planta, se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque.

Asimismo, se requiere la construcción de acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil; este aumento de humedad en el suelo favorece el desarrollo del mismo y mejora sus propiedades físicas y químicas, así como mejora la humedad aprovechable que es escasa en este suelo. El manejo de los bosques en función productiva debe hacerse bajo un plan de manejo regido por el Servicio Forestal Nacional y que incluya el control de incendios forestales.

En el establecimiento de plantaciones forestales y de acuerdo a su rentabilidad, si se requiere una fertilización química, se necesita suplementar los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Si se necesitara riego en los primeros estadios de las plantaciones forestales, se debe aplicar por medio de aspersión o goteo.

En la fase con capacidad de uso para conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad, debe conservarse la vegetación existente y propiciar la regeneración natural. Asimismo es necesario reforestar con especies arbóreas nativas en las áreas deforestadas. Evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas. Establecer programas de control de incendios forestales.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011629)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, las fases MQBf1 y MQBf2 pertenecen a la clase VII, sub clase VII p y grupo de manejo VII p-1, por lo que son tierras de vocación forestal. La fase MQBg2 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, son tierras para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de la inclusión (PI 010604)

Esta unidad cartográfica contiene, en un 10%, de su superficie, la inclusión del suelo **Typic Haplustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica (PI 010604),** se caracterizan por ser superficial, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con densidad aparente media en el primer horizonte y alta en el segundo y porosidad total media en el primer horizonte y baja en el segundo. La humedad aprovechable es muy baja. El pH va de moderadamente ácido a neutro; la materia orgánica (MO), tiene valores bajos. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), presenta valores medios hasta el segundo horizonte y bajos en el tercero; la saturación de bases (SB), se encuentra alta en todos los horizontes. La fertilidad natural es media (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.32 Unidad MQC

Consociación Tierra Blanca: Typic Ustorthents, familia franca gruesa, mezclada, superactiva, no ácida, isotérmica, perfil modal 040203.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Entisol y se encuentran a inmediaciones del rio Xaltayá, con rumbo a la finca El Pilar, del municipio de San Juan Sacatepéquez. La unidad cartográfica abarca una extensión de 67 hectáreas. En la Figura 4.65, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.65 Filas y vigas con bosque natural. Municipio de San Juan Sacatepéquez (Foto: C. García, 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 19.1 °C; 1,300 mm de precipitación y una altitud media de 1,481 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies pino colorado

(*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.65, la cobertura vegetal es bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve filas y vigas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 80% de la superficie por los suelos Typic Ustorthents, familia franca gruesa, mezclada, superactiva, no ácida, isotérmica (perfil modal, PM 040203). El 20% del área restante, está ocupada por los suelos Typic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 040104). Las descripciones de los perfiles de suelos se realizaron en el departamento de Chimaltenango y se extrapolaron en los límites del departamento de Guatemala, los cuales comparten un mismo paisaje, relieve, forma del terreno y un mismo tipo de suelo.

La Consociación Tierra Blanca presenta la siguiente fase: **MQCf2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 67 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 040203)

En la Figura 4.66, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

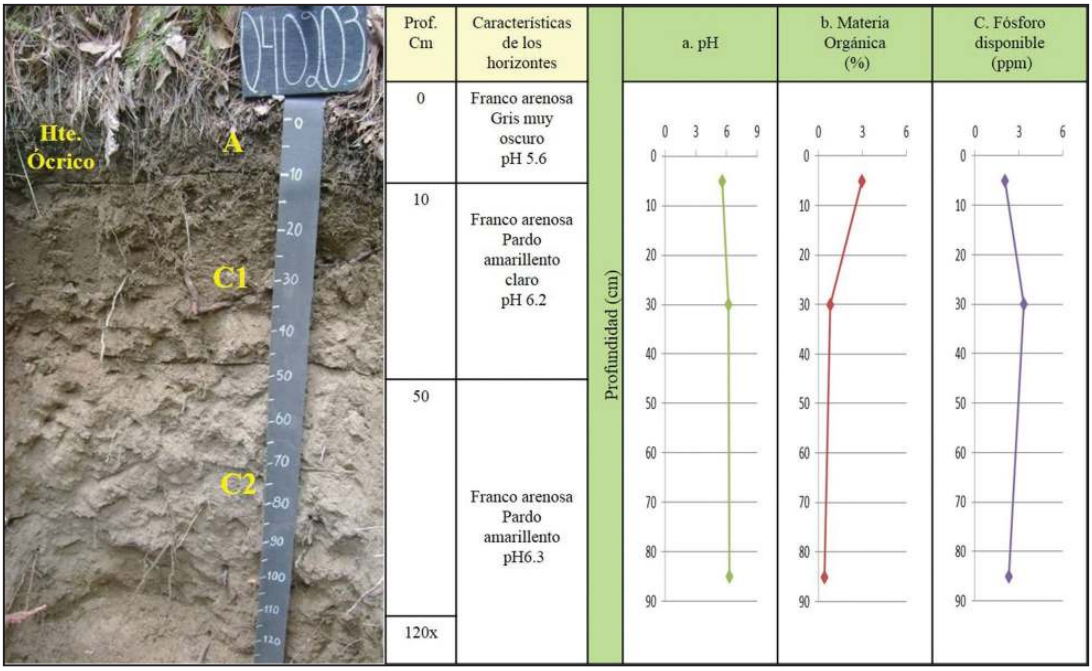


Figura 4.66 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 040203) de la Consociación Tierra Blanca. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García 2008)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 040203)

Tipo de Peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Tierra Blanca
Símbolo		MQC
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Typic Ustorthents, familia franca gruesa, mezclada, superactiva, no ácida, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	San José Poaquil
	Aldea	La Garrucha
	Caserío, sector, sitio, inca	Astillero municipal
	Coordenadas planas	X: 454207
		Y: 1649095
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	3,057
	Línea de vuelo No.	212
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras, cenizas volcánicas y pómez
Altitud		1,441 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango de la pendiente	50 al 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,173 mm
	Temperatura promedio anual	20.0ºC
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, necesita riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico

Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	–
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	–
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	–
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Sin uso agropecuario
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendiente moderadamente escarpada, baja retención de humedad, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Encino, Pino
Describió		Roberto Medardo Moscoso
Fecha de descripción		09 – 10 – 2007

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 10 cm A	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, medios; muchas raíces, muy finas y finas, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.6, moderadamente ácido; límite claro y plano.
10 – 50 cm C1	Color en húmedo pardo amarillento claro (10YR6/4); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros gruesos; muchas raíces, medias y gruesas, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl y al H_2O_2; pH 6.2, ligeramente ácido; límite claro y plano.
50 – 120x cm C2	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura de campo franco arenosa y de franco arenosa; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, gruesos; pocas raíces, gruesas, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl y al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos y mineralógicos del perfil (PM 040203)

Cuadro 4.74. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 040203)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %						Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	30 kPa	100 kPa	500 kPa	1000 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0 – 10	0.73	2.72	77.16	18.63	-	-	-	8.54	55.39	17.63	73.02
10 – 50	0.94	2.33	58.91	13.20	-	-	-	7.35	46.41	13.40	59.81
50 – 120	0.98	2.84	57.74	12.26	-	-	-	7.05	51.48	13.88	65.35

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 10	10.08
10 – 50	5.85
50 – 120	5.21

Cuadro 4.75. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 040203)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C.O.	M.O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Caliic.
0 – 10	63.95	25.76	10.29	FA	FA	3.00	5.6	1.57	2.99	-	-	-	2.05	6.09	Media
10 – 50	66.74	23.61	9.65	FA	F	-	6.2	0.44	0.83	-	-	-	3.35		
50 – 120	68.59	22.00	9.41	FA	FA	-	6.3	0.22	0.42	-	-	-	2.31		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0 – 10	16.00	4.38	11.62	4.38	2.40	1.48	0.26	0.25	-	15.00	9.22	1.60	1.53	0.00
10 – 50	17.00	3.68	13.32	3.68	1.88	1.23	0.32	0.25	-	11.03	7.23	1.88	1.50	-
50 – 120	21.50	4.32	17.18	4.32	2.18	1.64	0.28	0.23	-	10.12	7.62	1.31	1.06	-

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn
0 – 10	27.35	0.60	0.80	103.00	1.80
10 – 50	21.64	0.80	0.40	37.00	0.10
50 – 120	20.11	0.20	0.30	8.00	0.10

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Cuadro 4.76. Resultados del análisis mineralógico del perfil (PM 040203)

Minerales presentes en la fracción arcilla	Profundidad (cm)
	10 -50
Material no Cristalino	++++
Feldespatos	+
Cuarzo	+
Haloisita	+
Metahaloisita	+

Minerales presentes en la fracción arena	Profundidad (cm)
	10 – 50
Biotita	tr
Feldespatos	10%
Fragmentos de Toba	2%
Hiperstena	tr
Vidrio volcánico	86%
Cuarzo	2%

CONVENCIONES			
Dominante, mayor de 50%	++++	Presente, de 5 a 15%	+
Abundante, de 30 a 50%	+++	Trazas, menor de 5%	Tr
Común, de 15 a 30%	++	Dudoso	?

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio del perfil modal (PM 040203)

Estos suelos tienen baja evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.66 y la descripción del perfil, presentan horizontes con nomenclatura A (10 cm de espesor); C1 (40 cm de espesor) y C2 (70 cm de espesor). El horizonte **A,** tiene color gris muy oscuro; textura (de laboratorio) franco arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo muy friable. El horizonte **C1,** es de color pardo amarillento claro; textura (de laboratorio) franco arenosa, sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo suelta. El horizonte **C2,** presenta color pardo amarillento; textura (de laboratorio) franco arenosa; sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo suelta.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.74 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.75, los suelos poseen texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas. La densidad real presenta valores altos entre 2.72 - 2.84 g/cc y la densidad aparente tiene valores muy bajos (0.73 – 0.98 g/cc). La porosidad total en el perfil es muy alta (73 - 60%); el 55% y el 46% corresponden a los macroporos y entre 18 a 14% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la macro sobre la microporosidad que está de acuerdo con las texturas gruesas; estas características influyen en la mejora de la permeabilidad, mejor infiltración y drenaje interno rápido; como elemento contrastante influye también, en la baja retención de humedad (5%-10%) para las plantas, lo que conlleva a la poca disponibilidad de humedad aprovechable para las plantas. No hay limitaciones físicas a la penetración de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.75, los suelos el pH es moderadamente ácido (5.6) en el primer horizonte y ligeramente ácido (6.2 – 6.3) en los demás; estos valores no son para la disponibilidad de los nutrientes, salvo para las especies susceptibles a la acidez. La materia orgánica (MO), tiene valores bajos (2.99% a 0.42%) en todo el perfil, estos valores no favorecen la capacidad de intercambio catiónico, formación y estabilidad de agregados y el suministro de nutrientes. Por su importancia, los valores de materia orgánica deben aumentarse.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), varía de media a alta (16.0 a 21.50 meq/100 g de suelo) por lo que presenta moderada capacidad de retención de nutrientes útiles para las plantas. Presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) con niveles muy bajos (3.68 – 4.38 meq/100 g de suelo), considerados insuficientes para la mayoría de cultivos, deben suplementarse para una adecuada producción agrícola. La saturación de bases (SB), tiene valores bajos (27 – 20%) en todo el perfil.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y fósforo (P), tienen valores bajos en el perfil; el

potasio (K), posee valores medios. Con respecto a los cationes, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades bajas; el magnesio (Mg), reporta valores bajos hasta el segundo horizonte y medios en el tercero.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), presentan contenidos bajos; el hierro (Fe), tiene valores altos en superficie y disminuyen en profundidad; el manganeso (Mn), presentan valores bajos en todo el perfil. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es media.

Según los resultados **de mineralogía**, que se muestran en el Cuadro 4.76, en la fracción arcilla, domina el material no cristalino y los feldespatos, el cuarzo, la haloisita y la metahaloisita están presentes. En la fracción arena el vidrio volcánico es dominante; los feldespatos están presentes y se encuentran trazas de fragmentos de toba, cuarzo, hiperstena y biotita.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 040203)

Estos suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), presentan baja evolución, son profundos; con drenaje natural moderadamente excesivo; de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas; pH moderadamente ácido en superficie; con contenidos bajos de materia orgánica. Con capacidad de intercambio de cationes media, muy bajo contenido de bases, baja saturación de bases y fertilidad media. El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", es decir, permanece seco por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", significa que la temperatura media del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, se deben a las pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%); erosión moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año; tienen capacidad de uso forestal para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional y con control de incendios forestales.

Para su adecuado manejo, es necesario mantener la cobertura vegetal como para evitar la erosión hídrica. En el caso de plantaciones forestales, deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales por planta e instalar barreras contravientos. Es muy importante aumentar el contenido de materia orgánica, para mejorar sus condiciones físicas, químicas y biológicas, para lo cual se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura con leguminosas y/o mantener el sotobosque. Se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil y con ello aumentar la humedad aprovechable para las plantas; este aumento de humedad, favorece el desarrollo del mismo y mejora sus propiedades físicas y químicas. En las áreas degradadas por sobreexplotación, es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados mediante la plantación de especies arbóreas nativas; evitar la utilización de los productos del bosque, y las prácticas agrícolas, y establecer programas de control de incendios forestales.

En el establecimiento de plantaciones forestales y de acuerdo a su rentabilidad, si se requiere una fertilización química, se necesitan los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Si se necesitara riego en los primeros estadios de las plantas forestales, debido a las texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, debe regarse con láminas de agua moderadas y aplicaciones constantes por medio de aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 040203)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MQCf2 pertenece a la clase VII, sub clase VII p y grupo de manejo VII p-1, por lo que son tierras de vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de la inclusión (perfil inclusión, PI 040104)

Esta unidad cartográfica contiene, en un 20%, de su superficie, la inclusión del suelo **Typic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica (PI 040104)**; se caracterizan por ser profundos, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con densidad aparente muy baja y porosidad total muy alta en el primer horizonte y alta en el segundo. La humedad aprovechable es media en el primer horizonte y muy baja en el segundo. El pH es ligeramente ácido en superficie y neutro en profundidad; la materia orgánica (MO), tiene valores medios en el primer horizonte y bajos en los demás. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), presenta valores medios. La saturación de bases (SB), se encuentra alta en todos los horizontes. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.33 Unidad MQD

Consociación Buena Vista: Typic Haplustolls, familia franca fina, activa, isotérmica, perfil modal 010504.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentra a inmediaciones de la aldea El Fiscal; fincas El Rosario y San Carlos; granja Tzoloijá, del municipio de Palencia. Asimismo del caserío El Tizate; fincas El Tablón y Buena Vista; paraje Llano del Muerto, del municipio de San Pedro Ayampuc. La unidad cartográfica abarca una extensión de 1,299 hectáreas. En la Figura 4.67, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.67 Filas y vigas con bosque natural y pastos naturales. Municipio de Palencia (Foto: M. Tum 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 18.9 °C; 905 mm de precipitación y una altitud media de 1,216 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.67, la cobertura vegetal es bosque natural y el uso principal es ganadería extensiva.

Los suelos de la unidad, se han desarrollado a partir de pómez; en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve filas y vigas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 90% del área, por los suelos Typic Haplustolls, familia franca fina, activa, isotérmica (perfil modal, PM 010504) y el 10% del área restante, está ocupada por Typic Humustepts, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010704).

La Consociación Buena Vista presenta las siguientes fases:

- **MQDf1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 300 ha.
- **MQDf2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 30 ha.
- **MQDfp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 969 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010504)

En la Figura 4.68, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

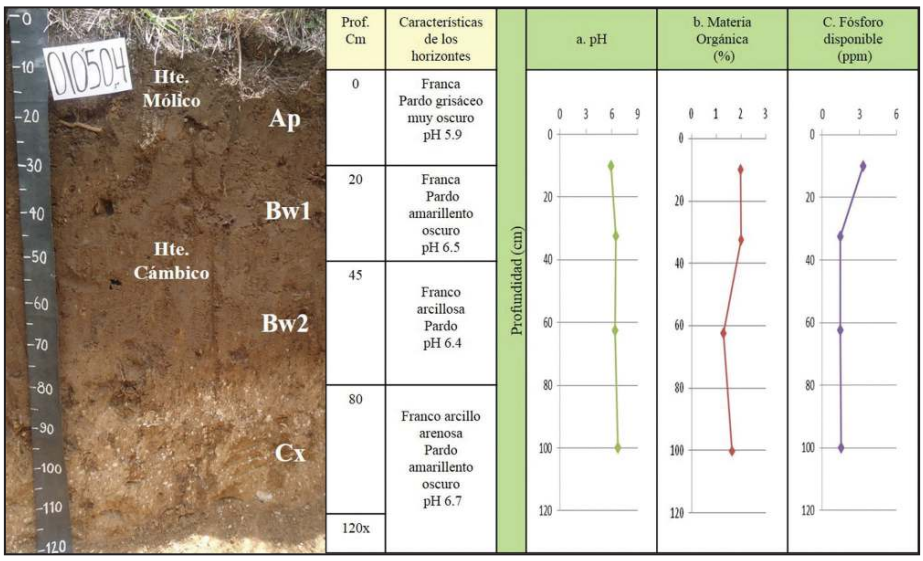


Figura 4.68 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010504) de la Consociación Buena Vista. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: M. Tum 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010504)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Buena Vista
Símbolo		MQD
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Haplustolls, familia franca ina, activa, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Palencia
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Finca El Rosario
	Coordenadas planas	X: 510167
		Y: 1627715
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	6,954
	Línea de vuelo No.	219
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Pómez
Altitud		1,126 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	912 mm
	Temperatura promedio anual	20.7 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	24.1 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos r ocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-

Pedregosidad supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Supericie cubierta	10 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	80 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Ganadería
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión moderada, presencia de material compactado y déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Pino, encino, pastos
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		16-07-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medios; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.9, moderadamente ácido; límite gradual y plano.
20 - 45 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite gradual y plano.
45 – 80 cm Bw2	Color en húmedo pardo (10YR4/3); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite claro y plano.
80 – 120 cm Cx	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; poca gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.7, neutro.
Observaciones	*El horizonte Cx, presenta características de fragipán.*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 010504)

Cuadro 4.77. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010504)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	1.20	1.67	50.93	41.72	34.58	22.56	19.73	16.84	8.97	9.03	19.11	28.14
20-45	1.08	1.42	49.30	43.14	38.51	30.47	24.46	21.21	14.29	5.24	18.70	23.94
45-80	1.33	1.61	45.19	43.46	35.88	31.10	25.67	22.83	13.19	3.58	13.81	17.39

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-20	17.15	25.61
20-45	22.38	24.22
45-80	23.32	22.69

Cuadro 4.78. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010504)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-20	46.52	29.00	24.48	F	FAr	5.00	5.9	1.04	1.98	-	-	-	3.30	7.22	Alta
20-45	36.81	36.24	26.95	F	Ar	5.00	6.5	1.05	2.00	-	-	-	1.46		
45-80	36.95	33.32	29.73	FAr	ArL	5.00	6.4	0.68	1.30	-	-	-	1.45		
80-120	55.75	19.77	24.48	FArA	ArL	15.00	6.7	0.87	1.65	-	-	-	1.52		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	15.38	8.81	6.57	8.79	6.30	2.04	0.29	0.16	0.02	40.96	13.26	1.89	1.04	0.2
20-45	13.67	10.30	3.37	10.28	6.87	2.88	0.35	0.18	0.02	50.26	21.07	2.56	1.32	0.2
45-80	14.81	9.46	5.35	9.43	6.02	2.87	0.36	0.18	0.03	40.65	19.38	2.43	1.22	0.3
80-120	18.23	10.41	7.82	10.38	6.42	2.97	0.73	0.26	0.03	35.22	16.29	4.00	1.43	0.3

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn
0-20	57.15	0.20	0.20	27.80	14.80
20-45	75.20	0.98	0.20	15.80	19.50
45-80	63.67	0.43	0.20	23.60	29.40
80-120	56.94	0.20	0.20	5.96	13.10

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010504)

Estos suelos muestran moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.68 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); Bw1 (25 cm de espesor); Bw2 (35 cm de espesor) y Cx (40 cm de espesor). El horizonte **Ap,** es de color pardo grisáceo muy oscuro; textura (de laboratorio) franca; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo

friable. El horizonte **Bw1,** presenta color pardo amarillento oscuro; de textura (de laboratorio) franca; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** muestra un color pardo; de textura (de laboratorio) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Cx,** tiene color pardo amarillento oscuro; de textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.77 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.78, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con material compactado a los 80 cm de profundidad; con pocos fragmentos de roca en todo el perfil. La densidad real presenta valores bajos (1.67 a 1.42 g/cc); la densidad aparente tiene valores bajos (1.20 g/cc) en superficie y muy bajos (1.08 g/cc) en profundidad. La porosidad total es baja (28% a 17%) en todo el perfil, se presenta dominancia la microporosidad (19% y el 14%) sobre la macroporosidad (9% y el 5%), relacionado con su textura (de laboratorio) moderadamente fina. La retención de humedad para las plantas es media (26% a 23%); estos valores indican una baja permeabilidad y drenaje pero una moderada humedad aprovechable para las plantas. Poseen limitaciones físicas para la penetración de las raíces debido a la presencia de material compactado a partir de los 80 cm de profundidad.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.78, los suelos presentan pH moderadamente ácido (5.9) en el primer horizonte y ligeramente ácido (6.5 a 6.4) en profundidad, adecuados para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), es bajo (2.0 a 1.30%) en todo el perfil, estos niveles están relacionados con la capacidad de intercambio catiónico, estabilidad de los agregados y el suministro de nutrientes.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores medios (13.67 a 18.23 meq/100 g de suelo) en el perfil, lo que indica que tienen moderado potencial para retener nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) varían entre baja a media (8.79 meq/100 g a 10.38 meq/100 g); por tal razón deben suplementarse ya que son insuficientes para el desarrollo de los cultivos. La saturación de bases (SB), es alta (57% a 75%) en todo el perfil.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el fósforo (P), presentan valores bajos; el potasio (K) reporta valores medios. Con respecto a los **cationes**, el calcio (Ca), tiene valores altos en todos los horizontes; el magnesio (Mg), se encuentra en cantidades medias en todo el perfil.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), presentan valores bajos en todo el perfil; el hierro (Fe), tiene contenidos altos en superficie y disminuyen en profundidad; El manganeso (Mn), poseen valores altos en todo el perfil. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010504)

Estos suelos se han originaron a partir de pómez, presentan moderada evolución, son moderadamente profundos; drenaje natural moderadamente excesivo; texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con pocos fragmentos de roca en el perfil y material compactado a los 80 cm de profundidad; pH moderadamente ácido en superficie; con contenidos bajos de materia orgánica; moderada capacidad de intercambio catiónico; valores medios de

bases intercambiables; alta saturación de bases y fertilidad alta. El régimen de humedad edáfica se califica como "ústico", ya que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", esto significa que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo son las pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), la mediana pedregosidad superficial, la erosión moderada, el material compactado a los 80 cm de profundidad y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase con pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión ligera; la fase con pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión moderada; la fase con pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) mediana pedregosidad superficial y erosión moderada, tienen capacidad de uso forestal para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo y control de incendios forestales, actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Nacional Forestal que incluyan planes de control de incendios forestales.

Para el adecuado manejo, es necesario mantener la cobertura vegetal como protección al impacto de las gotas de lluvia y así evitar la erosión hídrica. En el caso de plantaciones forestales, deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y agua; plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales por planta. Es urgente aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, para mejorar sus condiciones físicas, químicas y biológicas. Se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura, agregar abonos orgánicos y/o mantener el sotobosque. Se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil; este aumento de humedad en el suelo, favoreciendo el desarrollo del mismo y mejora sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los nutrientes Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Dependiendo de la rentabilidad de las plantaciones, debe aplicarse de forma foliar Cobre y Zinc. Si se necesitara riego en los primeros estadios de las plantas forestales, debido a las texturas (de laboratorio) moderadamente finas, debe regarse con láminas de agua con volúmenes moderados y espaciadas en el tiempo, por medio de aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010504)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, las fases MQDf1, MQDf2 y MQDfp2 pertenece a la clase VII, sub clase VII p y grupo de manejo VII p-1, todas son de vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de la inclusión (PI 010704)

Esta unidad cartográfica contiene, en un 10%, de su superficie, la inclusión **Typic Humustepts, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isotérmica (PI 010704),** se caracterizan por ser superficiales, con drenaje moderadamente excesivo, texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con densidad aparente

muy baja en todo el perfil. La porosidad total varía de media a alta. La humedad aprovechable es moderada. El pH tiene valores de ligera a moderadamente ácidos; la materia orgánica (MO), presenta contenidos altos en superficie que disminuyen en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee valores altos en todo el perfil. La saturación de bases (SB), posee contenidos medios en superficie que aumenta con la profundidad. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.34 Unidad MQE

Consociación Rancho Quemado: Typic Haplustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 010705.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones del caserío El Tabacal, granja El Nacimiento y el poblado Los Fabianes, del municipio de Palencia. Asimismo en los alrededores del caserío Santa Marta y la finca Corral Viejo, del municipio de San José Pinula. Además del caserío Los Altarcitos, paraje Potrerillos, del municipio de San Pedro Ayampuc. Asimismo en el paraje Cola de chucho, fincas El Espinazo y La Selva, cerro La Embaulada del municipio de Villa Nueva. La unidad cartográfica abarca una extensión de 3,431 hectáreas. En la Figura 4.69, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.69 Filas y vigas con áreas de cultivos y arbustos. Municipio de San Pedro Ayampuc (Foto: C. García 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es “templado subhúmedo”. Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 19.8 °C; 1,120 mm de precipitación y una altitud media de 1,459 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*) y encino (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.69, el uso principal es agrícola y la cobertura vegetal son arbustos y matorrales.

Los suelos de la unidad, se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas; en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve de filas y vigas.

Esta unidad cartográfica está compuesta en un 80% del área por los suelos Typic Haplustepts, familia franca

fina, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 010705); el 10% del área por Pachic Haplustolls, familia franca gruesa sobre esquelética arenosa, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010315); en un 5% del área, por los Vitrandic Ustorthents, familia esquelética medial, no ácida, isotérmica (perfil inclusión, PI 011507) y en el 5% del total del área restante, por Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica (perfil inclusión, PI 010505).

La Consociación Rancho Quemado presenta las siguientes fases:

- **MQEf1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie 754 ha.
- **MQEf2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie 295 ha.
- **MQEfp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie 125 ha.
- **MQEfp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie 1,008 ha.
- **MQEgp2:** Caracterizada por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 1,249 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010705)

En la Figura 4.70, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como textura (de laboratorio), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

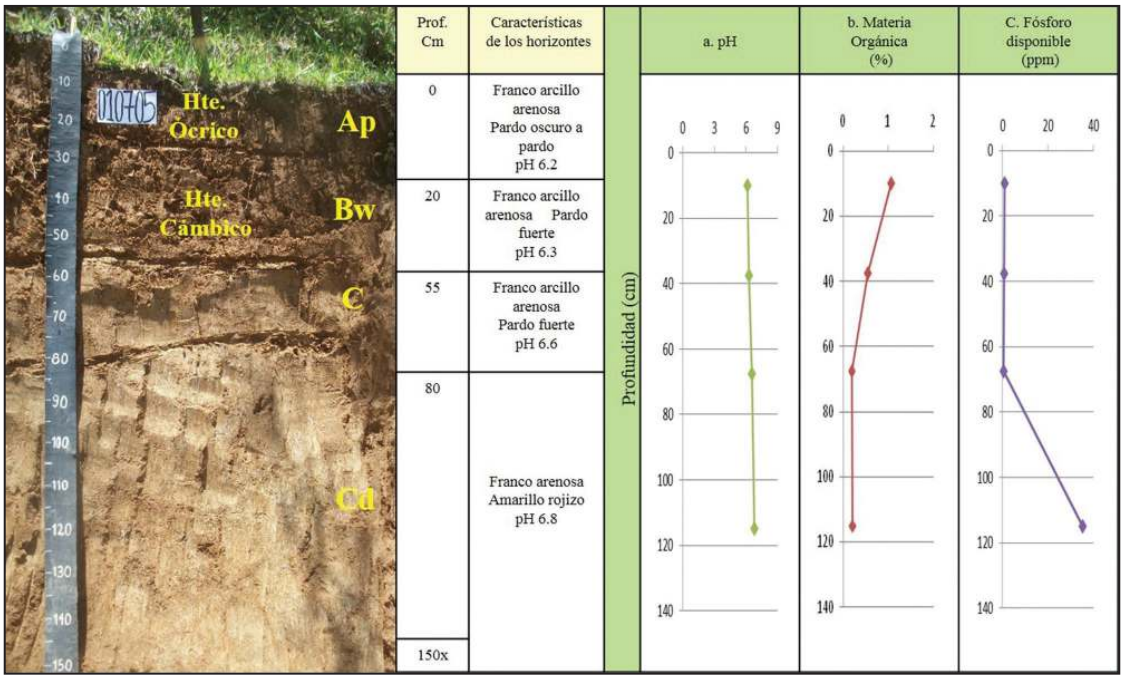


Figura 4.70 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010705) de la Consociación Rancho Quemado. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García, 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010705)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Rancho Quemado
Símbolo		MQE
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Haplustepts, familia franca ina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San Pedro Ayampuc
	Aldea	El Chilindrón
	Caserío, sector, sitio, inca	-
	Coordenadas planas	X: 505298
		Y: 1632766
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	6,409
	Línea de vuelo No.	217
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		1,185 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,005 mm
	Temperatura promedio anual	20.7ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	21.9°C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos r ocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Supericie cubierta	5 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	80 cm
	Limitante	Material compactado a los 80 centímetros de profundidad
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz, frijol
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, presencia de material compactado, mediana pedregosidad superficial, erosión moderada, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Relicto de bosque natural con especies de pino y encino
Describió		César David García Sic, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		07-08-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.2, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
20 – 55 cm Bw	Color en húmedo pardo fuerte (7.5YR5/6); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
55 – 80 cm C	Color en húmedo pardo fuerte (7.5YR5/8); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite claro y ondulado.
80 – 150 cm Cd	Color en húmedo amarillo rojizo (7.5YR6/6); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.8, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos perfil modal (PM 010705)

Cuadro 4.79. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010705)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	1.46	2.52	41.51	37.37	23.79	20.02	17.02	14.00	10.33	17.96	24.11	42.06
20-55	1.36	1.42	47.79	37.45	28.48	23.44	21.03	18.70	13.75	1.71	2.52	4.23

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
Cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-20	16.93	13.46	-	-	-	-
20-55	20.37	14.73	-	-	-	-

Cuadro 4.80. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010705)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-20	50.57	24.19	25.24	FArA	ArA	5	6.2	0.56	1.06	-	-	-	0.93	6.7	Media
20-55	45.65	23.4	30.95	FArA	ArA	5	6.3	0.29	0.55	-	-	-	0.74		
55-80	55.74	20.36	23.9	FArA	ArA	5	6.6	0.1	0.19	-	-	-	0.46		
80-150	69.36	13.43	17.21	FA	ArA	20	6.8	0.11	0.21	-	-	-	35.16		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	58.68	15.91	42.77	15.91	11.65	4.00	0.10	0.15	-	19.85	6.82	0.18	0.26	0.0
20-55	59.81	20.14	39.67	20.14	14.59	5.14	0.11	0.31	-	24.39	8.59	0.18	0.51	0.0
55-80	16.52	20.59		20.59	15.07	5.05	0.11	0.36	-	91.21	30.57	0.68	2.20	0.0
80-150	15.38	18.81		18.81	14.19	4.25	0.07	0.30	-	92.29	27.61	0.46	1.95	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	27.11	1.33	0.99	40.40	15.71	-	-	-
20-55	33.67	1.08	1.03	27.68	16.64	-	-	-
55-80	SAT	0.77	0.94	25.76	16.39	-	-	-
80-150	SAT	0.65	1.02	30.35	10.23	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010705)

Estos suelos tienen moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.70 y la descripción del perfil, presentan un perfil con horizontes de nomenclatura Ap (20 cm de espesor); Bw (35 cm de espesor); C (25 cm de espesor) y Cd (70 cm de espesor); el horizonte **Ap,** muestra color pardo oscuro a pardo, textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** presenta color pardo fuerte, textura (de laboratorio) franco

arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** exhibe color pardo fuerte, textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo friable. El horizonte **Cd,** es de color amarillo rojizo, textura (de laboratorio) franco arenosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.79 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.80, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con pocos fragmentos de roca. La densidad real presenta valores altos (2.52 g/cc y bajos 1.42 g/cc) en el perfil; la densidad aparente tiene valores medios (1.46 g/cc) en superficie y disminuye con la profundidad (1.36 g/cc).

La porosidad total en el perfil varía de media (42%) en el primer horizonte a baja (4%) en los demás; ligero dominio de la microporosidad (3% a 24%) sobre la macroporosidad (2% y el 18%), el cual influyen en contenidos de aire en los poros, menor infiltración, permeabilidad y drenaje. Con respecto a la humedad aprovechable tiene valores bajos (13.46 a 14.73%). Asimismo, el suelo tiene una capa compactada a los 80 cm de profundidad, que limita la penetración de las raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.80, los suelos tienen un pH ligeramente ácido (6.2 a 6.3) en los primeros horizontes a neutro (6.6 a 6.8) en profundidad, adecuados para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), presenta valores bajos (1.06% a 0.9%) en todo el perfil, estos niveles están relacionados con la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de agregados y el suministro de nutrientes al suelo.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), varía de alta a media (60 a 15 meq/100 g de suelo), considerado alto potencial para la retención de nutrientes útiles para las plantas. Tienen una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) baja (15.9 a 20.59 meq/100 g suelo), deben suplementarse ya que son insuficientes para el desarrollo de los cultivos. La saturación de bases (SB), es baja (27% a 34%) en los primeros dos horizontes y alta (100%) en los demás.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K), tienen bajos valores en todo el perfil. Con respecto a los **cationes**, el calcio (Ca) y el magnesio (Mg), reportan altos contenidos en el perfil.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), se encuentran bajos en el perfil; el hierro (Fe) y el manganeso (Mn), presentan cantidades altas. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010705)

Estos suelos se han originado a partir de tobas e ignimbritas, presentan moderada evolución, son moderadamente profundos; drenaje natural moderadamente excesivo; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con pocos fragmentos de roca, con capa compactada a los 80 cm de profundidad que impide la penetración de raíces; pH ligeramente ácido en superficie; contenidos de materia orgánica bajos en todo el perfil; capacidad de intercambio catiónico alta; reserva de bases intercambiables baja; saturación de bases baja y fertilidad media. El régimen de humedad edáfica se califica como "ústico", por permanecer secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", esto quiere decir que la temperatura del suelo oscila entre 15 a 22.0°C.

Las principales limitantes para el uso y manejo son: pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y fuertemente escarpadas (>75%); mediana pedregosidad superficial, erosión ligera y moderada, capa compactada a los 80 cm de profundidad; deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases que presentan pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), erosión ligera y moderada, pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), con mediana pedregosidad superficial, erosión ligera y moderada, de capacidad de uso forestal y poseen capacidad de uso para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional y con control de incendios forestales.

La fase que tiene pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial, erosión moderada, tiene capacidad de uso para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

En los suelos con capacidad de uso forestal, es necesario mantener la cobertura vegetal como métodos de protección para evitar la erosión hídrica, del cual debe establecerse acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, con el objetivo de evitar la escorrentía provocada por el agua de lluvia y mejorar la infiltración del agua en el perfil del suelo, con esto la humedad aprovechable aumentará, lo que favorece su desarrollo y evolución. Es muy importante incrementar el contenido de materia orgánica del suelo, es recomendable mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque. Para el caso de las plantaciones forestales, conviene establecerlas bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales por planta y establecer cortinas rompevientos

En las áreas degradadas por sobreexplotación, es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados mediante la plantación de especies arbóreas nativas; evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas, asimismo se deben establecer programas de control de incendios forestales.

En el establecimiento de plantaciones forestales y de acuerdo con su rentabilidad, se requiere una fertilización química, es necesario aplicar elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Dependiendo de la rentabilidad de las plantaciones, debe aplicarse de forma foliar, Cobre y Zinc. Si se necesitara riego en los primeros estadios de las plantas forestales, debe regarse, por medio de aspersión o goteo.

Las áreas con capacidad de uso para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad, debe mantenerse la vegetación existente y propiciarse la regeneración natural. Además también es necesario reforestar con especies arbóreas nativas las áreas deforestadas. Evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas. Establecer programas de control de incendios forestales.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010705)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, las fases MQEf1, MQEf2, MQEfp1 y MQEfp2 pertenecen a la clase VII, sub clase VII p y grupo de manejo VII p-1 son de vocación forestal. La fase MQEgp2 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, posee vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de las inclusiones (PI 010315, PI 011507, PI 010505)

Esta unidad cartográfica contiene tres inclusiones que se describen a continuación:

En un 10% del área, contiene el suelo **Pachic Haplustolls, familia franca gruesa sobre esquelética arenosa, superactiva, isotérmica (PI 010315)**, se caracterizan por ser profundos; con drenaje natural moderadamente excesivo; de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas sobre gruesas; con densidad aparente muy baja en todo el perfil; la porosidad total es alta; la humedad aprovechable es media en superficie y baja en profundidad. El pH va de moderadamente ácido a neutro; la materia orgánica (MO), tiene valores medios en superficie y bajos en profundidad; la capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta en superficie y media en profundidad. La saturación de bases (SB), es alta en el perfil y la fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

En un 5% del área, contiene un **Vitrandic Ustorthents, familia esquelética medial, no ácida, isotérmica (PI 011507)**, se caracterizan por ser profundos; con drenaje natural excesivo; de texturas (al tacto) gruesas; con densidad aparente muy baja; la porosidad total es muy alta; la humedad aprovechable es baja en superficie a muy baja en profundidad. El pH es neutro en el primer horizonte y ligeramente alcalino en el segundo; la materia orgánica (MO), es baja en todos los horizontes; la capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media. La saturación de bases (SB), tiene valores altos y la fertilidad natural es media (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

En un 5% del área, contiene un **Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica (PI 010505)**, se caracterizan por ser profundos; con drenaje natural excesivo; de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas; con densidad aparente muy baja; la porosidad total es muy alta en el primer horizonte y alta en el segundo; la humedad aprovechable es media. El pH tiene valores neutros; la materia orgánica (MO), es media a excepción del segundo horizonte donde es baja; la capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media en el primer horizonte y baja en los demás. La saturación de bases (SB), es alta en todo el perfil y la fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.35 Unidad MQF

Consociación Pueblo Nuevo: Typic Humustepts, familia arcillosa sobre esquelética franca, superactiva, isotérmica, perfil modal 010512.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentra a inmediaciones de las fincas San Antonio, Dolores, El Rosario Mirandilla, La Cienaguilla, Buenos Aires, Las Crucitas, Los Bordos y residencial Cabañas de la Montaña, del municipio de Fraijanes. En los alrededores del caserío El Arenal y la finca El Arenal, del municipio de Guatemala. Además se ubican en los caseríos Pueblo Nuevo y El Amolar, del municipio de Palencia y en el caserío Pachalí Chiquito, en el municipio de San Juan Sacatepéquez.

Asimismo, se encuentra en los alrededores de los caseríos El Bosque, El Ciprés, Concepción; fincas Australia,

San Antonio El Cipresito, Joya del Taray, San Antonio Contreras y Las Mercedes, del municipio de San Raimundo. En los alrededores de los caseríos La Salvadora, El Canchón, Villas del Pinar I, El Carmen; las fincas Villa Luz, San Miguel Buena Vista, Los Ángeles, Bruselas, El Edén y Las Victorias, en el municipio de Santa Catarina Pinula. Y por último, a inmediaciones de los caseríos El Durazno, San Agustín Vista El Lago, La Tambora, Rustrán, Monja Blanca, las fincas Las Manzanillas, San Francisco y La Unión, del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 4,786 hectáreas. En la Figura 4.71, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.71 Filas y vigas con especies arbustivas y áreas con cultivos. Municipio de Palencia (Foto: C. García 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 19.0 °C; 1,159 mm de precipitación y una altitud media de 1,628 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*) y encino (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.71, la cobertura vegetal es de bosque natural y arbustos-matorrales.

Se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas; en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve filas y vigas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 80% de la superficie por los suelos Typic Humustepts, familia arcillosa sobre esquelética franca, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 010512) y en un 20% del total del área restante, está ocupada por Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, activa, isotérmica (perfil inclusión, PI 010530); asimismo tiene una réplica compuesta por los suelos Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, activa, isotérmica (perfil réplica, PR 011301).

La Consociación Pueblo Nuevo presenta las siguientes fases:

- **MQFf1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 1,492 ha.

- **MQFf2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 2,440 ha.
- **MQFfp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 854 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010512)

En la Figura 4.72, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de las propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

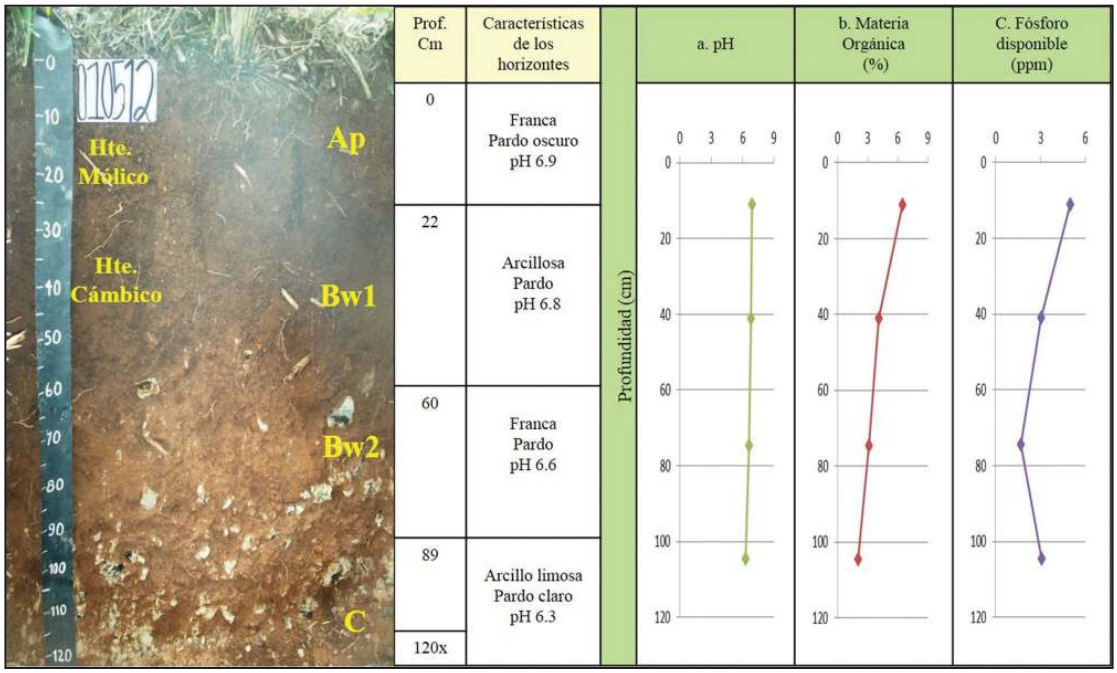


Figura 4.72 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010512) de la Consociación Pueblo Nuevo. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García, 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010512)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Pueblo Nuevo
Símbolo		MQF
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia arcillosa sobre esquelética franca, superactiva, isotérmica**

Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Palencia
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	San José Armenia
	Coordenadas planas	X: 514484
		Y: 1621919
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,116
	Línea de vuelo No.	221
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente monfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		1,305 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,118 mm
	Temperatura promedio anual	19.0ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego.
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	20.4 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos r ocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-

Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	89 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz, frijol
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, fragmentos de roca en el perfil, erosión moderada, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Relictos de bosque natural con especies de pino, encino, ciprés
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		12-07-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 22 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos y medianos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.9, neutro; límite gradual y ondulado.
22 – 60 cm Bw1	Color en húmedo pardo (7.5YR4/3); textura de campo y de laboratorio arcillosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.8, neutro; límite claro y ondulado.
60 – 89 cm Bw2	Color en húmedo pardo (7.5YR5/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; poca gravilla (5%) y poca piedra (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos y medianos; pocas raíces, medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite claro y ondulado.
89 – 120 cm C	Color en húmedo pardo claro (7.5YR6/4); textura de campo arcillo limosa; frecuente gravilla (20%) y abundante piedra (45%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos y medianos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 010512)

Cuadro 4.81. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010512)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-22	0.98	1.84	50.81	46.25	35.44	30.39	25.58	18.03	13.12	14.14	32.60	46.74
22-60	1.11	2.15	50.76	37.24	32.23	29.93	23.65	15.20	11.93	17.66	30.71	48.37

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-22	18.08	22.32				
22-60	18.15	20.3				

Cuadro 4.82. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010512)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-22	38.41	40.31	20.28	F	Ar	5	6.9	3.41	6.48	-	-	-	5	8.02	Alta
22-60	33.27	18.47	48.26	Ar	Ar	5	6.8	2.16	4.1	-	-	-	3.05		
60-89	30.11	45.89	24	F	Ar	10	6.6	1.66	3.16	-	-	-	1.67		
89-120	-	-	-	-	ArL	65	6.3	1.08	2.05	-	-	-	3.07		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-22	31.30	18.38	12.92	18.36	11.61	5.36	0.79	0.60	0.02	37.09	17.12	2.52	1.92	0.1
22-60	26.77	14.52	12.25	14.50	9.42	4.72	0.10	0.26	0.02	35.19	17.63	0.37	0.97	0.1
60-89	25.63	13.76	11.87	13.74	8.79	4.64	0.10	0.21	0.02	34.30	18.10	0.39	0.82	0.1
89-120	33.61	15.94	17.67	15.86	9.16	6.16	0.19	0.35	0.08	27.25	18.33	0.57	1.04	0.5

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-22	58.66	0.95	0.92	29.70	22.50	-	-	-
22-60	54.17	0.92	0.31	55.10	16.80	-	-	-
60-89	53.61	0.84	0.20	7.01	14.50	-	-	-
89-120	47.19	0.24	0.20	2.96	10.50	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010512)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.72 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (22 cm de espesor); Bw1 (38 cm de espesor); Bw2 (29 cm de espesor) y C (31 cm de espesor); el horizonte **Ap,** muestra color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1**, presenta color pardo, textura (de laboratorio) arcillosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2**, exhibe color pardo, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** es de color pardo claro, textura (de laboratorio) arcillo limosa, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.81, y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.82, los suelos presentan texturas (de laboratorio) finas sobre moderadamente finas, con abundantes fragmentos de roca a los 89 cm de profundidad. La densidad real tienen valores bajos (1.84 a 2.15 g/cc). La densidad aparente tiene valores muy bajos (0.98 g/cc) en superficie y aumenta con la profundidad (1.11 g/cc). La porosidad total en el perfil es alta (47% a 48%); domina la microporosidad (33% a 31%) sobre la macroporosidad (14% a 18%), responsable de la aireación, infiltración y permeabilidad. Tienen mediana

humedad aprovechable (22% a 20%). La penetración de raíces se ve afectada por la presencia de abundantes fragmentos de roca a los 89 cm

Según los resultados de caracterización **química,** indicados en el Cuadro 4.82, los suelos tienen un pH neutro (6.6 a 6.9) en superficie y ligeramente ácido (6.3) en profundidad; adecuados para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), es alto (6.48%) en el primer horizonte a medios (3.16% a 4.10%) en profundidad; los valores altos mejoran la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de los agregados y el suministro de nutrientes a las plantas.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es adecuada, considerando que tiene niveles altos (31.30 a 25.63 meq/100 g de suelo) en todo el perfil; lo que indica un alto potencial para la retención de nutrientes útiles para las plantas. Presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) con niveles medios (13.74 a 18.36 meq/100 g de suelo), deben suplementarse ya que son insuficientes para el desarrollo de los cultivos. La saturación de bases (SB), es alta (54% a 59%) en superficie y media (47.19%) en profundidad.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen valores bajos en el perfil; el potasio (K), posee valores altos en superficie y disminuyen en profundidad. Con respecto a los **cationes**, el calcio (Ca) y el magnesio (Mg), se presentan en cantidades altas en todo el perfil.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), presentan contenidos bajos en el perfil; el hierro (Fe), posee contenidos altos en los dos primeros horizontes y bajos en los siguientes, y el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades altas. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010512)

Estos suelos se han originado a partir de tobas e ignimbritas, presentan moderada evolución, son profundos; con drenaje natural moderadamente excesivo; de texturas (de laboratorio) finas sobre moderadamente finas, con abundantes fragmentos de roca a los 89 cm de profundidad; pH neutro en superficie; contenidos altos de materia orgánica en superficie; capacidad de intercambio de cationes alta; niveles medios de bases intercambiables y saturación de bases alta al igual que la fertilidad. Régimen de humedad del suelo “ústico”, por permanecer secos por más de 90 días consecutivos. Régimen de temperatura edáfica “isotérmica”, esto quiere decir que la temperatura del suelo oscila entre 15 a 22 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo, se deben a las pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundantes fragmentos de roca en el perfil y a la abundante pedregosidad superficial, la erosión ligera y moderada y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases con pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión ligera; la fase de pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión moderada; la fase con pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundante pedregosidad superficial y erosión ligera, todas ellas tienen capacidad de uso forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el servicio forestal nacional y con control de incendios forestales.

En estos suelos, es necesario mantener la cobertura vegetal para evitar la erosión hídrica. Asimismo, deben

establecerse acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, para evitar la escorrentía provocada por el agua de lluvia y mejorar la infiltración del agua en el perfil del suelo, con esto la humedad aprovechable se prolongará en el suelo, lo que favorece su desarrollo y evolución. Para el caso de las plantaciones forestales, conviene establecerlas bajo fuertes medidas de conservación de suelos, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel y establecer las acequias de laderas indicadas. Se deben construir terrazas individuales por planta, usar fragmentos de roca para la elaboración de talud y establecer cortinas rompevientos para evitar la erosión eólica. Es importante aumentar el contenido de materia orgánica del suelos se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura con leguminosas como fijadores de nitrógeno y/o mantener el sotobosque.

En las áreas degradadas por sobreexplotación, es necesario establecer programas de recuperación integral de áreas erosionadas mediante la plantación de especies arbóreas nativas; evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas, además se deben establecer programas de control de incendios forestales.

En el establecimiento de plantaciones forestales y de acuerdo a su rentabilidad, si se requiere una fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Necesitan riego en la época seca, por medio de aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010512)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, las fases MQFf1, MQFf2 y MQFfp1 pertenece a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-1, todas estas tierras son de vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de las inclusiones (PI 010530, PI 011301)

Esta unidad cartográfica contiene dos inclusiones que se describen a continuación:

En un 20% del total del área por los suelos **Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, activa, isotérmica (PI 010530)**, se caracterizan por ser profundos; con drenaje natural moderadamente excesivo; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre finas; con densidad aparente baja en todo el perfil; alta porosidad total; la humedad aprovechable es baja a excepción del segundo horizonte, donde se presenta media. El pH tiene valores ligeramente ácidos en todo el perfil; la materia orgánica (MO) presenta valores bajos a excepción del primer horizonte donde presenta valores medios; la capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta hasta el segundo horizonte y media en los siguientes. La saturación de bases (SB), es media en el primer horizonte, baja en el segundo y alta en los demás y la fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

Además, la unidad cartográfica contiene una réplica de la inclusión, formada por **Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, activa, isotérmica (PR 011301)**, se caracterizan por ser moderadamente superficiales; con drenaje natural moderadamente excesivo; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre finas; con densidad aparente baja en el primer horizonte y muy baja en el segundo; porosidad total media

en el primer horizonte y muy alta en el segundo; la humedad aprovechable es baja. El pH es fuertemente ácido a excepción del primer horizonte, donde es ligeramente ácido; la materia orgánica (MO), presenta contenidos bajos a excepción del primer horizonte donde son altos; la capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta en superficie y disminuye en profundidad. La saturación de bases (SB), es alta en el primer horizonte y disminuye en profundidad y la fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

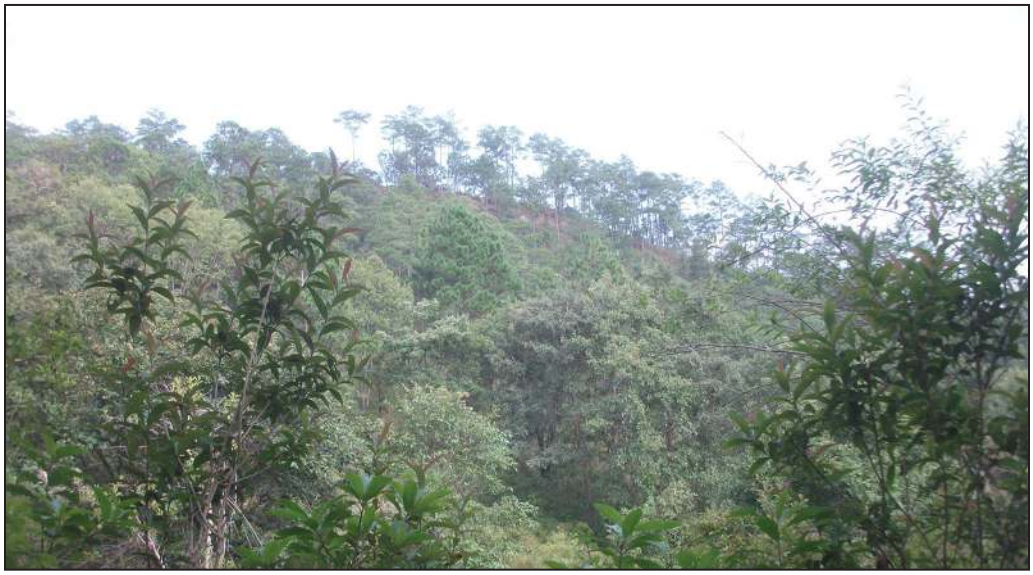
4.3.1.36 Unidad MQG

Consociación El Sintul: Typic Humustepts, familia esquelética franca, semiactiva, isotérmica, perfil modal 010525.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea El Sintul; la finca Santa Marta; paraje Las Calderas y cerro Pozo Negro, del municipio de Palencia. La unidad cartográfica abarca una extensión de 613 hectáreas. En la Figura 4.73, se observa el paisaje característico de la unidad.

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad presentan una temperatura media anual de 18.9 °C; 977 mm de precipitación y una altitud media de 1,244 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*), encino (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.73, la cobertura vegetal está formada por relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad, se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas; en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve filas y vigas.



4.73 Filas y vigas bajo cobertura de especies arbustivas. Municipio de Palencia (Foto: R. Pacheco 2012)

Esta unidad cartográfica está compuesta en un 90% de la superficie por los suelos Typic Humustepts, familia esquelética franca, semiactiva, isotérmica (perfil modal, PM 010525) y en un 10% del total del área restante, por Typic Haplustepts, familia esquelética arcillosa, semiactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010533).

La Consociación El Sintul presenta la siguiente fase:

- **MQGfp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 613 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010525)

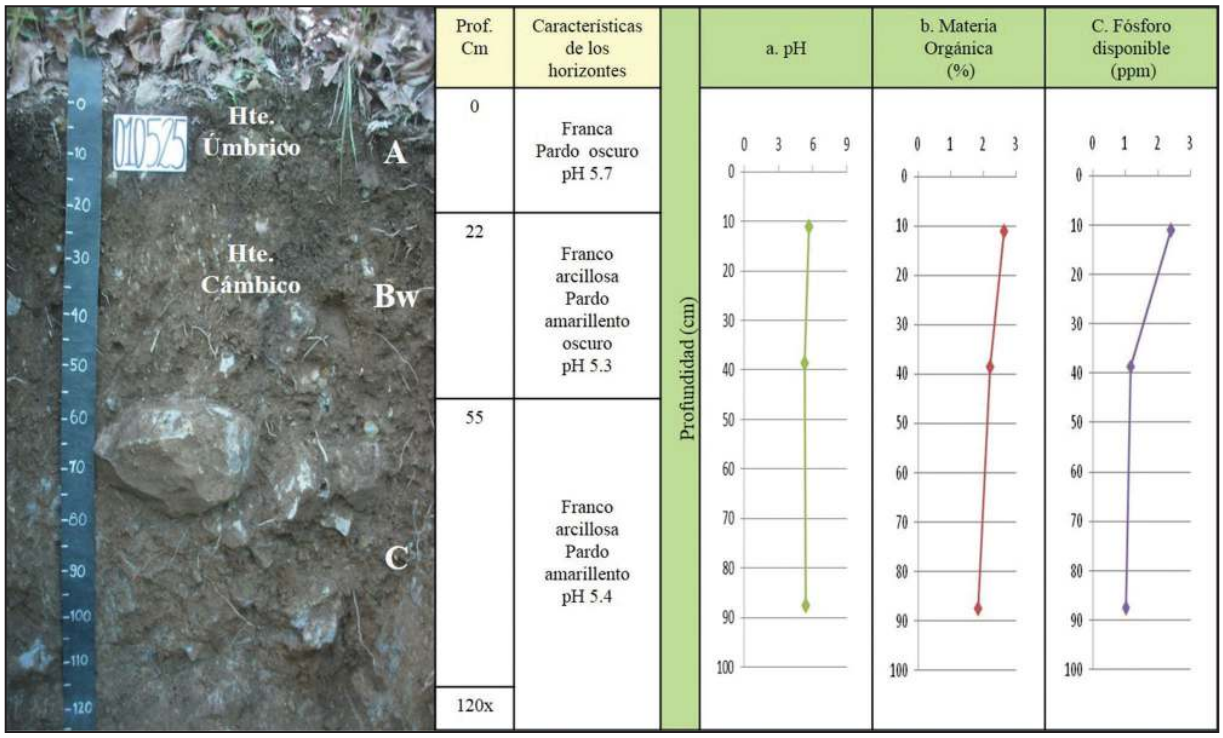


Figura 4.74 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010525) de la Consociación El Sintul. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2012)

En la Figura 4.74, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, textura (de laboratorio), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de las propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010525)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación El Sintul
Símbolo		MQG
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia esquelética franca, semiactiva, isotérmica**

Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Palencia
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Finca Santa Marta
	Coordenadas planas	X: 519133
		Y: 1625662
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,024
	Línea de vuelo No.	220
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		1,245 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	945 mm
	Temperatura promedio anual	19.0ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, necesita riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	21.5°C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos r ocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Supericie cubierta	10 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-

Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	55 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Sin uso agropecuario
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, fragmentos de roca en el perfil, erosión moderada, mediana pedregosidad superficial, déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Encino
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		13-07-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 22 cm A	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franca; poca piedra (10%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.7, moderadamente ácido; límite claro y ondulado.
22 – 55 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arcillosa; frecuente piedra (30%) irregular sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.3, fuertemente ácido; límite claro y ondulado.
55 – 120 cm C	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; extremadamente abundante piedra (70%) y poca gravilla (10%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo), consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.4, fuertemente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 010525)

Cuadro 4.83. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010525)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-22	0.80	1.56	45.84	36.32	29.17	23.92	22.74	16.16	9.87	17.72	31.00	48.72
22-55	1.17	1.88	35.70	34.33	32.87	25.37	19.04	15.32	10.18	2.99	34.77	37.77

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-22	24.09	19.3
22-55	18.03	22.69

Cuadro 4.84. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010525)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-22	31.31	47.53	21.16	F	ArA	10	5.7	1.39	2.64	-	-	-	2.41	5.53	Media
22-55	41.1	27.36	31.54	FAr	ArA	30	5.3	1.17	2.22	-	-	-	1.17		
55-120	30.06	36.46	33.48	FAr	Ar	70	5.4	0.97	1.85	-	-	-	1.01		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-22	10.25	3.98	6.27	3.75	2.19	1.13	0.28	0.15	0.23	21.37	11.02	2.73	1.46	5.8
22-55	8.54	4.00	4.54	3.52	2.04	1.11	0.22	0.15	0.48	23.89	13.00	2.58	1.76	12.0
55-120	14.81	4.91	9.90	4.78	2.96	1.37	0.26	0.19	0.13	19.99	9.25	1.76	1.28	2.6

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-22	36.59	0.57	0.20	39.80	13.20	-	-	-
22-55	41.22	0.46	0.20	19.10	13.40	-	-	-
55-120	32.28	0.20	0.20	2.23	6.80	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio del perfil modal (PM 010525)

Estos suelos muestran moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.74 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura A (22 cm de espesor); Bw (33 cm de espesor) y C (65 cm de espesor); el horizonte **A,** presenta color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** muestra color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** exhibe color pardo amarillento, textura (de laboratorio) franco arcillosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.83, y la granulometría que se muestran en el Cuadro 4.84, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con abundantes fragmentos de roca a los 55 cm de profundidad. La densidad real presenta valores bajos (1.56 g/cc a 1.88 g/cc). La densidad aparente tiene valores muy bajos (0.80 g/cc) en superficie y aumenta con la profundidad (1.17 g/cc). La porosidad total en el perfil varía de alta (48%) en el primer horizonte a media (38%) en los demás; domina la microporosidad (31% a 35%) sobre la macroporosidad (18% a 3%), lo que se relaciona con la textura (de laboratorio) fina que presenta; las características indicadas disminuyen la aireación, infiltración, drenaje y permeabilidad. Con respecto a la humedad aprovechable para las plantas, los valores son moderados (19 a 23%). La penetración de la raíces se ve limitada por la presencia de extremadamente abundantes fragmentos de roca a los 55 cm de profundidad.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.84, los suelos tienen un pH

moderadamente ácido (5.7) en el primer horizonte a fuertemente ácido (5.3 a 5.4) en los demás, el segundo valor de pH reportado tiene limitaciones para algunos cultivos susceptible a la acidez, por lo que debe realizarse enmiendas. El contenido de materia orgánica (MO), es baja (2.64% a 1.85%) en todo el perfil; estos valores afectan la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de los agregados y suministro de nutrientes para las plantas.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), varía de media a baja (10.25 a 8.54 meq/100 g de suelo), indicando una moderada capacidad de retención de nutrientes útiles para las plantas. Presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muy baja (3.52 a 4.78 meq/100 g de suelo); deben suplementarse ya que son insuficientes para el desarrollo de los cultivos. La saturación de bases (SB), es media (37% a 41%) en superficie y baja (32.28%) en profundidad.

Con referencia a los **elementos mayores,** el Nitrógeno (N) y el fósforo disponible (P), tienen bajos valores en todo el perfil; el potasio (K), se encuentra en cantidades medias. Con respecto a los **cationes**, el calcio (Ca) y el magnesio (Mg), se encuentran en cantidades bajas en todo el perfil.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), presentan valores bajos; el hierro (Fe), es alto en el horizonte superficial y disminuye en profundidad; el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades altas hasta el segundo horizonte y medias en los demás. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010525)

Estos suelos se han originado a partir de tobas e ignimbritas, presentan moderada evolución, son moderadamente superficiales; drenaje natural moderadamente excesivo; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con extremadamente abundantes fragmentos de roca a los 55 cm de profundidad; pH moderadamente ácido en superficie; contenidos bajos de materia orgánica, niveles medios de capacidad de intercambio catiónico en superficie; muy bajos niveles de bases intercambiables; moderada saturación de bases en superficie y fertilidad media. El régimen de humedad edáfica es “ústico”, ya que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Régimen de temperatura edáfica “isotérmica”, esto quiere decir que la temperatura del suelo oscila entre 15 a 22 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo, se debe a las pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), con abundantes fragmentos de roca en el perfil; presencia de pedregosidad superficial, erosión moderada y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Por las pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial y erosión moderada tienen capacidad de uso forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el servicio forestal nacional y con control de incendios forestales.

Es necesario mantener la cobertura vegetal para evitar la erosión hídrica, por tal razón establecerse acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, con el objetivo de evitar la escorrentía provocada por el agua de lluvia y mejorar la infiltración del agua en el perfil del suelo, con esto la humedad se prolongará en el suelo, lo que favorece su desarrollo y evolución. Para el caso de las plantaciones forestales, conviene establecerlas

bajo fuertes medidas de conservación de suelos, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales por planta, usar los fragmentos de roca para la elaboración de talud y establecer cortinas rompevientos. Es urgente aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, para mejorar sus características físicas, químicas y biológicas, recomendando mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura con leguminosas como fijadores de nitrógeno, aplicar abonos orgánicos y/o mantener el sotobosque.

En el establecimiento de plantaciones forestales y de acuerdo con su rentabilidad, si se requiere una fertilización química, con elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio y elementos menores como el Cobre y el Zinc por vía foliar. Es necesario riego en la época seca por medio de aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010525)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MQGfp2 pertenece a la clase VII, sub clase VII p y grupo de manejo VII p-1, son de vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de la inclusión (PI 010533)

Esta unidad cartográfica contiene una inclusión en el 10 % de su superficie compuesta por **Typic Haplustepts, familia esquelética arcillosa, semiactiva, isotérmica (PI 010533)**; se caracterizan por ser moderadamente superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) finas, con densidad aparente baja en el primer horizonte y muy baja en los siguientes. La porosidad total es alta en todos los horizontes. La humedad aprovechable se muestra baja en todo el perfil; el pH va de neutro a moderadamente ácido. El contenido de materia orgánica (MO), presenta contenidos altos en el primer horizonte y bajos en los siguientes; la capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene contenidos altos en el primer horizonte y medios en los demás; la saturación de bases (SB) es alta. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.37 Unidad MQH

Consociación Sierra de Palencia: Typic Humustepts, familia franca gruesa, activa, isotérmica, perfil modal 010514.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea El Bejucal Pepinal; el caserío Eje Quemado; las fincas El Zapote, Las Nubes y San José, del municipio de Amatitlán. Asimismo en los alrededores de los caseríos de El Injerto, El Mazanote, Jocotales, La Piedrona, Las Moritas, Los Anonos, Los Chorritos, Los Cimientos, Marillanos, Ojo de Agua, cerros de La Cruz, Del Injerto, parajes Cimarron, El Mojen, La Villita, del municipio de Palencia. Y por último, a inmediaciones Cerro El Portal, Nimajuyú y el parcelamiento Santa Ana los Pinos, del municipio de San Juan Sacatepéquez. La unidad cartográfica abarca una extensión de 6,139 hectáreas. En la Figura 4.75, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.75 Filas y vigas cubiertas con cultivos y matorrales. Municipio de Palencia (Foto: O. Hernández 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 19.1 °C; 1,065 mm de precipitación y una altitud media de 1,575 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*) y encino (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.75, el uso principal es agricultura y la cobertura vegetal son matorrales y relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad, se han desarrollado a partir de basalto, andesita y dacita; en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve filas y vigas.

Esta unidad cartográfica está compuesta en un 80% de su superficie por Typic Humustepts, familia franca gruesa, activa, isotérmica (perfil modal, PM 010514) y en un 20% del total del área restante, por Typic Haplustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010507).

La Consociación Sierra de Palencia presenta las siguientes fases:

- **MQHf1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 1,352 ha.
- **MQHf2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 414 ha.
- **MQHfp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 2,267 ha.
- **MQHgpr2:** Caracterizada por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial, poco afloramiento rocoso y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 2,106 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010514)

En la Figura 4.76, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de las propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

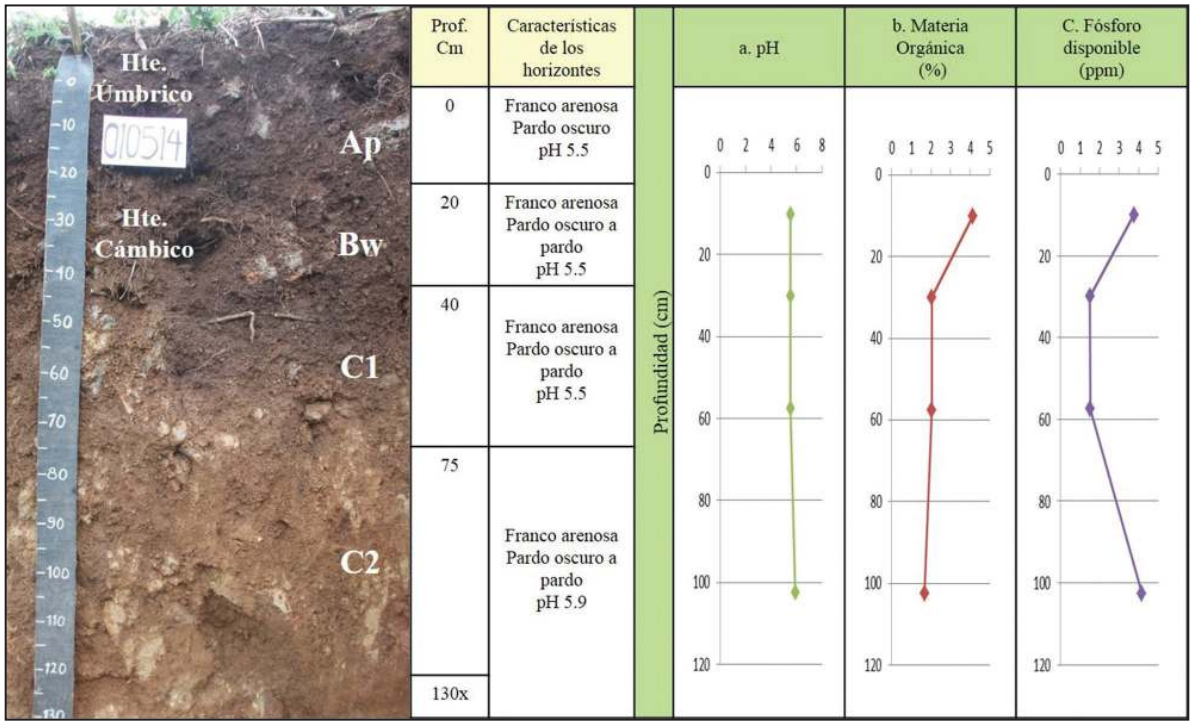


Figura 4.76 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010514) de la Consociación Pueblo Nuevo. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: O. Hernández 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010514)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Sierra de Palencia
Símbolo		MQH
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia franca gruesa, activa, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Palencia
	Aldea	El Morito, camino a la piedrona
	Caserío, sector, sitio, inca	Sierra de Palencia
	Coordenadas planas	X: 514074
		Y: 1619845

Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,116
	Línea de vuelo No.	221
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Basalto, andesita y dacita
Altitud		1,416 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,189 mm
	Temperatura promedio anual	20.0°C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requieren riego.
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	21.4°C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos r ocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	75 cm
	Limitante	Abundantes fragmentos de roca en el perfil > del 60%

Uso	**Actual**	Agricultura en pequeñas áreas rodeadas de bosque natural
	Cultivos	Maíz, fríjol
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, fragmentos de roca en el perfil, erosión moderada y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		12-07-2012
Morfología		
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**	
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.5, fuertemente ácido; límite claro e irregular.	
20 – 40 cm Bw	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.5, fuertemente ácido; límite gradual e irregular.	
40 – 75 cm C1	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (30 %), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos, medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 5.5, fuertemente ácido; límite claro y ondulado.	
75 – 130 cm C2	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo): poca gravilla (10%), abundantes fragmentos de piedra (60%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos, medianos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 5.9, moderadamente ácido.	

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 010514)

Cuadro 4.85. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010514)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	1.06	2.10	38.97	31.87	25.57	24.56	19.26	15.77	11.18	17.03	32.49	49.52
20-40	0.96	2.08	28.20	27.94	25.62	24.90	22.02	20.19	9.82	4.93	48.92	53.85
40-75	1.18	2.04	36.11	32.97	30.69	29.00	23.36	18.09	12.42	6.33	35.83	42.16

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-20	28.89	14.39
20-40	23.97	15.8
40-75	24.72	18.27

Cuadro 4.86. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010514)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-20	66.39	20.44	13.17	FA	FAr	10.00	5.5	2.18	4.14	-	-	-	3.75	6.67	Media
20-40	62.35	20.42	17.23	FA	Ar	15.00	5.5	1.08	2.05	-	-	-	1.50		
40-75	76.38	14.45	9.17	FA	Ar	30.00	5.5	1.08	2.05	-	-	-	1.52		
75-130	63.06	23.30	13.64	FA	Ar	70.00	5.9	0.88	1.67	-	-	-	4.15		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	24.50	10.40	14.10	10.21	8.13	1.70	0.21	0.17	0.19	33.18	6.94	0.86	0.69	1.8
20-40	17.66	8.75	8.91	8.55	6.56	1.63	0.19	0.17	0.20	37.15	9.23	1.08	0.96	2.3
40-75	18.23	9.71	8.52	9.54	7.44	1.56	0.36	0.18	0.17	40.81	8.56	1.97	0.99	1.8
75-130	55.26	8.64	46.62	8.52	5.95	1.82	0.55	0.20	0.12	10.77	3.29	1.00	0.36	1.4

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	41.67	1.13	0.53	48.00	43.20	19.80	0.62	0.68
20-40	48.41	0.39	0.26	19.60	22.50	14.70	0.24	0.21
40-75	52.33	0.27	0.20	16.70	35.90	17.30	-	-
75-130	15.42	0.20	0.20	12.40	8.28	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la Bouyoucos. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio del perfil modal (PM 010514)

Estos suelos son de moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.76 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); Bw (20 cm de espesor); C1 (35 cm de espesor) y C2 (55 cm de espesor), el horizonte **Ap,** muestra color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** presenta color pardo oscuro a pardo, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C1,** exhibe color pardo oscuro a pardo, textura (de laboratorio) franco arenosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo friable. El horizonte **C2,** es de color pardo oscuro a pardo, textura (de laboratorio) franco arenosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo friable.

Conforme a los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.85, y la granulometría, que

se muestran en el Cuadro 4.86, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, son de abundantes fragmentos de roca a los 75 cm de profundidad. La densidad real son de valores bajos (2.04 a 2.10 g/cc); la densidad aparente posee valores muy bajos (1.06 a 1.18 g/cc).

La porosidad total es alta en superficie (59 y 53%), y media (42%) en profundidad; en cuanto a la distribución porcentual de los macroporos y microporos en los horizontes superficiales, existe una dominancia de los microporos (31 a 35 %) sobre los macroporos (17 a 6%); responsables de una buena infiltración, moderada permeabilidad y buen drenaje; esto debido a las texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas; existe poca retención de humedad (14 a 18%) con baja humedad aprovechable para las plantas. Hay impedimentos para la penetración de raíces a los 40 cm de profundidad, por abundantes fragmentos de roca en el perfil.

Según los resultados de la caracterización **química,** indicados en el Cuadro 4.86, los suelos tienen un pH fuertemente ácido (5.5) en superficie y moderadamente ácido (5.9) en profundidad. El contenido de materia orgánica (MO), en el suelo, varia de medio (4.14%) en superficie a bajo (1.67%) en profundidad.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), contiene valores altos (24.50 meq/100 g de suelo) en superficie y medios (17.66 meq/100 g de suelo) en profundidad, indicando un alto potencial para retener nutrientes útiles para las plantas. Presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) media a baja (10.2 meq/100 a 8.5 meq/100 g); debe suplementarse ya que son insuficientes para el desarrollo de los cultivos. La saturación de bases (SB), es media (41% a 48%) en superficie a alta (52%), en profundidad.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el fósforo (P), presentan valores bajos en todo el perfil; el potasio (K), posee valores medios. Con respecto a los **cationes,** el calcio (Ca), se encuentra alto; el magnesio (Mg), presenta valores medios en todos los horizontes.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), presentan valores bajos en todo el perfil; el hierro (Fe), posee contenidos altos en el primer horizonte y medios en los demás; el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades altas hasta el tercer horizonte y medias en el último. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010514)

Estos suelos se han originado a partir de basalto andesita y dacita, presentan moderada evolución, son moderadamente profundos; con drenaje natural moderadamente excesivo; texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, abundantes fragmentos de roca a los 75 cm, el cual dificulta la penetración de raíces; pH fuertemente ácido; con contenidos medios de materia orgánica en superficie; con una capacidad de intercambio de cationes alta en el primer horizonte; bases intercambiables medias en superficie; una saturación de bases media y fertilidad media. Posee un régimen de humedad del suelo "ústico", por permanecer secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", esto quiere decir que la temperatura del suelo oscila entre 15 a 22.0°C.

Las principales limitantes para el uso y manejo, son las pendientes de moderadamente escarpadas (50 al 75%), y fuertemente escarpadas (>75%); los abundantes fragmentos de roca en el perfil; la mediana y abundante pedregosidad superficial; la erosión ligera y moderada; las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases que presentan pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión ligera y moderada y la fase con pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundante pedregosidad superficial y erosión moderada, son de capacidad de uso forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el servicio forestal nacional y con control de incendios forestales.

La fase con pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial y erosión moderada, presenta capacidad de uso para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

En las tierras con capacidad de uso forestal, es necesario mantener la cobertura vegetal para evitar la erosión hídrica. Además, deben establecerse acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, para evitar la escorrentía provocada por el agua de lluvia y mejorar la infiltración del agua en el perfil del suelo, con esto la humedad se prolongará en el suelo, lo que favorece su desarrollo y evolución.

Para el caso de las plantaciones forestales, conviene establecerlas bajo fuertes medidas de conservación de suelos, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel y establecer las acequias de laderas indicadas. Se deben construir terrazas individuales por planta, asegurando los taludes con la pedregosidad superficial y los fragmentos de roca existentes y establecer cortinas rompevientos. Es muy importante incrementar el contenido de materia orgánica, para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. Se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura con leguminosas como fijadores de nitrógeno y/o mantener el sotobosque.

En las áreas degradadas por sobreexplotación, es necesario establecer programas de recuperación integral de áreas erosionadas mediante la plantación de especies arbóreas nativas; evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas, asimismo se deben establecer programas de control de incendios forestales.

En el establecimiento de plantaciones forestales y de acuerdo a su rentabilidad, si se requiere en la etapas iniciales, fertilizar con elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Debe suplementarse los micronutrientes Cobre y el Zinc de forma foliar. Necesitan riego en la época seca, por medio de aspersión o goteo.

En la fase con capacidad de uso para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad, debe conservarse la vegetación existente y propiciar la regeneración natural. Además es necesario reforestar con especies arbóreas nativas en las áreas deforestadas. Evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas. Establecer programas de control de incendios forestales.

E). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010514)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, las fases MQHf1, MQHf2 y MQHfp2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-1, todas de vocación forestal.

La fase MQHgpr2 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, son tierras para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el

Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F). Breve descripción de la inclusión (PI 010507)

Esta unidad cartográfica contiene en un 20% de su superficie el suelo **Typic Haplustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (PI 010507)**, se caracteriza por ser superficiales; con drenaje natural moderadamente excesivo; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas; la densidad aparente es media en todo el perfil. La porosidad total es baja en superficie y media en profundidad. La humedad aprovechable es baja en todo el perfil. El pH es moderadamente ácido excepto en el segundo horizonte donde es fuertemente ácido; el contenido de materia orgánica (MO), es alto en el primer horizonte y medio en el segundo. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee valores medios en superficie y alta en profundidad. La saturación de bases (SB), alta exceptuando el segundo horizonte donde es media. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.38 Unidad MQI

Consociación Agua de las Minas: Typic Haplustolls, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica, perfil modal 011402.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentran a inmediaciones de las aldeas Loma Larga y El Cerrito; los caseríos Aguas Calientes y Dos Cerros; colonia Las Victorias; cerros La Mariposa y Limó; el paraje la Montada, del municipio de Amatitlán. La unidad cartográfica abarca una extensión de 989 hectáreas. En la Figura 4.77, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.77 Filas y vigas cubiertas de bosque. Municipio de Amatitlán (Foto: O. Hernández, 2011)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 19.2 °C; 956 mm de precipitación

y una altitud media de 1,448 msnm Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.77, la cobertura vegetal es bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de basalto, andesita y dacita; en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve filas y vigas.

Esta unidad cartográfica está compuesta en un 90% de la superficie por los suelos Typic Haplustolls, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica, (perfil modal, PM 011402) y el 10% del área restante, por los suelos Typic Ustorthents, familia franca fina sobre fragmental, no ácida, isotérmica (perfil inclusión, PI 011412).

La Consociación Agua de las Minas presenta las siguientes fases:

- **MQIf2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 493 ha.
- **MQIfp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 248 ha.
- **MQIfp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 248 ha.

A). Descripción del perfil modal PM (011402)

En la Figura 4.78, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, tales como textura (de laboratorio), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

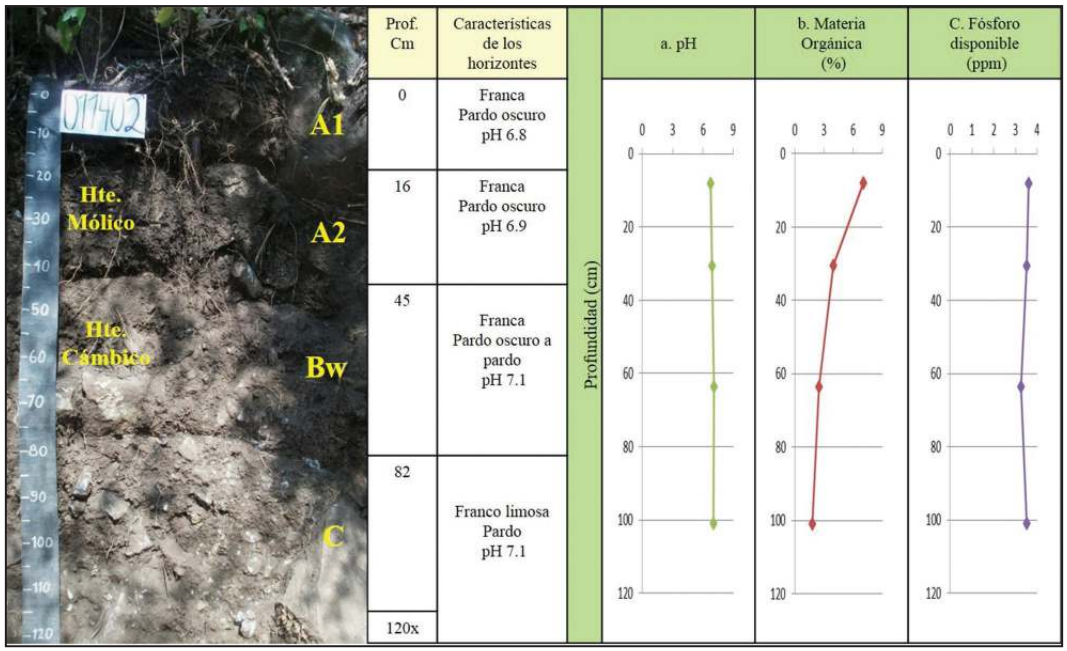


Figura 4.78 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011402) de la Consociación Agua de las Minas. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: O. Hernández, 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011402)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Agua de las Minas
Símbolo		MQI
Horizontes diagnósticos Endopedón	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Haplustolls, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Amatitlán
	Aldea	Cerro Carmona
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca Carmona
	Coordenadas planas	X: 482975
		Y: 1601615
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,756
	Línea de veulo No.	227
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Basalto, andesita y dacita
Altitud		1,579 msnm
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,055 mm
	Temperatura promedio anual	17.3°C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego.
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	-
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Sin uso agropecuario
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes fuertemente escarpadas, erosión moderada y déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Encino, ciprés
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		20-12-2011

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 16 cm A1	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; poca gravilla (10%), piedra (5%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, finos, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medios; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.8, neutro; límite claro e irregular.
16 – 45 cm A2	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; poca gravilla (10%), piedra (30%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, finos, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medios; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.9, neutro; límite claro e irregular.
45 – 82 cm Bw	Color en húmedo pardo oscuro a pardo(7.5YR4/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; poca gravilla (15%), piedra (25%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medios; frecuentes raíces medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.1, neutro; límite claro e irregular.
82 – 120 cm C	Color en húmedo pardo (7.5YR5/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco limosa; abundante gravilla (10%), piedra (35%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medios; pocas raíces, medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligero al H_2O_2; pH 7.1, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011402)

Cuadro 4.87. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011402)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-16	1.05	1.95	75.58	41.55	39.51	31.47	26.72	22.61	11.71	22.03	24.13	46.15
16-45	0.71	1.91	63.33	31.14	28.46	26.58	24.72	18.94	15.05	34.59	28.24	62.83
45-82	0.89	2.39	62.87	33.26	28.48	27.01	24.66	21.47	12.82	34.33	28.43	62.76

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-16	6.41	27.80
16-45	11.17	13.41
45-82	8.32	15.66

Cuadro 4.88. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011402)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-16	51.12	34.67	14.21	F	FAr	15	6.8	3.72	7.07	-	-	-	3.62	8.42	Muy Alta
16-45	45.39	37.11	17.5	F	FAr	40	6.9	2.1	3.99	-	-	-	3.53		
45-82	41.54	37.33	21.13	F	FAr	40	7.1	1.32	2.51	-	-	-	3.25		
82-120	30.28	55.61	14.11	FL	FAr	45	7.1	0.96	1.82	-	-	-	3.53		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-16	31.87	24.66	7.21	24.66	18.85	3.38	2.20	0.23	-	59.14	10.59	6.91	0.73	0.0
16-45	27.74	19.38	8.36	19.38	14.40	3.14	1.52	0.32	-	51.93	11.31	5.48	1.14	0.0
45-82	28.33	19.94	8.39	19.94	14.83	3.56	1.10	0.45	-	52.34	12.56	3.88	1.60	0.0
82-120	30.10	21.37	8.73	21.37	13.92	5.76	1.17	0.52	-	46.25	19.14	3.88	1.71	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-16	77.37	0.17	3.87	5.53	43.06	-	-	-
16-45	69.86	1.26	0.69	14.95	34.07	-	-	-
45-82	70.38	2.13	0.34	18.06	27.96	-	-	--
82-120	70.99	5.47	0.40	16.79	25.75	-	-	

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011402)

Estos suelos poseen moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.78 y la descripción del perfil modal; tienen horizontes con nomenclatura A1 (16 cm de espesor); A2 (29 cm de espesor); Bw (37

cm de espesor) y C (38 cm de espesor), el horizonte **A1,** tiene color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franca, estructura en gránulos, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **A2,** muestra color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franca, estructura en gránulos, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** es de color pardo oscuro a pardo, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares débilmente desarrollado y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** posee color pardo, textura (de laboratorio) franco limosa, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.87 y la granulometría que se muestra en el Cuadro 4.88, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con abundantes fragmentos de roca a los 82 cm La densidad real tiene valores bajos (1.95 a 2.39 g/cc). La densidad aparente posee valores muy bajos (1.05 a 0.89 g/cc).

La porosidad total, es alta (46%) en superficie y muy alta (63%) en profundidad, en cuanto a la distribución porcentual de los macroporos y microporos en los horizontes superficiales, existe una leve dominancia de los macroporos (22% a 34%) sobre los microporos (24 a 28%). Los valores de retención de humedad son medios en superficie (27%) y bajos (13 a 15%) en profundidad. Estas características indican un drenaje rápido en el perfil, buena infiltración y media humedad aprovechable para las plantas. La penetración de las raíces se ve limitada a los 82 cm por la presencia de frecuentes fragmentos de roca.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.88, los suelos tienen un pH neutro (6.8 a 7.1), en todo el perfil, adecuado para la mayoría de cultivos. Referente al contenido de materia orgánica (MO), es alto (7.07%) en superficie y bajo (1.82 %) en profundidad.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee valores altos (31.87 a 27.74 meq/100 g de suelo), por lo que tienen un alto potencial para retener nutrientes útiles para las plantas. Presenta una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), que se encuentra en niveles medios (24.6 meq/100 g a 19.3 meq/100) g), deben suplementarse ya que son insuficientes para el desarrollo de los cultivos. Respecto a la saturación de bases (SB), posee valores altos (77% a 70%), dentro de todo el perfil.

Con referencia a los **elementos mayores** el nitrógeno (N) y fósforo (P), poseen valores bajos en todos los horizontes; el potasio (K), posee valores altos en el perfil. Referente a los **cationes,** el calcio (Ca) y magnesio (Mg), reportan altos valores.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), muestra valores bajos en superficie y se incrementan en profundidad; el zinc (Zn), tiene valores medios en el primer horizonte y bajos en los demás; el hierro (Fe), se encuentra bajo en el primer horizonte y medio en los siguientes; el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades altas en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es muy alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011402)

Estos suelos se han originado a partir de materiales basálticos, andesita y dacita, tiene moderada evolución, son profundos; con drenaje natural moderadamente excesivo; presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con abundantes fragmentos de roca a los 82 cm de profundidad; pH neutro; contenidos altos de materia

orgánica en superficie que disminuye en profundidad; con capacidad de intercambio de cationes alta; bases intercambiables con valores medios; saturación de bases alta y fertilidad muy alta. El régimen de humedad edáfica se califica como "ústico", ya que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", que quiere decir que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo, se deben a las pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y a la abundante pedregosidad superficial, la erosión ligera y moderada; las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases con pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión moderada; la fase con pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundante pedregosidad superficial y erosión moderada, tiene capacidad de uso forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales, y para el manejo productivo de bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional y con control de incendios forestales.

Para el manejo de estas tierras es necesario mantener la cobertura vegetal es para evitar la erosión hídrica, debiéndose establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, con el objetivo de evitar la escorrentía provocada por el agua de lluvia y mejorar la infiltración del agua en el perfil del suelo, con esto la humedad se prolongará en el suelo, lo que favorece su desarrollo y evolución. Para el caso de las plantaciones forestales, convienen establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y agua, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel y construir terrazas individuales, asegurando los taludes con la pedregosidad superficial y los fragmentos de roca existente y establecer cortinas rompevientos. Es importante incrementar el contenido de materia orgánica del suelo para mejorar sus condiciones físicas, químicas y biológicas. Se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura como las leguminosas fijadores de nitrógeno y/o mantener el sotobosque.

En las áreas degradadas por sobreexplotación, es necesario establecer programas de recuperación integral de la erosión mediante la plantación de especies arbóreas nativas; evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas, asimismo se deben establecer programas de control de incendios forestales.

En el establecimiento de plantaciones forestales y de acuerdo a su rentabilidad, si se requiere una fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo, por vía foliar sebe suplementarse Cobre y Zinc. Necesitan riego en la época seca, por medio de aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011402)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MQIf2, MQIfp1 y MQIfp2 pertenecen a la clase VII, sub clase VII p y grupo de manejo VII p-1; todas de vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de la inclusión (PI 011412)

Esta unidad contiene un suelo inclusión que ocupa el 10% de su superficie; es el suelo **Typic Ustorthents, familia franca fina sobre fragmental, no ácida, isotérmica (PI 011412)**; se caracterizan por ser muy superficiales, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas (de laboratorio) franca fina, con densidad aparente media y baja porosidad total. La humedad aprovechable es baja. El pH es neutro. La materia orgánica (MO), tiene valores medios. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee altos valores. La saturación de bases (SB), tiene valores altos. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.39 Unidad MQJ

Consociación Tres Sabanas: Dystric Haplustepts, familia esquelética franca, mezclada, superactiva, isotérmica, perfil modal 011106.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea El Durazno, caserío Lomas, fincas El Carmen Quezada y El Pino, paraje Las Vegas y granja Catocpé, del municipio de Chinautla. Así también en los caseríos, Chivoc, Concepción, Estancia Chiquita, Los Cuá, Los Canel, Los Coc, Los Sabanes, Pasajoc, Ruyalguit y San José; las fincas Cumutzjuyu, Los Cianes, Pasajab, del municipio de San Juan Sacatepéquez. En los alrededores del caserío Los Avendaño, fincas La Ponderosa, Lo de Set, San Antonio Las Minas, San Luís, Santa Isabel y labor San Jacinto del municipio de San Raimundo. La unidad cartográfica abarca una extensión de 8,759 hectáreas. En la Figura 4.79, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.79 Filas y vigas con agricultura y arbolado disperso. Municipio de San Raimundo (Foto: R. Pacheco 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es “templado subhúmedo”. Los polígonos de la unidad presentan una temperatura media anual de 19.9 °C; 1,240 mm de precipitación y una altitud media de 1,384 msnm Según De la Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.79, el uso principal es agrícola y la cobertura vegetal está conformada por relictos del bosque natural.

Los suelos de la unidad, se han desarrollado a partir de cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita; en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve de filas y vigas.

Esta unidad cartográfica está compuesta en un 75% de la superficie, por los suelos Dystric Haplustepts, familia esquelética franca, mezclada, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 011106); en un 10% del área, por Typic Humustepts, familia fina, activa, isotérmica (PI 011012); en un 10% de la superficie por Typic Ustorthents, familia franca fina, superactiva, no ácida, isotérmica (PI 010706) y en el 5% del total del área restante, por Typic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (PI 011034).

La Consociación Tres Sabanas presenta las siguientes fases:

- **MQJf1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 2,077 ha.
- **MQJf2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 3,761 ha.
- **MQJfp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 1,419 ha.
- **MQJfp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 1,502 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011106)

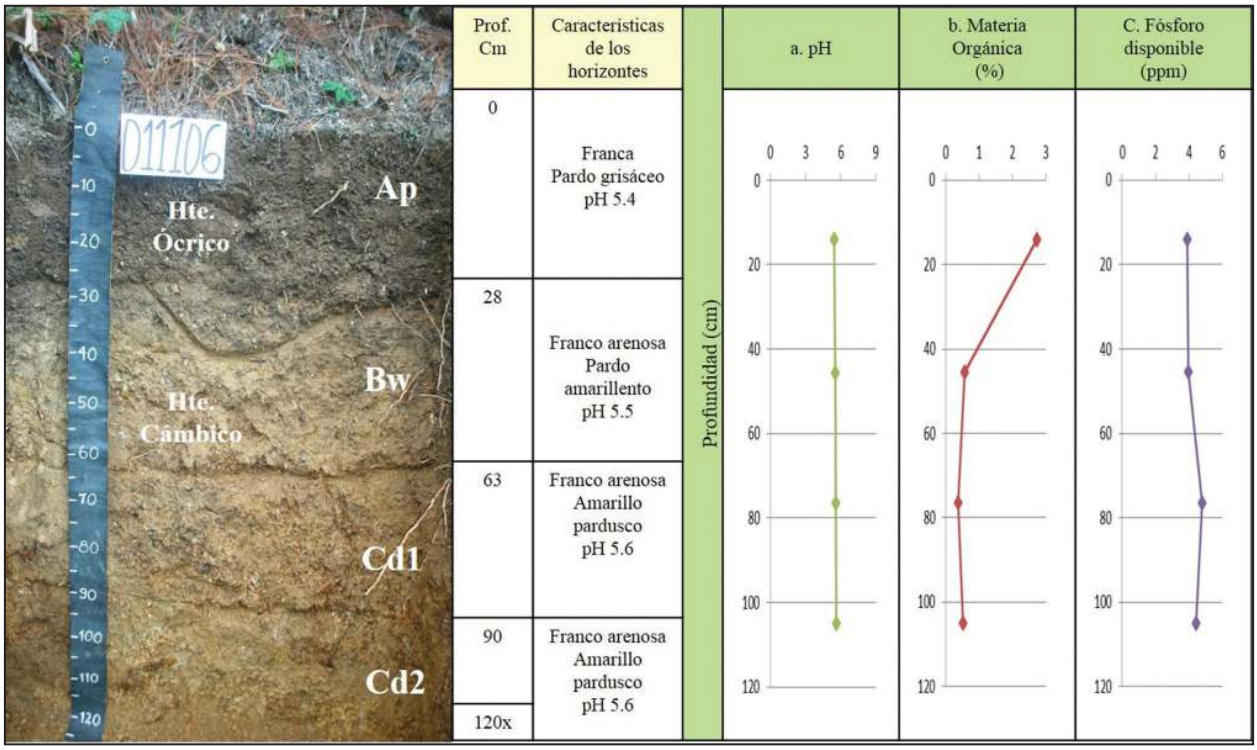


Figura 4.80 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011106) de la Consociación Tres Sabanas. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2012)

En la Figura 4.80, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011106)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Tres Sabanas
Símbolo		MQJ
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Dystric Haplustepts, familia esquelética franca, mezclada, superactiva, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San Raimundo
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Entrada por la Piedra de Cobán
	Coordenadas planas	X: 492524
		Y: 1635102
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	6,421
	Línea de vuelo No.	217
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano – erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita
Altitud		1,478 msnm
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,251 mm
	Temperatura promedio anual	20.0ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo. Requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	17.9°C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado

Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	63 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz, fríjol
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión moderada, presencia de material compactado y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Relictos de bosque natural con especies de Pino, encino
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		07-12-2011

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 28 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo (10YR5/2); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; frecuente grava (25%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.4, fuertemente ácido; límite claro y ondulado.
28 – 63 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente grava (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 5.5, fuertemente ácido; límite gradual y plano.
63 – 90 cm Cd1	Color en húmedo amarillo pardusco (10YR6/6); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; abundante grava (50%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; no hay raíces; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 5.6, moderadamente ácido; límite difuso.
90 – 120 cm Cd2	Color en húmedo amarillo pardusco (10YR6/8); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; extremadamente abundante grava (70%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado no pegajosa y no plástica; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 5.6, moderadamente ácido.
Observaciones	*Presencia de material compactado a 63 cm*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos y mineralógicos del perfil (PM 011106)

Cuadro 4.89. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011106)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-28	0.99	1.56	26.61	21.55	20.28	14.71	11.99	10.82	3.39	8.69	27.85	36.54
28-63	1.07	2.32	50.85	19.09	17.10	10.11	9.03	7.37	6.42	35.76	18.12	53.88

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-28	8.76	16.89
28-63	6.97	10.68

Cuadro 4.90. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011106)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Caliic.
0-28	46.67	32.92	20.41	F	Ar	25.00	5.4	1.44	2.74	-	-	-	3.89	6.17	Media
28-63	62.64	33.05	4.33	FA	Ar	20.00	5.5	0.30	0.57	-	-	-	3.98		
63-90	68.43	26.27	5.30	FA	ArA	50.00	5.6	0.20	0.38	-	-	-	4.79		
90-120	48.75	46.4	4.85	FA	A	70.00	5.6	0.27	0.52	-	-	-	4.43		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-28	14.75	7.36	7.39	7.36	4.46	2.17	0.56	0.18		30.20	14.72	3.78	1.20	0.0
28-63	10.62	6.46	4.17	6.46	3.44	2.33	0.46	0.23		32.37	21.89	4.37	2.15	0.0
63-90	11.21	6.69	4.52	6.69	4.15	1.92	0.43	0.19		36.98	17.15	3.86	1.68	0.0
90-120	15.93	11.44	4.49	11.44	5.48	5.16	0.55	0.25		34.38	32.40	3.46	1.57	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-28	49.90	0.65	0.43	75.27	15.26	-	-	-
28-63	60.78	0.37	0.25	24.10	1.80	-	-	-
63-90	59.66	0.34	0.31	19.93	2.01	-	-	-
90-120	71.81	0.44	0.33	23.65	1.38	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Cuadro 4.91. Resultados de los análisis mineralógicos del perfil modal (PM 011106)

Constitución mineralógica de la fracción arcilla	Profundidad (cm)			
	00-28	28-63		63-90
Intergrados 2:1 - 2:2	+	+		-
Interestratificados	tr	tr		-
Micas	+++	+++		+++
Caolinita	+++	+++		+++
Feldespatos	tr	+		+
Esmectitas (monmorillonita)	-	+		+
Lepidocracia	-	+		+
Constitución mineralógica de la fracción arena		**Profundidad (cm)**		
	00-28	**28-63**		**63-90**
Feldespatos	46	20		43
Cuarzo	12	20		15
Vidrio volcánico	2	tr		Tr
Hiperstena	3	tr		Tr
Diópsido	tr	tr		Tr
Biotita	7	29		26
Muscovita	13	17		7
Magnetita	2	tr		Tr
Hematita	5	6		1
Lamprobolita	3	tr		Tr
Granos alterados	5	2		Tr
Fragmentos líticos	1	6		3
Fragmentos de toba	1	tr		Tr
Circón	-	tr		Tr

CONVENCIONES			
Dominante, mayor de 50%	++++	Presente, de 5 a 15%	+
Abundante, de 30 a 50%	+++	Trazas, menor de 5%	Tr
Común, de 15 a 30%	++	Dudoso	?

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011106)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.80 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (28 cm de espesor); Bw (35 cm de espesor); Cd1 (27 cm de espesor) y Cd2 (30 cm de espesor), el horizonte **Ap**, muestra color pardo grisáceo, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El

horizonte **Bw,** posee un color pardo amarillento, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Cd1,** de color pardo amarillento pardusco, textura (de laboratorio) franco arenosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo firme. El horizonte **Cd2,** muestra color amarillo pardusco, textura (de laboratorio) franco arenosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo firme.

Los resultados de la caracterización **física** del Cuadro 4.89, y de granulometría tal y como muestra el Cuadro 4.90, los suelos tienen texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con presencia de material compactado a los 63 cm, y extremadamente abundante cantidad de fragmentos de roca en el perfil. La densidad real es baja (1.56 a 2.32 g/cc). En cuanto a la densidad aparente, posee valores muy bajos (0.99 a 1.07 g/cc). La porosidad total en el perfil es media (36%) en los primeros horizontes y alta (54%) en profundidad; en cuanto a la distribución porcentual de los macroporos y microporos en los horizontes superficiales, no existe una dominancia definida. Estas características indican un drenaje interno rápido, con una baja humedad aprovechable (16% a 10%) para las plantas; además, presentan materiales compactados a partir de los 63 cm que representan una limitante física para la penetración de las raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.90, los suelos presentan un pH fuertemente ácido (5.4) hasta el segundo horizonte y moderadamente ácido (5.6), que pueden intervenir a la disponibilidad de los nutrientes. En cuanto al contenido de materia orgánica (MO), posee valores bajos (2.79 a 0.38%) en todo el perfil, debe aumentarse.

Referente a la capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee valores medios (10.62 a 15.93 meq/ 100 g de suelo) en todo el perfil, lo que indica un moderado potencial para retener nutrientes útiles para las plantas. Tienen una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) que varía de media a baja (11.44 a 6.46 meq/100 g), indicando que deben suplementarse. La saturación de bases (SB), tiene valores altos (50% -72%).

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), presentan valores bajos. El potasio (K), tiene valores altos en todo el perfil. Respecto a los **cationes** el magnesio (Mg), es medio hasta el tercer horizonte y alto en el último; el calcio (Ca) se encuentra en cantidades medias en todos los horizontes.

Los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), presentan valores bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe), tiene valores altos a excepción del tercer horizonte donde presenta valores medios, el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades altas en superficie y disminuye en profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es media.

El Cuadro 4.91 se refiere a la **mineralogía** de este suelo, indica que en la fracción arcilla, dominan la micas y caolinitas. Los minerales integrados del tipo 2:1 – 2:2, los feldespatos, las esmectitas y lepidocracia están presentes; asimismo, se encuentran trazas de interestratificados. En la fracción arena, dominan los feldespatos, son comunes la moscovita, el cuarzo y la biotita, están presentes la hematita y los granos alterados, existen trazas de hiperstena, lamprobolita, vidrio volcánico, magnetita, fragmentos líticos y de tobas, diópsido y circón.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011106)

Estos suelos se han originado a partir de cuarzomonzonitas, granodioritas y cuarzodioritas, presentan moderada evolución, son moderadamente superficiales; con drenaje natural moderadamente excesivo; texturas (de

laboratorio) moderadamente gruesas, con presencia de compactación y extremadamente abundantes fragmentos de roca a los 63 cm de profundidad; pH fuertemente ácido en los primeros horizontes; con bajos contenidos de materia orgánica; capacidad de intercambio de cationes media; bases intercambiables medias en superficie; saturación de bases alta y la fertilidad es media. El régimen de humedad edáfica es "ústico", ya que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", quiere decir que la temperatura del suelo oscila entre 15 a 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo, se originan de las pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), la erosión ligera y moderada, el material compactado, abundantes fragmentos de roca en el perfil, la mediana pedregosidad superficial y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases que tienen pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), erosión ligera y moderada; las fases con pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera y moderada, son tierras con capacidad de uso forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el servicio forestal nacional y con control de incendios forestales.

Para su adecuado manejo, es necesario mantener la cobertura vegetal para evitar la erosión hídrica. En el caso de plantaciones forestales, deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales por planta y proteger los taludes con la pedregosidad presente en el área e instalar barreras contravientos para minimizar la erosión eólica. Es de urgencia aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, para mejorar sus condiciones físicas, químicas y biológicas, por tal razón se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar abonos orgánicos, cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque. Se recomienda realizar acequias de ladera con barreras vivas para disminuir la escorrentía, aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil y aumentar la humedad aprovechable para las plantas. Además, este aumento de la humedad del suelo favorece la evolución del mismo y mejora sus condiciones físicas y químicas.

En las áreas degradadas por sobreexplotación, es necesario establecer programas de recuperación integral de la erosión mediante la plantación de especies arbóreas nativas; evitar la utilización de los productos del bosque, y las prácticas agrícolas, y establecer programas de control de incendios forestales.

En el establecimiento de plantaciones forestales y de acuerdo con su rentabilidad, se requiere una fertilización química del suelo con elementos mayores Nitrógeno y Fósforo y el suplemento de Cobre y Zinc vía foliar. Si se necesitara riego en los primeros estadios de las plantas forestales, por medio de aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011420)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, las fases MQJf1, MQJf2, MQJfp1 y MQJfp2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-1 son de vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de los suelos inclusión (PI 011012, 010706, 011034).

Esta unidad cartográfica contiene tres inclusiones que se describen a continuación:

Los suelos **Typic Humustepts, familia fina, activa, isotérmica (PI 011012),** en un 10% del área, se caracterizan por ser moderadamente superficiales, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas (de laboratorio) finas, con densidad aparente baja en todo el perfil y porosidad total baja en el primer horizonte y media en el segundo. La humedad aprovechable es baja; el pH va de fuerte a ligeramente ácido. El contenido de materia orgánica (MO), es bajo en todos los horizontes; la capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media en el primer horizonte y alta en los siguientes; la saturación de bases (SB) es media en el primer y tercer horizonte y baja en el segundo. La fertilidad natural es media (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

Los suelos **Typic Ustorthents, familia franca fina, superactiva, no ácida, isotérmica (PI 010706),** que ocupan un 10% del área, se caracterizan por ser superficiales, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con densidad aparente baja en el primer horizonte, media en el segundo y alta en el tercero y la porosidad total es media a excepción del segundo horizonte en donde es baja. La humedad aprovechable es baja en todo el perfil; el pH es ligeramente ácido en superficie y neutro en profundidad. El contenido de materia orgánica (MO), es bajo; la capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media en todo el perfil; la saturación de bases (SB) es alta en todo el perfil. La fertilidad natural es media (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

Los suelos **Typic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (PI 011034),** que ocupan el 5% del área, se caracterizan por ser profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con densidad aparente baja en el primer horizonte y media en los siguientes y porosidad total alta en el primer horizonte y baja en los siguientes. La humedad aprovechable es baja; el pH es ligeramente ácido en el primer horizonte y neutro en los siguientes. La materia orgánica (MO), es media en el primer horizonte y baja en los siguientes; la capacidad de intercambio de cationes (CICA) es media a excepción del segundo horizonte, donde presenta cantidades altas. La saturación de bases (S.B), presenta valores altos. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.40 Unidad MQK

Consociación Santa Faz: Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica, perfil modal 010603.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea Los Pocitos, caseríos Buena vista, Santa Marta, cerro Vivo, fincas La Gaviotas y El Durazno, del municipio de Chinautla. Así como en el paraje El Tuno y montaña Sierra de Palencia, del municipio de Palencia. Cercano al cerro Mala Paga, del municipio de San Juan Sacatepéquez. La unidad cartográfica abarca una extensión de 1,573 hectáreas. En la Figura 4.81 se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.81 Filas y vigas con agricultura y árboles dispersos. Municipio de Chinautla (Foto: J. del Cid, 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 19.3 °C; 1,083 mm de precipitación y una altitud media de 1,508 msnm Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.81, el uso principal es agrícola con cobertura vegetal compuesta por relictos de bosque natural.

Se han desarrollado a partir de calizas; en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve filas y vigas.

Esta unidad cartográfica está compuesta en un 80% de su superficie por Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 010603) y en el 20% del total del área restante, por Typic Ustorthents, familia esquelética franca sobre fragmental, activa, no ácida, isotérmica (perfil inclusión, PI 010602).

La Consociación Santa Faz presenta las siguientes fases:

- **MQKf1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 836 ha.
- **MQKf2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 148 ha.
- **MQKfp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 29 ha.
- **MQKfp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 560 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010603)

En la Figura 4.82, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

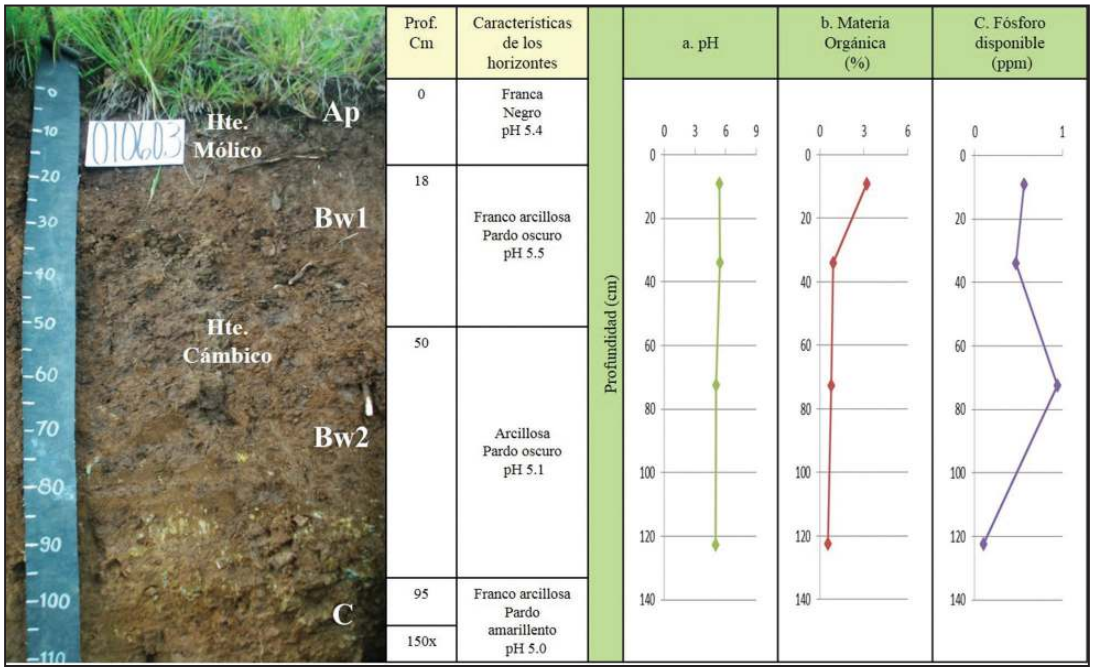


Figura 4.82 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010603) de la Consociación Santa Faz. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: J. del Cid, 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010603)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Santa Faz
Símbolo		MQK
Horizontes Diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del Suelo		**Typic Humustepts, familia franca ina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Chinautla
	Aldea	Finca El Durazno
	Caserío, sector, sitio, inca	Colonia Santa Marta, camino asfaltado que conduce a San Pedro Ayampuc, a 2 kilómetros del mercado de Jocotales
	Coordenadas planas	X: 0502357
		Y: 1625376

Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,038
	Línea de vuelo No.	220
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente Morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Calizas
Altitud		1,552 msnm
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,213 mm
	Temperatura promedio anual	18.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	21.8 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en Masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos Rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad Supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad Efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	95 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)

Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión moderada, presencia de fragmentos de roca en el perfil y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Relictos de bosque natural con especies de encino, ciprés, pino
Describió		Judith Azucena del Cid Herrera, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		10-08-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 18 cm Ap	Color en húmedo negro (7.5YR2.5/1); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.4, fuertemente ácido; límite claro y ondulado.
18 – 50 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/3); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.5, fuertemente ácido; límite claro y plano.
50 – 95 cm Bw2	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.1, fuertemente ácido; límite claro y plano.
95 – 150 cm C	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa; sin estructura (masivo); extremadamente abundante fragmentos de roca (70%), irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaria; consistencia en húmedo friable; en mojado pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.0, muy fuertemente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 010603)

Cuadro 4.92. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010603)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-18	1.15	1.85	49.18	40.76	31.86	22.09	21.07	17.04	9.86	13.33	24.51	37.84
18-50	1.29	2.53	44.34	30.39	22.81	19.30	18.00	16.81	14.82	23.80	25.21	49.01
50-95	1.27	1.94	59.82	36.89	30.14	27.19	24.41	21.77	18.01	17.13	17.40	34.54

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-18	23.96	22.00
18-50	24.28	7.99
50-95	18.09	12.13

Cuadro 4.93. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010603)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (pipeta)	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-18	37.01	43.09	19.9	F	ArL	-	5.4	1.68	3.19	-	-	-	0.56	6	Media
18-50	31.73	40.87	27.4	FAr	ArL	-	5.5	0.48	0.91	-	-	-	0.47		
50-95	28.12	29.76	42.12	Ar	ArL	-	5.1	0.42	0.8	-	-	-	0.94		
95-150	26.26	44.24	29.5	FAr	ArL	70	5	0.3	0.57	-	-	-	0.1		

Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-18	19.94	11.08	8.86	11.08	8.09	2.63	0.30	0.06		40.59	13.19	1.53	0.28	0.0
18-50	18.23	8.37	9.86	8.37	5.02	3.01	0.23	0.10		27.54	16.53	1.25	0.58	0.0
50-95	35.32	7.38	27.94	7.38	3.67	3.29	0.32	0.10		10.38	9.32	0.91	0.28	0.0
95-150	17.09	10.26	6.83	10.26	5.47	4.51	0.16	0.12		32.01	26.40	0.92	0.69	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-18	55.58	1.36	2.21	39.26	69.82	-	-	-
18-50	45.89	3.02	0.41	66.20	31.43	-	-	-
50-95	20.89	2.89	0.79	88.78	19.73	-	-	-
95-150	60.03	0.99	0.19	22.66	4.77	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010603)

Estos suelos son de moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.82 y la descripción del perfil, presentan horizontes con nomenclatura Ap (18 cm de espesor); Bw1 (32 cm de espesor); Bw2 (45 cm de espesor) y C (55 cm de espesor), el horizonte **Ap**, presenta color negro, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1**, presenta color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2**, es de color pardo oscuro, textura (de laboratorio) arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **C**, posee color pardo amarillento, textura (de laboratorio) franco arcillosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.92, y de granulometría, que se muestra en el Cuadro 4.93, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre finas, con extremadamente abundantes fragmentos de roca a los 95 cm La densidad real presenta valores bajos (1.85 a 2.53 g/cc). La densidad aparente posee valores bajos (1.15 a 1.29 g/cc) en todo el perfil.

La porosidad total posee valores medios (38% a 35%) en el primer horizonte y alta (49%) en profundidad, en cuanto a la distribución porcentual de los macroporos y microporos en los horizontes superficiales, existe una dominancia de los microporos (24% a 25%) sobre los macroporos (13% a 23%), datos que están correlacionados con las texturas (de laboratorio) finas. La humedad aprovechable es media (22.8%) en el primer horizonte y disminuye en profundidad. A su vez, a los 95 cm de profundidad presentan muy abundantes fragmentos de roca que dificultan la penetración de raíces.
Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.93, los suelos tienen un pH fuertemente ácido (5.4 a 5.1) en superficie a muy fuertemente ácido (5.0) en profundidad, esto crea restricciones para algunos cultivos susceptibles a la acidez, siendo necesario su enmienda. El contenido de materia orgánica (MO), es medio (3.19%) en superficie y bajo (0.30% a 0.38%) en profundidad; el cual está relacionado con la capacidad de suministrar nutrientes y la estabilidad de agregados; debe incrementarse.

Respecto a la capacidad de intercambio de cationes (CICA), los suelos poseen valores medios (19.94 a 18.23 meq/100 g de suelo) en superficie y altos (35.32 meq/ 100 g de suelo) en los demás, lo que implica un moderado potencial para retener nutrientes útiles para las plantas. Presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), con valores medios en superficie (11.08 meq/100 g de suelo) y bajos en profundidad (7.38 meq/100 g de suelo), debe suplementarse ya que son insuficientes para el desarrollo de los cultivos. La saturación de bases (SB), posee cantidades altas (55% a 60%) en el primer y cuarto horizonte, media (45%) en el segundo y decrece (20%) en el tercer horizonte.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen valores bajos en todos los horizontes; el potasio (K), presenta niveles medios en todo el perfil. De los **cationes**, el calcio (Ca), se presenta alto en superficie y disminuye en profundidad; el magnesio (Mg) reporta valores medios en el primer horizonte y altos en los demás.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) presenta valores bajos en el primer horizonte y disminuyen en profundidad; el zinc (Zn) tiene valores bajos en todo el perfil; el hierro (Fe) y el manganeso (Mn), reportan valores altos en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010603)

Estos suelos se han originado a partir de calizas, presentan moderada evolución, son moderadamente profundos; drenaje natural bueno; presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre finas, con extremadamente abundantes fragmentos de roca a los 85 cm de profundidad; pH fuertemente ácido; contenidos medios de materia orgánica en superficie; capacidad de intercambio de cationes media; bases intercambiables medias; saturación de bases alta y fertilidad media. El régimen de humedad edáfica es “ústico”, ya que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es “isotérmica”, esto significa que la temperatura del suelo oscila entre 15 a 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo, se deben a las pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), la mediana pedregosidad superficial, la erosión ligera y moderada, los frecuentes fragmentos de roca en el perfil y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases que tienen pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) erosión ligera y erosión moderada; las fases con pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial y erosión moderada, tienen capacidad de uso forestal y son aptas para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el servicio forestal nacional y con control de incendios forestales.

Para su adecuado manejo, es necesario mantener la cobertura vegetal como para evitar la erosión hídrica. En el caso de plantaciones forestales, deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales con taludes protegidos con los fragmentos de roca, e instalar barreras contravientos. Se recomienda realizar acequias de ladera con barreras vivas en su parte superior para disminuir la escorrentía, aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil y mejorar la humedad aprovechable para las plantas. Este aumento de la humedad del suelo favorece su desarrollo y evolución. Además, es muy importante aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, para mejorar sus condiciones físicas, químicas y biológicas, se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque.

En el establecimiento de plantaciones forestales y de acuerdo a su rentabilidad, si se requiere una fertilización química, el suelo necesita de los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio y por vía foliar Cobre y Zinc. Si se necesitara riego en los primeros estadios de las plantas forestales, debe aplicarse por medio de aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010603)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, las fases MQKf1, MQKf2, MQKfp1 y MQKfp2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-1, todas de vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de la inclusión (PI 010602)

Esta unidad contiene en un 20% de su superficie la inclusión del suelo **Typic Ustorthents, familia esquelética franca sobre fragmental, activa, no ácida, isotérmica (PM 010602)**; se caracterizan por ser superficiales, con drenaje bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con densidad aparente alta en el primer horizonte y muy alta en el segundo. La porosidad total es baja en todo el perfil. La humedad aprovechable es muy baja. El pH es ligeramente ácido; la materia orgánica (MO), tiene valores bajos en todos los horizontes. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es baja en superficie y se incrementa en profundidad. La saturación de bases (SB), reporta valores altos en todo el perfil. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.41 Unidad MQL

Consociación Villa Canales: Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 011601.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea Agua de las Minas, caserío El Ceibillo y granja Tonito, del municipio de Amatitlán. Alrededor de la aldea San Antonio Las Flores, fincas San Francisco Las Trinitarias, Santa Isabel y labor Buena Vista El Porvenir, del municipio de Chinautla. Así también en las fincas Argentina, Argelia, La Estancia, Santa Clara y lotificación Los Vados, del municipio de Guatemala. En las fincas Buena Vista y Corral Viejo del municipio de San José Pinula. También en las residenciales Canaán, del municipio de San Pedro Ayampuc.

Cercanos a la finca Las Flores, del municipio de San Juan Sacatepéquez. En cercanía de las aldeas Colmenas, San José El Tablón, caseríos Colmenitas, El Aguacate, El Tablón, Ojo de Agua, Rustrían, fincas El Bosque, El Mirón y Santa Teresa del municipio de Villa Canales. En los caseríos, Cruz Grande, La Selva, y la finca San Ramón, del municipio de Villa Nueva. La unidad cartográfica abarca una extensión de 2,294 hectáreas. En la Figura 4.83, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.83 Lomas cubiertas con agricultura y bosque. Municipio de Villa Canales (Foto: M. Tum 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es “templado subhúmedo”. Los polígonos de la unidad presentan una temperatura media anual de 19.6 °C; 1,084 mm de precipitación y una altitud media de 1,484 msnm Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.83, el uso principal es agrícola con cobertura vegetal compuesta por relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad, se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve lomas.

Esta unidad cartográfica está compuesta en un 75% de la superficie, por los suelos Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 011601) y en un 15% del área, por Entic Haplustolls,

familia esquelética franca, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010607). El 10% restante del total del área está ocupada por otros suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación Villa Canales presenta las siguientes fases:

- **MQLc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 14 ha.
- **MQLcp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 84 ha.
- **MQLd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 624 ha.
- **MQLd2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 35 ha.
- **MQLe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 1,212 ha.
- **MQLe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 299 ha.
- **MQLep2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), poca pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 26 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011601)

En la Figura 4.84, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

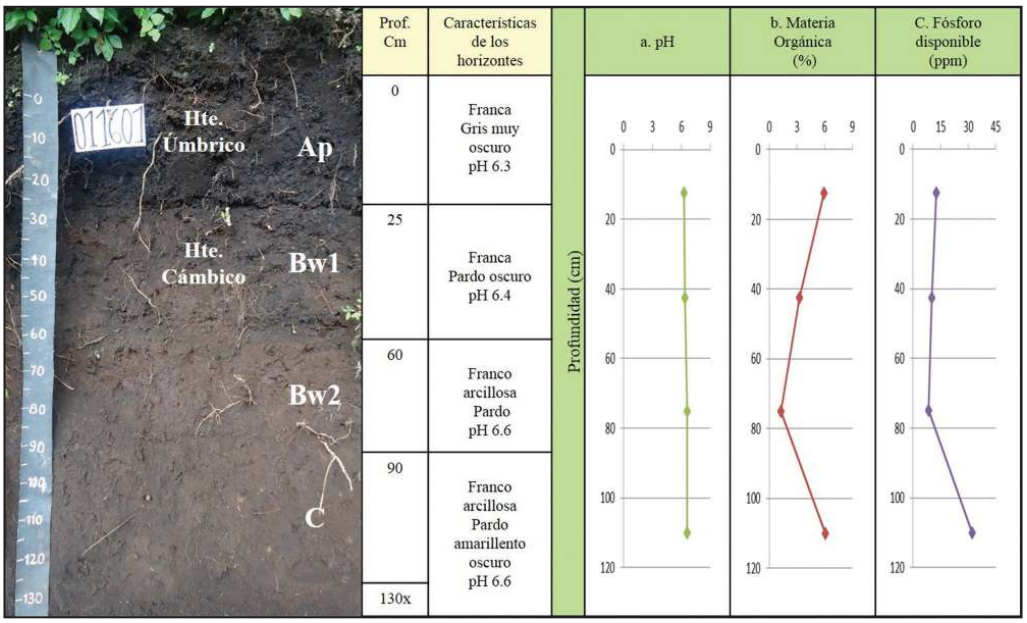


Figura 4.84 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011601) de la Consociación Villa Canales. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: M. Tum 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011601)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Villa Canales
Símbolo		MQL
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia franca ina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	Colmenas
	Caserío, sector, sitio, inca	-
	Coordenadas planas	X: 498547
		Y: 1601932
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,744
	Línea de vuelo No.	227
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,423 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 al 12 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,008 mm
	Temperatura promedio anual	19.6 ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	20.0 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Lento
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Supericie cubierta	5 %
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Café bajo sombra
	Limitante del uso	Pedregosidad superficial y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Relictos de bosque natural con especies de pino y encino
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		23-07-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
25 – 60 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
60 – 90 cm Bw2	Color en húmedo pardo (10YR4/3); textura de campo y de laboratorio franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite claro y ondulado.
90 – 130 cm C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.6, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011601)

Cuadro 4.94. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011601)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	0.96	1.83	41.50	38.35	35.66	31.91	28.44	19.73	18.31	6.69	40.85	47.54
25-60	1.09	2.34	70.80	43.01	42.23	34.09	27.43	19.96	18.27	21.56	31.86	53.42

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-25	32.76	17.35
25-60	22.43	23.96

Cuadro 4.95. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011601)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-25	45.29	31.02	23.69	F	FAr	-	6.3	3.11	5.91	-	-	-	12.55	8.28	Alta
25-60	43.95	30.42	25.63	F	FAr	-	6.4	1.72	3.26	-	-	-	10.14		
60-90	34.27	32.14	33.59	FAr	FAr	-	6.6	0.66	1.25	-	-	-	8.38		
90-130	32.79	29.66	37.55	FAr	Ar	-	6.6	3.19	6.07	-	-	-	32.22		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-25	33.40	13.74	19.66	13.72	10.97	2.05	0.49	0.21	0.02	32.84	6.14	1.47	0.63	0.1
25-60	28.87	10.97	17.90	10.95	8.33	1.69	0.68	0.25	0.02	28.85	5.85	2.36	0.87	0.2
60-90	26.04	10.87	15.17	10.85	7.75	2.30	0.60	0.20	0.02	29.76	8.83	2.30	0.77	0.2
90-130	27.17	11.88	15.29	11.86	8.60	2.57	0.40	0.29	0.02	31.65	9.46	1.47	1.07	0.2

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-25	41.08	2.34	4.48	89.80	5.70	-	-	-
25-60	37.93	1.99	1.93	81.50	2.07	-	-	-
60-90	41.67	3.14	4.34	47.30	6.98	-	-	-
90-130	43.65	3.48	5.96	46.10	10.50	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011601)

Estos suelos poseen moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.84 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (25 cm de espesor); Bw1 (35 cm de espesor); Bw2 (30 cm de espesor) y C (40 cm de espesor), el horizonte **Ap**, de color en húmedo gris muy oscuro, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El

horizonte **Bw1,** es de color en húmedo pardo oscuro, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** presenta color en húmedo pardo, textura (de laboratorio) franco arcillosa estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** de color en húmedo pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo friable.

Respecto a los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.94, y la granulometría que se muestra en del Cuadro 4.95, los suelos son de texturas (de laboratorio) moderadamente finas. La densidad real presenta valores bajos (1.83 a 2.34 g/cc). La densidad aparente posee valores muy bajos (0.96 g/cc) en superficie y bajos (1.09 g/cc) en profundidad.

Referente a la porosidad total posee valores altos (48 a 53%) en todo el perfil, en cuanto a la distribución porcentual de los macroporos y microporos en los horizontes superficiales, existe una dominancia de los microporos (41 a 32%), sobre los macroporos (7% a 22%), valores correlacionados con las texturas (de laboratorio) finas. Estas características indican una moderada infiltración, drenaje interno y permeabilidad. La humedad aprovechable es baja (17%) en el primer horizonte y media (23%) en el segundo. El perfil no presenta limitaciones físicas para la penetración de las raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.95, los suelos muestran un pH ligeramente ácido (6.3 a 6.4) en el primer y segundo horizonte y neutro (6.6) en los demás, adecuados para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), muestra valores altos en superficie (6.07%) y bajos en profundidad (1.25%), debe aumentarse.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA) es adecuada ya que los valores son altos (33.40 a 26.04 meq/100 g de suelo), indicando un alto potencial para retener nutrientes para las plantas. Tienen una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) en cantidades medias (10 a 11 meq/100 g de suelo); deben suplementarse ya que son insuficientes para el desarrollo de los cultivos. En cuanto a la saturación de bases (SB), posee valores medios (43-37%) en todo el perfil.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N), tiene valores bajos, el contenido de fósforo (P), es medio en superficie y baja en profundidad, el potasio (K), reporta altos contenidos, exceptuando el cuarto, que presenta contenido medios. En relación a los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas en todos los horizontes; el magnesio (Mg), posee cantidades medias en todos los horizontes.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), presentan contenidos medios a excepción del segundo horizonte donde presentan valores bajos; el hierro (Fe), posee contenidos altos en todo el perfil; el manganeso (Mn), presenta valores medios en superficie y varia de bajo a alto en profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011601)

Estos suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), presentan moderada evolución, son profundos; bien drenados; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas; pH ligeramente ácido; contenidos altos de materia orgánica en superficie que disminuyen en profundidad; capacidad de intercambio de cationes alta; bases intercambiables media; saturación de bases media y fertilidad alta. El régimen de humedad edáfica

es "ústico", por permanecer secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica" o sea que la temperatura del suelo oscila entre 15 a 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo, se vinculan con las pendientes que van de moderadamente inclinadas (7 al 12%) a ligeramente escarpadas (25 al 50%), la mediana pedregosidad superficial, la erosión de ligera y moderada; las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases con pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), erosión ligera y mediana pedregosidad superficial; pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión ligera; la fase con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y la erosión moderada, tienen capacidad de uso agrícola y aptas para el establecimiento de cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Así también poseen aptitud para la ganadería semi-intensiva.

Las fases con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) con erosión ligera, las pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y la erosión moderada, pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), la poca pedregosidad superficial y la erosión moderada con capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo, así como sistemas extensivos silvopastoriles.

Para un adecuado manejo, en las fases con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aumentar la intensidad de las mismas, conforme aumenta la pendiente; es necesario sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel. Para incrementar la retención de agua de lluvia, se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior con la finalidad de incrementar la humedad aprovechable por las plantas y favorecer la evolución del suelo y mejora de sus características físicas y químicas. Si es necesario arar, debe realizarse labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales o restos de cosecha, para mantener la humedad y para evitar la erosión hídrica y eólica; asimismo es necesario establecer cortinas rompevientos.

La ganadería semi-intensiva, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte, cercas vivas y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

En los suelos con capacidad de uso agroforestal, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación para evitar la erosión hídrica, debiéndose plantar al contorno, siguiendo las curvas a nivel. Realizar acequias de ladera con barreras vivas para disminuir la escorrentía, aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil. Este aumento de la humedad del suelo favorece la evolución del mismo y mejora sus condiciones físicas y químicas. No se pueden mecanizar y debe cuidarse de mantener una buena cobertura vegetal para disminuir la velocidad de la escorrentía. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles, deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad y para todas las fases, es necesario mantener e incluso incrementar el contenido de materia orgánica que posee, aplicando abonos orgánicos, abonos verdes con leguminosas y restos de cosechas.

Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso de forma foliar. Es necesario el riego en época seca, por medio de aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011601)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MQLc1 pertenece a la clase III, sub clase III p y grupo de manejo III p-3; la fase MQLcp1 pertenece a la clase IV, sub clase IV s y grupo de manejo IV s-4; la fase MQLd1 pertenece a la clase IV, sub clase IV p y grupo de manejo IV p-2; la fase MQLd2 pertenece a la clase IV, sub clase IV pe y grupo de manejo IV pe-4, todas estas tierras poseen vocación agrícola.

Las fases MQLe1 y MQLe2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-5 y, son tierras con vocación agroforestal y silvopastoril; la fase MQLep2 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-8 y también tiene vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de la inclusión (PI 010607)

Esta unidad esta compuesta por una inclusión que ocupa el 15% de su superficie, la cual contiene el suelo **Entic Haplustolls, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica (PI 010607)**, se caracterizan por ser moderadamente superficiales, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con densidad aparente media en el primer horizonte y baja en el segundo. La porosidad total es baja en el primer horizonte y alta en el segundo. La humedad aprovechable es muy baja en todo el perfil. El pH va de moderadamente ácido a neutro. La materia orgánica (MO), es baja en todos los horizontes. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media en el perfil. La saturación de bases (SB), varía de alta a media en el perfil. La fertilidad natural es media (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.42 Unidad MQM

Consociación Los Llanos: Dystric Haplustands, familia medial sobre esquelética cenizal, isotérmica, perfil modal 011604.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Andisol y se encuentran a inmediaciones del caserío Los Llanos; hacienda Santa Leonarda; fincas Colombia, El Limón, Los Ángeles, San Antonio El Muñeco, Santa Amelia El Amate y Santa Matilde, del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 1,575 hectáreas. En la Figura 4.85, se observa un paisaje característico de la unidad.





Figura 4.85 Lomas con cultivo de piña. Municipio de Villa Canales (Foto: O. Hernández 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 19.7 °C; 1,174 mm de precipitación y una altitud media de 1,293 msnm Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.85, el uso principal es la agricultura.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y fuertemente inclinadas (12 al 25%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 80% de la superficie por los suelos Dystric Haplustands, familia medial sobre esquelética cenizal, isotérmica (perfil modal, PM 011604) y el 20% del área restante, por Typic Humustepts, familia fina, activa, isotérmica (perfil inclusión, PI 011614).

La Consociación Los Llanos presenta las siguientes fases:

- **MQMcp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 289 ha.
- **MQMd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 517 ha.
- **MQMdp1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 769 ha.

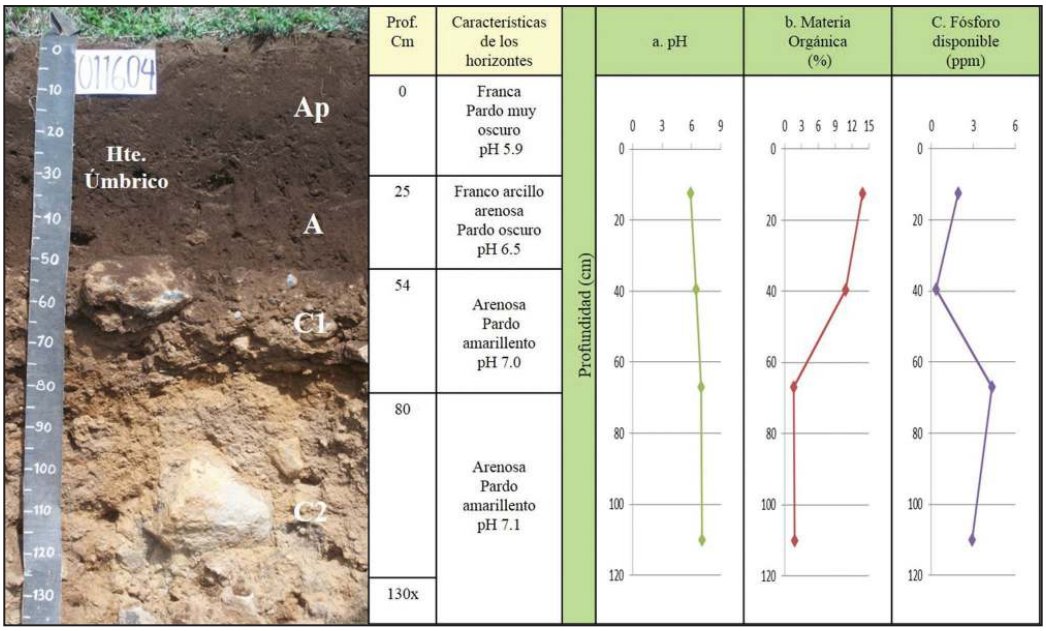


Figura 4.86 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011604) de la Consociación Los Llanos. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: O. Hernández 2012)

A). Descripción del perfil modal (PM 011604)

En la Figura 4.86, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, tales como la textura (al tacto), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011604)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Los Llanos
Símbolo		MQM
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		Dystric Haplustands, familia medial sobre esquelética cenizal, isotérmica
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Finca Santa Leonarda
	Coordenadas planas	X: 492178
		Y: 1587765

Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,260
	Línea de vuelo No.	231
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,344 m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 al 25 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,174 mm.
	Temperatura promedio anual	19.5 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	21.1 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Superficie cubierta	20 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	54 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)

Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Piña
	Limitante del uso	Presencia de fragmentos de roca en el perfil, erosión moderada, déficit de agua en ápoca seca,
Vegetación natural		Pino, encino, pastos naturales
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		7/24/2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 25 cm. Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franca y de laboratorio arenosa franca; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H2O2; pH 5.9, moderadamente ácido; límite claro y ondulado.
25 – 54 cm. A	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio arenosa franca; poca gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos y medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H2O2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
54 – 80 cm. C1	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo y de laboratorio arenosa; extremadamente abundante piedra (65%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H2O2; pH 7.0, neutro; limite claro y ondulado.
80 – 130 cm. C2	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo y de laboratorio arenosa; abundante piedra (40%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H2O2; pH 7.1, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011604)

Cuadro 4.96. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011604)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	0.81	1.37	55.35	43.78	35.16	34.22	28.64	21.79	11.30	14.91	25.97	40.88
25-54	0.82	2.55	62.63	47.74	45.88	36.28	35.33	26.80	15.66	18.14	49.70	67.84

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-25	30.40	23.86
25-54	45.02	30.22

Cuadro 4.97. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011604)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-25	85.46	11.58	2.96	AF	F	5.00	5.9	7.32	13.90	-	-	-	1.93	6.44	Media
25-54	74.45	22.50	3.05	AF	FArA	15.00	6.5	5.73	10.89	-	-	-	0.32		
54-80	91.65	5.40	2.95	A	A	65.00	7.0	0.86	1.63	-	-	-	4.33		
80-130	95.81	1.29	2.90	A	A	40.00	7.1	0.96	1.83	-	-	-	2.92		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-25	30.00	5.48	24.52	5.46	4.46	0.63	0.17	0.20	0.02	14.87	2.10	0.57	0.67	0.4
25-54	37.36	6.31	31.05	6.29	4.71	1.24	0.12	0.22	0.02	12.61	3.32	0.32	0.59	0.3
54-80	16.42	9.11	7.31	9.04	6.52	1.57	0.68	0.27	0.07	39.71	9.56	4.14	1.64	0.8
80-130	11.32	7.73	3.59	7.67	5.73	1.24	0.47	0.23	0.06	50.62	10.95	4.15	2.03	0.8

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-25	18.20	2.06	2.58	36.30	1.00	45.50	2.40	1.48
25-54	16.84	1.21	0.45	19.50	1.00	75.90	2.74	1.65
54-80	55.05	0.42	0.93	20.90	1.00	-	-	-
80-130	67.76	1.31	0.72	22.70	1.00	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable (H^{++} Al^{+++}); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio del perfil modal (PM 011604)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.86 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (25 cm de espesor); A (29 cm de espesor); C1 (26 cm de espesor) y C2 (50 cm de espesor). El horizonte **Ap,** es de color pardo muy oscuro, textura (al tacto) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **A,** muestra color pardo oscuro, textura (al tacto) franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **C1,** es de color pardo amarillento, de textura (al tacto) arenosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo firme. El horizonte **C2,** presenta color pardo amarillento, textura (al tacto) arenosa, sin estructura (grano suelto), consistencia en húmedo suelta.

Tomando en cuenta los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.96 y de granulometría que se muestra en el Cuadro 4.97, los suelos presentan texturas (al tacto) moderadamente finas sobre gruesas, con fragmentos de roca en el perfil. La densidad real muestra valores comprendidos entre 1.37 – 2.55 g/cc, los cuales se relacionan directamente con los materiales parentales (tefras (cenizas volcánicas y pómez)). La densidad aparente tiene valores muy bajos 0.81 a 0.82 g/cc de suelo.

La porosidad total es media (41%) en el primer horizonte y muy alta (68%) en el segundo; la microporosidad varía entre baja (26%) en superficie y alta (48%) en el segundo; la macroporosidad es baja y presenta valores que varían entre 15% y 18%; estos valores indican dominancia de los microporos sobre los macroporos, se puede deducir que tienen moderada permeabilidad, infiltración, aireación y drenaje; la humedad aprovechable

varía entre media (24%) y alta (30%). Sin embargo, a partir de los 54 cm de profundidad presenta cambio textural abrupto y extremadamente abundante piedra dentro del perfil que es una fuerte limitante física para la penetración de las raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.97, los suelos tienen un pH moderadamente ácido (5.9) en el primer horizonte y neutro (7.1) en los horizontes subsuperficiales, estos son adecuados para el desarrollo de la mayoría de las plantas.

El contenido de materia orgánica (MO) varía entre alto (13.90%) en los dos primeros horizontes y bajo (1.63%) en profundidad, adecuada para las funciones de intercambio catiónico y la disposición parcial de nutrientes a las plantas. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (30.0 a 37.36 meq/100 g de suelo) en los primeros horizontes y media (16.42 a 11.32 meq/100 g de suelo) en profundidad, valores que muestran buena disponibilidad para la retención de nutrientes útiles para las plantas.
Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores bajos, los cuales varían entre 5.09 y 9.04 meq/100 g de suelo, por lo que deben suplementarse ya que son insuficientes para el desarrollo de los cultivos. La saturación de bases (SB), varía de baja (17%) en los primeros horizontes y alta (68%) en el resto del perfil. La retención fosfórica muestra valores medios (46 a 76%), esto se debe a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, haciendo que requieran de la aplicación de fosfatos en forma fraccionada.
Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y fósforo (P), tienen valores bajos; el potasio (K), presenta contenidos bajos en los primeros dos horizontes y altos en el resto del perfil. De los **cationes**, el calcio (Ca), muestra valores medios; el magnesio (Mg), tiene valores bajos.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores bajos, excepto en el primer horizonte donde son medios; el zinc (Zn), y el manganeso (Mn), tienen contenidos bajos en todo el perfil; el hierro (Fe), posee valores altos excepto en el segundo horizonte, donde son medios. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011604)

Estos suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), presentan evolución moderada, son moderadamente superficiales; presentan buen drenaje natural; texturas (al tacto) moderadamente finas sobre gruesas, con abundantes fragmentos de roca en el perfil; pH moderadamente ácido en superficie; contenido de materia orgánica alto en los horizontes superficiales; capacidad de intercambio de cationes alta, bases intercambiables y saturación de bases bajas y fertilidad natural media. Debido a la presencia de materiales amorfos y por el aluminio que poseen, presentan una moderada adsorción de fosfatos (PO_4). El régimen de humedad edáfica se califica como "ústico", debido a que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", lo que significa que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo, se deben a las pendientes que van de moderadamente inclinadas (7 al 12%) a fuertemente inclinadas (12 al 25%); los pocos a extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil; mediana pedregosidad superficial en algunas áreas; erosión ligera a moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases con pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), mediana pedregosidad superficial, con

frecuentes fragmentos de roca en el perfil y erosión ligera; pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), con erosión ligera y fuertemente inclinadas (12 al 25%), mediana pedregosidad superficial son tierras con capacidad de uso es agrícola y presentan aptitud para el establecimiento de actividades agrícolas con cultivos intensivos bajo fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, así como para la ganadería semi-intensiva.

Para un adecuado manejo, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, sembrar al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas, con esto se busca reducir la escorrentía superficial, mejorar la infiltración del agua en el suelo, aumentar la humedad aprovechable y favorecer el desarrollo evolutivo del suelo. También, se recomienda establecer barreras muertas aprovechando la pedregosidad superficial. Debido a los fragmentos de roca en el perfil, no se aconseja mecanizar, si fuese imprescindible arar, se recomienda el arado de cinceles y mantener el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Así mismo se recomienda establecer cortinas rompevientos.

La ganadería semi-intensiva, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte, cercas vivas y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico y energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas de bajas pendientes, con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a su fertilidad y para todas las fases, es necesario aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Debido a que presenta valores moderados de retención fosfórica, deben aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse en forma foliar Cobre, Zinc y Manganeso. Es necesario el riego en la época seca, por medio de aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011604)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MQMcp1 pertenece a la clase IV, sub clase IV s y grupo de manejo IV s-6; las fases MQMd1 y MQMdp1 pertenecen a la clase IV, sub clase IV ps y grupo de manejo IV ps-4, todas poseen vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de la inclusión (PI 011614)
Esta unidad cartográfica contiene como inclusión en un 20% de su superficie, los suelos **Typic Humustepts, familia fina, activa, isotérmica (PI 011614),** se caracterizan por ser moderadamente superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) finas, con densidad aparente muy baja. La porosidad total es media en el primer horizonte y alta en el segundo. La humedad aprovechable es baja. El pH es neutro, excepto en el primer horizonte, donde es moderadamente ácido; la materia orgánica (MO), tiene valores bajos. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), presenta bajos valores. La saturación de bases (SB), tiene valores bajos. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.43 Unidad MQN

Consociación El Pepinal: Andic Haplustolls, familia medial sobre cenizal, isotérmica, perfil modal 011409.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentran a inmediacionese de las aldeas El Pepinal y Mesillas Bajas; caseríos El Arenal, Chajil, El Aceitillal, El Rincón y Manuelón; cerros Hoja de Queso, Mal Paso; en las fincas Candelaria, La Mariposa, San Bernardo, San Carlos; en los parajes Las Mesas, Siloé; labor Villa Herminia; en las colonias Arimany, El Edén, Loma del Rito, Valle de las Mariposas, Bella Vista y Monte Verde, del municipio de Amatitlán. En los alrededores de las aldeas El Dulce Nombre, Los Mixcos, Sansur; en áreas de los caseríos Barro Colorado, El Plantón, La Culebra y Los Fabianes; en las fincas El Manantial y Las Brisas, del municipio de Palencia.

Además, se encuentran en las aldeas Cruz Blanca, Los Ramos; fincas El Potosí, El Prado; en el caserío Rancho Quemado; granjas El Oasis, El Rosario, La Colina, La Finquita, Monte Bello, San Antonio y Labor San Rafael, del municipio de San Juan Sacatepéquez. En el caserío Los Gómez, del municipio de San Raimundo. En las aldeas Chichimecas y Santa Rosita; los caseríos El Chipilinar, Las Manzanillas y Las Pozas; fincas La Sabana, Nueva Santa Rosa, San Antonio, Santa Isabel; parajes San Juan Las Pozas, Los Pashtales y granja Vista Encantada, del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 6,514 hectáreas. En la Figura 4.87, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.87 Al frente lomas con maíz y al fondo café bajo sombra. Municipio de Amatitlán (Foto: R. Pacheco, 2011)

Según la clasificación climática de Thornthwaite, (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 18.9 °C; 1,061 mm de precipitación y una altitud media de 1,573 msnm Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizadas por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.87, el uso principal es agricultura y la cobertura vegetal son relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad, se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% de la superficie por los suelos Andic Haplustolls, familia medial sobre cenizal, isotérmica (perfil modal, PM 011409); el 20% del área por Humic Ustivitrands, familia cenizal sobre esquelética franca, isotérmica (perfil inclusión, PI 011416) y el 5% del área restante, está ocupada por otros suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación El Pepinal presenta las siguientes fases:

- **MQNc2:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 89 ha.
- **MQNd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 1,903 ha.
- **MQNd2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 120 ha.
- **MQNdp1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), mediana pedregosidad superficial, y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 700 ha.
- **MQNe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 969 ha.
- **MQNe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 1,782 ha.
- **MQNep1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 887 ha.
- **MQNep2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 64 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011409)

En la Figura 4.88, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

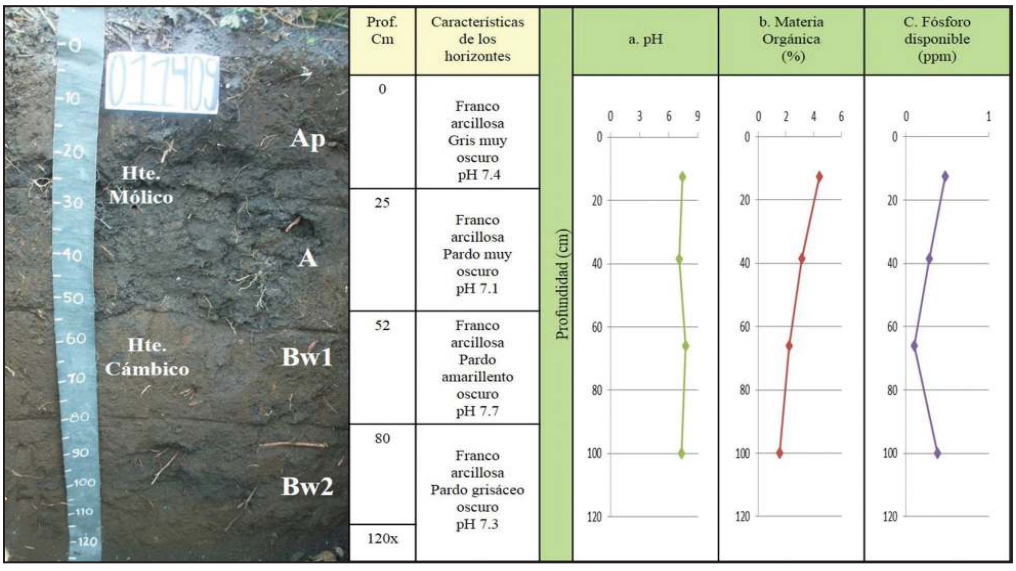


Figura 4.88 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011409) de la Consociación El Pepinal. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: R. Pacheco, 2010)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011409)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación El Pepinal
Símbolo		MQN
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Andic Haplustolls, familia medial sobre cenizal, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Amatitlán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	El Pepinal
	Coordenadas planas	X: 489914
		Y: 1595768
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,574
	Línea de vuelo No.	229
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,645 msnm
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	900 mm
	Temperatura promedio anual	18 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	17.0 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-

Pedregosidad supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Supericie cubierta	10%
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz, café bajo sombra
	Limitante del uso	Presencia de pedregosidad superficial, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Relictos de bosque natural
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		19-12-2011

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuente raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.4, ligeramente alcalino; límite gradual y plano.
25 – 52 cm A	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuente raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.1, neutro; límite claro y plano.
52 – 80 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.7, ligeramente alcalino; límite claro y plano.
80 – 120 cm Bw2	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.3, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011409)

Cuadro 4.98. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011409)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	1.05	2.31	63.27	34.74	29.92	27.67	24.75	23.71	15.57	28.75	25.79	54.55
25-52	1.12	2.68	67.62	37.20	36.97	31.12	29.26	28.10	17.05	26.38	31.83	58.21
52-80	0.87	2.37	70.54	38.65	34.76	34.12	33.60	32.43	10.71	32.11	31.19	63.29

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-25	20.3	14.36
25-52	25.54	19.92
52-80	31.18	24.05

Cuadro 4.99. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011409)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C.O.	M.O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-25	81.76	14.51	3.73	FA	FAr	-	7.4	2.32	4.41				0.47	7.64	Alta
25-52	73.40	16.62	9.97	FA	FAr	-	7.1	1.66	3.15				0.28		
52-80	71.03	18.89	10.08	FA	FAr	-	7.7	1.18	2.24				0.10		
80-120	75.32	16.73	7.95	FA	FAr	-	7.3	0.82	1.56				0.38		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-25	31.90	21.24	10.66	21.24	14.42	2.94	3.75	0.13	-	45.19	9.23	11.76	0.41	0.0
25-52	34.18	21.61	12.57	21.61	14.12	3.62	3.72	0.15	-	41.30	10.59	10.88	0.44	0.0
52-80	38.17	24.38	13.79	24.38	13.38	5.06	5.58	0.35	-	35.07	13.25	14.63	0.92	0.0
80-120	35.32	19.12	16.20	19.12	12.01	4.71	1.96	0.43	-	34.01	13.35	5.56	1.22	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-25	66.58	0.65	4.26	11.51	34.19	59.50	1.39	0.92
25-52	63.22	1.81	1.67	16.41	40.42	50.40	1.35	1.10
52-80	63.87	0.95	3.18	9.05	34.21	63.10	-	-
80-120	54.14	2.01	1.93	18.14	23.49	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable (H^{+} + Al^{+++}); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011409)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.88 la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (25 cm de espesor); A (27 cm de espesor); Bw1 (28 cm de espesor)

y Bw2 (40 cm de espesor); el horizonte **Ap,** es de color gris muy oscuro, textura (al tacto) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **A,** posee color pardo muy oscuro, textura (al tacto) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** tiene un color pardo amarillento oscuro, textura (al tacto) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** es de color pardo grisáceo oscuro, textura (al tacto) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.98 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.99, los suelos tienen texturas (al tacto) moderadamente finas. La densidad real presenta valores entre 2.31 - 2.68 g/cc. La densidad aparente tiene valores bajos (1.05 g/cc) en superficie y disminuye con la profundidad (0.87 g/cc).

La porosidad total en el perfil varía de alta (55%) en el primer horizonte a muy alta (63%) en los demás; entre el 29 y el 32% corresponden a los macroporos y entre el 26 y el 32% a los microporos; estos valores muestran ligero dominio de la macroporosidad sobre la microporosidad, los cuales permiten buena permeabilidad, infiltración y drenaje; pero son contrastantes con la retención de humedad, la cual varía entre baja (14%) en superficie a media (24%) en los demás, por lo tanto tiene déficit de agua disponible para las plantas. No hay impedimentos físicos para la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.99, los suelos tienen pH que varía entre ligeramente alcalino (7.7) a neutro (7.1), estos valores no son limitantes y en ellos se desarrollan la mayoría de las plantas. El contenido de materia orgánica (MO), tiene valores medios (4.41%) en los primeros horizontes y bajos (1.56%) en los siguientes, estos valores se relacionan con la capacidad de intercambio de cationes y el suministro parcial de nutrientes a las plantas; deben aumentarse.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta en todos los horizontes, lo cual es un indicativo del potencial de retención de nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) presentan valores medios (24.38 a 21.24 meq/100 g de suelo), indicando que es necesario se suplementen. La saturación de bases (SB) es alta en todo el perfil. La retención fosfórica muestra valores medios (50 – 63%), esto debido a la presencia de materiales amorfos y al aluminio activo que contienen, lo que conlleva a la aplicación fraccionada de fosfatos.

En cuanto a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), presentan valores bajos en todos los horizontes; respecto al potasio (K) tiene valores altos en todo en todo el perfil. Con referencia a los **cationes**, el calcio (Ca) se encuentra en cantidades altas en todos los horizontes; el magnesio (Mg) es medio en el primer horizonte y alto en los siguientes.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu) presenta valores medios en el cuarto horizonte y bajos en los demás; el zinc (Zn), posee valores medios en el primer y tercer horizonte, bajos en los demás; el hierro (Fe), tiene contenidos bajos en el tercer horizonte y medios en los demás; el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades altas en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011409)

Suelos desarrollados a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), presentan moderada evolución, son profundos; bien drenados; texturas (al tacto) moderadamente finas; pH neutro en superficie; contenidos de materia orgánica medios en el horizonte superficial; capacidad de intercambio de cationes alta, bases intercambiables medias; la saturación y fertilidad natural son altas. Debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo que contienen, presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4). El régimen de humedad edáfica se califica como "ústico", debido a que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", esto significa que la temperatura oscila entre 15.0 a 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo, se vinculan con las pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) a ligeramente escarpadas (25 al 50%); erosión ligera y moderada; retención de fosfatos en algunas áreas, mediana pedregosidad superficial y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase con pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión moderada es de vocación agrícola y es apta para implementar cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes. Asimismo, las fases con pendientes fuertemente inclinadas (12 al que 25%), con erosión ligera y moderada, pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), mediana pedregosidad superficial y erosión moderada, retención de fosfatos en algunas áreas; también son de capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Las fases mencionadas tienen aptitud para el desarrollo de sistemas ganaderos semi-intensivos.

Las fases con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), con erosión ligera y moderada y las fases con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera y moderada, son de capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo, así como sistemas extensivos silvopastoriles.

En las áreas con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas; aumentar la intensidad de las mismas, con base al aumento de la pendiente; las prácticas recomendadas son: sembrar al contorno siguiendo las curvas de nivel y realizar acequias de ladera con barreras vivas para disminuir la escorrentía, y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil. Este aumento de humedad, favorece la evolución y mejora sus condiciones físicas, químicas y biológicas. Las áreas con pedregosidad superficial no se pueden mecanizar.

La ganadería semi-intensiva, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Con respecto a las fases de capacidad de uso agroforestal, se consideran necesarias fuertes prácticas de conservación de suelo y agua como la siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, el establecimiento de barreras vivas y barreras muertas utilizando el material presente en el área, agregar terrazas individuales por planta y realizar acequias de ladera con barreras vivas para disminuir la escorrentía, aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil. Este aumento de humedad, favorece la evolución y mejora sus condiciones físicas,

químicas y biológicas. Si se quieren utilizar para el cultivo de granos básicos u otros cultivos, es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente y proteger los taludes con la pedregosidad presente o con siembra de gramíneas nativas, además es necesario establecer cortinas rompevientos. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, bancos forrajeros, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad, en todas las fases debe incrementarse el contenido de materia orgánica, para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas; se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha.

Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Debido a que presenta valores medios de retención fosfórica, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad, en dosis moderadas, en forma periódica y cercana a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse en forma foliar el Cobre y Zinc. A su vez debe suplementarse con hierro. Necesitan riego en la época seca, por medio de aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011409)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MQNc2 pertenece a la clase IV, subclase IV e y grupo de manejo IV e-2; la fase MQNd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-3; la fase MQNd2 pertenece a la clase IV, subclase IV pe y grupo de manejo IV pe-3; la fase MQNdp1 pertenece a la clase IV, sub clase IV ps y grupo de manejo IV ps-4, todas poseen vocación agrícola.

Las fases MQNe1, MQNe2, MQNep1 y MQNep2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-4, por lo que todas tienen vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de la inclusión (PI 011416)

Esta unidad cartográfica contiene como inclusión, en un 20% de su superficie, los suelos **Humic Ustivitrands, familia cenizal sobre esquelética franca, isotérmica (PI 011416),** se caracterizan por ser profundos, con drenaje natural bueno, con texturas (al tacto) moderadamente finas, con densidad aparente muy baja en todos los horizontes. La porosidad total es alta en superficie y aumenta en profundidad. La humedad aprovechable es media en todo el perfil. El pH es neutro en todo el perfil, el contenido de materia orgánica (MO), es alta en todos los horizontes. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta en todo el perfil, con saturación de bases (SB), alta en superficie y disminuye en profundidad. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.44 Unidad MQÑ

Consociación Las Victorias: Typic Haplustolls, familia franca fina sobre arcillosa, activa, isotérmica, perfil modal 010707.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentran a inmediaciones del paraje Cimarrón, del municipio de Guatemala. Cercanos al caserío Las Cruces, lotificación Jardines del Norte, finca San Juan y paraje El Divido, del municipio de Palencia. Las fincas La Unión, Primavera y San Rafael; labor Buena Vista y El Esfuerzo del municipio de San Pedro Ayampuc. La unidad cartográfica abarca una extensión de 456 hectáreas. En la Figura 4.89, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.89 Lomas con ganadería extensiva y relictos de bosque. Municipio de San Pedro Ayampuc (Foto: C. García 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 18.9°C; 977 mm de precipitación y una altitud media de 1,281 msnm Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.89, el uso actual es ganadería extensiva y la cobertura vegetal está conformada por relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de pómez; en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% de la superficie, por los suelos Typic Haplustolls, familia franca fina sobre arcillosa, activa, isotérmica (perfil modal, PM 010707), en un 15% del área por Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica (perfil inclusión, PI 010531) y el 10% de área restante, está ocupada por otros suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación Las Victorias presenta las siguientes fases:

- **MQÑd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 110 ha.
- **MQÑe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 200 ha.
- **MQÑe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 95 ha.
- **MQÑep1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 51 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010707)

En la Figura 4.90, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

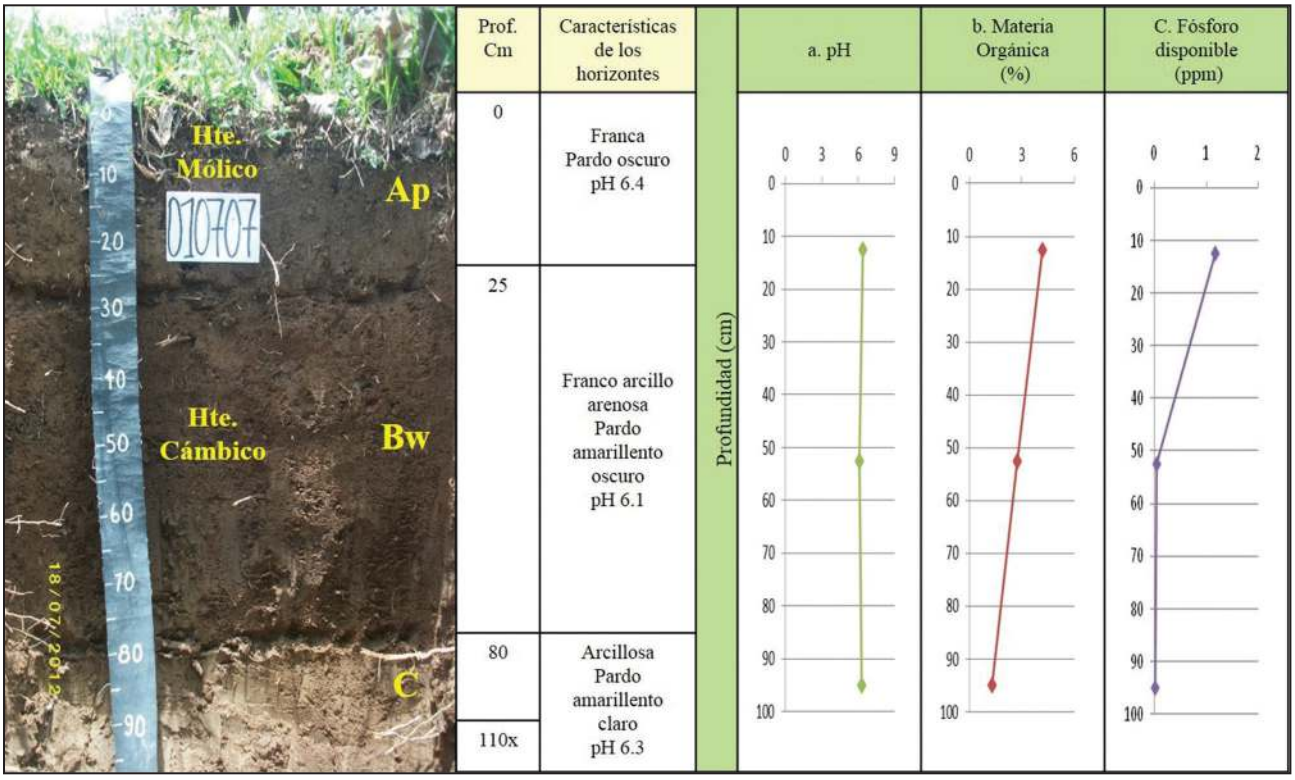


Figura 4.90 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010707) de la Consociación Las Victorias. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010707)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Las Victorias
Símbolo		MQÑ
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Haplustolls, familia franca ina sobre arcillosa, activa, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San Pedro Ayampuc
	Aldea	Labor Buena Vista
	Caserío, sector, sitio, inca	-
	Coordenadas planas	X: 507463
		Y: 1628543
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	6,952
	Línea de vuelo No.	219
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Pómez
Altitud		1,387 msnm
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	999 mm
	Temperatura promedio anual	18.9ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	21.6°C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-

Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	110 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Ganadería
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente escarpadas, erosión moderada y déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Relictos de bosque natural con las especies de roble, pino, encino y pastos naturales
Describió		César David García Sic, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		18-07-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
25 – 80 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos; pocas raíces, finas y gruesas, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.1, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
80 – 110 cm C	Color en húmedo pardo amarillento claro (10YR4/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio arcillosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos perfil modal (PM 010707)

Cuadro 4.100. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010707)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	1.40	2.12	54.11	35.41	22.10	20.57	18.65	12.21	10.28	20.09	13.87	33.96
25-80	1.43	1.73	53.51	25.94	18.78	17.68	16.65	11.15	10.18	11.25	6.09	17.34

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-25	14.33	11.82
25-80	12.89	8.6

Cuadro 4.101. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010707)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-25	46.26	29.07	24.67	F	FAr	-	6.4	2.19	4.17	-	-	-	1.17	7.34	Alta
25-80	48.45	24.02	27.53	FArA	ArA	-	6.1	1.44	2.74	-	-	-	0.05		
80-110	37.92	18.27	43.81	Ar	ArA	-	6.3	0.68	1.29	-	-	-	0.02		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-25	14.72	8.33	6.39	8.30	5.26	2.42	0.44	0.18	0.03	35.73	16.44	2.99	1.22	0.4
25-80	13.58	6.97	6.61	6.92	3.91	2.50	0.34	0.17	0.05	0.43	18.41	2.50	1.25	0.7
80-110	18.11	14.14	3.97	14.08	7.67	5.88	0.31	0.22	0.06	42.35	32.47	1.71	1.21	0.4

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn
0-25	56.39	1.07	3.16	63.60	61.70
25-80	50.96	0.89	1.63	48.40	50.10
80-110	77.75	0.20	1.17	24.90	22.80

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010707)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.90 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (25 cm de espesor); Bw (55 cm de espesor) y C (30 cm de espesor). El horizonte **Ap,** tiene color en húmedo pardo oscuro, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** de color en húmedo pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** muestra color en húmedo pardo amarillento claro, textura (de laboratorio) arcillosa, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.100, y en la granulometría que se exhibe en el Cuadro 4.101, los suelos tienen texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre finas. La densidad real varía entre 2.12 y 1.73 g/cc. La densidad aparente es media (1.40 a 1.43 g/cc).

La porosidad total tiene valores medios (34%) en el primer horizonte y bajos (17%) en el segundo; siendo un poco mayor la macroporosidad (20% a 11%) sobre la microporosidad (14% a 6%), los cuales permiten buen permeabilidad, infiltración y difusión de aire en el suelo; sin embargo muestra baja (12%) retención de humedad, lo que se traduce en poca disponible de agua para las plantas. No presentan limitantes físicas para el crecimiento radicular; sin embargo a partir de los 80 cm, aumentan los contenidos de arcilla y pueden comenzar a ser restrictivos.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.101, los suelos presentan pH ligeramente ácido (6.4 a 6.1) en todo el perfil y no incide en la disponibilidad de nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), es medio (4.17%) en el primer horizonte y bajo (1.29%) en profundidad; estos valores indican la necesidad de elevar el contenido de materia orgánica.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), con niveles medios (14.72 a 18.11 meq/ 100 g de suelo), es indicador de un moderado potencial de retención de nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores bajos (8.30 meq/100 g) en superficie y medios (14.08 meq/100 g), por tal motivo deben suplementarse ya que son insuficientes para el desarrollo de los cultivos. Saturación de bases (SB), alta (78 a 51%) en todo el perfil.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen bajos valores en todo el perfil; el potasio (K), contiene valores altos en el primer horizonte y medios en los siguientes. En relación a los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra alto en el tercer horizonte y medio en los demás; el magnesio (Mg), contiene cantidades medias en superficie y altas en profundidad.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), tiene valores bajos en todo el perfil; el zinc (Zn), presenta valores medios en el primer horizonte y bajo en los demás; el hierro (Fe) y el manganeso (Mn), se encuentran altos en todo el perfil. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010707)

Suelos desarrollados a partir de piedra pómez, presentan moderada evolución, son profundos; bien drenados; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre finas; pH ligeramente ácido; materia orgánica con contenidos medios en superficie; capacidad de intercambio de cationes media, bases intercambiables bajas; saturación de bases alta y fertilidad alta. El régimen de humedad edáfica es "ústico", permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. En cuanto al régimen de temperatura edáfica que es "isotérmico", quiere decir que la temperatura del suelo oscila entre los valores de 15.0 y 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo, se vinculan con las pendientes de fuertemente inclinadas (12 al 25%) a ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión ligera y moderada y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión ligera, es de capacidad de uso agrícola y posee aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Asimismo, posee aptitud para la ganadería semi-intensiva.

Las fases con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión ligera, erosión moderada y mediana pedregosidad superficial son de capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo fuertes prácticas de manejo. Igualmente, tiene aptitud para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

En las fases con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, tales como sembrar al contorno y establecer barreras vivas. Para incrementar la retención de agua de lluvia en el suelo, es recomendable realizar acequias de ladera con gramíneas en la parte superior esto favorece a la evolución y mejora de sus condiciones físicas y químicas. Si es necesario arar, debe realizarse una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica. También, es necesario establecer cortinas rompevientos para reducir la pérdida de suelo por medio de la erosión eólica.

La ganadería semi-intensiva, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte, cercas vivas y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

En los suelos con capacidad de uso agroforestal, debe aplicarse fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica. Debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel. Realizar acequias de ladera con barreras vivas de gramíneas en la parte superior para disminuir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil. Este aumento de la humedad del suelo favorece la evolución del mismo y mejora sus condiciones físicas y químicas. Se puede establecer el arreglo agroforestal en terrazas individuales. Si se utilizan para cultivos como granos básicos u otros, es indispensable cultivar sobre terrazas de banco con el declive contra la pendiente y con los taludes protegidos con materiales del área. Estos suelos no se pueden mecanizar. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca.

Las actividades silvopastoriles, deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados y una adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilización, es importante incrementar el contenido de materia orgánica del suelo, para mejorar sus condiciones físicas, químicas y biológicas, mediante la incorporación de abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, restos de cosecha y otras fuentes de materia orgánica existentes en la región. Con referencia a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, debe aplicarse Cobre y Zinc. Es necesario riego en época seca, ya sea por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010707)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MQÑd1 pertenece a la clase IV, sub clase IV p y grupo de manejo IV p-2, posee vocación agrícola.

Las fases MQÑe1 y MQÑe2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-5; la fase MQÑep1 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-8, son tierras que poseen vocación agroforestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de la inclusión (PI 011531)

Esta unidad cartográfica contiene en un 15 %, de su superficie, como inclusión a los suelos **Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica (PI 010531),** se caracterizan por ser profundos, con drenaje natural excesivo, de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con densidad aparente muy baja. La porosidad total es muy alta en el primer horizonte y alta en el segundo. La humedad aprovechable es baja en todo el perfil. El pH es ligeramente ácido, en el primer horizonte y neutro en los siguientes, los contenidos de materia orgánica (MO), son medios en el primer horizonte y bajos en los siguientes. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media en superficie y baja en profundidad. La saturación de bases (SB), varía de media a alta. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.45 Unidad MQO

Consociación El Refugio: Typic Haplustolls, familia esquelética arcillosa, activa, isotérmica, perfil modal 010524.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentran a inmediaciones de las fincas Santa Cruz, El Durazno, El Tambor y las Guayabas, del municipio de Palencia. Así también cerca de las comunidades San Antonio Los Trojes, hacienda San Isidro, parcelamiento agrario Las Rosas y residencial Lantana; las fincas Los Quequexque, Sacramento, San José Buena Vista y los Gómez, del municipio de San Juan Sacatepéquez. Alrededor de la comunidad Los Encuentros, del municipio de San Raimundo. En las fincas San Rafael, Magandi, Muxbal; comunidades Dos Árboles y la hacienda La Nueva Esperanza, del municipio de Santa Catarina Pinula. En cercanía de las fincas El Molino, El Refugio y Buena Vista del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 2,705



Figura 4.91 Lomas con ganadería extensiva y arbolado disperso. Municipio de Palencia (Foto: C. García 2012)

hectáreas. En la Figura 4.91, se observa el paisaje característico de la unidad.

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad presentan una temperatura media anual de 18.3 °C; 1,194 mm de precipitación y una altitud media de 1,704 msnm Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.91, el uso es ganadería y como cobertura relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad, se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas; en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% de la superficie, por los suelos Typic Haplustolls, familia esquelética arcillosa, activa, isotérmica (perfil modal, PM 010524); el 15% del área por Typic Humustepts, familia fina, isotérmica (perfil inclusión, PI 011617) y el 10% del área restante, está ocupada por Humic Haplustands, familia medial, isotérmica (perfil inclusión, PI 011419).

La Consociación El Refugio presenta las siguientes fases:

- **MQOd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 132 ha.
- **MQOd2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 258 ha.
- **MQOdp2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 160 ha.
- **MQOe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 1,345 ha.
- **MQOe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 173 ha.
- **MQOep1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 355 ha.
- **MQOep2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 282 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010524)

En la Figura 4.92, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

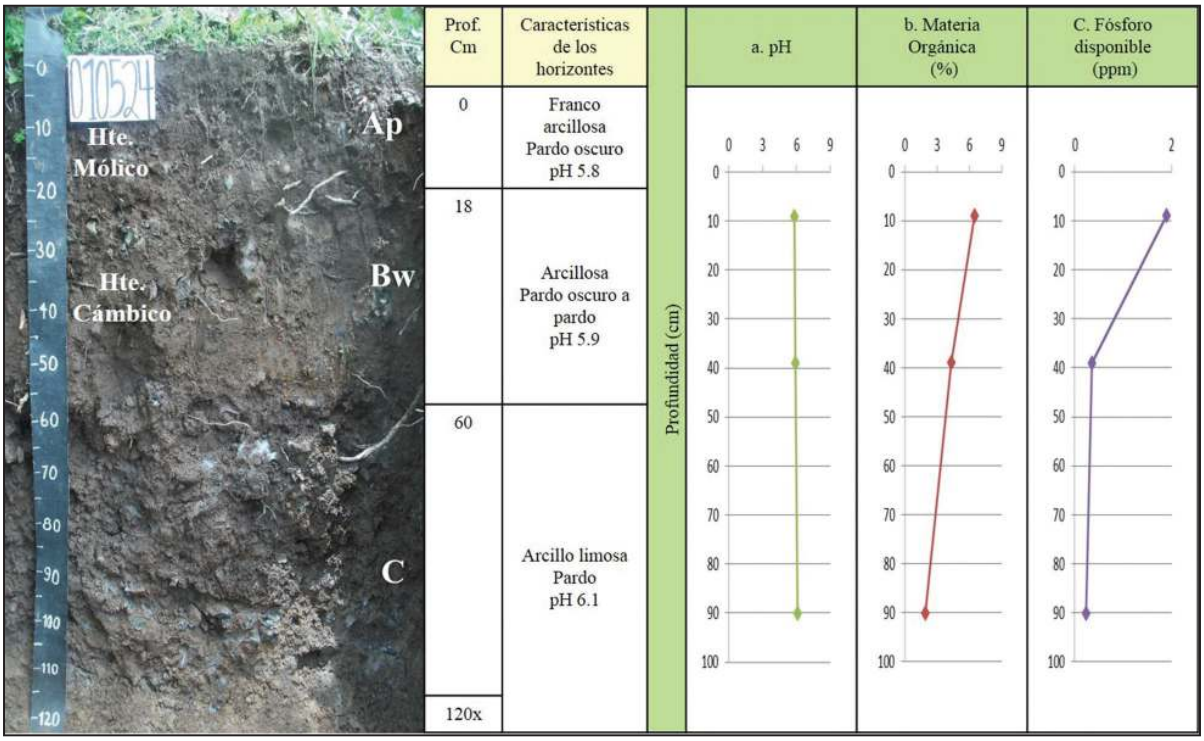


Figura 4.92 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010524) de la Consociación El Refugio. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010524)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación El Refugio
Símbolo		MQO
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Haplustolls, familia esquelética arcillosa, activa, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Palencia
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Santa Cruz
	Coordenadas planas	X: 526567
		Y: 1615880
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,900
	Línea de vuelo No.	223
	Bloque No.	02

Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		1,502 msnm
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,176 mm
	Temperatura promedio anual	18.7ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	20.8 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Supericie cubierta	10 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	60 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Ganadería
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente escarpadas, presencia de fragmentos de roca en el perfil, mediana pedregosidad superficial, erosión moderada y déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Relictos de bosque natural con las especies de roble, encino, pino, gramas naturales

Describió	César David García Sic, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción	11-07-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 18 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/2); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; frecuente piedra (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos, irregulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.8, moderadamente ácido; límite claro y ondulado.
18 – 60 cm Bw	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/2); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio arcillosa; frecuente piedra (30%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.9, moderadamente ácido; límite claro y ondulado.
60 – 120 cm C	Color en húmedo pardo (7.5YR5/2); textura de campo y de laboratorio arcillo limosa; extremadamente abundante piedra (80%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.1, ligeramente ácido.
120 – 200x cm	*Formaciones superficiales: tobas y brechas volcánicas.*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 010524)

Cuadro 4.102. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010524)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-18	1.11	1.74	35.10	34.05	32.99	31.91	20.34	18.96	13.12	2.18	34.03	36.21
18-60	1.32	2.48	44.55	40.84	37.06	33.96	28.10	24.08	22.94	7.86	38.91	46.77

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-18	24.26	19.87
18-60	34.85	14.12

Cuadro 4.103. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010524)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (pipeta)	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-18	26.69	43.69	29.62	F Ar	Ar	20.00	5.8	3.40	6.46	-	-	-	1.89	6.87	Alta
18-60	25.07	31.02	43.91	Ar	ArL	30.00	5.9	2.26	4.30	-	-	-	0.35		
60-120	7.56	40.52	51.92	Ar L	ArL	80.00	6.1	0.99	1.89	-	-	-	0.23		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-18	18.80	9.90	8.90	9.86	7.09	2.25	0.35	0.17	0.04	37.71	11.97	1.86	0.90	0.4
18-60	26.20	15.29	10.91	15.19	9.02	5.76	0.22	0.19	0.10	34.43	21.98	0.84	0.73	0.7
60-120	19.37	16.66	2.71	16.60	9.10	6.92	0.35	0.23	0.06	46.98	35.73	1.81	1.19	0.4

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn
0-18	52.45	1.15	0.63	73.90	61.10
18-60	57.98	0.20	0.28	16.00	15.80
60-120	85.70	0.20	0.20	30.30	11.90

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010524)

Suelos con evolución pedogenética moderada. De acuerdo con la Figura 4.92 y la descripción del perfil, estos suelos tienen horizontes con nomenclatura Ap (18 cm de espesor); Bw (42 cm de espesor) y C (60 cm de espesor). El horizonte **Ap,** es de color en húmedo pardo oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw**, presenta color en húmedo pardo oscuro a pardo, textura (de laboratorio) arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** con color en húmedo pardo, textura (de laboratorio) arcillo limosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.102 y en la granulometría que muestra el Cuadro 4.103, los suelos tienen texturas (de laboratorio) finas, con frecuentes a muy abundantes fragmentos de roca en el perfil. La densidad real muestra valores bajos (1.74 y 2.48 g/cc) en todo el perfil. La densidad aparente tiene valores bajos (1.22 g/cc) en superficie y medios (1.32 g/cc) en profundidad.

La porosidad total tiene valor medio (36%) en superficie y alto (47%) en los demás; la macroporosidad varía entre 2% – 8%, la microporosidad varía entre 34% y 38%, con dominio de los microporos sobre los macroporos; estos valores indican moderada permeabilidad, lenta infiltración, drenaje y difusión de gases; humedad aprovechable alta (20%) en superficie y disminuye a baja (14%) en profundidad. El suelo presenta limitantes físicas para la penetración de raíces a partir de los 60 cm, por la presencia de fragmentos de roca en el perfil del suelo.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.103, los suelos presentan un pH de fuertemente ácido (5.8) a ligeramente ácido (6.1), estos valores pueden ser limitantes para cultivos susceptibles a la acidez; es necesario realizar enmiendas. El contenido de materia orgánica (MO), tiene valor alto (6.46%) en el primer horizonte y disminuye a medio (4.89%) en profundidad, valores considerados adecuados para la capacidad de intercambio de cationes y para el suministro parcial de nutrientes a las plantas.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), varía de alta (26.20 meq/100 g suelo) a media (19.37 meq/100 g suelo), con alto potencial para la retención de nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores medios entre 9.8 a 16.6 meq/100 g de suelo, deben suplementarse ya que son insuficientes para el desarrollo de los cultivos. La saturación de bases (SB) es alta (53 a 86%) en todo el perfil.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen niveles bajos en todo el perfil, el potasio (K), es medio en todos los horizontes. En relación a los **cationes**, el calcio (Ca), está valorado como alto en todo el perfil; el magnesio (Mg), presente contenidos medios en el primer horizonte y altos en los demás.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), presentan valores bajos en todo el perfil; el hierro (Fe) y el manganeso (Mn), tienen contenidos altos en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010524)

Suelos desarrollados a partir de tobas e ignimbritas, presentan moderada evolución, son moderadamente superficiales; bien drenados; texturas (de laboratorio) finas, con frecuentes a muy abundantes fragmentos de roca en el perfil; pH moderadamente ácido; contenidos de materia orgánica altos; capacidad de intercambio de cationes alta a media, bases intercambiables medias, saturación de bases alta y fertilidad natural alta. El régimen de humedad edáfica se califica como "ústico", puesto que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", ya que la temperatura del suelo varia de 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo, son las pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) a ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión ligera y moderada, abundantes fragmentos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases que tienen pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), erosión ligera, erosión moderada y mediana pedregosidad superficial; las fases con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) con erosión ligera y moderada, tienen capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo, además son aptas para sistemas extensivos silvopastoriles.

Para un adecuado manejo de estas tierras se deben implementar fuertes prácticas de conservación para evitar la erosión hídrica, plantando al contorno, siguiendo las curvas a nivel. Así mismo para aumentar la retención de agua de lluvia, mejorar la infiltración en el suelo, deben establecerse acequias de ladera protegidas con barreras vivas con gramíneas y terrazas individuales por planta, para favorecer la evolución y mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas. Si se utilizaran para cultivos como granos básicos u otros, es indispensable cultivar sobre terrazas de banco con el declive contra la pendiente y con los taludes protegidos por los fragmentos de roca del área. Estos no se pueden mecanizar y es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los

efectos de la erosión eólica, así como dejarlos cubierto con material vegetal o restos de cosecha durante la época seca para mantener su humedad.

Las actividades silvopastoriles, deben realizarse en forma extensiva, utilizando pastos introducidos, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

En relación a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre y Zinc de forma foliar. Necesitan riego en época seca, por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM O10524)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, las fases MQOd1 y MQOd2 pertenecen a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-2; la fase MQOdp2 pertenece a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-3, son tierras que poseen vocación agroforestal.

Las fases MQOe1, MQOe2, MQOep1 y MQOep2 pertenecen a la clase VI, subclase VI ps y grupo de manejo VI ps-3, son tierras de vocación agroforestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de las inclusiones (PI 011617, PI 011419)

Esta unidad contiene dos inclusiones que se describen a continuación:

Con un 15% del total del área, está integrado por los suelos **Typic Humustepts, familia fina, isotérmica (PI 011617),** se caracterizan por ser profundos, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) finas, con densidad aparente media en el primer horizonte y baja en el segundo; la porosidad total es baja en el primer horizonte y media en segundo, la humedad aprovechable es baja en todo el perfil. El pH es ligeramente ácido, el contenido de materia orgánica (MO), es bajo en superficie y aumenta en profundidad, la capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta excepto en el último horizonte donde es media. La saturación de bases (SB), es baja en superficie y aumenta en profundidad y la fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

Con un 10% del total del área, por **Humic Haplustands, familia medial, isotérmica (PI 011419),** se caracterizan por ser profundo, con drenaje natural bueno, de texturas (al tacto) moderadamente finas sobre finas, con densidad aparente muy baja en todo el perfil, la porosidad total es alta en el primer y tercer horizonte y muy alta en el segundo, la humedad aprovechable es baja en todo el perfil. El pH es neutro en todos los horizontes, la materia orgánica (MO), es media en el primer horizonte y baja en los siguientes, la capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta en todo el perfil. La saturación de bases (SB), es media y la fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).



4.3.1.46 Unidad MQP

Consociación Los Cubes: Typic Humustepts, familia franca fina, activa, isotérmica, perfil modal 010526.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de las fincas El Tablón, Ofelia, San José; lotificación El Purgatorio, del municipio de Guatemala. En la aldea los Cubes; en las fincas Buenos Aires, El Porvenir, La Panadera, Las Conchitas, Las Pacayas; en los cerros La Campana, Pozo Negro; en los parajes Las Calderas, El Filo, El Pozo Negro, Las Calderas, del municipio de Palencia. En los alrededores de las fincas Agua Blanca, Pastorela, San Ignacio, granja La Castilla, y en la lotificación La Leyenda, del municipio de San Pedro Ayampuc. La unidad cartográfica abarca una extensión de 1,341 hectáreas. En la Figura 4.93, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.93 Lomas con ganadería extensiva y arbolado disperso. Municipio de Palencia (Foto: C. García 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 20.7 °C; 980 mm de precipitación y una altitud media de 1,289 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.93, el uso principal es ganadería extensiva y la cobertura vegetal son relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad, se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas; en pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 80% de la superficie por los suelos Typic Humustepts, familia franca fina, activa, isotérmica (perfil modal, PM 010526) y el 20% del área restante, está ocupada por los suelos Typic Humustepts, familia esquelética arcillosa, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010527).

La Consociación Los Cubes presenta las siguientes fases:

- **MQPcp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 66 ha.
- **MQPd1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (12 al 25%), y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 50 ha.
- **MQPdp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (12 al 25%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 38 ha.
- **MQPe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 294 ha.
- **MQPe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 72 ha.
- **MQPep1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 648 ha.
- **MQPep2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 173 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010526)

En la Figura 4.94, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

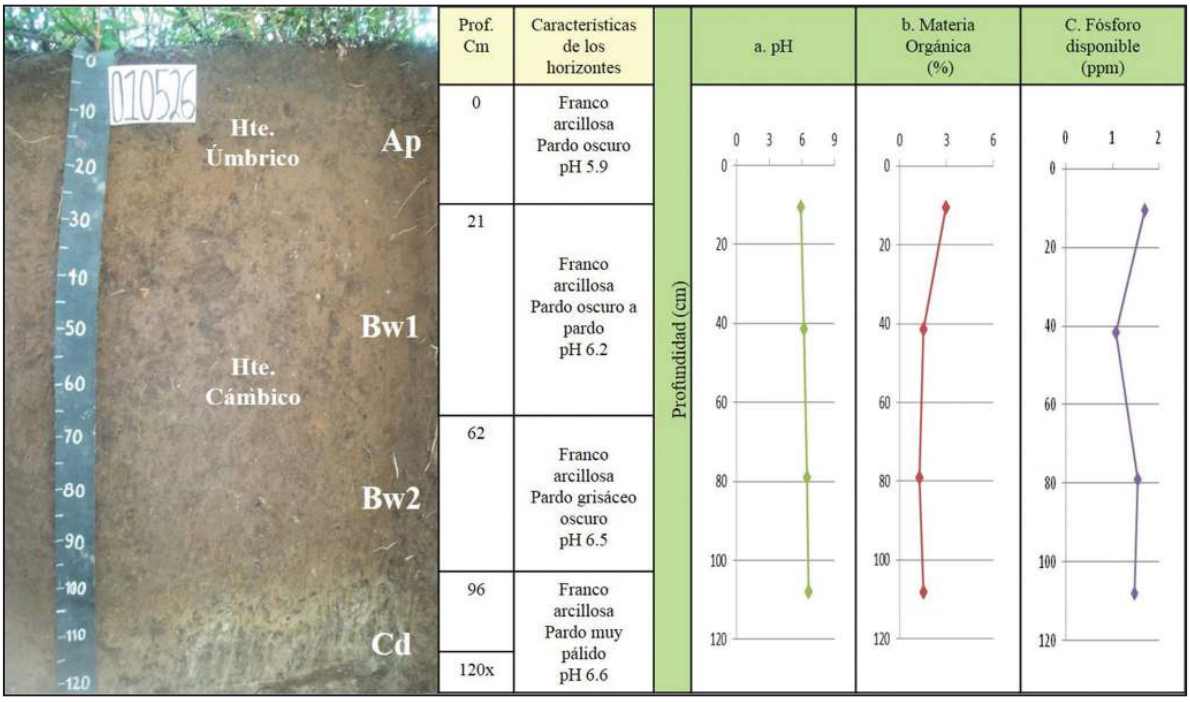


Figura 4.94 Se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil moda (PM 010526) de la Consociación Los Cubes. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010526)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Los Cubes
Símbolo		MQP
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia franca ina, activa, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Palencia
	Aldea	Los Cubes
	Caserío, sector, sitio, inca	-
	Coordenadas planas	X: 517415
		Y: 1623231
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,026
	Línea de vuelo No.	220
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		1,331 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,089 mm
	Temperatura promedio anual	18.0ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	19.8°C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Moderado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	96 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Ganadería
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente escarpadas, presencia de material compactado, erosión moderada y déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Pastos naturales y relictos de bosque natural, con las especies forestales de pino y encino
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		12-07-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 21 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.9, moderadamente ácido; límite gradual y ondulado.
21 – 62 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, muy finos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.2, ligeramente ácido; límite gradual y ondulado.
62 – 96 cm Bw2	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, muy finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
96 – 120 cm Cd	Color en húmedo pardo muy pálido (10YR7/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl y moderada al H_2O_2; pH 6.6, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químico del perfil modal (PM 010526)

Cuadro 4.104. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010526)

profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-21	1.18	2.04	38.36	27.05	25.33	23.54	18.27	13.04	8.85	14.32	27.84	42.16
21-62	1.59	1.82	38.77	25.76	22.77	21.28	16.99	14.74	11.08	5.22	7.42	12.64

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-21	15.11	16.48
21-62	13.81	11.69

Cuadro 4.105. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010526)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-21	42.9	29.57	27.53	FAr	Ar	5.00	5.9	1.57	2.99	-	-	-	1.69	6.50	Media
21-62	38.57	29.00	32.43	FAr	Ar	5.00	6.2	0.80	1.52	-	-	-	1.08		
62-96	39.13	28.72	32.15	FAr	Ar	5.00	6.5	0.66	1.26	-	-	-	1.55		
96-120	28.26	40.51	31.23	FAr	Ar	10.00	6.6	0.81	1.54	-	-	-	1.47		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-21	14.24	5.94	8.30	5.89	3.75	1.61	0.37	0.16	0.05	26.33	11.31	2.60	1.12	0.8
21-62	14.81	6.69	8.12	6.63	4.03	2.07	0.35	0.18	0.06	27.21	13.98	2.36	1.22	0.9
62-96	14.24	6.87	7.37	6.81	3.88	2.31	0.43	0.19	0.06	27.25	16.22	3.02	1.33	0.9
96-120	11.96	6.77	5.19	6.71	3.66	2.38	0.46	0.21	0.06	30.60	19.90	3.85	1.76	0.9

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-21	41.36	0.86	0.44	60.70	41.80	-	-	-
21-62	44.77	0.30	0.20	25.70	96.00	-	-	-
62-96	47.82	0.23	0.20	39.30	57.40	-	-	-
96-120	56.10	0.45	0.20	27.00	14.80	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010526)

Suelos de evolución pedogenética moderada. De acuerdo con la Figura 4.94 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (21 cm de espesor); Bw1 (41cm de espesor); Bw2 (34 cm de espesor) y Cd (24 cm de espesor). El horizonte **Ap,** muestra color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** posee color pardo oscuro a pardo, textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares,

moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable; el horizonte **Bw2,** presenta color pardo grisáceo oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable y el horizonte **Cd,** es de color pardo muy pálido, textura (de laboratorio) franco arcillosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.104, y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.105, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con pocos fragmentos de roca en el perfil. La densidad real varía entre 2.04 y 1.82 g/cc. La densidad aparente es baja (1.18 g/cc) en superficie y se torna alta (1.59 g/cc) en el siguiente horizonte.

La porosidad total presenta valores entre medios (42%) en el primer horizonte y bajos (13%) en el segundo; la macroporosidad entre 14% – 5% y la microporosidad entre 28 – 7%, dominando la microporosidad sobre la macroporosidad; estos valores indican moderada permeabilidad, infiltración, drenaje y difusión de gases; la humedad aprovechable presenta valores medios (17% – 12%). El suelo presenta limitantes físicas para la penetración de raíces a partir de los 96 cm, por la presencia de materiales compactados.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.105, los suelos tienen pH entre moderadamente ácido (5.9) en el primer horizonte a neutro (6.6) en el último, valores que se consideran adecuados para la mayoría de los cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), posee valores bajos (2.99% – 1.26%) en todos los horizontes, valores relacionados con el intercambio de cationes en el suelo y el suministro parcial de nutrientes a las plantas; es necesario aumentar estos valores y mejorar las características físicas, químicas y biológicas.

En cuanto a la capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee valores medios (14.24 a 11.96 meq/100 g de suelo) en todos los horizontes, con moderado potencial para la retención de nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores bajos (5.89 a 6.81 meq/100 g de suelo); por lo que deben suplementarse ya que son insuficientes para el desarrollo de los cultivos. La saturación de bases (SB), tiene valores que fluctúan entre medios (41%) en superficie a altos (56%) en el último.

Con referencia a los a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), presentan bajos valores en todos los horizontes; en cuanto al potasio (K), tiene valores medios en superficie que se incrementan en profundidad. Referente a los **cationes,** el calcio (Ca) y el magnesio (Mg), se encuentran en cantidades medias en todos los horizontes.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), poseen valores bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe) y el manganeso (Mn), reportan valores altos en el perfil. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010526)

Suelos desarrollados a partir de tobas e ignimbritas, presentan moderada evolución, son moderadamente profundos; con drenaje natural moderado; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas; pH moderadamente ácido; contenidos de materia orgánica bajos en todo el perfil; capacidad de intercambio de cationes media; bases intercambiables bajas; saturación de bases media y fertilidad natural media. El régimen de humedad edáfica es "ústico" ya que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", esto significa que la temperatura oscila entre 15 a 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo, se deben a las pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) a ligeramente escarpadas (25 al 50%); la mediana pedregosidad superficial, erosión ligera y moderada, material compactado y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase que presenta pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera; las fases con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), erosión ligera, pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) mediana pedregosidad superficial y erosión moderada, tienen capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Las fases mencionadas también tienen aptitud para el desarrollo de sistemas ganaderos semi-intensivos.

Las fases que tienen pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) con erosión ligera y moderada, tienen capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo, así como sistemas extensivos silvopastoriles.

En las fases con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, aumentar la intensidad de las mismas, con base al aumento de la pendiente; las prácticas recomendadas son, sembrar al contorno siguiendo las curvas de nivel y realizar acequias de ladera con barreras vivas para disminuir la escorrentía, aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil, lo que implica aumentar la humedad aprovechable para las plantas, así como el aumento de la humedad, favorece la evolución del mismo y mejora sus condiciones físicas, químicas y biológicas.

Las áreas con pedregosidad superficial no se pueden mecanizar, si es necesario arar, debe realizarse una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica, y se pueden elaborar barreras muertas con la piedra presente. Se recomienda establecer cortinas rompevientos. La ganadería semi-intensiva, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte, cercas vivas y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes, con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

En las áreas con capacidad de uso agroforestal, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una buena cobertura vegetal. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Si se utilizaran para agricultura intensiva (granos básicos u otros cultivos), es indispensable realizar terrazas de banco, con el declive contra la pendiente y proteger los taludes con vegetación nativa y fragmentos de roca presentes. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad, en todas las fases es muy importante incrementar el contenido de materia orgánica para mejorar sus condiciones físicas, químicas y biológicas. Se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, se necesita elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse en forma foliar Cobre y Zinc. Necesitan riego en la época seca, por medio de aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM O10526)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MQPcp1 pertenece a la clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-4; la fase MQPd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-5; la fase MQPdp2 pertenece a la clase IV, subclase IV pes y grupo de manejo IV pes-2, estas tierras tienen vocación agrícola.

Las fases MQPe1, MQPe2, MQPep1 y MQPep2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-8, poseen vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de la inclusión (PI 010527)

Esta unidad cartográfica presenta una inclusión en el 20 % de su superficie, que contiene los suelos **Typic Humustepts, familia esquelética arcillosa, superactiva, isotérmica (PI 010527)**, se caracterizan por ser moderadamente superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) finas, con densidad aparente muy baja. La porosidad total es alta en todo el perfil. La humedad aprovechable es media en el primer horizonte y baja en el segundo. El pH va de fuertemente ácido a ligeramente ácido; la materia orgánica (MO), es baja en superficie y se incrementa en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media en el primer horizonte y alta en los siguientes. La saturación de bases (SB), es media en el primer horizonte y baja en los demás. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.47 Unidad MQQ

Consociación San Raimundo: Typic Haplustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica, perfil modal 010605.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de las aldeas Tres Sabanas y El Chan II; en los caseríos El Guayabo, Arenales; en la lotificación San Martín, del municipio de Chinautla. En el caserío Los Cos; finca Santa Catarina Puluc; granja Los Mecates; cerro Colorado; parajes Buena Vista, Los Yupes y Pachaj del municipio de San Juan Sacatepéquez

Asimismo se encuentra en las aldeas San José Nacahuil, El Chan; Labor Vieja, Lagunilla Lo De Reyes; caseríos El Pinalito, Los Suretes; fincas El Chaper, El Limonar, El Rodeo, Las Victorias, Panfulque, San Luis Lo De Reyes, El Pinalito; granjas Las Mercedes, Kilómetro 17; en las colonias Altos de lo de Reyes, Gerardi, El Bellotén; cerro Nacahuil del municipio de San Pedro Ayampuc. En la aldea San Rafael Las Flores; caserío San Martineros; fincas La Providencia, San Rafael Las Escobas y labor La Merced, del municipio de San Raimundo. La unidad cartográfica abarca una extensión de 3,818 hectáreas. En la Figura 4.95, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.95 Lomas con agricultura y relictos de bosque natural. Municipio de Chinautla (Foto: C. García 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 19.4 °C; 1,178 mm de precipitación y una altitud media de 1,479 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizadas por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.95, el uso principal es agricultura y la cobertura vegetal son relictos de bosque.

Los suelos de la unidad, se han desarrollado a partir de cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita; en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% de la superficie por los suelos Typic Haplustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 010605); el 15% del área por Dystric Haplustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 011027) y el 10% del área restante, por Typic Ustorthents, familia esquelética franca, superactiva, no ácida, isotérmica (perfil inclusión, PI 011102).

La Consociación San Raimundo presenta las siguientes fases:

- **MQQd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 528 ha.
- **MQQe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 2,204 ha.
- **MQQe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 736 ha.
- **MQQep1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tienen una superficie de 350 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010605)

En la Figura 4.96, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

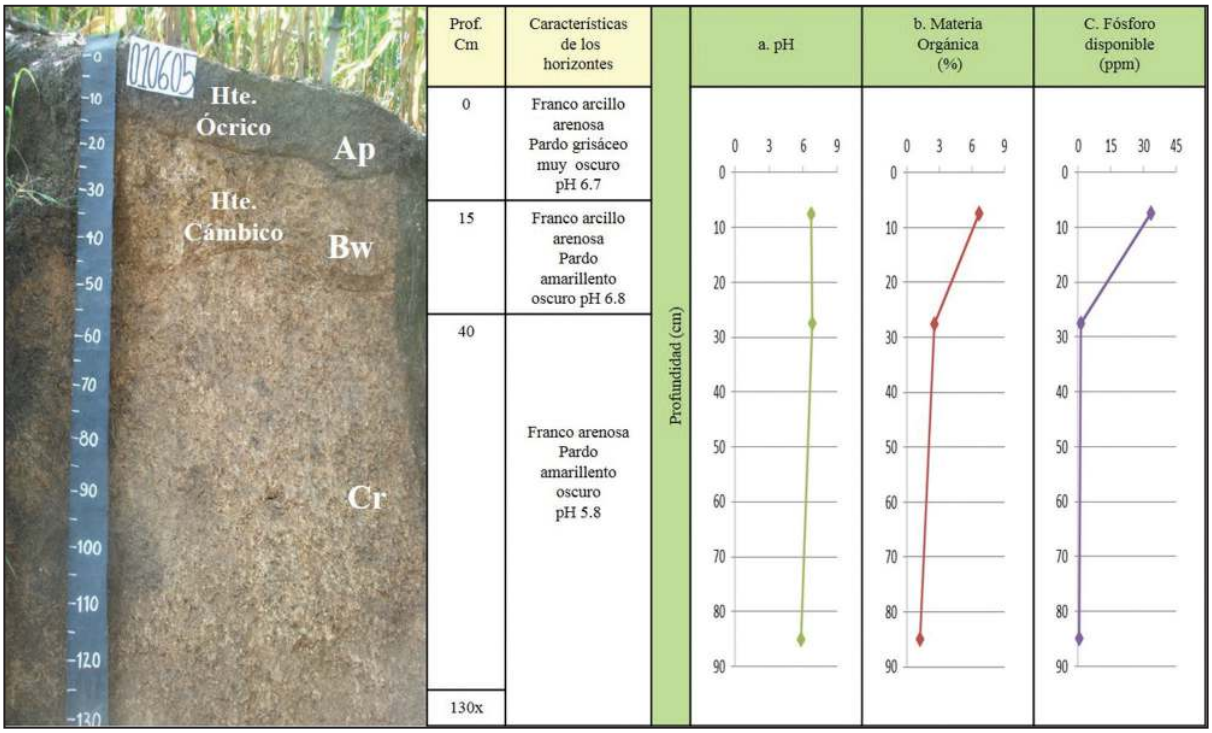


Figura 4.96 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010605) de la Consociación San Raimundo. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010605)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación San Raimundo
Símbolo		MQQ
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Haplustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Chinautla
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	San Rafael Las Lomas
	Coordenadas planas	X: 496402
		Y: 1631898

Fotografías Aéreas	**Foto No.**	6,475
	Línea de vuelo No.	218
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita
Altitud		1,452 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,220 mm
	Temperatura promedio anual	20.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	19.7 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Supericie cubierta	5 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	40 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz, fríjol
	Limitante del uso	Pendiente ligeramente escarpadas, fragmentos de roca dentro del perfil mayores al 60%, erosión moderada, mediana pedregosidad superficial, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Relictos de bosque natural con las especies de pino, encino e ilamo.
Describió		César David García Sic

Fecha de descripción	16-08-2012
Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 15 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; frecuente grava (25%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite claro ondulado.
15 – 40 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; frecuente grava (30%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.8, neutro; límite claro y ondulado.
40 – 130 cm Cr	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; extremadamente abundante grava (65%), irregular, mediana alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, gruesos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.8, moderadamente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físico, químico del perfil modal (PM 010605)

Cuadro 4.106. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010605)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-15	1.34	2.00	51.27	24.02	19.15	17.36	15.47	11.72	8.09	20.67	12.33	33.00
15-40	1.20	2.00	35.57	16.50	14.48	13.45	11.25	9.80	8.22	23.71	16.29	40.00
40-130	1.14	2.00	32.09	14.75	13.09	10.54	9.09	8.81	5.28	25.46	17.54	43.00

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-15	16.62	11.06
15-40	12.83	6.26
40-130	11.24	7.81

Cuadro 4.107. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010605)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-15	52.60	24.70	22.70	FArA	Ar	25.00	6.7	3.52	6.69	-	-	-	33.52	6.84	Alta
15-40	55.06	21.49	23.45	FArA	Ar	30.00	6.8	1.35	2.56	-	-	-	1.19		
40-130	69.09	18.63	12.28	FA	Ar	65.00	5.8	0.65	1.23	-	-	-	0.43		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-15	16.52	9.58	6.94	9.56	7.46	1.77	0.16	0.17	0.02	45.16	10.71	0.97	1.03	0.2
15-40	17.09	10.53	6.56	10.48	5.82	4.32	0.16	0.18	0.05	34.06	25.28	0.94	1.05	0.5
40-130	9.11	9.19		9.02	2.68	6.04	0.10	0.20	0.17	29.42	66.30	1.10	2.20	1.8

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-15	57.87	0.54	1.87	81.50	2.09	-	-	-
15-40	61.32	0.45	0.20	18.90	1.00	-	-	-
40-130	99.01	0.20	0.20	3.45	2.71	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010605)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.96 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (15 cm de espesor); Bw (25 cm de espesor) y Cr (90 cm de espesor); el horizonte **Ap,** presenta color pardo grisáceo muy oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** tiene un color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa, estructura en bloques, subangulares moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable; el horizonte **Cr,** exhibe un color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.106, y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.107, los suelos tienen texturas (de laboratorio) moderadamente finas, presentan extremadamente abundantes fragmentos de roca a partir de los 40 cm de profundidad y compactación. La densidad real presenta valores bajos (2.0 g/cc). La densidad aparente tiene valores medios (1.34 g/cc) en superficie, y disminuye con la profundidad (1.14 g/cc).

La porosidad total en el perfil presenta valores medios (33% al 43%); existe una dominancia de los macroporos con valores de 21% al 25%, mientras que los valores de los microporos están entre el 12% y el 18%, estas características indican un drenaje adecuado. La humedad aprovechable tiene valores bajos (11%) en el horizonte superficial y muy bajos (entre 6% y 8%) en el segundo horizonte, lo que representa una limitante para las plantas. Existen fragmentos de roca y material compactado que obstaculiza la penetración de raíces a partir de los 40 cm de profundidad.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.107, los suelos tienen pH neutro (6.7 y 6.8) en superficie y moderadamente ácido (5.8) en profundidad; estos valores no son limitantes para la mayoría de los cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), es alto en superficie (6.69%) y bajo en profundidad (1.23%), estas características se relacionan con la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de los agregados, el suministro parcial de los nutrientes a las plantas y de los constituyentes energéticos útiles a los organismos.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media (17 meq/100 g) en el horizonte superior y se reduce en profundidad, indica moderado potencial para retener nutrientes útiles para las plantas. Presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) que varía de media a baja (10.48 a 9.2 meq/100g); por tal motivo deben suplementarse. La saturación de bases (SB) es alta (entre 58 y 99%).

En cuanto a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el potasio (K), presentan valores bajos en todo el perfil; el contenido de fósforo disponible (P), se encuentra con valores altos en el primer horizonte y bajos en profundidad. Con referencia a los **cationes**, el calcio (Ca), posee cantidades altas en el primer horizonte y disminuye en profundidad; el magnesio (Mg), se mantiene con valores medios en el primer horizonte y aumenta en profundidad.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), presentan valores bajos en todo el perfil; el hierro (Fe), posee niveles altos en el primer horizonte y disminuye con la profundidad; el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades bajas en superficie y aumenta con la profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características de los suelos y recomendaciones generales de uso y manejo del perfil modal (PM 010605)

Se han originado a partir de cuarzomonzonitas, granodioritas y cuarzodioritas, presentan moderada evolución, son superficiales; con buen drenaje natural; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil y material compactado a los 40 cm de profundidad; el pH es neutro en superficie; materia orgánica con altos valores en superficie; la capacidad de intercambio de cationes es media, contenidos de bases intercambiables medios; saturación de bases y fertilidad alta. El régimen de humedad edáfica es "ústico", por permanecer secos por más de 90 días consecutivos. El régimen de temperatura se califica como "isotérmico" esto quiere decir que la temperatura oscila entre 15 y 22°C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, son las pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), abundantes fragmentos de roca en el perfil, erosión ligera y moderada, mediana pedregosidad superficial y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase que presenta pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), con erosión ligera y abundantes fragmentos de roca en el perfil; las fases que tienen pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión ligera y erosión moderada, tienen capacidad de uso agroforestal y posee aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo, así como sistemas extensivos silvopastoriles.

Para un manejo adecuado de estas tierras, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelo y agua, para evitar la erosión hídrica; debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras muertas. Es necesaria la implementación de acequias de ladera con barreras vivas para disminuir la escorrentía, aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil. Este aumento de humedad del suelo, favorece la evolución del mismo y mejora sus condiciones físicas, químicas y biológicas.

Estos suelos no se pueden mecanizar y debe protegerse con una buena cobertura vegetal, para evitar la escorrentía. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica,

así como dejar cubierta superficie con material vegetal durante la época seca. Si se utilizaran para agricultura intensiva (granos básicos u otros cultivos), es indispensable realizar terrazas de banco, con el declive contra la pendiente y proteger los taludes con las piedras que se encuentren en la superficie. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad, en todas las fases debe mantenerse e incluso incrementarse el contenido de materia orgánica del suelo para mejorar su condiciones físicas, químicas y biológicas, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse en forma foliar Cobre, Manganeso y el Zinc. Necesitan riego en la época seca, por medio de aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010605)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MQQd1 pertenece a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-2; las fases MQQe1 y MQQe2 pertenecen a la clase VI, subclase VI ps y grupo de manejo VI ps-3 y la fase MQQep1 pertenece a la clase VI, subclase VI ps y grupo de manejo VI ps-5, todas son tierras con vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de las inclusiones (PI 011027, PI 011102)

Esta unidad cartográfica contiene dos inclusiones que se describen a continuación:

En un 15% del área, contiene los suelos **Dystric Haplustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica (PI 011027);** se caracterizan por ser superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con densidad aparente alta, la porosidad total es baja a excepción del segundo horizonte donde es media, la humedad aprovechable es muy baja en todo el perfil. El pH es fuertemente ácido en superficie, la materia orgánica (MO), es baja en todo el perfil, la capacidad de intercambio de cationes (CICA), varía de media a alta. La saturación de bases (SB), es media en el primer horizonte y alta en los siguientes y la fertilidad natural es media (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

En un 10% del área, contiene los suelos **Typic Ustorthents, familia esquelética franca, superactiva, no ácida, isotérmica (PI 011102),** se caracterizan por ser moderadamente profundos, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con densidad aparente baja en todo el perfil, la porosidad total es alta en el primer horizonte, media en el segundo, la humedad aprovechable es baja en el perfil. El pH es muy fuertemente ácido en el primer horizonte, fuertemente alcalino en el segundo, ligeramente ácido en el tercer horizonte. La materia orgánica (MO), es baja en todo el perfil, la capacidad de intercambio de cationes (CICA), varía de media a alta. La saturación de bases (SB), media en el primer horizonte y alta en los siguientes y la fertilidad natural es media (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.48 Unidad MQR

Consociación San Pedro: Typic Dystrustepts, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isotérmica, perfil modal 010708.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de los caseríos Los Patzanes, Los Pirir, Los Sequenes; dentro de las fincas Chuisec, Estancia El Rosario, San Rafael Chuisec, y Toxcones, del municipio de San Juan Sacatepéquez. Aledaña a la finca La Laguna; en la colonia El Guayabo, del municipio de San Pedro Ayampuc. La unidad cartográfica abarca una extensión de 930 hectáreas. En la Figura 4.97 se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.97 Lomas con ganadería extensiva y bosque natural. Municipio de San Pedro Ayampuc (Foto: C. García 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 20.6°C; 1,082 mm de precipitación y una altitud media de 1,271 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizadas por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.97, el uso principal es ganadería extensiva y la cobertura vegetal son relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad, se han desarrollado a partir de cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita; en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% de su superficie por los suelos Typic Dystrustepts, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 010708); en un 15% del área por los suelos Typic Haplustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 011013). El 10% del área restante, está ocupada por los suelos Typic Haplustolls, familia fina, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010711).

La Consociación San Pedro presenta las siguientes fases:

- **MQRd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 46 ha.
- **MQRdp1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), mediana pedregosidad superficial, y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 90 ha.
- **MQRe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 294 ha.
- **MQRep1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), abundante pedregosidad superficial, y erosión de grado ligero. Tiene una superficie 291 ha.
- **MQRep2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), mediana pedregosidad superficial, y erosión de grado moderado. Tiene una superficie 209 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010708)

En la Figura 4.98, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

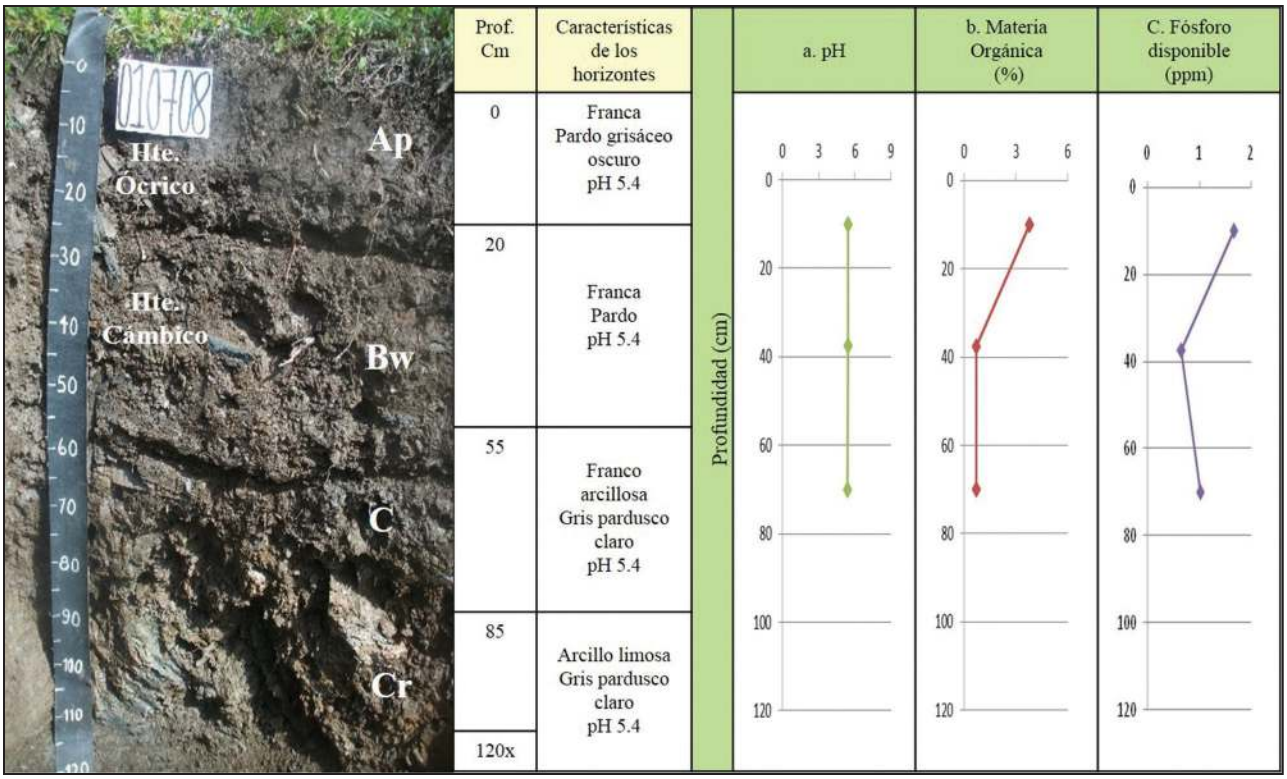


Figura 4.98 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010708) de la Consociación San Pedro. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010708)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación San Pedro
Símbolo		MQR
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Dystrustepts, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San Pedro Ayampuc
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	El Pinal
	Coordenadas planas	X: 504505
		Y: 1634306
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	6,409
	Línea de vuelo No.	217
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita
Altitud		1,228 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	999 mm
	Temperatura promedio anual	20.6°C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	23.6 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Supericie cubierta	15 %
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	55 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Ganadería
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente escarpadas, presencia de fragmentos de roca en el perfil, erosión moderada, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Relicto de bosque natural con las especies de pino, encino
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		07-08-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; frecuente piedra (25%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.4, fuertemente ácido; límite claro y ondulado.
20 – 55 cm Bw	Color en húmedo pardo (10YR5/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; abundante piedra (40%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.4, fuertemente ácido; límite claro y ondulado.
55 – 85 cm C	Color en húmedo gris pardusco claro (10YR6/2); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa; extremadamente abundante piedra (70%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos y gruesos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.4, fuertemente ácido; límite claro e irregular.
85 – 120 cm Cr	Color en húmedo gris pardusco claro (10YR6/2); textura de campo arcillo limosa; fragmentos de roca (96%), irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, gruesos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 5.4, fuertemente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 010708)

Cuadro 4.108. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010708)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	1.39	1.64	49.77	37.72	25.02	23.39	19.72	17.57	8.19	7.58	7.66	15.24
20-55	1.59	2.28	27.52	22.91	16.64	15.47	13.81	11.63	6.02	11.96	18.30	30.26

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-20	23.37	16.83
20-55	15.53	10.62

Cuadro 4.109. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 010708

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%		%	ppm	Valor	Caliic.
0-20	36.08	43.03	20.89	F	FAr	25.00	5.4	2.00	3.80	-	-	-	1.66	5.44	Media
20-55	35.58	42.48	21.94	F	Ar	40.00	5.4	0.38	0.72	-	-	-	0.65		
55-85	25.56	47.34	27.10	FAr	ArL	70.00	5.4	0.38	0.72	-	-	-	1.02		
85-120	-	-	-	-	ArL	96.00	-	-	-	-	-	-			

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	14.81	4.83	9.98	4.83	2.93	1.57	0.32	0.01		19.80	10.58	2.17	0.05	0.0
20-55	9.11	3.89	5.22	3.89	0.74	3.03	0.11	0.01		8.09	33.26	1.26	0.11	0.0
55-85	56.97	5.19	51.78	5.19	0.44	4.62	0.13	0.01		0.77	8.10	0.22	0.01	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	32.59	1.49	2.43	97.23	29.50	-	-	-
20-55	42.71	0.87	0.52	21.40	2.80	-	-	-
55-85	9.11	1.00	0.65	18.14	1.54	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010708)

Estos suelos muestran moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.98 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); Bw (35 cm de espesor); C (30 cm de espesor) y Cr (35 cm de espesor); el horizonte **Ap,** presenta color en húmedo pardo grisáceo oscuro, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** muestra color en húmedo pardo, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable; el horizonte **C,** exhibe color en

húmedo gris pardusco claro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable; el horizonte **Cr,** es de color en húmedo gris pardusco claro, está constituido por fragmentos de roca que superan el 96% por volumen.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.108, y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.109, los suelos tienen texturas (de laboratorio) moderadamente finas, presentan extremadamente abundantes fragmentos de roca a partir de los 55 cm de profundidad. La densidad real presenta valores bajos (1.64 g/cc y 2.28 g/cc). La densidad aparente tiene valores medios en superficie (1.39 g/cc), y valores altos en profundidad (1.59 g/cc)

La porosidad total en el perfil presenta valores bajos (15%), en superficie y medios (30%), en el segundo horizonte. De acuerdo a la distribución porcentual de los macroporos y microporos en los horizontes superficiales, existe una ligera dominancia de los microporos con valores de 8 a 18% mientras que los valores de los macroporos están entre 8% y 12%, estos afectan la permeabilidad y limitan el drenaje. La humedad aprovechable es baja (17% a 11 %). Estas condiciones indican un drenaje interno moderado y poca disponibilidad de agua. Existen fragmentos de roca que restringen la penetración y el desarrollo de las raíces a partir de los 55 cm de profundidad.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.109, los suelos tienen un pH fuertemente ácido (5.4), estos valores tienen incidencia en la disponibilidad de nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), varía de medio (3.80%) a bajo (0.72%), el valor más alto corresponde al horizonte superficial y se reduce a medida que se profundiza, estas características se relacionan con la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de los agregados, el suministro parcial de los nutrientes a las plantas y de los constituyentes energéticos a los organismos.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es moderada (14.81 meq/100 g) en superficie y se incrementa en profundidad (56.97 meq/100 g), indicando un potencial moderado para retener nutrientes para las plantas. Presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muy baja (4.83 y 3.89 meq/100g) en los primeros horizontes y baja (5.19 meq/100g) en el tercero; deben suplementarse ya que son insuficientes para el desarrollo de los cultivos. La saturación de bases (SB) es baja (33% y 9.11%) en el primer y tercer horizonte, y media (43%) en el segundo.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), poseen valores bajos en todos los horizontes; el potasio (K), tiene cantidades medias en el primer horizonte y bajas en los demás. En relación con los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades bajas en todo el perfil, mientras que el magnesio (Mg), tiene cantidades medias en el primer horizonte y aumenta en profundidad.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), se encuentran con valores bajos en todo el perfil. Referente al hierro (Fe), posee contenidos altos en superficie y disminuye en profundidad. El manganeso (Mn), exhibe valores altos en el primer horizonte y bajos en los siguientes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010708)

Estos suelos se han originado a partir de cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita, presentan moderada evolución, son moderadamente superficiales; con drenaje moderadamente excesivo; de texturas (de laboratorio)

moderadamente finas, con extremadamente abundantes fragmentos de roca a partir de los 55 cm de profundidad; pH fuertemente ácido; y contenidos medios de materia orgánica en el horizonte superficial. Presentan bajo contenido de bases intercambiables; la saturación de bases, la capacidad de intercambio de cationes y la fertilidad muestran valores medios. El régimen de humedad edáfica es "ústico", puesto que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico" esto quiere decir que la temperatura oscila entre 15 a 22°C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, son las pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), pH fuertemente ácido en los horizontes superficiales, abundantes fragmentos de roca en el perfil, erosión ligera a moderada, con pedregosidad superficial en algunas áreas y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases que poseen pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) con abundantes fragmentos de roca en el perfil y erosión ligera; las fases con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión moderada, poseen capacidad de uso para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo, así como sistemas extensivos silvopastoriles.

El manejo de estas tierras debe incluir fuertes prácticas de conservación de suelo como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, el establecimiento de barreras vivas y barreras muertas utilizando el material presente en el área. Realizar acequias de ladera con barreras vivas para disminuir la escorrentía, aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil; este aumento de humedad, favorece la evolución del mismo y mejora sus condiciones físicas, químicas y biológicas. Se recomienda elaborar terrazas individuales por planta. Si estos suelos se quieren utilizar para el cultivo de granos básicos u otros cultivos intensivos, es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente y proteger los taludes con los fragmentos de roca presentes en el área; asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, bancos forrajeros, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Con relación a su fertilidad, en todas las fases debe incrementarse el contenido de materia orgánica, para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas, aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, se necesita aplicaciones de los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse en forma foliar el Cobre, Zinc. A su vez debe suplementarse con hierro. Respecto al pH, este debe corregirse con enmiendas agrícolas, cuyo contenido estará en función de los análisis de suelos en finca y del tipo de cultivo. Estos necesitan riego en la época seca por medio de aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010708)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que se ha utilizado en el estudio, la fase MQRd1 pertenece a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-2; la fase MQRdp1 pertenece a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-3; la fase MQRe2, MQRep1 y MQRep2 pertenecen a la clase VI, subclase VI ps y grupo de manejo VI ps-3, son tierras con vocación agroforestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de las inclusiones (PI 011013, PI 010711)

Esta unidad cartográfica contiene dos inclusiones que se describen a continuación:

En un 15% del total del área, se presentan los suelos **Typic Haplustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (PI 011013)**; se caracterizan por ser moderadamente superficiales, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con densidad aparente baja en el primer y segundo horizonte y media en el tercero, la porosidad total es baja en el primer horizonte y media en el segundo. La humedad aprovechable es muy baja en los dos primeros horizontes y baja en el último, el pH es neutro en todo el perfil, la materia orgánica (MO), es baja en todo el perfil, la capacidad de intercambio de cationes (CICA), y la saturación de bases (SB), son altas en todo el perfil. La fertilidad natural es muy alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

En un 10% del total del área, se incluyen los suelos **Typic Haplustolls, familia fina, superactiva, isotérmica (PI 010711),** se caracterizan por ser moderadamente profundos, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) finas, con densidad aparente baja en todo el perfil, la porosidad total es alta en el primer horizonte y baja en el segundo. La humedad aprovechable es baja. El pH es neutro en los dos primeros horizontes y ligeramente ácido en los siguientes. La materia orgánica (MO), es alta en el primer horizonte y baja en los siguientes, la capacidad de intercambio de cationes (CICA) y la saturación de bases (SB), son altas en todo el perfil. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.49 Unidad MQS

Consociación San Juan: Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 011025.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea El Aguacate y el caserío Los Altos, del municipio de Chinautla. También en los alrededores del paraje El Rosario, granja Miramundo, hacienda Espiga de Oro y finca La Cumbre, del municipio de Guatemala; asimismo en la aldea Mejía y parcelamiento Las Margaritas, del municipio de San Juan Sacatepéquez. La unidad cartográfica abarca una extensión de 1,150 hectáreas. En la Figura 4.99, se observa un paisaje característico de la unidad.



Figura 4.99 Lomas con cultivos de maíz y arbolado disperso. Municipio de San Juan Sacatepéquez (Foto: M. Tum 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 18.1 °C; 1,259 mm de precipitación y una altitud media de 1,678 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubica en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. Como se observa en la

Figura 4.99, el uso principal es la agricultura y la cobertura vegetal está representada por relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de calizas; en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% del área por los suelos Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 011025); en un 20% de la superficie por los suelos Typic Ustorthents, familia arcillosa, superactiva, no ácida, isotérmica (perfil inclusión, PI 010101) y en el 5% del área restante, por otros suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación San Juan presenta las siguientes fases:

- **MQSd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 239 ha.
- **MQSd2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 49 ha.
- **MQSe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 577 ha.
- **MQSe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 224 ha.
- **MQSep2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 61 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011025)

En la Figura 4.100, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

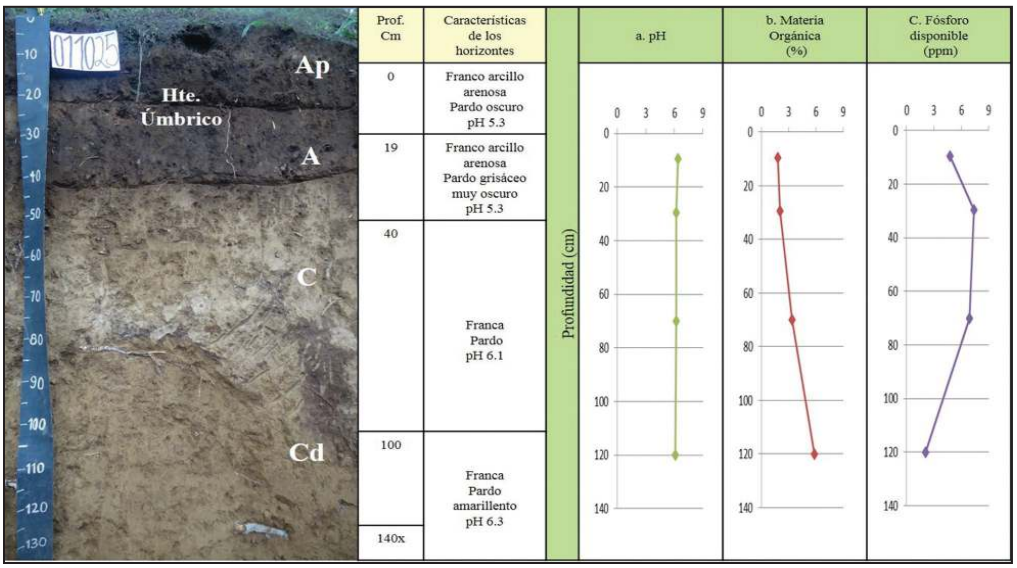


Figura 4.100
Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011025) de la Consociación San Juan. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: M. Tum 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011025)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación San Juan
Símbolo		MQS
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia franca ina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San Juan Sacatepéquez
	Aldea	San Jorge
	Caserío, sector, sitio, inca	-
	Coordenadas planas	X: 484495
		Y: 1628416
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,424
	Línea de vuelo No.	219
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Calizas
Altitud		1,811 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,300 mm
	Temperatura promedio anual	17.5ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	18.6 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-

Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	100 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz, frijol
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente escarpadas, erosión moderada y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		15-08-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 19 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y medianos; muchas raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.3, fuertemente ácido; límite claro y ondulado.
19 – 40 cm A	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y medianos; frecuentes raíces, medias y gruesas, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.3, fuertemente ácido; límite claro y ondulado.
40 – 100 cm C	Color en húmedo pardo (10YR4/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos; pocas raíces, medias y gruesas, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.1, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
100 – 140 cm Cd	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011025)

Cuadro 4.110. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011025)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-19	0.98	1.15	60.73	34.77	27.66	23.49	19.91	14.22	6.43	8.05	6.73	14.78
19-40	0.96	2.00	51.67	38.43	23.53	22.67	18.78	15.80	10.52	28.32	23.68	52.00
40-100	0.84	1.86	61.45	43.98	36.99	34.56	30.37	16.79	12.42	21.83	33.01	54.84

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-19	21.84	21.23
19-40	23.73	13.01
40-100	27.69	24.57

Cuadro 4.111. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011025)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-19	52.19	26.15	21.66	FArA	FAr	-	5.3	1.44	2.74	-	-	-	1.03	6.56	Media
19-40	54.57	21.31	24.12	FArA	FAr	-	5.3	0.54	1.03	-	-	-	0.85		
40-100	40.28	34.69	25.03	F	Ar	-	6.1	0.42	0.80	-	-	-	0.66		
100-140	31.20	43.06	25.74	F	Ar	-	6.3	0.20	0.37	-	-	-	0.47		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-19	21.08	7.31	13.77	7.31	3.71	2.75	0.76	0.09	-	17.62	13.03	3.62	0.41	0.0
19-40	22.22	6.78	15.43	6.78	3.50	1.94	1.15	0.20	-	15.76	8.71	5.16	0.90	0.0
40-100	26.77	13.51	13.26	13.51	8.65	2.87	1.65	0.35	-	32.30	10.73	6.15	1.30	0.0
100-140	29.05	16.74	12.32	16.74	11.05	3.35	1.99	0.35	-	38.04	11.52	6.85	1.20	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-19	34.67	2.80	3.46	71.96	43.12	-	-	-
19-40	30.53	2.85	2.82	102.32	22.14	-	-	-
40-100	50.47	4.56	2.80	39.86	11.86	-	-	-
100-140	57.61	3.95	2.43	24.52	4.02	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011025)

Estos suelos poseen moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.100 y la descripción del perfil modal, los suelos tienen horizontes con nomenclatura Ap (19 cm de espesor); A (21 cm de espesor); C (60 cm de espesor); Cd (40 cm de espesor). El horizonte **Ap,** tiene color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares débilmente desarrollados y consistencia en húmedo

friable. El horizonte **A,** muestra color pardo grisáceo muy oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C**, es de color pardo, textura (de laboratorio) franca, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Cd,** posee color pardo amarillento, textura (de laboratorio) franca, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.110, y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.111, los suelos tienen texturas (de laboratorio), moderadamente finas, presentan material compactado a partir de los 100 cm de profundidad. La densidad real presenta valores bajos (1.15 a 2.0 g/cc) y la densidad aparente tiene valores muy bajos (0.98 a 0.84 g/cc). La porosidad total es baja (15%) en superficie y alta (52 y 55%) en profundidad; existe una ligera dominancia de los macroporos en los horizontes superficiales con valores de 8 a 28%, mientras que los valores de los microporos están entre 6 y 33%; en superficie se reduce la permeabilidad y el drenaje. La humedad aprovechable es media (21 y 25 %), en el primero y tercer horizonte, es baja (13%) en el segundo. El suelo contiene desde los 100 cm de profundidad, limitantes mecánicas, provocadas por la presencia de materiales compactados, que restringen la penetración de las raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.111, los suelos tienen un pH fuertemente ácido (5.3), en el primer y segundo horizonte y ligeramente ácido (6.1 y 6.3) en los siguientes. El contenido de materia orgánica (MO), es bajo (2.74% a 0.37%), el mayor valor corresponde al horizonte superficial y se reduce a medida que se profundiza, estas características afectan la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de los agregados, el suministro parcial de los nutrientes a las plantas y de los constituyentes energéticos a los organismos; debido a su importancia, deben incrementarse los contenidos de materia orgánica.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), presenta valores altos (21.08 a 29.05 meq/100 g), lo cual indica que los suelos poseen un adecuado potencial para retener nutrientes para las plantas. Los suelos presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) que varía de baja (6.78 meq/100g) en superficie, a media (16.74 meq/100 g) en profundidad; esta reserva se considera insuficiente para la mayoría de cultivos, debe suplementarse. La saturación de bases (SB), es baja en el primer y segundo horizonte (31 y 35%) y alta en los siguientes (50 y 58%).

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y fósforo (P), tienen valores bajos en el perfil; el potasio (K), posee valores altos. De los cationes, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades medias en superficie y aumenta en profundidad; el magnesio (Mg), tiene valores medios a excepción del cuarto horizonte que tiene valores altos.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), tiene valores medios a excepción del tercer horizonte que presenta valores altos; el zinc (Zn), contiene valores medios en el primer horizonte y bajos en los siguientes; el hierro (Fe), reporta valores altos en todo el perfil; el manganeso (Mn), posee valores altos excepto en el cuarto horizonte donde son bajos. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011025)

Estos suelos se han originado a partir de calizas, presentan moderada evolución, son moderadamente profundos,

con drenaje bueno, texturas (de laboratorio), moderadamente finas y material compactado a partir de los 100 cm de profundidad; el pH es fuertemente ácido en los horizontes superficiales, los contenidos de materia orgánica son bajos. Tienen bases intercambiables y saturación de bases bajas en superficie; alta capacidad de intercambio de cationes y fertilidad media. El régimen de humedad del suelo es "ústico", por que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Régimen de temperatura edáfica "isotérmico" esto quiere decir que la temperatura del suelo oscila entre 15 y 22 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, estan originados en las pendientes fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas, erosión ligera y moderada, mediana pedregosidad superficial, pH fuertemente ácido en superficie, deficientes precipitaciones durante un semestre del año y material compactado a los 100 cm de profundidad.

Las fases de estos suelos con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión ligera y moderada, tienen capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, ya sea anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Asimismo, tienen aptitud para la ganadería semi-intensiva.

Las fases que tienen pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), erosión moderada y mediana pedregosidad superficial, son de capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de sistemas agroforestales con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo. También tienen aptitud para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

Para manejar adecuadamente los suelos con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, tales como: sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera y barreras vivas en la parte superior, esto permite reducir la erosión hídrica, disminuir la escorrentía superficial provocada por las lluvias y aumentar la infiltración del agua en el perfil del suelo, permanecerá húmedo por más tiempo, favoreciendo su desarrollo y mejorando sus características físicas, químicas y biológicas. Si es necesario arar, debe realizarse una mínima labranza y dejar cubierto el suelo usando materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Se recomienda establecer cortinas rompevientos para reducir el efecto de la erosión eólica.

La ganadería semi-intensiva, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo usando hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes y capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

En los suelos con capacidad de uso agroforestal se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica y plantase al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, esto evita la escorrentía provocada por las lluvias, se reduce la erosión hídrica y se mejora la infiltración del agua de lluvia en el perfil del suelo, permanece húmedo por más tiempo, favorece su desarrollo y mejora sus características físicas, químicas y biológicas. Estos suelos no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia para evitar la escorrentía. En las áreas que presentan pedregosidad se pueden establecer barreras muertas, y así reducir la escorrentía superficial. Se recomienda establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica. Si estos suelos se utilizaran para la agricultura (granos básicos u otros cultivos), es

indispensable realizar terrazas de banco, con el declive contra la pendiente y proteger los taludes con vegetación nativa y usando los fragmentos de roca presentes en el área. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, utilizando pastos cultivados y una adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad y para todas las fases, es muy importante incrementar el contenido de materia orgánica en el suelo, para mejorar las características físicas, químicas y biológicas; se recomienda incorporar fuentes de materia orgánica como abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, abonos orgánicos y restos de cosecha. Respecto al pH, este debe corregirse con enmiendas agrícolas, cuyo contenido estará en función de los análisis de suelos en finca y del tipo de cultivo. Con referencia a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Tomando en cuenta los microelementos y dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, el Cobre y Zinc deben aplicarse en forma foliar. Estos suelos necesitan riego en la época seca por aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011025)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, la fase MQSd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-2; la fase MQSd2 pertenece a la clase IV, subclase IV pe y grupo de manejo IV pe-4, posee vocación agrícola.

Las fases MQSe1 y MQSe2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-5; la fase MQSep2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-8, poseen vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de la inclusión (PI 010101)

Esta unidad cartográfica contiene como inclusión, en el 20% de su superficie, a los suelos **Typic Ustorthents, familia arcillosa, superactiva, no ácida, isotérmica (PI 010101),** se caracterizan por ser superficiales, drenaje natural bueno, texturas (de laboratorio) finas, la densidad aparente es muy baja en el primer horizonte, media en el segundo y alta en el tercero, la porosidad total muestra valores medios en el primero y tercer horizonte y altos en el segundo. La humedad aprovechable presenta contenidos bajos en el primer y segundo horizonte y medios en el tercero. El pH es neutro en el primer horizonte y alcalino en profundidad. La materia orgánica (MO), tiene valores altos en superficie y se reducen en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), presenta altos valores. La saturación de bases (SB), muestra altos valores, excepto el tercer horizonte que presenta valores medios. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.50 Unidad MQT

Consociación La Piedrona: Typic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 010513.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentran a inmediaciones

de la aldea San Antonio Las Flores, caseríos El Chan II, El Guayabo, La Laguneta y de la laguneta Nacahuil, del municipio de Chinautla; en la cabecera municipal de Palencia. La aldea Pueblo Nuevo, caseríos El Cangrejito, La Montaña, Las Cofradías, Las Joyas, fincas Las Vigas y San José Armenia, del municipio de Palencia.

También en los alrededores de las aldeas De Zet, Montufar y de la finca Concepción Pixcayá, del municipio de San Juan Sacatepéquez; de la Finca San Nicolás y lotificación Las Mercedes, del municipio de San Pedro Ayampuc. A inmediaciones de la aldea La Ciénaga, fincas Belén, San Miguel, labores El Tunal y La Montaña, del municipio de San Raimundo. La unidad cartográfica abarca una extensión de 1,549 hectáreas. En la Figura 4.101, se observa un paisaje característico de la unidad.



Figura 4.101 Glacís con cultivo de maíz. Municipio de Palencia (Foto: R. Pacheco 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 19.14 °C; 1,164 mm de precipitación y una altitud media de 1,546 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubica en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.101, el uso principal es la agricultura.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de depósitos coluvio - aluviales; en pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), moderadamente inclinadas (7 al 12%), fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve glacís.

La unidad cartográfica está compuesta en un 85% del área por los suelos Typic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 010513). El 15% restante de su superficie por los suelos Typic Durustepts, familia arcillosa sobre esquelética arcillosa, superactiva, isotérmica (perfil inclusión 010506).

La Consociación La Piedrona presenta las siguientes fases:

- **MQTb1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 192 ha.
- **MQTc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 75 ha.
- **MQTd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 780 ha.
- **MQTdp1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), poca pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 284 ha.
- **MQTe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de rado ligero. Tiene una superficie de 86 ha.
- **MQTep1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 31 ha.
- **MQTep2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 101 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010513)

En la Figura 4.102, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

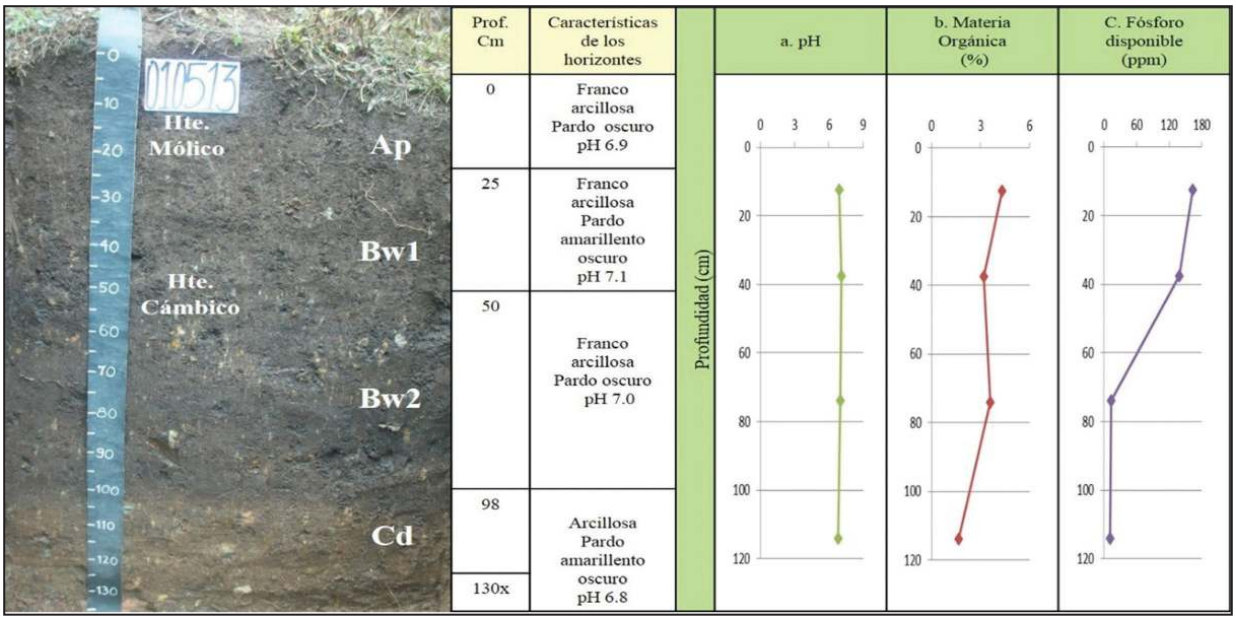


Figura 4.102 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010513) de la Consociación La Piedrona. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010513)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación La Piedrona
Símbolo		MQT
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Haplustolls, familia franca ina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Palencia
	Aldea	Pueblo Nuevo
	Caserío, sector, sitio, inca	-
	Coordenadas planas	X: 514156
		Y: 1620915
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,116
	Línea de vuelo No.	221
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Glacís
	Forma del terreno	Cuerpo de glacis
Material Parental		Depósitos coluvio – aluviales
Altitud		1,291 msnm.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 al 25 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,150 mm
	Temperatura promedio anual	19.5ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	21.8°C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Supericie cubierta	10 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	98 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz, güisquil
	Limitante del uso	Pedregosidad superficial y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		No hay
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		12-07-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.9, neutro; límite claro y ondulado.
25 – 50 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.1, neutro; límite claro y ondulado.
50 – 98 cm Bw2	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; frecuente roca (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.0, neutro; límite claro y ondulado.
98 – 130 cm Cd	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo y de laboratorio arcillosa; frecuente roca (30%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, modera al H_2O_2; pH 6.8, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 010513)

Cuadro 4.112. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010513)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	1.31	1.79	41.80	38.21	30.88	27.47	25.54	22.52	13.31	7.01	19.81	26.82
25-50	1.17	2.03	38.67	32.78	31.62	26.77	19.69	15.95	14.50	7.72	34.64	42.36

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-25	26.1	17.57
25-50	24.27	17.12

Cuadro 4.113. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010513)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-25	44.57	24.69	30.74	FAr	Ar	-	6.9	2.27	4.32	-	-	-	163.53	8.52	Muy Alta
25-50	36.59	31.03	32.38	FAr	ArA	-	7.1	1.68	3.20	-	-	-	138.68		
50-98	28.39	36.46	35.15	FAr	Ar	20	7.0	1.88	3.58	-	-	-	12.89		
98-130	20.95	34.55	44.50	Ar	Ar	30	6.8	0.88	1.67	-	-	-	10.89		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-25	20.51	15.43	5.08	15.41	12.73	2.28	0.24	0.16	0.02	62.07	11.12	1.17	0.78	0.1
25-50	21.65	15.27	6.38	15.25	12.13	2.75	0.17	0.20	0.02	56.03	12.70	0.79	0.92	0.1
50-98	24.50	13.38	11.12	13.36	9.92	3.05	0.10	0.29	0.02	40.49	12.45	0.41	1.18	0.1
98-130	41.59	11.65	29.94	11.63	8.09	2.95	0.25	0.34	0.02	19.45	7.09	0.60	0.82	0.2

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-25	75.13	2.54	2.72	53.50	29.50	-	-	-
25-50	70.44	1.62	1.78	75.40	40.90	-	-	-
50-98	54.53	0.81	1.12	46.50	46.30	-	-	-
98-130	27.96	0.78	0.74	34.10	80.80	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos perfil (010513)

Estos suelos son de moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.102 y la descripción del perfil modal, los suelos tienen horizontes con nomenclatura Ap (25 cm de espesor); Bw1 (25 cm de espesor); Bw2 (48 cm de espesor); Cd (32 cm de espesor); el horizonte **Ap,** presenta color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** tiene color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en

bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable, El horizonte **Bw2,** posee color pardo oscuro, textura franco (de laboratorio) arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Cd,** muestra color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) arcillosa, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.112 y la granulometría que se muestran en el Cuadro 4.113, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas y material compactado a partir de los 98 cm de profundidad. La densidad real presenta valores bajos (1.79 y 2.03 g/cc); asi como la densidad aparente también tiene valores bajos (1.31 a 1.17 g/cc). La porosidad total en el perfil es baja (27%) en superficie y media (42%) en profundidad; se muestra una dominancia de los microporos con valores de 20 a 35%, mientras que los valores de los macroporos están en un 7 y 8%, esto reduce la permeabilidad y el drenaje. La humedad aprovechable es baja (18 -17 %). A los 98 cm de profundidad se presentan limitantes mecánicas, provocadas por la presencia de materiales compactados, que restringen la penetración de las raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.113, los suelos tienen un pH neutro (6.8 a 7.1). El contenido de materia orgánica (MO) varía de medio (4.32%) a bajo (1.67%), el mayor valor corresponde al horizonte superficial y se reduce a medida que se profundiza, estas características afectan la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de los agregados, el suministro parcial de los nutrientes a las plantas y de los constituyentes energéticos a los organismos.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores altos (20.51 a 41.59 meq/100 g), indica un potencial adecuado para retener nutrientes para las plantas. Los suelos presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) media (de 15.41 a 11.63 meq/100g); esta reserva se considera insuficiente para la mayoría de cultivos, debe suplementarse. La saturación de bases (SB) es alta (75 y 55%) en superficie y baja (28%) en el último horizonte.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N), se encuentra en cantidades bajas en el perfil; el fósforo (P), posee valores altos en superficie y disminuye en profundidad; el potasio (K), presenta contenidos medios en superficie y disminuye en profundidad. De los cationes, el calcio (Ca), tiene valores altos en todos los horizontes; el magnesio (Mg), reporta valores medios excepto en el tercer horizonte que reporta valores altos.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), posee valores medios en el primer horizonte y bajos en profundidad; el zinc (Zn), presenta valores bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe), y el manganeso (Mn), tienen contenidos altos en todo el perfil. Según los resultados de los análisis y las variables químicas, la fertilidad natural de los suelos es muy alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010513)

Estos suelos se han originado a partir de depósitos coluvio-aluviales, presentan moderada evolución, son moderadamente profundos; drenaje natural bueno; texturas (de laboratorio), moderadamente finas con material compactado a partir de los 98 cm de profundidad; pH neutro, contenidos medios de materia orgánica en el horizonte superficial. Presentan contenido de bases intercambiables medio; saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes altas; la fertilidad es muy alta. El régimen de humedad del suelo es “ústico”, por que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Régimen de temperatura edáfica “isotérmico”, esto quiere decir que la temperatura del suelo oscila entre 15 y 22 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos son: pendientes de ligeramente inclinadas (3 al 7%) a ligeramente escarpadas (25 al 50%); erosión de ligera y moderada; pedregosidad superficial; material compactado a los 98 cm de profundidad en algunas áreas y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases con pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y erosión ligera, moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión ligera y las fases con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), erosión ligera y poca pedregosidad superficial, tienen capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, ya sea anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Asimismo, tienen aptitud para la ganadería semiintensiva.

La fase con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), mediana pedregosidad superficial y erosión ligera y moderada, con capacidad de uso agroforestal y posee aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo. También tiene aptitud para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

Un adecuado manejo de los suelos con capacidad de uso agrícola implica la implementación de prácticas de conservación de suelos y aguas, las que deben aumentar de intensidad, con el aumento de la pendiente, las prácticas recomendadas son: sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel. Si es necesario arar, se recomienda una mínima labranza y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales. En la fase donde hay pedregosidad superficial, se pueden implementar las barreras muertas. Se recomienda establecer cortinas rompevientos para reducir los efectos de la erosión eólica.

La ganadería semi-intensiva, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo utilizando hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

En los suelos con capacidad de uso agroforestal, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica; debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior. Estos suelos no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia para evitar la escorrentía. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Si estos suelos se utilizaran para la agricultura intensiva (granos básicos u otros cultivos), es indispensable realizar terrazas de banco, con el declive contra la pendiente y proteger los taludes con vegetación nativa o deteregosidad superficial. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Para todas las fases, es importante establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, esta técnica ayuda a reducir la escorrentía superficial que provocan las lluvias y mejora la infiltración del agua en el perfil del suelo, con lo cual permanece húmedo por más tiempo y favorece su desarrollo. Respecto a la fertilidad, es urgente incrementar el contenido de materia orgánica presente en el suelo, para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas; se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, restos de cosecha y mantener una humedad adecuada.



En relación a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse de forma foliar Cobre y Zinc.

Estos suelos necesitan riego en la época seca por aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010513)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, la fase MQTb1 pertenece a la clase III, subclase III s y grupo de manejo III s-5; la fase MQTc1 pertenece a la clase III, subclase III ps y grupo de manejo III ps-3; la fase MQTd1 pertenece a la calse IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-5; la fase MQTdp1 pertence a la clase IV, subclase IV ps y grupo de manejo IV ps-2, todas estas fases poseen vocación agrícola. Las fases MQTe1, MQTep1 y MQTep2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-8, poseen vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de la inclusión (PI 010506)

Esta unidad cartográfica contiene como inclusión, en un 15% de su superficie, a los suelos **Typic Durustepts, familia arcillosa sobre esquelética arcillosa, superactiva, isotérmica (PI 010506),** se caracterizan por ser moderadamente superficiales, con drenaje natural bueno, texturas (de laboratorio) finas, con densidad aparente muy baja en el primer y tercer horizonte y baja en el segundo; alta porosidad total. La humedad aprovechable es media en el primer horizonte y baja en los siguientes. El pH es ligeramente ácido en el primer y tercer horizonte y moderadamente ácido en el segundo. La materia orgánica (MO), tiene valores altos en el primer horizonte y bajos en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), presenta altos valores en el primer y tercer horizonte, tiene valores medios en el segundo. La saturación de bases (SB), posee valores medios en el primer y tercer horizonte y altos en el segundo. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.51 Unidad MQU

Consociación Playa Linda: Dystric Haplustands, familia medial, isotérmica, perfil modal 011410.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Andisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea Llanos de Ánimas, caserío San José, fincas Panquejeché, San Pedro Laguna Seca y Santa Julia, del municipio de Amatitlán. A inmediaciones de las fincas El Recreo, Las Delicias, Las Victorias, paraje San José El Recreo y cantón El Ciprés, del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 1,118 hectáreas. En la Figura 4.103, se observa un paisaje característico de la unidad.



Figura 4.103 Glacís con rastrojo de maíz y bosque. Municipio de Amatitlán (Foto: R. Pacheco 2011)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 19.59 °C; 925 mm de precipitación y una altitud media de 1,487 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubica en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.103, el uso principal es la agricultura.
Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de depósitos coluvio - aluviales; en pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), moderadamente inclinadas (7 al 12%) y fuertemente inclinadas (12 al 25%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve glacís.

La unidad cartográfica está compuesta en un 90% del área por los suelos Dystric Haplustands, familia medial, isotérmica (perfil modal 011410) y el 10% restante de su superficie está ocupado por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del presente estudio.
La Consociación Playa Linda presenta las siguientes fases:

- **MQUb1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 76 ha.
- **MQUc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 349 ha.
- **MQUcp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 100 ha.
- **MQUd1:** fase caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. La fase tiene una superficie de 488 ha.
- **MQUdp1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 105 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011410)

En la Figura 4.104, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas

como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

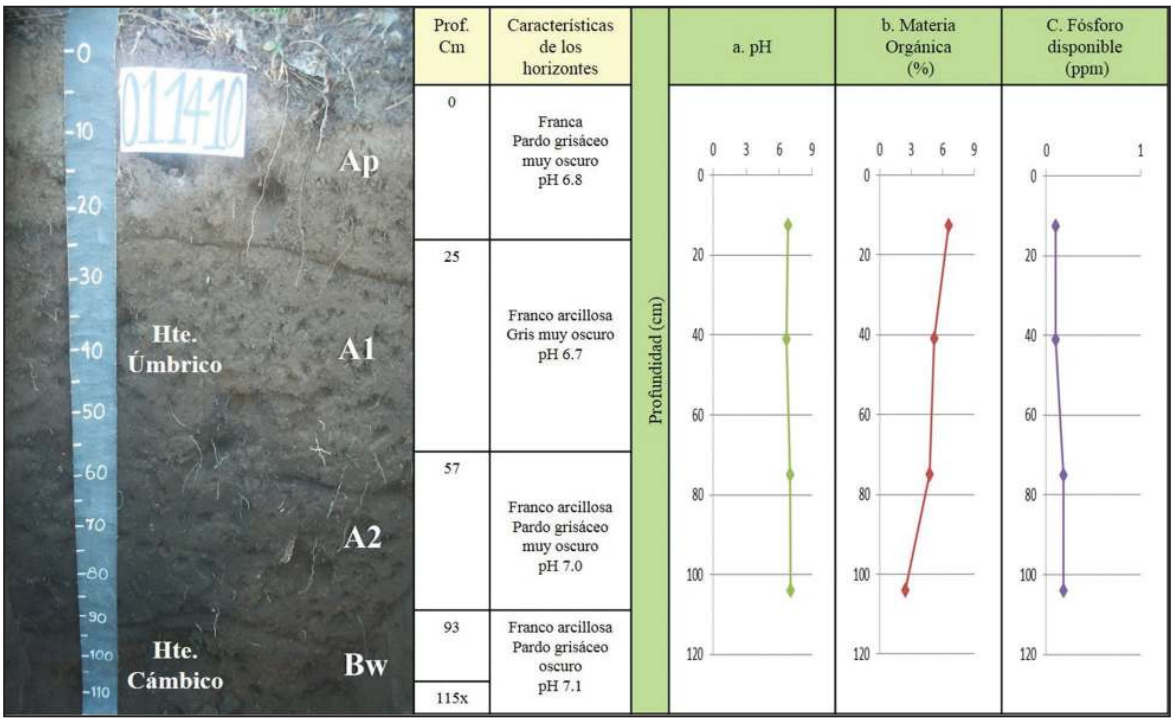


Figura 4.104 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011410) de la Consociación Playa Linda. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011410)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Playa Linda
Símbolo		MQU
Horizontes Diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Dystric Haplustands, familia medial, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Amatitlán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Camino a Mesillas Bajas
	Coordenadas planas	X: 494340
		Y: 1594373
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,570
	Línea de vuelo No.	229
	Bloque No.	02

Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Glacís
	Forma del terreno	Cuerpo de glacis
Material Parental		Depósitos coluvio – aluviales
Altitud		1,267 msnm.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 al 25 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	918 mm
	Temperatura promedio anual	18 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	18.2 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Supericie cubierta	15 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	110 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz, fríjol
	Limitante del uso	Pedregosidad superficial y déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Relictos de bosque natural con encino
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		21-12-2011

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.8, neutro; límite gradual y plano.
25 – 57 cm A1	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio arenosa franca; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite claro y plano.
57 – 93 cm A2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio arenosa franca; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.0, neutro; límite gradual y ondulado.
93 – 115 cm Bw	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio arenosa franca; frecuente grava (30%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos y medianos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.1, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (011410)

Cuadro 4.114. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011410)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	0.71	2.40	82.57	40.79	31.16	28.08	27.82	20.57	12.83	43.84	26.57	70.42
25-57	0.89	2.31	79.69	49.09	40.91	39.75	32.38	18.12	15.29	29.92	31.56	61.47

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-25	17.07	18.33
25-57	23.24	25.62

Cuadro 4.115. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011410)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-25	63.95	28.20	7.86	FA	F	10.00	6.8	3.46	6.57				0.10	7.11	Alta
25-57	78.29	17.97	3.74	AF	FAr	10.00	6.7	2.74	5.21				0.10		
57-93	76.31	19.91	3.72	AF	FAr	10.00	7.0	2.50	4.75				0.18		
93-115	71.96	20.11	7.93	AF	FAr	30.00	7.1	1.30	2.47				0.18		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-25	37.60	13.03	24.57	13.03	9.84	2.65	0.24	0.30		26.17	7.05	0.64	0.80	0.0
25-57	34.18	8.18	26.00	8.18	6.31	1.44	0.03	0.40		18.47	4.21	0.09	1.16	0.0
57-93	36.46	11.47	24.99	11.47	9.41	1.79	0.00	0.26		25.81	4.92	0.01	0.72	0.0
93-115	34.75	13.14	21.61	13.14	10.53	2.19	0.05	0.37		30.31	6.30	0.14	1.07	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-25	34.66	0.30	2.86	4.44	19.62	69.50	0.10	1.07	-	-
25-57	23.93	0.48	0.77	4.80	10.87	57.40	0.13	1.13	-	-
57-93	31.46	0.38	1.95	2.98	12.05	-	-	-	-	-
93-115	37.81	0.58	1.27	6.31	10.20	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la Bouyoucos. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y la calificación de los resultados de laboratorio del perfil (PM 011410)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.104 y la descripción del perfil modal, los suelos tienen horizontes con nomenclatura Ap (25 cm de espesor); A1 (32 cm); A2 (26 cm de espesor); Bw (22 cm de espesor). El horizonte **Ap,** posee color pardo grisáceo muy oscuro, textura (al tacto) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **A1,** muestra color gris muy oscuro, textura (al tacto) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **A2,** es de color pardo grisáceo muy oscuro, textura (al tacto) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** presenta color pardo grisáceo oscuro, textura (al tacto) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.114, y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.115, los suelos tienen texturas (al tacto) moderadamente finas, con frecuentes fragmentos de roca a partir de los 93 cm de profundidad. La densidad real presenta valores bajos (2.40 y 2.31g/cc); asi como la densidad aparente también tiene valores bajos (0.71 a 0.89 g/cc). La porosidad total en el perfil es alta (70 y 61%); existe una dominancia de los macroporos con valores de 44 a 30% mientras que los valores de los microporos están en un 27 y 32%, estos mejoran la permeabilidad y el drenaje. La humedad aprovechable es baja (18%) en superficie y media en profundidad (26 %). Estas condiciones indican baja disponibilidad

de humedad que limita el desarrollo de los cultivos. A partir de los 93 cm de profundidad, el perfil presenta frecuentes fragmentos de roca, que restringen la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.115, los suelos tienen un pH neutro (6.7 a 7.1), estos valores no son limitantes para la mayoría de los cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), varía de 6.57% (alto) a 2.47% (bajo), el valor más alto corresponde al horizonte superficial y se reduce a medida que se profundiza, estas características afectan la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de los agregados, el suministro parcial de los nutrientes a las plantas y de los constituyentes energéticos a los organismos.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), presenta valores altos en los primeros horizontes, lo cual indica que los suelos presentan un potencial adecuado para almacenar nutrientes para las plantas. Los suelos presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) que varía entre baja (8.18 meq/100g) y media (13.14 meq/100 g); esta reserva se considera insuficiente para la mayoría de cultivos, debe suplementarse. La saturación de bases (SB) es baja (24 a 35%) en los primeros horizontes y media (38%) en el último.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y fósforo (P), se encuentran en cantidades bajas en todo el perfil; el potasio (K), presenta contenidos medios en el primer horizonte y bajos en profundidad. De los cationes, el calcio (Ca), posee valores altos en todos los horizontes; el magnesio (Mg), reporta valores medios en todo el perfil.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), zinc (Zn) y manganeso (Mn), reportan valores bajos en todo el perfil; el hierro (Fe), tiene contenidos altos en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011410)

Estos suelos originados a partir de depósitos coluvio – aluviales, presentan moderada evolución, son profundos, con drenaje bueno, texturas (al tacto) moderadamente finas con abundantes fragmentos de roca a partir de los 93 cm; pH neutro y contenidos de materia orgánica altos en los horizontes superficiales. Presentan valores de bases intercambiables medios y saturación de bases baja; alta capacidad de intercambio de cationes y fertilidad alta. El régimen de humedad del suelo es “ústico”, por que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Régimen de temperatura edáfica “isotérmico” esto quiere decir que la temperatura del suelo oscila entre 15 a 22 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, se originan en las pendientes de ligeramente inclinadas (3 al 7%) a fuertemente inclinadas (12 al 25%); erosión ligera; mediana pedregosidad superficial, pocos fragmentos de roca en el perfil, retención fosfórica y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos con pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), pocos fragmentos de roca en el perfil y erosión ligera; las fases moderadamente inclinadas (7 al 12%), con erosión ligera y mediana pedregosidad superficial; las fases con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), erosión ligera y mediana pedregosidad superficial, con capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, ya sea anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Asimismo, tienen aptitud para la ganadería semi-intensiva.

Manejar adecuadamente los suelos con capacidad de uso agrícola implica implementar prácticas de conservación de suelos y aguas, las que deben aumentar de intensidad conforme se incrementa la pendiente, las prácticas que se pueden implementar son: Siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecimiento de acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, con esta práctica se reduce la escorrentía superficial causada por las lluvias, se reduce la erosión hídrica, y se mejora la infiltración del agua en el perfil del suelo, permanece húmedo por más tiempo, favorece su desarrollo y mejora sus características físicas, químicas y biológicas. Se recomienda la labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales. En las fases con pedregosidad superficial, se pueden establecer barreras muertas, para aprovechar la piedra presente en el área. Se recomienda establecer cortinas rompevientos para reducir los efectos de la erosión eólica.

La ganadería semi-intensiva, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo usando hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a la fertilidad y para todas las fases, es necesario mantener e incluso incrementar el contenido de materia orgánica del suelo, para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas, para esto se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. En relación a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Debido a los valores moderados de retención fosfórica, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad, en dosis moderadas, en forma periódica y cerca de las raíces. Referente a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse de forma foliar Cobre, Zinc y Manganeso. Estos suelos necesitan riego en la época seca, ya sea por aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011410)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, la fase MQUb1 pertenece a la clase III, subclase III s y grupo de manejo III s-6; la fase MQUc1 pertenece a la clase III, subclase III ps y grupo de manejo III ps-7; la fase MQUcp1 pertenece a la clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-6; la fase MQUd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-3, la fase MQUdp1 pertenece a la clase IV, subclase IV ps y grupo de manejo IV ps-4, todas estas fases poseen vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.1.52 Unidad MQV

Consociación Los Paternales: Andic Humustepts, familia medial, isotérmica, perfil modal 011509.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol, se encuentran en inmediaciones de la granja San Julián, del municipio de Guatemala. En las aldeas El Sintul, El Triunfo, Las Guayabitas; las fincas Buena Vista, Joya las Vacas, Piedra Gorda, Santa Martha; la colonia la Joya de Palencia, del municipio de Palencia. Asimismo en la finca La Estanzuela, del municipio de San José del Golfo. Por ultimo

en el cerro La Cruz del municipio de Villa Nueva. La unidad cartográfica abarca una extensión de 745 hectáreas. En la Figura 4.105, se muestra el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.105 Glacís con áreas de cultivo y bosque. Municipio de Villa Nueva (Foto: M. Tum 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es, "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 18.9 °C; 963 mm de precipitación y una altitud media de 1,240 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubica en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.105, el uso principal es la agricultura y la cobertura vegetal es bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de depósitos coluvio - aluviales; en pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve glacís.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% de su superficie, por los suelos Andic Humustepts, familia medial, isotérmica (perfil modal, PM 011509); en un 15% del área, por los suelos Typic Durustolls, familia muy fina, semiactiva, isotérmica, superficial (perfil inclusión, PI 010517) y en el 10% del área por los suelos Fluvaquentic Humaquepts, familia muy fina, activa, isotérmica (perfil inclusión, PI 010516).

La Consociación los Paternales presenta las siguientes fases:

- **MQVc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 40 ha.
- **MQVc2:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 45 ha.
- **MQVcp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 143 ha.
- **MQVd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 105 ha.

- **MQVd2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 49 ha.
- **MQVdp1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 134 ha.
- **MQVdp2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 47 ha.
- **MQVe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 32 ha.
- **MQVep1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 150 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011509)

En la Figura 4.106, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

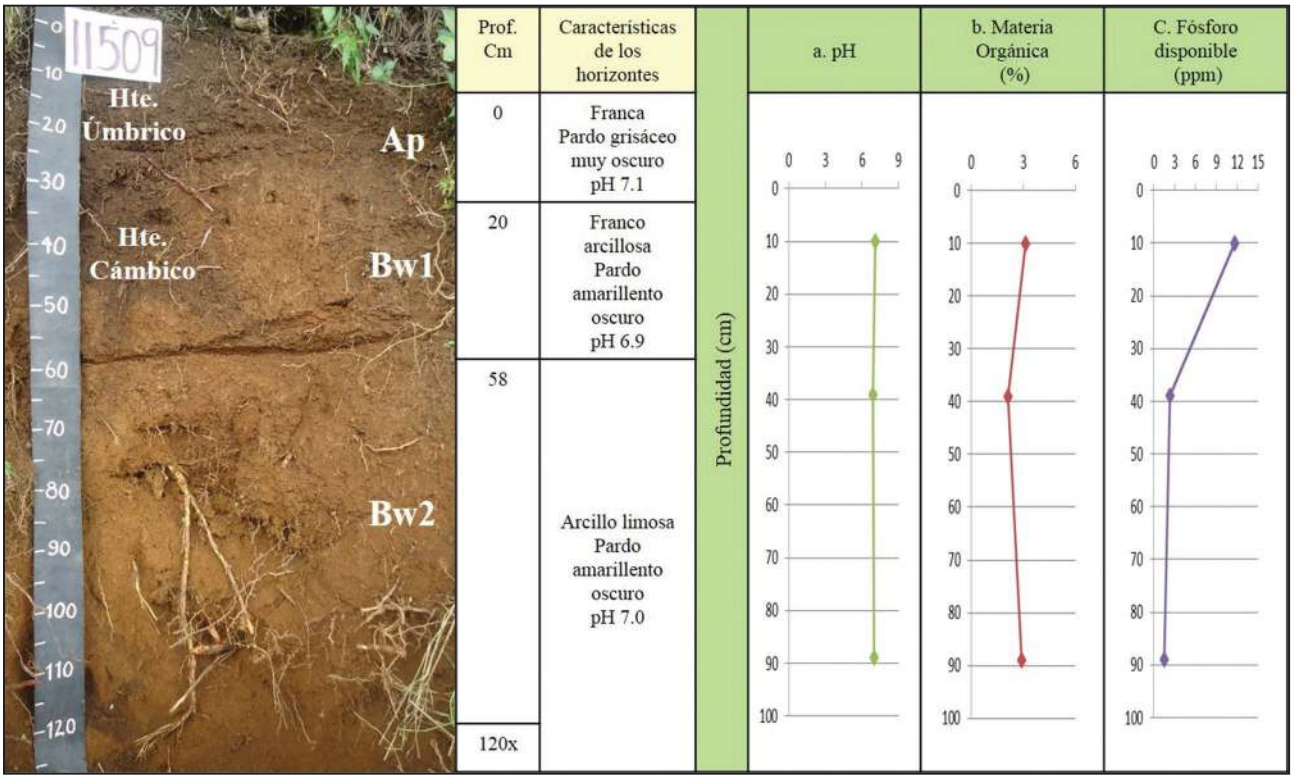


Figura 4.106 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011509) de la Consociación Los Paternales. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: M. Tum, 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011509)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Los Paternales
Símbolo		MQV
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Andic Humustepts, familia medial, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Nueva
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	A 700 metros del Cerro de La Cruz
	Coordenadas planas	X: 484625
		Y: 1610669
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,599
	Línea de vuelo No.	224
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Glacís
	Forma del terreno	Cuerpo de glacís
Material Parental		Depósitos coluvio – aluviales
Altitud		1,815 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 al 12 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,185 mm
	Temperatura promedio anual	17.2 ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	-
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Lento
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz, frijol
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		04-10-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, gruesos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; pocas raíces, medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.1, neutro; límite gradual y plano.
20 – 58 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, gruesos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.9, neutro; límite claro y plano.
58 – 120 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio arenosa franca; estructura en bloques subangulares, gruesos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos y medios; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.0, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011509)

Cuadro 4.116. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011509)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	0.93	1.95	60.77	35.08	32.15	30.76	29.50	16.55	15.42	24.63	27.68	52.31
20-58	0.96	2.18	69.19	34.34	31.42	30.78	25.56	24.02	18.87	30.55	25.41	55.96

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-20	31.12	16.74	-	-	-	-
20-58	36.42	12.55	-	-	-	-

Cuadro 4.117. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011509)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucus)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-20	68.75	19.98	11.27	FA	F	-	7.1	1.65	3.14	-	-	-	11.66	7.51	Alta
20-58	70.40	20.27	9.34	FA	FAr	-	6.9	1.12	2.13	-	-	-	2.34		
58-120	81.04	13.86	5.09	AF	ArL	-	7.0	1.53	2.91	-	-	-	1.49		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	27.34	13.12	14.22	13.09	8.86	2.23	1.77	0.23	0.03	32.41	8.16	6.47	0.84	0.2
20-58	30.76	11.26	19.50	11.22	7.76	2.38	1.04	0.04	0.04	25.23	7.74	3.38	0.13	0.4
58-120	25.63	11.21	14.42	11.17	7.62	2.85	0.70	-	0.04	29.73	11.12	2.73	0.00	0.4

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	47.88	2.39	45.12	36.63	2.92	36.50	0.69	1.94	-	-
20-58	36.48	1.83	1.13	41.10	3.92	35.70	0.55	2.09	-	-
58-120	43.58	1.24	0.80	21.05	3.98	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable (H^{+} + Al^{+++}); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011509)

Estos suelos son de moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.106 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); Bw1 (38 cm de espesor); Bw2 (62 cm de espesor). El horizonte **Ap,** es de color pardo grisáceo muy oscuro, textura (al tacto) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** tiene color pardo amarillento oscuro, textura (al tacto) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** muestra color pardo amarillento oscuro, textura (al tacto) arcillo limosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.116 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.117, los suelos tienen texturas (al tacto) moderadamente finas sobre finas. La densidad real presenta valores bajos (1.95 - 2.18 g/cc) y la densidad aparente tiene valores muy bajos (0.93 – 0.96 g/cc). La porosidad total presenta valores altos (52% - 56%); de la cual entre el 24% y el 31% corresponden a los macroporos y entre el 28 y el 25% a los microporos; no hay una dominancia entre la macro y microporosidad. La humedad aprovechable es baja (16.7% a 12.5%), representa una limitante para un adecuado desarrollo de las plantas. Las texturas presentes en el perfil permiten una adecuada permeabilidad y aireación en el perfil. No hay impedimentos mecánicos a la penetración de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.117, los suelos tienen un pH neutro (7.1 – 6.9), que no presenta limitaciones para mayoría de los cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), varía de medio (3.2%), a bajo (2.9%), el mayor valor corresponde al horizonte superior y los menores a los inferiores, estos valores están relacionados con el suministro de parte de los nutrientes para las plantas y de constituyentes energéticos a los microorganismos.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (30.7 – 25.6 meq/100 g), presentan un adecuado potencial de retención de nutrientes útiles para las plantas. Los suelos presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) que se califica como media (13 – 11 meq/100 g), esta reserva se considera insuficiente y debe suplementarse. La saturación de bases (SB), es media (48% - 36%), en el perfil; la retención fosfórica tiene valores medios (36%), debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, lo cual implica que la aplicación de fosfatos debe realizarse en forma fraccionada.

Respecto a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y fósforo (P), tienen valores bajos en el perfil; el potasio (K), posee valores altos. Con referencia a los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas en todos los horizontes; el magnesio (Mg), es medio en el perfil.

En relación a los **elementos menores**, el cobre (Cu), reporta contenidos bajos todo el perfil; el zinc (Zn), tiene valores altos en superficie y bajos en profundidad; el hierro (Fe), muestra niveles altos en todo el perfil y el manganeso (Mn), es medio en superficie y bajo en profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables químicas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del perfil (PM 011509)

Suelos originados a partir de depósitos coluvio-aluviales, de moderada evolución, son profundos, bien drenados; texturas (al tacto) moderadamente finas sobre finas; con pH neutro; con contenidos medios de materia orgánica en el horizonte superficial. Alta capacidad de intercambio de cationes; contenido medio de bases totales al igual que su saturación; alta fertilidad. El régimen de humedad del suelo es calificado como “ústico”, esto significa que los suelos permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura es “isotérmico”, ya que la temperatura media del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, se originan de las pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) a ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión de ligera a moderada y mediana a abundante pedregosidad superficial en algunas áreas, moderada retención fosfórica en algunas áreas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fases con pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), erosión ligera a moderada; las fases fuertemente inclinadas (12 al 25%), erosión ligera a moderada, con capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el

establecimiento de cultivos agrícolas, ya sea anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Asimismo, tienen aptitud para la ganadería semi-intensiva.

Las fase con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión ligera y abundante pedregosidad superficial, son de capacidad de uso agroforestal y posee aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo. También, tiene aptitud para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

Para manejar de forma adecuada los suelos con vocación agrícola es necesario implementar prácticas de conservación de suelos y aguas, la intensidad de las mismas debe aumentar conforme se incrementa el grado de inclinación de la pendiente, dichas prácticas son: Sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel. Si es necesario arar, se recomienda una mínima labranza y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para reducir el efecto de la erosión hídrica y eólica. En las fases con pedregosidad superficial, se puede aprovechar la piedra en superficie mediante el establecimiento de barreras muertas, con las que se disminuye la escorrentía superficial. Establecer cortinas rompevientos para reducir los efectos de la erosión eólica.

La ganadería semiintensiva, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico y energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

En los suelos con capacidad de uso agroforestal, aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel. Si es necesario arar, se recomienda una mínima labranza, ya que estos suelos no pueden mecanizarse y debe tener una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia para evitar la escorrentía. Se recomienda establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. De utilizarse estos suelos para la agricultura intensiva (granos básicos u otros cultivos), es indispensable realizar terrazas de banco, con el declive contra la pendiente y proteger los taludes con vegetación nativa y con la piedra existente en el área. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Para todas las fases, es recomendable el establecimiento de acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, esta técnica ayuda a disminuir la escorrentía que provocan las lluvias, a reducir la erosión hídrica y a mejorar la infiltración del agua en el perfil del suelo, con esto la humedad se prolonga por más tiempo, esto mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas y favorece su desarrollo. Respecto a la fertilidad, es urgente incrementar el contenido de materia orgánica del suelo, para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas, se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. En relación a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Debido a los valores moderados de retención fosfórica, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad, en dosis moderadas, en forma periódica y cerca de las raíces. Referente a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse de forma foliar Cobre, Zinc y Manganeso.

Estos suelos necesitan riego en la época seca por aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011509)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, la fase MQVc1 pertenece a la clase III, subclase III ps y grupo de manejo III ps-2; la fase MQVc2 pertenece a la clase IV, subclase IV e y grupo de manejo IV e-2; la fase MQVcp1 pertenece a clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-6; la fase MQVd1 pertenece a clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-3; la fase MQVd2 pertenece a la case IV, subclase IV pe y grupo de manejo IV pe-3; la fase MQVdp1 pertence a la clase IV, subclase IV ps y grupo de manejo IV ps-4; la fase MQVdp2 pertenece a la clase IV, subclase IV pes y grupo de manejo IV pes-3, todas estas fases poseen vocación agrícola.

La fase MQVe1 pertenece a la clase VI, subclase VIp y grupo de manejo VI p-4; la fase MQVep1 pertenece a clase VI, subclase VI ps y grupo de manejo VI ps-4, poseen vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de las inclusiones (PI 010517, PI 010516)

Esta unidad cartográfica contiene como inclusiones, los suelos descritos a continuación:

En el 15% del total del área, los suelos **Typic Durustolls, familia muy fina, semiactiva, isotérmica, superficial (PI 010517)**, se caracterizan por ser superficiales, bien drenados, texturas (de laboratorio) muy finas, con densidad aparente baja y alta porosidad total. La humedad aprovechable es media en el primer horizonte y baja en el segundo. El pH es moderadamente acido en el primer horizonte y ligeramente acido en el segundo; la materia orgánica (MO), tiene valores medios. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), presenta valores altos. La saturación de bases (SB), tiene valores altos. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

En el 10% del total del área, los suelos **Fluvaquentic Humaquepts, familia muy fina, activa, isotérmica (PI 010516),** se caracterizan por ser superficiales, con pobre drenaje natural, texturas (de laboratorio) muy finas, con densidad aparente baja en el primer y segundo horizonte y muy baja en el tercero; alta porosidad total en el primer y segundo horizonte y media en el tercero. La humedad aprovechable es baja en todos los horizontes. El pH es fuertemente ácido en el primer horizonte, moderadamente ácido en el segundo y neutro en los demás; la materia orgánica (MO), tiene valores altos en el primer horizonte y medios en los siguientes. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), presenta altos valores. La saturación de bases (SB), tiene valores bajos en el primer horizonte, medios en el segundo y altos en los siguientes. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.53 Unidad MQW

Consociación Chuaxán: Typic Humustepts, familia arcillosa sobre franca, superactiva, isotérmica, perfil modal 011011.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de los caseríos Chuaxán, Los Solís y la finca Las Armonías, del municipio de San Juan

Sacatepéquez. La unidad cartográfica abarca una extensión de 160 hectáreas. En la Figura 4.107, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.107 Mesa con cultivo de macadamia. Municipio de San Juan Sacatepéquez (Foto: C. García 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 19.6 °C; 1,141 mm de precipitación y una altitud media de 1,426 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubica en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.107, el uso principal es la agricultura.
Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve mesa.

La unidad cartográfica está compuesta en un 90% del área, por los suelos Typic Humustepts, familia arcillosa sobre franca, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 011011) y en el 10% restante de la superficie, por otros suelos no identificados.

La Consociación Chuaxán presenta las siguientes fases:

- **MQWb1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 130 ha.
- **MQWc2:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 30 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011011)

En la Figura 4.108, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio),

la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

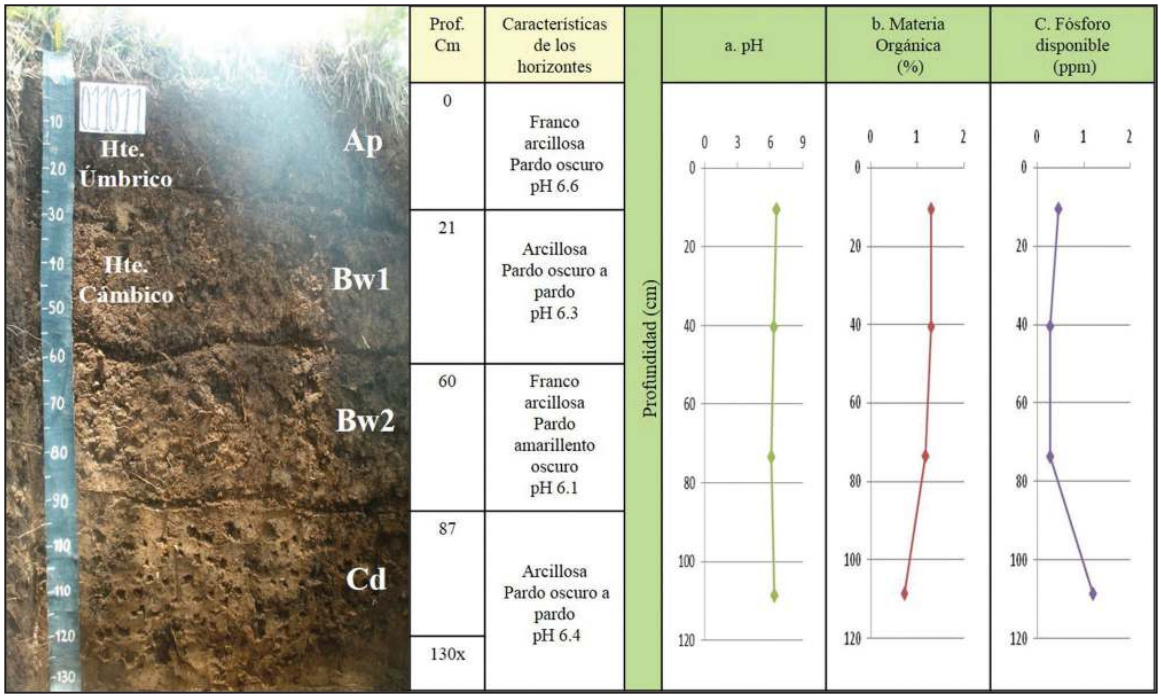


Figura 4.108 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011011) de la Consociación Chuaxán. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011011)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Chuaxán
Símbolo		MQW
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia arcillosa sobre franca, superactiva, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San Juan Sacatepéquez
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Las Armonías
	Coordenadas planas	X: 483420
		Y: 1634930

Fotografías Aéreas	**Foto No.**	6,429
	Línea de vuelo No.	217
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Mesa
	Forma del terreno	Plano de mesa
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,577 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3 al 7 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,300 mm
	Temperatura promedio anual	18.0ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	19.1°C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos r ocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	87 cm
	Limitante	Material compactado

Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Macadamia
	Limitante del uso	Presencia de material compactado y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		10-08-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 21 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos y medianos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite claro y ondulado.
21 – 60 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
60 – 87 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; muchos poros, finos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.1, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
87 – 130 cm Cd	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio arcillosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011011)

Cuadro 4.118. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011011)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-21	1.12	2.04	51.75	30.08	23.73	22.67	21.94	19.77	15.70	24.42	20.68	45.10
21-60	1.21	1.37	66.75	39.27	38.43	33.86	28.28	23.35	18.44	4.95	6.72	11.68

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-21	22.99	8.03
21-60	24.81	19.99

Cuadro 4.119. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011011)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-21	37.39	22.68	39.93	FAr	Ar	-	6.6	0.68	1.29	-	-	-	0.46	6.27	Media
21-60	35.20	24.07	40.73	Ar	ArL	-	6.3	0.68	1.29	-	-	-	0.28		
60-87	39.17	21.19	39.64	FAr	ArL	-	6.1	0.62	1.18	-	-	-	0.28		
87-130	34.14	20.77	45.09	Ar	ArL	-	6.4	0.38	0.72	-	-	-	1.21		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-21	56.97	7.44	49.52	7.44	5.03	2.19	0.12	0.10		8.84	3.84	0.21	0.18	0.0
21-60	60.95	7.84	53.11	7.84	5.02	2.54	0.17	0.12		8.23	4.16	0.27	0.20	0.0
60-87	37.03	8.22	28.81	8.22	4.98	2.94	0.16	0.13		13.45	7.94	0.44	0.36	0.0
87-130	27.91	13.34	14.58	13.34	9.37	3.54	0.26	0.16		33.57	12.69	0.95	0.57	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-21	13.07	2.57	2.34	110.35	52.64	-	-	-
21-60	12.86	2.66	1.83	98.42	51.15	-	-	-
60-87	22.19	2.50	1.37	92.47	48.62	-	-	-
87-130	47.77	2.07	1.88	134.76	20.32	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (PM 011011)

Estos suelos poseen moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.108 y la descripción del perfil, tiene horizontes con nomenclatura Ap (21 cm de espesor); Bw1 (39 cm de espesor); Bw2 (27 cm de espesor); Cd (43 cm de espesor); el horizonte **Ap,** tiene color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable; el horizonte **Bw1,** es de color pardo oscuro a pardo, textura (de laboratorio) arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados; consistencia en húmedo friable; el horizonte **Bw2,** presenta color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable; el horizonte **Cd,** muestra color pardo oscuro a pardo, textura (de laboratorio) arcillosa, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.118 y la granulometría que se muestra en el Cuadro 4.119, los suelos presentan texturas (de laboratorio) finas sobre moderadamente finas. La densidad real presenta valores bajos (2.04 a 1.37 g/cc); así como la densidad aparente también tiene valores bajos (1.12 – 1.21 g/cc). La porosidad total en el perfil varía de alta (45%), en el primer horizonte a baja (12%), en el segundo; entre el 24% y el 5% corresponden a los macroporos y entre el 21% y el 7% a los microporos; no se muestra una dominancia entre la macro y la microporosidad. La humedad aprovechable varía de muy baja

a baja (8% a 19.9 %), lo que representa una limitante para un adecuado desarrollo de las plantas; asimismo, hay limitaciones mecánicas a los 87 cm de profundidad, causadas por material compactado, que restringen la penetración de las raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.119, los suelos tienen pH neutro (6.6), en el primer horizonte y ligeramente ácido (6.1 – 6.4), en profundidad, adecuados para la mayoría de los cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), es bajo (1.29% a 0.72%), esta propiedad se relaciona con el suministro de parte de los nutrientes para las plantas.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (60 a 27 meq/100 g), presenta una adecuada capacidad de retención de nutrientes necesarios para las plantas. Los suelos muestan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), que varía de baja (7.4 meq/100 g), a media (13.3 meq/100 g), esta reserva se considera insuficiente y debe suplementarse. La saturación de bases (SB), varía de baja a media (13% a 47%) en el perfil.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), presentan bajos valores en todo el perfil. De los cationes, el calcio (Ca) y el magnesio (Mg) se encuentran en cantidades medias en superficie y altas en profundidad.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) posee valores medios en todo el perfil, el zinc (Zn) es bajo, el hierro (Fe) y el manganeso (Mn) presentan contenidos altos en todo el perfil. Según los resultados de los análisis y las variables químicas, la fertilidad natural de los suelos es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011011)

Estos suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), presentan moderada evolución, son moderadamente profundos; bien drenados; texturas (de laboratorio) finas sobre moderadamente finas; neutros en el primer horizonte; con contenidos bajos de materia orgánica. Con alta capacidad de intercambio de cationes; bajo contenido de bases en el horizonte superior; baja saturación de bases y media fertilidad. El régimen de humedad del suelo está calificado como “ústico”, esto significa que los suelos permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es “isotérmico”, ya que la temperatura media del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos son las pendientes de ligeramente inclinadas (3 al 7%) a moderadamente inclinadas (7 al 12%), presencia de material compactado y erosión ligera y moderada.

La fase con pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), texturas finas sobre moderadamente finas y erosión ligera, y la fase con pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión moderada, son de capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos intensivos y ganadería semi-intensiva.

Para manejar adecuadamente estos suelos deben implementarse prácticas de conservación de suelos y aguas, como: Sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, esta técnica se utiliza para evitar la escorrentía provocada por el agua de lluvia, reducir la erosión hídrica y mejorar la infiltración del agua en el perfil del suelo, con esto la humedad se prolongara en el suelo, lo que favorece su desarrollo. Si es necesario arar, se recomienda una mínima labranza y se recomienda dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para reducir el efecto de la erosión hídrica y eólica. Se pueden establecer cortinas rompevientos para reducir los efectos de la erosión eólica.

La ganadería semi-intensiva, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico y energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a la fertilidad, es urgente incrementar el contenido de materia orgánica de este suelo, para mejorar sus condiciones físicas, químicas y biológicas, se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha.

En relación a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse de forma foliar Cobre y Zinc. Estos suelos necesitan riego en la época seca por aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011011)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, la fase MQWb1 pertenece a la clase III, subclase III s y grupo de manejo IIIs-2; la fase MQWc2 pertenece a la clase IV, subclase IV e y grupo de manejo IV e-1, poseen vocación agrícola

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.1.54 Unidad MQX

Consociación Barillas: Humic Haplustands, familia media sobre cenizal, isotérmica, perfil modal 011404.

Esta unidad cartográfica posee suelos dominantes que pertenecen al Orden Andisol, que se localizan a inmediaciones del poblado San Carlos, municipio de Amatitlán; así como en los alrededores de la aldea Santa Elena Barillas, municipio de Villa Canales. Abarca una extensión de 138 hectáreas. En la Figura 4.109, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.109 Mesa con pastizal y bosque natural. Municipio de Amatitlán (Foto: C. Garía 2011)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 19.7 °C; 992 mm de precipitación promedio anual y una altitud media de 1,676 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por las especies de pino colorado (Pinus oocarpa), lengua de vaca (Curatella americana), nance (Byrsonima crassifolia) y encino (Quercus spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.109, el uso principal es ganadería extensiva y la cobertura vegetal es de pasto natural y bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve mesa.

Esta unidad cartográfica conforma una consociación, compuesta en un 90%, del área por los suelos Humic Haplustands, familia medial sobre cenizal, isotérmica (perfil modal, PM 011404) y en un 10% del total del área restante, por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Barillas presenta la siguiente fase:

- **MQXb1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 138 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011404)

En la Figura 4.110, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

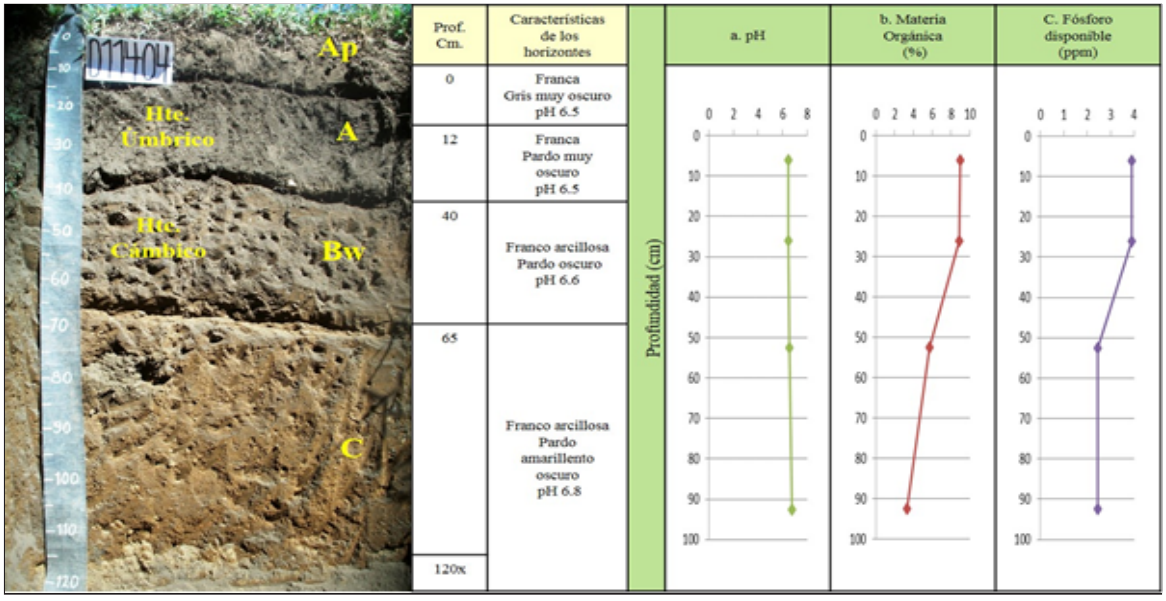


Figura 4.110 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011404), de la Consociación Barillas. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011404):

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Barillas
Símbolo		MQX
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Humic Haplustands, familia medial sobre cenizal, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Amatitlán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	El Zapotillo, entre Santa Elena Barillas y Mesías
	Coordenadas planas	X: 494280
		Y: 1592669
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,589
	Línea de vuelo No.	230
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Mesa
	Forma del terreno	Plano de mesa
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,664 msnm
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3 al 7 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	994 mm
	Temperatura promedio anual	18.9 °C
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	17.1 °C
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm.
	Limitante	Sin limitaciones

Uso	**Actual**	Ganadería
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pastos naturales, relictos de bosque natural
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		21-12-2011

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 12 cm. Ap	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franca y de laboratorio arenosa franca; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay reacción al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite claro y plano.
12 – 40 cm. A	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franca y de laboratorio arenosa franca; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay reacción al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite claro y plano.
40 – 65 cm. Bw	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay reacción al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite claro y plano.
65 – 120 cm. C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio arenosa franca; frecuente gravilla (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay reacción al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.8, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011404)

Cuadro 4.120. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011404)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-12	1.16	2.23	83.83	44.39	41.41	40.39	32.80	21.32	14.04	24.28	23.70	47.98
12.-40	1.23	2.19	93.62	45.89	42.35	40.67	36.15	24.40	14.31	24.01	19.83	43.84
40-65	1.45	2.07	73.75	39.60	38.77	36.78	35.83	30.45	10.86	14.21	15.75	29.95

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-12	17.64	27.37
12.-40	25.38	28.04
40-65	28.61	27.91

Cuadro 4.121. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011404)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucus)	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-12	74	22.24	3.76	AF	F	10	6.5	4.74	9.01	-	-	-	3.89	7.65	Alta
12.-40	75.93	20.29	3.79	AF	F	10	6.5	4.68	8.89	-	-	-	3.89		
40-65	71.51	24.68	3.82	FA	FAr	20	6.6	3	5.7	-	-	-	2.44		
65-120	79.86	16.3	3.84	AF	FAr	20	6.8	1.74	3.31	-	-	-	2.44		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-12	41.31	6.92	34.39	6.92	5.61	0.67	0.38	0.25	-	13.57	1.63	0.92	0.61	0.0
12.-40	40.13	8.67	31.46	8.67	7.37	0.74	0.30	0.26	-	18.37	1.84	0.74	0.66	0.0
40-65	40.13	7.34	32.79	7.34	5.53	1.00	0.52	0.30	-	13.78	2.48	1.29	0.76	0.0
65-120	40.72	7.81	32.91	7.81	6.00	0.92	0.51	0.39	-	14.73	2.25	1.25	0.95	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-12	16.75	0.40	6.59	3.72	8.79	86.50	1.43	1.36	-	-
12.-40	21.61	0.35	6.02	2.74	7.57	86.30	0.17	1.42	-	-
40-65	18.30	0.53	0.95	2.11	6.05	87.70	-	-	-	-
65-120	19.17	0.83	1.08	2.05	1.50	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

En la Figura 4.111 se muestra la tasa de infiltración del agua en el suelo, del perfil modal (PM 011404), la cual se mide como el "flujo vertical del agua en las primeras capas del suelo" (ver detalles de la infiltración en el inciso D).

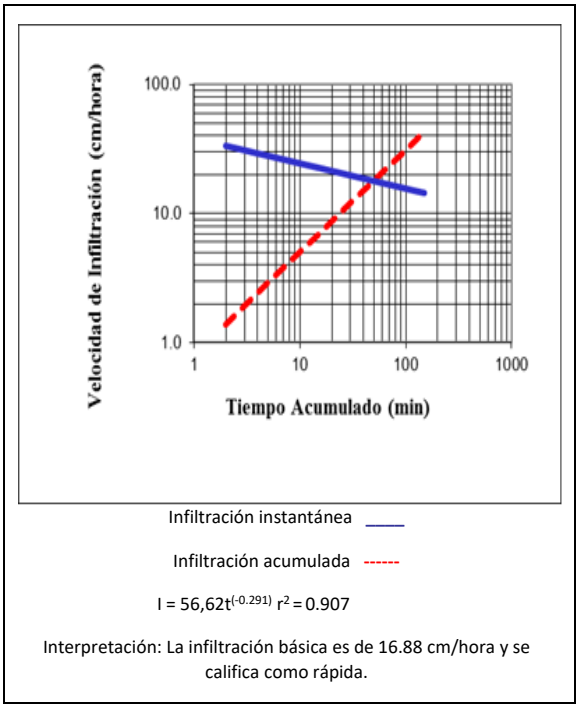


Figura 4.111 Infiltración instantánea y acumulada de las pruebas en los suelos Humic Haplustands, familia medial sobre cenizal, isotérmica, de la Consociación Barillas. Perfil modal 011404

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos perfil (011404)

Estos suelos muestran moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.110 y la descripción del perfil, los suelos tienen horizontes con las nomenclaturas y espesores siguientes: Ap (12 cm); A (28 cm); Bw (25 cm) y C (55 cm); el horizonte Ap, presenta color gris muy oscuro, textura (al tacto) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable; el horizonte A, es de color pardo muy oscuro, textura (al tacto) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable el horizonte Bw, exhibe un color pardo oscuro, textura (al tacto) franco -

arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable; el horizonte C, muestra color pardo amarillento oscuro, textura (al tacto) franco arcillosa, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización física indicados en el Cuadro 4.120, y la granulometría que se muestran en el Cuadro 4.121, los suelos presentan texturas (al tacto) moderadamente finas. La densidad real presenta valores bajos (2.23 a 2.07 g/cc). La densidad aparente es baja (1.16 g/cc), en superficie y aumenta en profundidad (1.45 g/cc). La porosidad total en el perfil varía de alta (48%) en superficie a media (30%), en profundidad; los macroporos ocupan del 24% al 14% y los microporos entre el 24% al 16%; no hay dominancia entre la macro y microporosidad. La humedad aprovechable es media (27% a 28%), que se considera adecuada para el desarrollo de las plantas. No hay impedimentos mecánicos para la penetración de raíces.

Según los resultados de caracterización química indicados en el Cuadro 4.121, los suelos tienen un pH ligeramente ácido (6.5), hasta el segundo horizonte y neutro (6.6 – 6.8), en profundidad, los cuales no son limitantes. El contenido de materia orgánica (MO), varía de alto a medio (9% a 3.3%), en el perfil, estos valores están relacionados con el suministro de parte de los nutrientes para las plantas y de constituyentes energéticos a los microorganismos del suelo.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (40.1 – 40.7 meq/100 g), presenta una adecuada capacidad de retención de nutrientes necesarios para las plantas. Los suelos presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) baja (8.6 a 6.9 meq/100 g), debe ser suplementada. La saturación de bases (SB), es baja (16.7% a 21%), en el perfil. La retención fosfórica tiene valores altos (87%), debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, la aplicación de fosfatos debe realizarse en forma fraccionada.

Con referencia a los elementos mayores, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), poseen valores bajos en todo el perfil. El potasio (K), reporta contenidos medios en superficie que aumentan en profundidad. De los cationes, el calcio (Ca), tiene valores medios, excepto en el segundo horizonte donde los valores son altos; el magnesio (Mg), presenta valores bajos en todo el perfil.

Respecto a los elementos menores, el cobre (Cu) y el hierro (Fe), poseen valores bajos, el zinc (Zn), se encuentra alto en superficie y disminuye en profundidad. El manganeso (Mn), tiene valores medios a excepción del cuarto horizonte que tiene valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta. Como se observa en la Figura 4.111, la infiltración del agua en el perfil se califica como rápida

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del perfil PM 011404)

Estos suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), son de moderada evolución, profundos; bien drenados; texturas (al tacto) moderadamente finas; ligeramente ácidos en superficie; con contenidos altos de materia orgánica. Con alta capacidad de intercambio de cationes, bajo contenido de bases igual que su saturación y alta fertilidad. Debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo que contienen, presentan una alta adsorción de fosfatos (PO4). El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", o sea que permanece seco por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", esto quiere decir que la temperatura media del suelo oscila entre 15.0 y 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, son las pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), frecuentes fragmentos de roca en el perfil, retención fosfórica alta, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Debido a que estos suelos tienen pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), frecuentes fragmentos de roca en el perfil y erosión ligera, tienen capacidad de uso agrícola y son aptos para el establecimiento de cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Así también poseen aptitud para la ganadería semi-intensiva.

Para un adecuado manejo de estos suelos, se recomienda implementar prácticas de conservación de suelos y aguas, como siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel y realizar acequias de ladera, que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil; este aumento de humedad en el suelo favorece el desarrollo del mismo y mejora sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Si es necesario arar, debe realizarse labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, es importante establecer cortinas rompevientos.

La ganadería semi-intensiva, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico y energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a su fertilidad, debe mantenerse, e incluso incrementarse el contenido de materia orgánica que posee este suelo, para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas, se recomienda la aplicación de abonos orgánicos, abonos verdes con leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Considerando la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Debido a los altos valores de retención fosfórica que presenta, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad, en dosis moderadas, en forma periódica y cerca de las raíces.

Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, también, debe aplicarse Cobre y Hierro, en forma foliar. Estos suelos necesitan riego en época seca por aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010404)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, la fase MQXb1 pertenece a la clase IV, subclase IVs y grupo de manejo IVs-6, posee vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de la fase, por favor consultar el Capítulo 5 denominado “Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso” y busque la descripción del grupo de manejo que corresponde a la fase de su interés.

4.3.1.55 Unidad MQY

Consociación el Chato: Typic Durustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica, superficial, perfil modal 010106.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea El Chato, fincas La Ventura, Llano Largo, Santa Rita, colonia Planos de Llano Largo, del municipio de Guatemala. Asimismo en la hacienda Minesota y la colonia Villas de Oriente, del municipio de Palencia. La unidad cartográfica abarca una extensíon de 207 hectáreas. En la Figura 4.112, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.112 Mesa con agricultura y relictos de bosque.
Municipio de Guatemala (Foto: M. Tum 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 18.9 °C; 985 mm de precipitación y una altitud media de 1,190 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*), lengua de vaca (*Curatella americana*), nance (*Byrsonima crassifolia*) y encino (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.112, el uso principal es agrícola y la cobertura vegetal está conformada por relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes moderadamente inclinadas (7 al12%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve mesa.

Esta unidad cartográfica conforma una consociación, compuesta en un 90% del total del área, por los suelos Typic Durustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica, superficial (perfil modal, PM 010106) y en el 10% del total del área restante, por los suelos Typic Ustifluvents, familia franca gruesa, subactiva, ácida, isotérmica (PI 010532).

La Consociación El Chato presenta las siguientes fases:

- **MQYb1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 87 ha.
- **MQYc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 120 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010106)

En la Figura 4.113, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

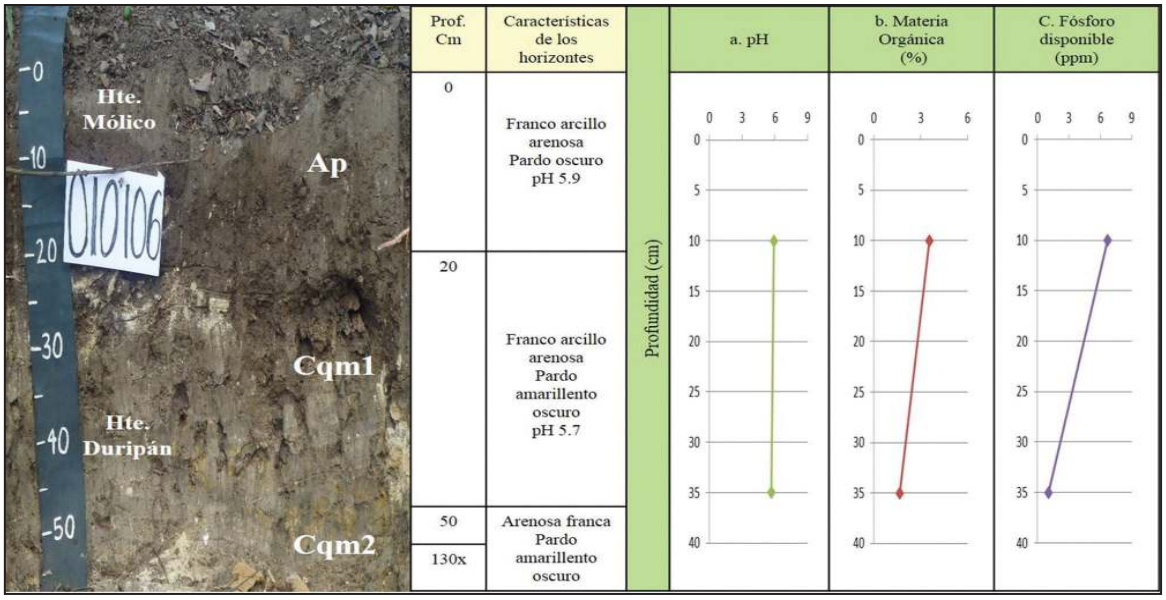


Figura 4.113 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010106) de la Consociación El Chato. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: M. Tum 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010106):

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación El Chato
Símbolo		MQY
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Duripán
Taxonomía del suelo		**Typic Durustolls, familia franca ina, superactiva, isotérmica, supericial**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Guatemala
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Colonia Planos de Llano Largo
	Coordenadas planas	X: 510743
		Y: 1625451
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,032
	Línea de vuelo No.	220
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Mesa
	Forma del terreno	Plano de mesa
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,199 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 al 12 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	959 mm
	Temperatura promedio anual	18.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego.
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	19.0 °C.
Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero

Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos r ocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	25 cm
	Limitante	Capa cementada
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz, frijol
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente inclinadas, presencia de capa cementada, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Relictos de bosque natural
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		17-07-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.9, moderadamente ácido; límite gradual y plano.
20 – 50 cm Cqm1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.7, moderadamente ácido; límite claro y plano.
50 – 130 cm Cqm2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arenosa franca; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo muy firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; poros no evidentes; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2.
Observaciones	*Los horizontes Cqm1 y Cqm2, presentan características de duripán (talpetate).*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 010106)

Cuadro 4.122. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010106)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	1.24	2.07	44.15	35.64	23.55	18.91	17.06	13.14	9.60	18.71	21.39	40.10
20-50	1.24	1.69	53.05	43.66	34.00	32.26	29.17	20.82	17.87	9.56	17.07	26.63

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-20	11.19	13.95
20-50	20.93	16.13

Cuadro 4.123. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010106)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-20	53.16	19.13	27.71	FArA	FAr	-	5.9	1.87	3.55	-	-	-	6.70	7.42	Alta
20-50	44.08	16.11	39.81	FArA	Ar	-	5.7	0.88	1.67	-	-	-	1.06		
50-130	-	-	-	-	AF	-	-	-	-	-	-	-	-		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	19.81	10.26	9.55	10.18	7.04	2.30	0.67	0.17	0.08	35.54	11.61	3.38	0.86	0.8
20-50	26.60	16.19	10.41	15.92	9.49	5.88	0.27	0.28	0.27	35.68	22.11	1.02	1.05	1.7

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	51.39	1.33	1.01	109.00	33.20	-	-	-
20-50	59.85	0.30	1.23	28.80	9.82	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010106)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.113, y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (0-20 cm de espesor); Cqm1 (30 cm de espesor) y Cqm2 (80 cm de espesor); el horizonte **Ap,** es de color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable; el horizonte **Cqm1,** presenta color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo firme; el horizonte **Cqm2,** muestra color pardo amarillento oscuro, textura (al tacto) arenosa franca, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo muy firme.

De acuerdo a los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.122 y la granulometría, indicados en el Cuadro 4.123, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas. La densidad real

presenta valores bajos (2.07 a 1.69 g/cc); asi como la densidad aparente también tiene valores bajos (1.24 g/cc). La porosidad total varía de media (40%), a baja (27%), de la cual el 19% y el 10% corresponden a los macroporos y entre el 21% y el 17% a los microporos, donde se muestra la dominancia de la micro sobre la macroporosidad; que corresponde a las texturas de este suelo. La retención de humedad es baja (14% - 16%), la cual no es adecuada para el desarrollo de las plantas. A los 20 cm de profundidad se presentan limitaciones físicas, provocadas por la presencia de una capa cementada, que limitan la penetración de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.123, los suelos tienen un pH moderadamente ácido (5.9 – 5.7). El contenido de materia orgánica (MO), varía de medio (3.5%), a bajo (1.6%), el mayor valor corresponde al horizonte superior y los menores al inferior.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), varía de media a alta (19.8 - 26.6 meq/100 g), presenta moderada capacidad de retención de nutrientes útiles para las plantas. Los suelos tienen una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) media (10.1 a 15.9 meq/100 g), esta reserva se donsidera insuficiente, debe suplementarse. La saturación de bases (SB), es alta (51% a 60%), en el perfil.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el fósforo (P), se encuentran en cantidades bajas; el potasio (K), es alto en superficie y disminuye en profundidad. Con respecto a los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas; el magnesio (Mg), es medio en el primer horizonte y alto en el segundo.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), se encuentran bajos; el hierro (Fe), presenta contenidos altos; el manganeso (Mn), es alto en el horizonte superficial pero disminuye en profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables químicas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (PM 010106)

Estos suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), de moderada evolución, son superficiales; bien drenados; texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con capas cementadas a partir de los 25 cm; moderadamente ácidos; con contenidos medios de materia orgánica en el horizonte superficial. Con media capacidad de intercambio de cationes; medio contenido de bases intercambiables, alta saturación de bases y alta fertilidad. El régimen de humedad del suelo se califica como “ústico”, o sea que permanece seco por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es “isotérmico”, esto significa que la temperatura media del suelo oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos son las pendientes que van de ligeramente inclinadas (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%); muy superficiales por la presencia de capa cementada a los 25 cm de profundidad (que restringe la penetración de raíces), erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase con pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), muy superficiales por la presencia de capa cementada y erosión ligera; la fase con pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), muy superficiales por la presencia de capa cementada y erosión ligera, tienen capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo, así como sistemas extensivos silvopastoriles.

En los suelos con capacidad de uso agroforestal, es urgente aplicar fuertes prácticas de conservación para

evitar la erosión hídrica, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel. Es muy importante aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, realizar acequias de ladera con barreras vivas para disminuir la escorrentía, aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil. Este aumento de la humedad del suelo favorece la evolución del mismo y mejora sus condiciones físicas y químicas. Estos suelos no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia para evitar la escorrentía. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles, deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad y para todas las fases, es urgente incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas, se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse en forma foliar Cobre y Zinc.

Estos suelos necesitan riego en época seca por medio de aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010106)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, las fases MQYb1 y MQYc1 pertenecen a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-5, poseen vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F). Breve descripción del suelo inclusión (PI 010532)

Esta unidad cartográfica contiene como inclusión, en el 10% de su superficie, a los suelos **Typic Ustifluvents, familia franca gruesa, subactiva, ácida, isotérmica (PI 010532),** se caracterizan por ser profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con densidad aparente muy baja, la porosidad total es muy alta en el primer y tercer horizonte y alta en el segundo. La humedad aprovechable es baja en los horizontes superficiales y media en el tercero, el pH es muy fuertemente ácido en el perfil, el contenido de materia orgánica (MO), es bajo, la capacidad de intercambio de cationes (CICA), presenta valores bajos, la saturación de bases (SB), es alta en todos los horizontes. La fertilidad natural es baja (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.56 Unidad MQZ[1]

Consociación Doña Delfina: Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica, perfil modal 011611.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de las aldeas El Durazno, Laguna Seca, Los Humitos; los parajes Castillo de Dorion, El Bebedero, Monte Sión; fincas El Puente, La Majada, La Maternal, San José, Santa Anita; cerro El Filón; colonia Rincón La Unión, del municipio de Amatitlán. Además del cerro de la Mina, del municipio de Guatemala. En los alrededores del asentamiento El Palmar, el paraje El Zare, del municipio de San Miguel Petapa. Asimismo, caseríos Estanzuela, Nueva Esperanza, Pampumay, fincas Candelaria, El Rincón, La Unión, Rincón de Orantes San Ignacio; el paraje El Mirador; parcelamiento Sector VII Tapuchon; granja Milagro; cerro El Ajolóm, del municipio de Villa Canales. A inmediaciones del caserío El Carmen, parajes El Control, Silla del Nido, colonias El Zapote, La Barca, colonia Azul, del municipio de Villa Nueva. La unidad cartográfica abarca una extensión de 2,893 hectáreas. En la Figura 4.114, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.114 Escarpe con café bajo sombra y bosque. Municipio de Villa Canales (Foto: R. Pacheco, 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 19.95 °C; 925 mm de precipitación y una altitud media de 1,407 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), lengua de vaca (*Curatella americana*), nance (*Byrsonima crassifolia*) y encino (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.114, el uso principal es agrícola, cultivos de café bajo sombra y la cobertura vegetal está conformada por relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de basaltos, andesitas y dacitas; en pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), moderadamente escarpadas (50 al 75%) y fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve Escarpe.

Esta unidad cartográfica conforma una consociación, compuesta en un 75% del área, por los suelos Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 011611); en un 15% del área, por los suelos Typic Humustepts, familia fina, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 011701); en un 5% del área, por los suelos Lithic Ustorthents, familia franca fina, superactiva, no ácida, isotérmica (perfil inclusión, PI 011702) y en el 5% del total del área restante, por afloramientos rocosos.

La Consociación Doña Delfina presenta las siguientes fases:

- **MQZ[1]e1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 546 ha.
- **MQZ[1]e2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 351 ha.
- **MQZ[1]f1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 76 ha.
- **MQZ[1]f2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 24 ha.
- **MQZ[1]fp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. La fase tiene una superficie de 326 ha.
- **MQZ[1]fpr2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial, poco afloramiento rocoso y erosión de grado moderado. La fase tiene una superficie de 874 ha.
- **MQZ[1]gr1:** Caracterizada por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), poco afloramiento rocoso y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 417 ha.
- **MQZ[1]gr2:** Caracterizada por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), poco afloramiento rocoso y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 279 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011611)

En la Figura 4.115, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

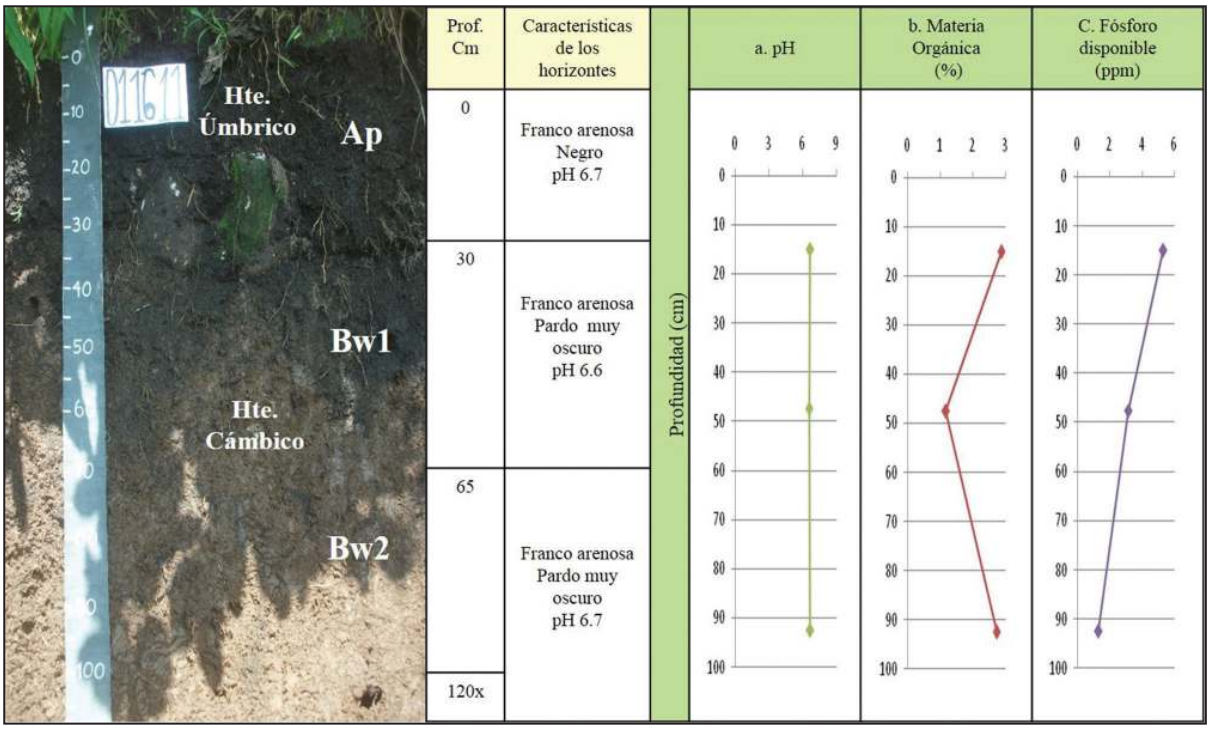


Figura 4.115 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011611) de la Consociación Doña Delfina. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011611):

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Doña Delfina
Símbolo		MQZ[1]
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Circunvalación del Lago de Amatitlán
	Coordenadas planas	X: 496531
		Y: 1596795
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,640
	Línea de vuelo No.	228
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Escarpe
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Basaltos, andesitas y dacitas
Altitud		1,291 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75%.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	900 mm
	Temperatura promedio anual	19.7 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	20.3 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Aloramientos r ocosos	**Clase**	Poca
	Supericie cubierta	10 %
Pedregosidad supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Supericie cubierta	15 %
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Café bajo sombra
	Limitante del uso	Pendientes fuertemente escarpadas, pedregosidad superficial, afloramiento rocoso, erosión moderada y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Ciprés, pino, encino
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		23-07-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 30 cm Ap	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite claro y plano.
30 – 65 cm Bw1	Color en húmedo pardo muy oscuro (7.5YR2.5/2); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arenosa; poca piedra (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite difuso.
65 – 120 cm Bw2	Color en húmedo pardo muy oscuro (7.5YR2.5/3); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arenosa; poca piedra (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.7, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011611)

Cuadro 4.124. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011611)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-30	1.01	2.31	59.70	41.35	39.92	29.54	25.58	18.99	17.03	18.65	37.63	56.28
30-65	1.23	2.12	63.19	39.02	37.03	36.07	31.70	27.25	22.32	17.38	24.60	41.98

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-30	31.81	22.89
30-65	34.83	14.71

Cuadro 4.125. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011611)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Caliic.
0-30	71.35	21.65	7.00	FA	F	5.00	6.7	1.52	2.88	-	-	-	5.31	7.55	Alta
30-65	52.31	38.52	9.17	FA	ArL	10.00	6.6	0.62	1.18	-	-	-	3.15		
65-120	54.24	42.78	2.98	FA	ArL	10.00	6.7	1.44	2.74	-	-	-	1.31		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-30	36.23	15.43	20.80	15.41	11.59	3.07	0.57	0.18	0.02	31.99	8.47	1.57	0.50	0.1
30-65	30.57	17.47	13.10	17.43	12.18	4.72	0.29	0.24	0.04	39.84	15.44	0.95	0.79	0.2
65-120	13.58	17.63	-	17.61	11.87	5.20	0.21	0.33	0.02	87.41	38.29	1.55	2.43	0.1

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-30	42.53	1.34	2.12	39.40	8.67	23.60	0.28	1.16
30-65	57.02	0.20	0.86	19.90	13.50	23.20	0.26	0.80
65-120	SAT	0.20	0.39	3.68	9.23	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la Bouyoucos. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y la calificación de los resultados de laboratorio del perfil modal (PM 011611)

Estos suelos muestran moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.115 y la descripción del perfil, estos suelos tienen horizontes con nomenclatura Ap (30 cm de espesor); Bw1 (35 cm de espesor) y Bw2 (55 cm de espesor); el horizonte **Ap,** es de color negro, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo muy friable; el horizonte **Bw1,** muestra color pardo muy oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable; el horizonte **Bw2,** presenta color pardo muy oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física,** indicados en el Cuadro 4.124, y la granulometría que se muestran en el Cuadro 4.125, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas. La densidad real presenta valores bajos (2.31 – 2.12 g/cc). La densidad aparente varía de muy baja (1.01g/cc), a baja (1.23 g/cc), el menor valor corresponde al horizonte superior y el mayor al inferior. La porosidad total en el perfil varía de alta (56%), en el primer horizonte a media (42%), en el segundo; los macroporos ocupan entre el 19% y el 17% y los microporos ocupan entre el 37% y el 25%; se evidencia que la microporosidad domina sobre la macroporosidad; estas características se relacionan con el comportamiento de la humedad aprovechable que es media en superficie (23%) y disminuye (15%), en el horizonte subsiguiente. La humedad aprovechable es adecuada para las plantas en el horizonte superior. No hay impedimentos mecánicos para la penetración de raíces.

Según los resultados de caracterización **química,** indicados en el Cuadro 4.125, los suelos tienen un pH neutro (6.6 – 6.7), valores adecuados para la mayoría de los cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), es bajo (2.8% a 1.1%), estos valores están relacionados con el suministro de parte de los nutrientes para las plantas y de constituyentes energéticos a los organismos del suelo.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (36.2 a 30.7 meq/100 g), en los horizontes superficiales y medio (13.5 meq/100 g), en profundidad, presenta una adecuada capacidad de retención de nutrientes necesarios para las plantas. Las bases intercambiables muestran valores medios (15.4 a 17.3 meq/100g), deben suplementarse. La saturación de bases (SB), varía de media a alta (42% a 100%); la retención fosfórica, relacionada con la presencia de materiales amorfos y aluminio, tiene valores bajos (23%).

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen valores bajos en el perfil; el potasio (K), se encuentra en cantidades altas en superficie y disminuye en profundidad. Con respecto a los **cationes**, el calcio (Ca) y el magnesio (Mg), presentan contenidos altos en el perfil.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y zinc (Zn), presentan valores bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe), muestra contenidos altos en el primer horizonte y disminuye en profundad; el manganeso (Mn), es medio en superficie y aumenta en profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables químicas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011611)

Estos suelos de moderada evolución se han originado a partir de basalto, andesita y dacita, son profundos; con drenaje moderadamente excesivo; texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas; con pH neutro; con contenidos bajos de materia orgánica. Con alta capacidad de intercambio de cationes en los horizontes superficiales; medio contenido de bases intercambiables; media saturación de bases en superficie y alta fertilidad. El régimen de humedad del suelo se califica como “ústico”, porque permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es “isotérmico”, que significa que la temperatura media del suelo oscila entre 15 a 22 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos se originan en las las pendientes que van de ligeramente escarpadas (25 al 50%) y fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial en algunas áreas, los afloramiento rocoso en algunas áreas, erosión ligera y moderada, las deficientes precipitaciones

durante un semestre del año.

Las fases con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión ligera y moderada, tienen capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo, así como sistemas extensivos silvopastoriles.

Las fases que presentan pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), erosión ligera a moderada, poseen capacidad de uso para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo y control de incendios forestales.

Las fases que tienen pendientes fuertemente escarpadas (>75%), pocos afloramientos rocosos, erosión ligera y moderada, presentan capacidad de uso para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

En los suelos con capacidad de uso agroforestal, es urgente aplicar fuertes prácticas de conservación para evitar la erosión hídrica, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel. Es muy importante aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, realizar acequias de ladera con barreras vivas para disminuir la escorrentía, aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil. Este aumento de la humedad del suelo favorece la evolución del mismo y mejora sus condiciones físicas y químicas. Estos suelos no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia para evitar la escorrentía. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles, deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

En las fases que presentan capacidad de uso forestal, es muy importante mantener la cobertura vegetal como protección al impacto de la gota de lluvia y así evitar la erosión hídrica. En el caso de plantaciones forestales, deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales por planta, protegindo los taludes con barreras vivas o fragmentos de piedra presentes en el área. Es muy importante aumentar el contenido de materia orgánica del suelo para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas, para lo cual se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque. Se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil; este aumento de humedad en el suelo favorece el desarrollo del mismo y mejora sus propiedades físicas y químicas. El manejo de los bosques en función productiva debe hacerse bajo un plan de manejo regido por el servicio forestal nacional y que incluya el control de incendios forestales.

Con respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Respecto los elementos menores, se requiere suplementar foliarmente Cobre y Zinc. Estos suelos necesitan riego en la época seca, ya sea por aspersión o goteo.

Para la fase de capacidad de uso para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad, debe conservarse la vegetación existente y propiciar la regeneración natural. Asimismo es urgente reforestar con especies arbóreas nativas en las áreas deforestadas. Evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas. Establecer programas de control de incendios forestales.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011611)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, las fases MQZ[1]e1 y MQZ[1]e2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-8, poseen vocación agroforestal y silvopastoril. Las fases MQZ[1]f1, MQZ[1]f2 y MQZ[1]fp2 pertencen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-1; la fase MQZ[1]fpr2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-1, poseen vocación forestal.

Las fases MQZ[1]gr1 y MQZ[1]gr2 pertenecen a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, poseen vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F). Breve descripción de los suelos inclusiones (PI 011701, PI 011702)

Esta unidad cartográfica contiene dos suelos inclusiones que se describen a continuación:

En el 15% del total del área, los suelos **Typic Humustepts, familia fina, superactiva, isotérmica (PI 011701),** se caracterizan por ser profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con densidad aparente muy baja; la porosidad total es alta en el primer y segundo horizonte y media en el tercero. La humedad aprovechable es media en el primer horizonte y baja en los siguientes. El pH es ligeramente ácido en todo el perfil, la materia orgánica (MO), es baja en el perfil; la capacidad de intercambio de cationes (CICA), presenta altos valores. La saturación de bases (SB), es media, excepto en el tercer horizonte donde es baja, la fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

En el 5% del total del área, los suelos **Lithic Ustorthents, familia franca fina, superactiva, no ácida, isotérmica (PI 011702)**, se caracterizan por ser muy superficiales, con drenaje natural moderadamente excesivo, texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con densidad aparente muy baja y porosidad total alta. La humedad aprovechable es media en el perfil. El pH es moderadamente ácido, la materia orgánica (MO), es alta; la capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta. La saturación de bases (SB), es baja. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

Asimismo la unidad contiene en un 5% de su superficie, afloramientos rocosos, distintos de los flujos de lava y las exposiciones de roca firme y coherente, que se presume forman parte de la roca subyacente.

4.3.1.57 Unidad MQZ[2]

Consociación El Edén: Fluventic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 011405.



Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea Tacatón, caseríos Belén, El Morlón, fincas Belén, Las Margaritas, paraje Los Sauces, colonias Contreras, El Salitre, Rincón, Agua Tibia, del municipio de Amatitlán. Asimismo de la finca Las Margaritas, del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 183 hectáreas. En

la Figura 4.116, se observa un paisaje característico de la unidad.



Figura 4.116 Plano de inundación con cultivo de maíz. Municipio de Amatitlán (Foto: R. Pacheco 2011)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo", presentan una temperatura media anual de 19.5 °C; 903 mm de precipitación y una altitud media de 1,196 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), lengua de vaca (*Curatella americana*), nance (*Byrsonima crassifolia*) y encino (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.116, el uso principal corresponde a agricultura.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de depósitos aluvio - coluviales; en pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%); correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve de plano de inundación.

Esta unidad cartográfica conforma una consociación, compuesta en un 80% del total del área, por los suelos Fluventic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 011405) y en el 20% del área restante, por los suelos Andic Haplustolls, familia cenizal sobre arenosa, isotérmica (perfil inclusión, PI 011417).

La Consociación El Edén presenta las siguientes fases:

- **MQZ²b1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 142 ha.
- **MQZ²c1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 41 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011405)

En la Figura 4.117, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas

como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

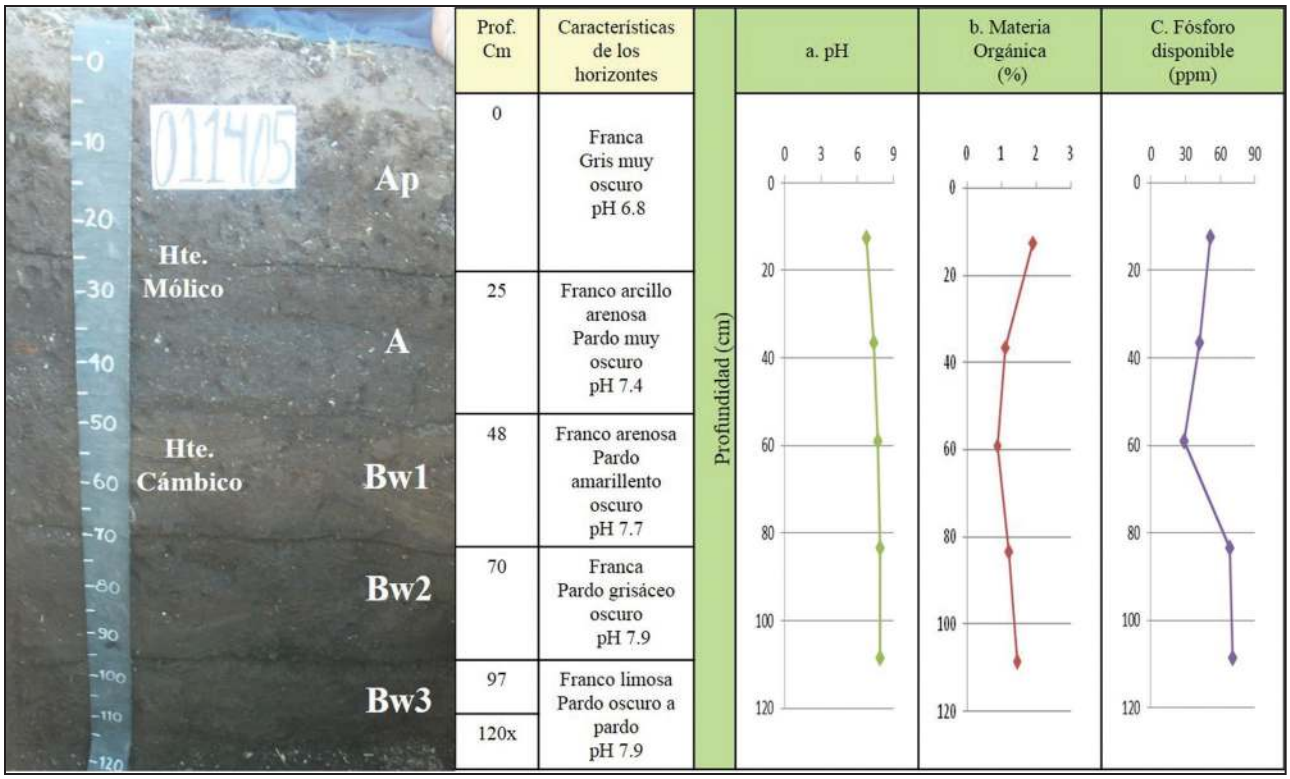


Figura 4.117 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011405) de la Consociación El Edén. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011405)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación El Edén
Símbolo		MQZ^2
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Fluventic Haplustolls, familia franca ina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Amatitlán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Reborde del lago
	Coordenadas planas	X: 490395
		Y: 1599484

Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,635
	Línea de vuelo No.	228
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Plano de inundación
	Forma del terreno	Reborde del lago
Material Parental		Depósitos aluvio – coluviales
Altitud		1,193 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 al 12 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	900 mm
	Temperatura promedio anual	19.1 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Lento a medio
	Natural	Moderado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm
	Limitante	Sin limitaciones

Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Arbustos y matorrales
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		19-12-2011

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.8, neutro; límite gradual y plano.
25 – 48 cm A	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos; no hay raíces; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.4, ligeramente alcalino; límite claro y plano.
48 – 70 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; no hay raíces; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.7, ligeramente alcalino; límite gradual y plano.
70 – 97 cm Bw2	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.9, moderadamente alcalino; límite gradual y plano.
97 – 120 cm Bw3	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.9, moderadamente alcalino.
Observaciones	*Estos suelos presentan inundaciones ocasionales cuando la hidroeléctrica cierra las compuertas del lago.*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011405)

Cuadro 4.126. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011405)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	1.09	2.02	52.35	28.52	26.41	24.34	22.52	20.27	12.76	22.82	23.22	46.04
25-48	0.99	2.17	49.53	29.53	23.09	22.57	22.61	19.38	8.32	29.03	25.35	54.38
48-70	0.73	2.04	54.42	33.04	30.31	28.48	26.30	22.78	11.11	28.45	35.76	64.22

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-25	14.92	13.64
25-48	19.83	14.77
48-70	29.38	19.20

Cuadro 4.127. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011405)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Caliic.
0-25	36.95	37.86	25.19	F	Ar	-	6.8	1.00	1.90	-	-	-	51.74	9.02	Muy Alta
25-48	60.00	18.48	21.59	FArA	ArA	-	7.4	0.58	1.11	-	-	-	42.17		
48-70	55.70	27.06	17.24	FA	ArA	-	7.7	0.46	0.88	-	-	-	28.63		
70-97	39.52	37.27	23.21	F	ArA	-	7.9	0.64	1.22	-	-	-	68.28		
97-120	17.28	60.7	22.02	FL	ArA	-	7.9	0.76	1.45	-	-	-	70.99		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-25	41.31	28.89	12.42	28.89	18.92	7.28	1.97	0.71	-	45.80	17.63	4.76	1.73	0.0
25-48	34.23	26.83	7.40	26.83	18.60	6.11	1.22	0.89	-	54.35	17.86	3.56	2.60	0.0
48-70	39.54	27.70	11.84	27.70	18.07	7.16	1.33	1.14	-	45.70	18.11	3.36	2.88	0.0
70-97	39.54	30.06	9.48	30.06	19.54	7.65	1.58	1.29	-	49.40	19.36	4.01	3.25	0.0
97-120	52.53	48.69	3.84	48.69	34.18	11.61	1.19	1.71	-	65.07	22.11	2.26	3.26	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-25	69.93	1.43	4.03	16.26	27.38	-	-	-
25-48	78.37	1.10	2.23	19.16	18.35	-	-	-
48-70	70.05	1.62	1.94	40.85	14.99	-	-	-
70-97	76.02	1.05	3.05	13.30	20.73	-	-	-
97-120	92.69	0.95	1.77	7.08	12.69	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología del perfil y calificación de los resultados de laboratorio del perfil (PM 011405)

Estos suelos son de moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.117 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (25 cm de espesor); A (23 cm de espesor); Bw1 (22 cm de espesor); Bw2 (27 cm de espesor) y Bw3 (23 cm de espesor); el horizonte **Ap,** es de color gris muy oscuro, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **A,** muestra color pardo muy oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** presenta color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques

subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** exhibe color pardo grisáceo oscuro, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw3,** posee color pardo oscuro a pardo, textura (de laboratorio) franco limosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.126, y la granulometría que se muestran en el Cuadro 4.127, los suelos tienen texturas (de laboratorio) moderadamente finas. La densidad real presenta valores bajos (2.02 a 2.17 g/cc); así como la densidad aparente también tiene niveles bajos (1.09 a 0.73 g/cc). La porosidad total en el perfil es de alta a muy alta (46% a 64%); se presenta una ligera dominancia de los microporos (23% y 36%), sobre los macroporos (23% y el 29%), estos valores muestran un drenaje adecuado y una buena permeabilidad. La humedad aprovechable es baja (14% – 19%), lo que representa una limitante para las plantas. No existen impedimentos mecánicos que afecten la penetración de las raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.127, los suelos tienen un pH neutro (6.8), en el primer horizonte y ligeramente alcalinos en profundidad. El contenido de materia orgánica (MO), es bajo (1.90 – 0.88%), estos valores se relacionan con la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de los agregados y el suministro de nutrientes para las plantas.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores altos (34.23 – 52.53 meq/100 g), lo que indica que los suelos tienen adecuando potencial para retener nutrientes útiles para las plantas. Los suelos tienen una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) que varía de media (28.89 – 26.83 meq/100 g), en superficie a alta (30.06 – 48.69 meq/100 g), en profundidad; esta reserva se considera insuficiente, debe suplementarse. La saturación de bases (SB), es alta (69.93 - 92.69%), en todo el perfil.

Con referencia a los **elementos mayores** el nitrógeno (N), presenta valores bajos; el fósforo disponible (P) y el potasio (K), poseen altos contenidos en el perfil. De los **cationes**, el calcio (Ca), magnesio (Mg), se encuentra en cantidades altas en todos los horizontes.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores bajos en todos los horizontes, el zinc (Zn), es medio en el primer y disminuye en profundidad; el hierro (Fe), muestra contenidos medios en el primer horizonte y aumenta en profundidad; el manganeso (Mn), es alto en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas, la fertilidad natural de los suelos es muy alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011405)

Estos suelos se han originado a partir de depósitos aluvio – coluviales, de evolución moderada, son profundos; con drenaje moderado; texturas (de laboratorio) moderadamente finas; pH neutro en el primer horizonte; contenidos bajos de materia orgánica en todo el perfil; alta capacidad de intercambio catiónico, con valores medios de bases intercambiables en superficie, saturación de bases alta y fertilidad muy alta. El régimen de humedad del suelo es "ústico", o sea que permanece seco por más de 90 días consecutivos al año. En cuanto al régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", quiere decir que la temperatura del suelo oscila entre los 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, se vinculan con pendientes que van de ligeramente inclinadas (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%), erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase de estos suelos que presentan pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), con erosión ligera y la fase con pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión ligera, tienen capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Asimismo, poseen aptitud para el establecimiento de sistemas ganaderos semi-intensivos.

Para un adecuado manejo de los suelos con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas, aumentar la intensidad de las mismas, conforme aumenta la pendiente; son necesarias prácticas como: siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel y establecimiento de barreras vivas. Para incrementar la retención de agua de lluvia en el suelo, se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con ello se mejorará la humedad del suelo, sus condiciones físicas y químicas y biológicas. Si es necesario arar, debe realizarse labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, es importante establecer cortinas rompevientos.

Es de urgencia aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas, para lo cual se recomienda la incorporación de restos de cosecha, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y otras fuentes de materia orgánica existentes en la región. Las actividades relacionadas con la ganadería semi-intensiva implican trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; realizar las actividades ganaderas bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, adecuada carga animal, oportuna rotación de potreros, así como evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, debe aplicarse Cobre y Zinc. Estos suelos necesitan riego en época seca, ya sea por aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011407)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, la fase MQZ^{2}b1 pertenece a la clase II, subclase II pec y grupo de manejo II pec-2; la fase MQZ^{2}c1 pertenece a la clase III, subclase III p y grupo de manejo III p-3; estas tierras poseen vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 011417)

Esta unidad cartográfica contiene como inclusión, en el 20% de su superficie, a los suelos **Andic Haplustolls, familia cenizal sobre arenosa, isotérmica (PI 011417);** se caracterizan por ser profundos, con drenaje natural bueno, texturas (al tacto) gruesas, con densidad aparente baja excepto en el primer horizonte donde es muy baja, la porosidad total es muy alta en el primer horizonte, media en el segundo y alta en el tercero. La humedad aprovechable es muy baja excepto en el primer horizonte donde es baja, el pH es neutro en el primer y cuarto horizonte, ligeramente alcalino en los demás, la materia orgánica (MO), es baja en todos los horizontes, la capacidad de intercambio de cationes (CICA), presenta valores altos en el primer horizonte, bajos en el segundo y quinto, muy bajos en el tercero, medios en el cuarto. La saturación de bases (SB), contiene valores altos. La fertilidad naturales alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.58 Unidad MQZ[3]

Complejo Río Mogollón: Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica, perfil modal 011003, Typic Haplustepts, familia franca gruesa, semiactiva, isotérmica, perfil modal 010501, Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica, perfil inclusión 010703 y Typic Ustifluvents, familia franca gruesa sobre arenosa, superactiva, no ácida, isotérmica, perfil inclusión 010108.

Esta unidad cartográfica tiene suelos que pertenecen a los Ordenes Inceptisol y Entisol y se encuentran a inmediaciones de las fincas El Porvenir, La Periquera y La Primavera del municipio de Chinautla. Dentro de la finca San José Ocaña, del municipio de San Juan Sacatepéquez. Asimismo se encuentran en el caserío Hierbabuena del municipio de Palencia. Asimismo, en las fincas La Paz y Santa Margarita del municipio de San Pedro Ayampuc. La unidad cartográfica abarca una extensión de 364 hectáreas. En la Figura 4.118 se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.118 Vallecito con ganadería extensiva y bosque. Municipio de San Juan Sacatepéquez (Foto: C. García 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica presentan una temperatura media anual de 20.22 °C; 1,068 mm de precipitación y una altitud media de 1,281 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.118, el uso actual es de ganadería extensiva y la cobertura vegetal está conformada por relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de depósitos aluvio - coluviales; en pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve vallecito.

Esta unidad cartográfica conforma un complejo, compuesto en un 35% de la superficie por los suelos Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 011003); en un 35% del área por los suelos Typic Haplustepts, familia franca gruesa, semiactiva, isotérmica (perfil modal PM 010501); en

un 20% del área por la inclusión de los suelos Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica (perfil inclusión PI 010703) y en el 10% del área restante por el suelo inclusión Typic Ustifluvents, familia franca gruesa sobre arenosa, superactiva, no ácida, isotérmica (perfil inclusión PI 010108).

El Complejo Río Mogollón presenta las siguientes fases:

- **MQZ³c1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 313 ha.
- **MQZ³c2:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 13 ha.
- **MQZ³cp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 15 ha.
- **MQZ³cp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), poca pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 23 ha.

A). Descripción de los perfiles modales

Suelo Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica, perfil modal (PM 011003)

En la Figura 4.119, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

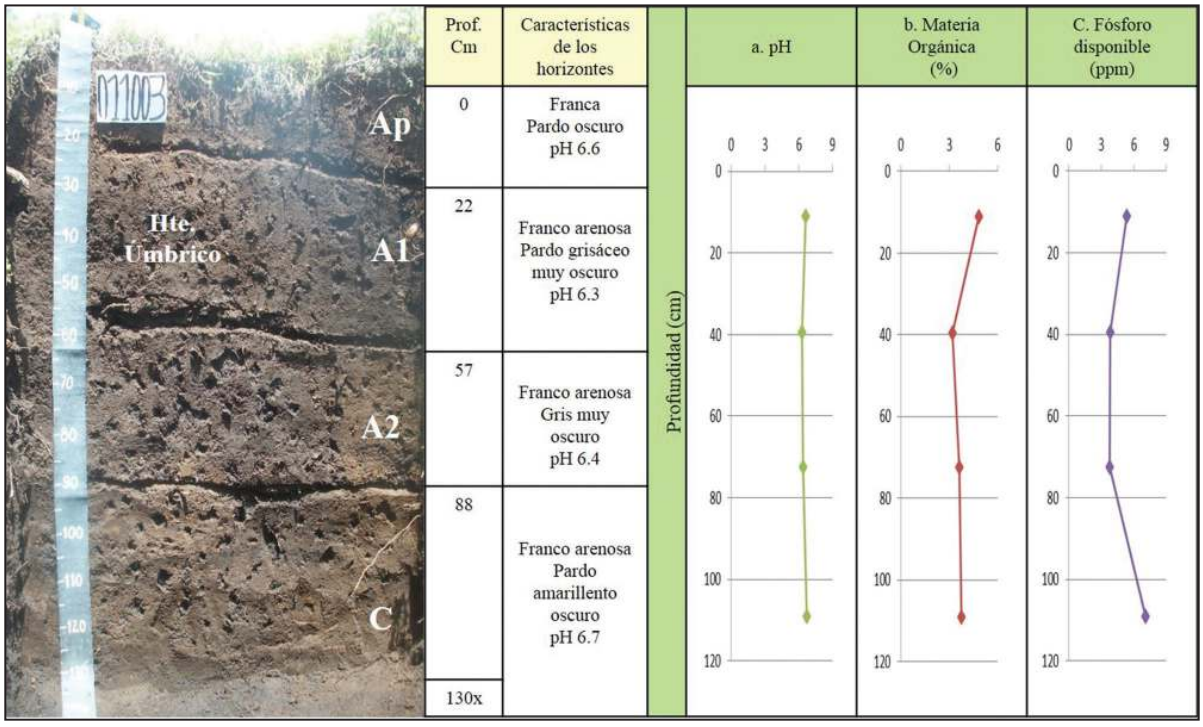


Figura 4.119 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM011003) del Complejo Río Mogollón. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011003)

Tipo de peril		Modal 1
Unidad Cartográica		Complejo Río Mogollón
Símbolo		MQZ[3]
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San Juan Sacatepéquez
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Ocaña
	Coordenadas planas	X: 478545
		Y: 1628316
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,428
	Línea de vuelo No.	219
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Vallecito
	Forma del terreno	Vega
Material Parental		Depósitos aluvio – coluviales
Altitud		1,861 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 al 12 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,300 mm
	Temperatura promedio anual	17.5 ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	19.7 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Ganadería
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pastos naturales, pino, encino e ilamo
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		15-08-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 22 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, discontinuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite claro y ondulado.
22 – 57 cm A1	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
57 – 88 cm A2	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medios; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
88 – 130 cm C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaria e ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.7, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011003)

Cuadro 4.128. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011003)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-22	0.82	2.01	80.54	34.35	30.07	28.10	19.44	23.29	22.34	37.10	22.10	59.20
22-57	1.05	2.08	52.59	23.17	22.81	20.01	17.22	14.23	13.81	28.04	21.48	49.52

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-22	34.57	7.73
22-57	23.93	9.00

Cuadro 4.129. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011003)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-22	36.15	38.98	24.87	F	FAr		6.6	2.55	4.84				5.33	7.52	Alta
22-57	65.94	19.59	14.47	FA	FAr		6.3	1.68	3.19				3.83		
57-88	54.84	31.46	13.70	FA	ArA		6.4	1.91	3.63				3.78		
88-130	54.87	37.97	7.16	FA	ArA	5.00	6.7	1.97	3.75				7.09		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-22	35.89	12.56	23.33	12.52	6.87	4.44	0.99	0.22	0.04	19.14	12.37	2.76	0.61	0.3
22-57	18.80	8.19	10.61	8.13	4.56	2.75	0.57	0.25	0.06	24.26	14.63	3.03	1.33	0.7
57-88	30.19	10.90	19.29	10.86	7.56	2.83	0.23	0.24	0.04	25.04	9.37	0.76	0.79	0.4
88-130	29.62	9.98	19.64	9.94	6.86	2.54	0.32	0.22	0.04	23.16	8.58	1.08	0.74	0.4

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-22	34.88	4.76	3.40	226.00	23.10	-	-	-
22-57	43.24	3.78	1.80	220.00	42.70	-	-	-
57-88	35.97	3.98	1.57	191.00	37.50	-	-	-
88-130	33.56	4.00	2.14	190.00	8.71	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Suelo Typic Haplustepts, familia franca gruesa, semiactiva, isotérmica, perfil modal (PM 010501)

En la Figura 4.120, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), ls profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

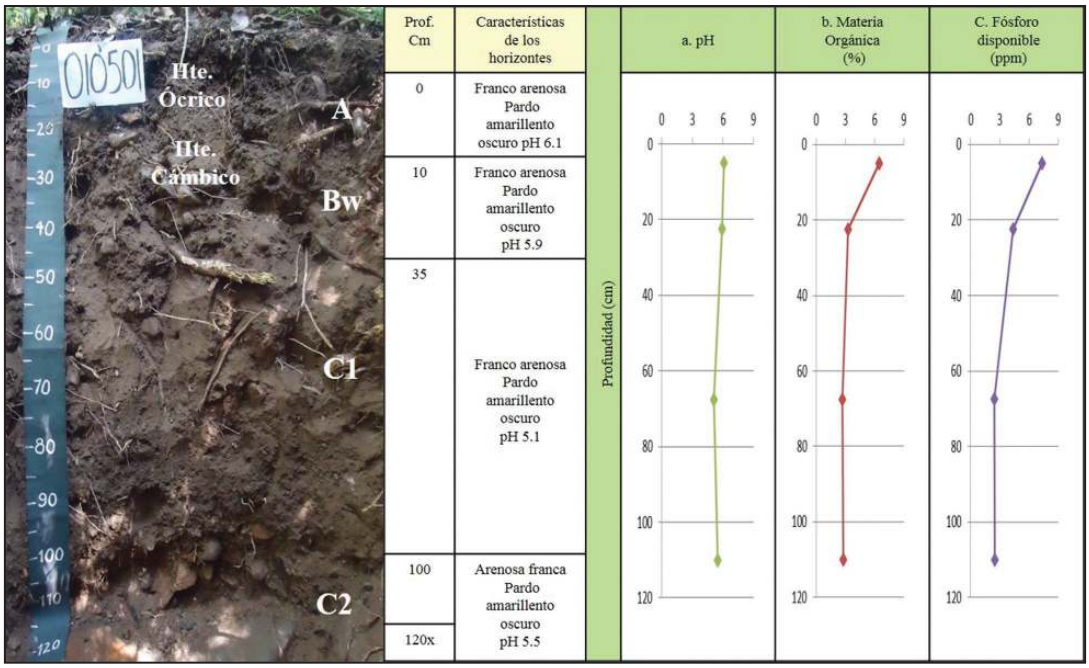


Figura 4.120 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal, (PM 010501) del Complejo Río Mogollón. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010501)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Complejo Río Mogollón
Símbolo		MQZ[3]
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Haplustepts, familia franca gruesa, semiactiva, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Palencia
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Finca San Carlos
	Coordenadas planas	X: 511071
		Y: 1628173
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	6,956
	Línea de vuelo No.	219
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Vallecito
	Forma del terreno	Vega

Material Parental		Depósitos aluvio – coluviales
Altitud		1,069 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 al 12 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	871 mm
	Temperatura promedio anual	18°C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	19.6 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Lento
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Supericie cubierta	10 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Forestal
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Encino
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		16-07-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 10 cm A	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo franca y de laboratorio franca arenosa; poca gravilla (10%), irregular, mediana alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; estructura granular, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, medianos; frecuentes raíces, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.1, ligeramente ácido; límite gradual y plano.
10 – 35 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%) y poca piedra (3%), irregular, mediana alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.9, moderadamente ácido; límite gradual y plano.
35 – 100 cm C1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; poca piedra (15%), irregular, mediana alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medios; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción NaF, ni al HCl, ni al H_2O_2; pH 5.1, fuertemente ácido; límite claro y plano.
100 – 120 cm C2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arenosa y de laboratorio arenosa franca; poca gravilla (15%) y poca piedra (15%), irregular, mediana alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; sin estructura (suelta); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos y medios; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ni al H_2O_2; pH 5.5, fuertemente ácido.

C). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 010501)

Cuadro 4.130. Resultados de análisis físicos del perfil modal (PM 010501)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-10	0.99	2.34	35.09	33.99	32.01	11.29	10.47	7.56	5.38	5.06	52.63	57.69
10—35	1.21	1.63	34.23	31.61	29.18	14.87	10.73	8.45	5.34	3.80	21.97	25.77
35-100	1.13	1.88	38.90	34.83	15.11	14.86	10.78	7.98	5.60	24.40	15.50	39.89

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
Cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-10	6.62	26.63	_	_	_	_
10—35	5.34	23.84	_	_	_	_
35-100	5.75	9.51	_	_	_	_

Cuadro 4.131. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil modal (PM 010501)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C.O.	M.O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-10	70.53	16.68	12.79	FA	F	10.00	6.1	3.40	6.46	_	_	_	7.34	5.74	Media
10—35	75.26	13.49	11.25	FA	FA	5.00	5.9	1.73	3.29	_	_	_	4.37		
35-100	71.82	12.57	15.61	FA	AF	15.00	5.1	1.42	2.70	_	_	_	2.43		
100-120	85.55	8.02	6.43	AF	A	30.00	5.5	1.46	2.77	_	_	_	2.47		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-10	10.62	11.23	-0.61	10.04	7.14	2.45	0.28	0.17	1.19	67.23	23.07	2.64	1.60	10.6
10—35	8.94	5.38	3.56	5.36	2.62	2.38	0.19	0.17	0.02	29.31	26.62	2.13	1.90	0.4
35-100	11.18	7.80	-	7.69	4.15	3.19	0.16	0.19	0.11	37.12	28.53	1.43	1.70	1.4
100-120	10.62	5.82	4.80	5.74	2.95	2.42	0.17	0.20	0.08	27.78	22.79	1.60	1.88	1.4

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-10	94.54	0.34	0.40	104.00	12.70	_	_	_	_	_
10—35	59.96	0.34	0.35	129.00	1.00	_	_	_	_	_
35-100	68.78	0.49	0.27	36.50	6.94	_	_	_	_	_
100-120	54.05	0.35	0.20	34.30	5.06	_	_	_	_	_

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

D). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos modales (PM 011003, 010501)

Suelos del perfil modal 011003

Estos suelos son de moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la figura 4.119, y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (22 cm de espesor); A1 (35 cm de espesor); A2 (31 cm de espesor) y C (42 cm de espesor); el horizonte **Ap,** tiene color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **A1,** posee color pardo grisáceo muy oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **A2,** exhibe color gris muy oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** es de color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, sin estructura, masivo; consistencia en húmedo friable.



De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.128, y de granulometría que se muestra en el Cuadro 4.129, los suelos poseen texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas. La densidad real presenta valores bajos (2.01 a 2.08 g/cc). La densidad aparente tiene valores muy bajos (0.82 a 1.05 g/cc). La porosidad total es alta (59% a 50%); existe una dominancia de los macroporos (37% y el 28%) sobre los microporos (22% y el 21%), lo que indica una buena permeabilidad y drenaje. La humedad aprovechable es

muy baja (8% a 9%), lo que representa una limitante para las plantas. No hay impedimentos mecánicos para la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el cuadro 4.129, los suelos tienen un pH neutro (6.6) en el primer horizonte a ligeramente ácido (6.4) en profundidad, valores adecuados para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), posee valores medios (4.84 - 3.19%); estas se relacionan con la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de los agregados y el suministro de nutrientes.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), varía de alta a media (35.89 – 18.80 meq/100 g), lo que indica que los suelos tienen adecuado potencial para la retención de nutrientes para las plantas. Los suelos presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) que varía de media (12.52 meq/100 g), en el primer horizonte a baja (8.13 meq/100 g), en profundidad; esta reserva se considera insuficiente, debe suplementarse. La saturación de bases (SB), tiene valores bajos (34%) a medios (43%).

Con referencia a los **elementos mayores** el nitrógeno (N) y fósforo (P), tienen valores bajos en todo los horizontes; el potasio (K), posee valores altos en superficie y disminuye en profundidad. En cuanto a los **cationes**, el calcio (Ca), es alto a excepción del segundo horizonte que es medio; el magnesio (Mg), tiene altos valores en el primer horizonte y disminuye en profundidad.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), es alto en superficie y disminuye en profundidad, el zinc (Zn), es medio en el primer horizonte y bajo en los demás; el hierro (Fe), tiene contenidos altos en todo el perfil y el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades altas y disminuye en profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

Suelos del perfil modal 010501

Estos suelos muestran moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.120 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura A (10 cm de espesor); Bw (25 cm de espesor); C1 (65 cm de espesor) y C2 (20 cm de espesor); el horizonte **A,** posee color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura granular, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** tiene color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C1,** exhibe color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo friable. El horizonte **C2,** es de color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) arenosa franca, sin estructura, (suelta); consistencia en húmedo suelta.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.130, y la granulometría indicados en el Cuadro 4.131, los suelos poseen texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas. La densidad real presenta valores bajos (2.34 a 1.63 g/cc). La densidad aparente tiene valores muy bajos (0.99 g/cc), en superficie y bajo (1.21 g/cc) en profundidad. La porosidad total en el perfil varía de alta (58%), en el primer horizonte y se reduce en profundidad (26%); domina la microporosidad (53% al 16%), sobre la macroporosidad (4% al 24%); la humedad aprovechable es moderada (27% – 24%), lo que reduce el drenaje y promueve la retención de humedad en el suelo. No hay impedimentos mecánicos para la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.131, los suelos tienen pH ligeramente ácidos (6.1), en el primer horizonte y fuertemente ácidos (5.1 a 5.5), en profundidad; estos últimos niveles de pH pueden ser limitantes para el desarrollo de algunos cultivos. El contenido de materia orgánica

(MO) varía de alta (6.46%), en el primer horizonte a baja (2.70%), en profundidad; estos factores se relacionan con la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de agregados y el suministro de nutrientes.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), varía de baja a media (8.94 a 11.18 meq/100 g), lo que indica una moderada capacidad de retención de nutrientes útiles para las plantas. Los suelos presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) que varía, de media (10.04 meq/ 100 g) en el primer horizonte, a baja (5.36 meq/ 100 g), en profundidad, esta reserva se considera insuficiente, debe suplementarse. La saturación de bases (SB), posee valores altos (94% – 54%), en todo el perfil.

Con referencia a los **elementos mayores** el nitrógeno (N) y fósforo (P), tienen valores bajos en todo los horizontes al igual que el potasio (K). En cuanto a los **cationes**, el calcio (Ca), posee valores altos en superficie y disminuye en profundidad; el magnesio (Mg), tiene altos valores en el tercer horizonte y medios en los demás.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y zinc (Zn), presentan valores bajos en todo el perfil; el hierro (Fe), tiene contenidos altos en todos los horizontes; y el manganeso (Mn), posee valores altos en superficie y disminuye en profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es media.

E). Características de los suelos, recomendaciones generales de uso y manejo del perfil modal (PM 011003)

Estos suelos se han originado a partir de depósitos aluvio – coluviales, de evolución moderada, son profundos; de drenaje bueno; de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas; pH neutro en superficie; con valores medios de materia orgánica, la capacidad de intercambio de cationes es alta en superficie, los contenidos de bases intercambiables son medios en superficie y bajos en profundidad; la saturación de bases es media y la fertilidad presenta altos valores. El régimen de humedad del suelo es "ústico", por que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico" porque la temperatura del suelo oscila entre 15 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos son las pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), la poca y mediana pedregosidad superficial, la erosión ligera y moderada, las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases con pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), con erosión ligera y moderada, tienen capacidad de uso agrícola y aptas para el establecimiento de cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Así también poseen aptitud para la ganadería semi-intensiva.

Para un adecuado manejo de los suelos con capacida de uso agrícola, se recomienda implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas, aumentar la intensidad de las mismas, conforme aumenta la pendiente y sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel. Para incrementar la retención de agua de lluvia en el suelo, se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior con la finalidad de favorecer la evolución y mejora de las características físicas y químicas y biológicas. Si es necesario arar, debe realizarse labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales o restos de cosecha para mantener la humedad y para evitar la erosión hídrica y eólica; asimismo deben establecerse cortinas rompevientos.

La ganadería semiintensiva, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de

los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a su fertilidad y para todas las fases, es muy importante mantener e incluso incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas, se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes con leguminosas y restos de cosechas. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre, Zinc de forma foliar. Estos suelos necesitan riego en época seca, por medio de aspersión o goteo.

F) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011003)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, la fase MQZ^{3}c1 pertenece a la clase III, subclase III ps y grupo de manejo III ps-8; las fases MQZ^{3}c2 y MQZ^{3}cp2 pertenecen a la clase IV, subclase IV e y grupo de manejo IV e-1; todas estas tierras poseen vocación agrícola. La fase MQZ^{3}cp1 pertenece a la clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV ps-4, es de vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

G) Breve descripción de las inclusiones (PI 010703, PI 010108)

Esta unidad cartográfica contiene dos suelos inclusiones que se describen a continuación:

En el 20% del total del área, los suelos **Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica (PI 010703),** se caracterizan por ser superficiales, con drenaje natural bueno, texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con densidad aparente muy baja en el primer horizonte y baja y el segundo, la porosidad total es muy alta en el primer horizonte y alta en el segundo. La humedad aprovechable es media en el primer horizonte y muy baja en el segundo horizonte. El pH es neutro en el primer horizonte y ligeramente ácidolos demás. La materia orgánica (MO), es baja en todos los horizontes. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media en el primer horizonte y baja en los demás, con saturación de bases (SB), alta en todos los horizontes. La fertilidad natural es media (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

En el 10% del total del área, los suelos **Typic Ustifluvents, familia franca gruesa sobre arenosa, superactiva, no ácida, isotérmica (PI 010108),** se caracterizan por ser profundos, con drenaje natural bueno, texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas sobre gruesas, con densidad aparente baja en el primer horizonte y muy baja en los siguientes, la porosidad total es media en el primer horizonte alta en el segundo y muy alta en el tercer horizonte. La humedad aprovechable es alta en todos los horizontes. El pH es moderadamente ácido en el primer horizonte y moderadamente alcalino en los siguientes. La materia orgánica (MO), baja en todos los horizontes, la capacidad de intercambio de cationes (CICA), es baja, excepto el tercero que tiene un valor medio. La saturación de bases (SB), es alta en todos los horizontes. La fertilidad natural es alta (Ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.59 Unidad MPA

Consociación Rosa de Jamaica: Andic Haplustolls, familia esquelética medial, isohipertérmica, perfil modal 011623.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea El Obrajuelo, del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 190 hectáreas. En la Figura 4.121, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.121 Filas y vigas con agricultura y relictos de bosque. Municipio de Villa Canales (Foto: J. del Cid 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semicálido subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica presentan una temperatura media anual de 20.3 °C; 2,000 mm de precipitación y una altitud media de 699 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque seco Subtropical bs-S, caracterizada por las especies plumajillo (*Alvaradoa amorphoides*), pochote (*Cochlospermun vitifolium*), ceibillo (*Ceiba aescutifolia*), leucaena (*Leucaena guatemalensis*) y conacaste blanco (*Albizzia caribaea*), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.121, el uso principal es agricultura y la cobertura vegetal son relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas; en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%); correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve filas y vigas.

Esta unidad cartográfica conforma una consociación, compuesta en un 90% de su superficie, por los suelos Andic Haplustolls, familia esquelética medial, isohipertérmica (perfil modal, PM 011623). El 10% del área restante está ocupada por otros suelos que no fueron identificados.

La Consociación Rosa de Jamaica presenta las siguientes fases:

- **MPAfp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), poca pedregosidad superficial, y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 22 ha.
- **MPAfp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundante pedregosidad superficial, y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 168 ha.

A). Descripción del perfil Modal (PM 011623)

En la Figura 4.122, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

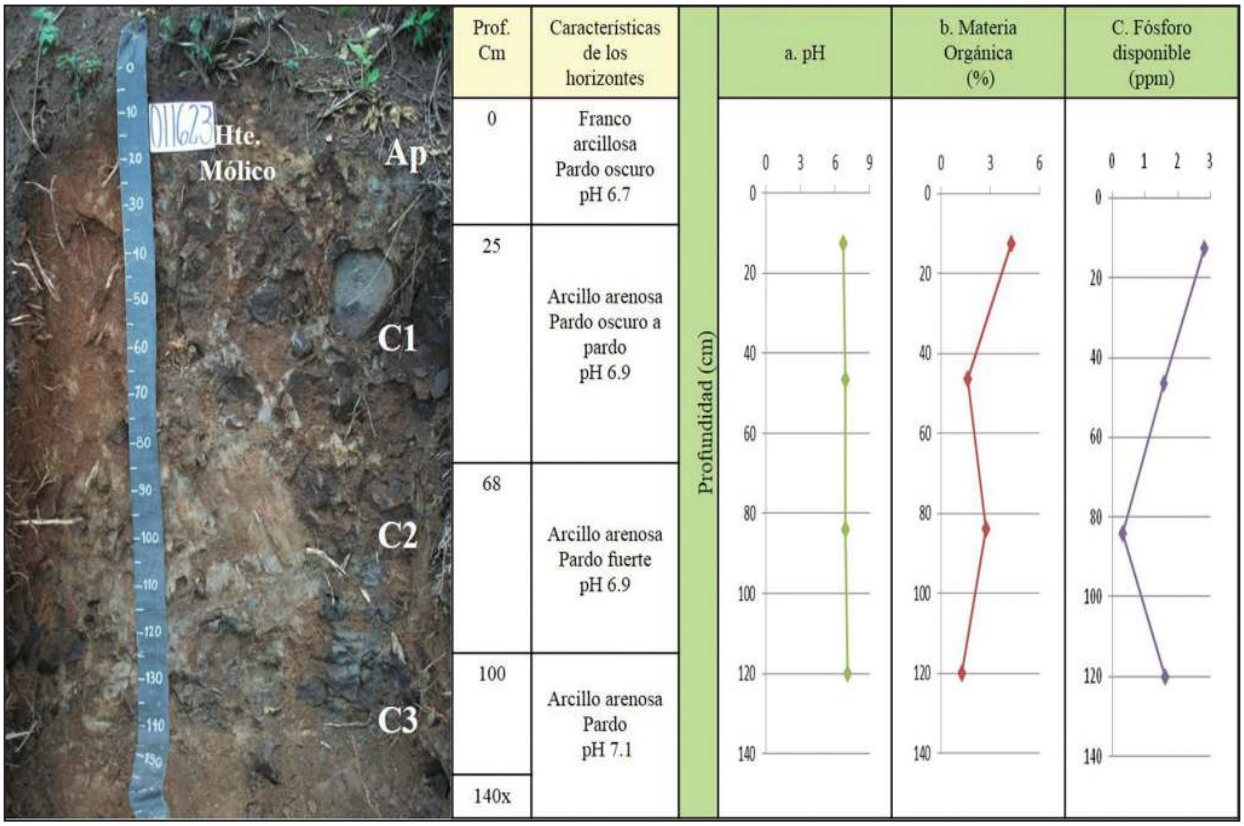


Figura 4.122 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal, (PM 011623) de la Consociación Rosa de Jamaica. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: J. del Cid 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011623)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Rosa de Jamaica
Símbolo		MPA
Horizontes Diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del Suelo		**Andic Haplustolls, familia esquelética medial, isohipertérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	El Obrajuelo
	Caserío, sector, sitio, inca	Camino a río San Pedro
	Coordenadas planas	X: 493324
		Y: 1578404
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,551
	Línea de vuelo No.	234
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente Morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		691 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido subhúmedo
	Precipitación promedio anual	2,000 mm
	Temperatura promedio anual	24.3 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm	25.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Moderado
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en Masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Aloramientos Rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad Supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Supericie cubierta	40 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad Efectiva	**Clase**	Muy superficial
	Profundidad	25 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz, café
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, fragmentos de roca en el perfil, erosión moderada, abundante pedregosidad superficial, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Relictos de bosque natural con las especies de conacaste, volador
Describió		Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		30-07-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca piedra (15%), estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite claro y ondulado.
25 – 68 cm C1	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; abundante piedra (60%), sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable; en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.9, neutro; límite gradual y ondulado.
68 – 100 cm C2	Color en húmedo pardo fuerte (7.5YR4/6); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio arenosa franca; abundante piedra (45%), sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable; en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.9, neutro; límite gradual y ondulado.
100 – 140 cm C3	Color en húmedo pardo (7.5YR5/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio arenosa franca; extremadamente abúndate piedra (85%), sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme; en mojado ligeramente pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.1, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011623)

Cuadro 4.132. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011623)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	0.94	1.81	62.15	41.34	39.42	37.06	34.94	29.59	20.06	17.58	30.49	48.07
25-68	0.87	2.28	62.84	42.30	40.50	36.36	33.54	24.36	22.89	21.99	39.86	61.84

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-25	31.66	19.36
25-68	42.29	17.61

Cuadro 4.133. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011623)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Caliic.
0-25	54.48	41.70	3.82	FA	FAr	15.00	6.7	2.25	4.28	-	-	-	2.81	7.58	Alta
25-68	51.84	44.29	3.86	FA	ArA	60.00	6.9	0.86	1.63	-	-	-	1.57		
68-100	77.63	18.52	3.86	AF	ArA	45.00	6.9	1.44	2.73	-	-	-	0.32		
100-140	73.92	22.31	3.77	AF	ArA	85.00	7.1	0.67	1.27	-	-	-	1.62		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-25	39.06	21.51	17.55	21.49	13.52	7.40	0.38	0.19	0.02	34.61	18.95	0.97	0.49	0.1
25-68	38.49	23.46	15.03	23.42	12.18	10.88	0.10	0.26	0.04	31.64	28.27	0.26	0.68	0.2
68-100	42.45	24.90	17.55	24.86	12.84	11.60	0.10	0.32	0.04	30.25	27.33	0.24	0.75	0.2
100-140	36.23	25.30	10.93	25.26	14.34	10.48	0.10	0.34	0.04	39.58	28.93	0.28	0.94	0.2

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-25	55.02	1.23	0.47	5.31	8.33	20.70	0.44	0.52
25-68	60.85	0.30	0.37	1.95	9.15	31.60	0.71	0.69
68-100	58.56	0.20	0.20	3.00	9.53	-	-	-
100-140	69.72	0.20	0.43	6.05	15.60	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y clasificación de los resultados de laboratorio del perfil modal (PM 011623)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.122 y la descripción del perfil, estos suelos tienen horizontes con nomenclatura Ap (25 cm de espesor); C1 (43 cm de espesor); C2 (32 cm de espesor) y C3 (40 cm de espesor); el horizonte **Ap,** exhibe un color pardo oscuro, textura (al tacto) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **C1,** muestra un color pardo oscuro a pardo, textura (al tacto) arcillo arenosa, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable; el horizonte **C2,** tiene un color pardo fuerte, textura (al tacto) arcillo arenosa,

sin estructura (masivo), consistencia en húmedo friable y el horizonte **C3,** es de color pardo, textura (al tacto) arcillo arenosa, sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme.

De acuerdo a los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.132 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.133, los suelos tienen texturas (al tacto) finas, con abundantes fragmentos de roca en el perfil a partir de 25 cm de profundidad. La densidad real presenta valores bajos (1.81 a 2.28 g/cc). La densidad aparente tiene valores muy bajos (0.94 a 0.87 g/cc). La porosidad total en el perfil varía de alta (48%) en el primer horizonte a muy alta (62%), en profundidad; domina la microporosidad (30% a 40%) sobre la macroporosidad (18% a 22%), lo cual mejora la permeabilidad y reduce el drenaje. La humedad aprovechable es baja (19% a 18%), lo que presenta una limitante para las plantas. Hay limitaciones mecnánicas, originadas por la presencia de abundantes fragmentos de roca a partir de los 25 cm de profundidad, que restringen la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.133, los suelos tienen un pH neutro (6.7 – 7.1), en todo el perfil. El contenido de materia orgánica (MO), posee valores altos (4.28%) en el primer horizonte a bajo (2.73 – 1.27%), en profundidad, estos valores están relacionados con la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de agregados y el suministro de nutrientes para las plantas.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene niveles altos (38.49 – 42.45 meq/100 g), lo que indica que tienen adecuado potencial para la retención de nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran niveles medios (21.49 a 25.26 meq/100 g), deben suplementarse. La saturación de bases (SB), tiene valores altos (55% a 70%); la retención fosfórica varía de baja a media (21% – 32%), debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, esto implica que la aplicación de fosfatos debe realizarse en forma fraccionada.

En cuanto a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), presentan valores bajos en todos los horizontes; con respecto al potasio (K), posee valores medios en superficie y disminuye en profundidad. Con referencia a los **cationes**, el calcio (Ca) y magnesio (Mg), se encuentran en cantidades altas en todos los horizontes. Los valores de retención fosfórica son bajos en el primer horizonte y medios en el segundo.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), el zinc (Zn), y el hierro (Fe), presenta contenidos bajos en todos los horizontes; en cuanto al manganeso (Mn), posee cantidades medias en el primer horizonte y aumenta en profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011623)

Estos suelos se han originado a partir de tobas e ignimbritas, tienen moderada evolución, son muy superficiales, con drenaje moderadamente excesivo; texturas (al tacto) finas, con abundantes fragmentos de roca a partir de los 25 cm de profundidad; pH neutro; con contenidos altos de materia orgánica en superficie; alta capacidad de intercambio catiónico; niveles medios de bases intercambiables; saturación de bases alta y fertilidad alta. Debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo que contienen, presentan una moderada adsorción de fosfatos (PO_4) en superficie. El régimen de humedad del suelo se califica como “ústico”, o sea que permanece seco por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es “isohipertérmico”, esto significa que la temperatura del suelo es >22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos se deben a las pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%); poca y abundante pedregosidad superficial, fragmentos de roca dentro del perfil; erosión de grado ligero y moderado y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Este suelo presenta pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), poca pedregosidad superficial y erosión ligera y moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundante pedregosidad superficial y erosión moderada, tiene capacidad de uso forestal y posee aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisado por el servicio forestal nacional y con control de incendios forestales.

Para un adecuado manejo de los suelos con capacidad de uso forestal, es urgente mantener la cobertura vegetal como protección al impacto de la gota de lluvia evitando la erosión hídrica. En caso de plantaciones forestales, deben de establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, debe de plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel. De utilizarse estos suelos para cultivos agrícolas intensivos (granos básicos u otros), es imprescindible elaborar terrazas de banco, con el declive contra la pendiente y proteger los taludes con la piedra existente en superficie. Para mejorar la retención de humedad de los suelos se recomienda implementar acequias de ladera con barreras vivas para disminuir la escorrentía, aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil del suelo. Este aumento de humedad del suelo, favorece la evolución del mismo y mejora sus condiciones físicas y químicas y biológicas.

Se recomienda construir terrazas individuales por planta, y proteger los taludes con fragmentos de roca. Es de suma importancia mantener e incrementar el contenido de materia orgánica del suelo, para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas, para lo cual se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura y/o conservar el sotobosque.

En el establecimiento de plantaciones forestales y de acuerdo a su rentabilidad, de necesitar una fertilización química, debe aplicarse los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Debido a que presenta moderada retención fosfórica, debe de aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad, cerca de las raíces en dosis moderadas y en forma periódica. Con respecto a los elementos menores, debe suplementarse el Cobre, Zinc y Hierro. Estos suelos necesitan riego en la época seca en las etapas iniciales de las plantaciones forestales, y por sus texturas finas (al tacto), deben aplicarse láminas con altos volúmenes de agua y aplicaciones espaciadas en el tiempo, por medio de aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011623)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, las fases MPAfp1 y MPAfp2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-2, poseen vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.1.60 Unidad MPB

Consociación Los Manantiales: Typic Humustepts, familia arcillosa sobre esquelética franca, superactiva, isohipertérmica, perfil modal 011642.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de las fincas Río Negro, Santo Domingo; y en la aldea El Obrajuelo, del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 562 hectáreas. En la Figura, 4.123, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.123 Filas y vigas con agricultura y arbolado disperso. Municipio de Villa Canales, (Foto: W. González 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semicálido subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica presentan una temperatura media anual de 23.79 °C; 1,998 mm de precipitación y una altitud media de 827 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque seco Subtropical bs-S, caracterizada por las especies plumajillo (*Alvaradoa amorphoides*), pochote (*Cochlospermun vitifolium*), ceibillo (*Ceiba aescutifolia*), leucaena (*Leucaena guatemalensis*) y conacaste blanco (*Albizzia caribaea*), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.123, el uso principal es agricultura y la cobertura vegetal son relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas; en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%); correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve filas y vigas.

Esta unidad cartográfica conforma una consociación, compuesta en un 90% de su superficie, por los suelos Typic Humustepts, familia arcillosa sobre esquelética franca, superactiva, isohipertérmica (perfil modal PM 011642). El 10% del área restante, está ocupada por otros suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

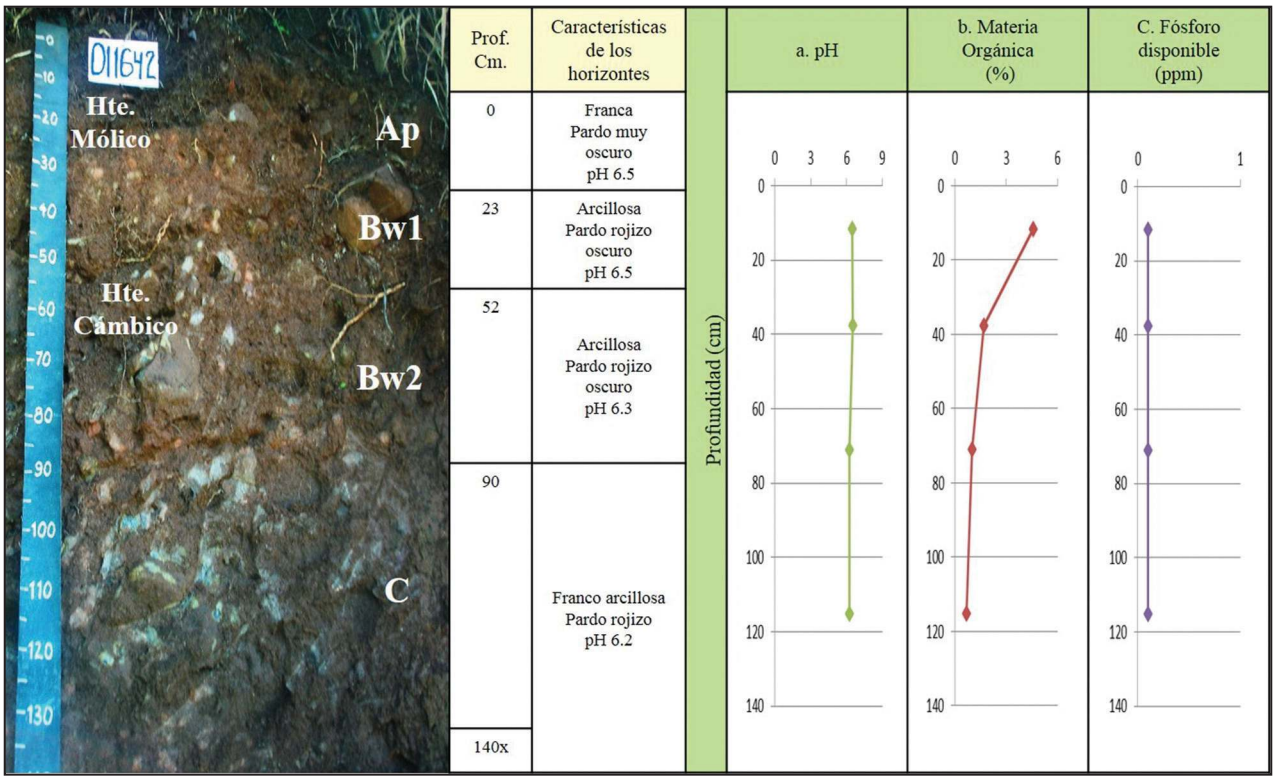


Figura 4.124 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal, (PM 011642) de la Consociación Los Manantiales. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: M. Tum 2012)

La Consociación Los Manantiales presenta una única fase:

- **MPBfp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial, y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 203 ha.
- **MPBfp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundante pedregosidad superficial, y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 359 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011642)

En la Figura 4.124, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011642)

Tipo de peril	Modal
Unidad Cartográica	Consociación Los Manantiales
Símbolo	MPB

Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia arcillosa sobre esquelética franca, superactiva, isohipertérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Finca Río Negro
	Coordenadas planas	X: 490901
		X: 1579216
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,553
	Línea de vuelo No.	234
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		703 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,995 mm
	Temperatura promedio anual	20.3°C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego.
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm	-
Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Aloramientos rocosos	**Clase**	Poco
	Supericie cubierta	10 %
Pedregosidad supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Supericie cubierta	5 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	90 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Tierras en descanso
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, fragmentos de roca dentro del perfil >60%, erosión moderada, pedregosidad en superficie, déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Relictos de bosque natural con las especies de conacaste, volador
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		31-07-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 23 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (7.5YR2.5/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares; muchas raíces, medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
23 – 52 cm Bw1	Color en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR3/3); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio arcillosa; frecuente gravilla (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.
52 – 90 cm Bw2	Color en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR3/2); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio arcillosa; abundante gravilla (40%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos y medios; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción NaF, ni al HCl, ligero al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
90 – 140 cm C	Color en húmedo pardo rojizo (5YR4/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; extremadamente abundante piedra (70%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos y medios; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.2, reacción ligeramente ácida.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos, químicos el perfil modal (PM 011642)

Cuadro 4.134. Resultados de análisis físicos del perfil modal (PM 011642)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-23	1.07	2.14	52.86	33.49	31.11	28.90	21.01	18.85	17.26	20.57	29.43	50.00
23-52	1.17	1.19	63.19	33.49	31.08	30.92	25.84	22.92	20.34	0.85	0.83	1.68

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
Cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-23	31.05	13.85	-	-	-	-
23-52	28.73	10.73	-	-	-	-

Cuadro 4.135. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil modal (PM 011642)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Caliic.
0-23	36.85	36.55	26.60	F	FAr	10.00	6.5	2.40	4.56	-	-	-	0.10	8.19	Alta
23-52	31.39	24.78	43.83	Ar	ArL	20.00	6.5	0.90	1.71	-	-	-	0.10		
52-90	30.52	28.68	40.80	Ar	ArL	40.00	6.3	0.54	1.03	-	-	-	0.10		
90-140	34.67	29.66	35.67	FAr	Ar	70.00	6.2	0.36	0.68	-	-	-	0.10		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-23	33.04	16.93	16.11	16.93	10.36	5.01	1.48	0.08		31.36	15.16	4.48	0.24	0.0
23-52	31.33	11.87	19.46	11.87	8.00	2.82	1.01	0.04		25.53	9.00	3.22	0.13	0.0
52-90	30.76	10.90	19.86	10.90	8.10	2.11	0.65	0.04		26.33	6.86	2.11	0.13	0.0
90-140	31.33	11.11	20.22	11.11	8.00	2.68	0.38	0.05		25.53	8.55	1.21	0.16	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-23	51.24	0.87	1.78	5.50	102.34	-	-	-	-	-
23-52	37.89	3.27	0.30	27.64	47.33	-	-	-	-	-
52-90	35.44	2.36	0.26	31.58	38.61	-	-	-	-	-
90-140	35.46	1.59	0.25	42.89	23.64	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011642)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.124 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (23 cm de espesor); Bw1 (29 cm de espesor); Bw2 (38 cm de espesor) y Cr (50 cm de espesor); el horizonte **Ap,** exhibe un color pardo muy oscuro, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El

horizonte **Bw1,** muestra un color pardo rojizo oscuro, textura (de laboratorio) arcillosa, estructura en bloque subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable; el horizonte **Bw2,** presenta un color pardo rojizo oscuro, textura (de laboratorio) arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable. Y el horizonte **C,** posee un color pardo rojizo, textura (de laboratorio) franco arcillosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo firme.

En cuanto a los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.134 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.135, los suelos tienen texturas (de laboratorio) finas sobre moderadamente finas, con extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil a partir de los 90 cm de profundidad. La densidad real presenta valores bajos (2.14 a 1.19 g/cc); así como la densidad aparente también tiene niveles bajos (1.07 a 1.17 g/cc). La porosidad total en el perfil varía de alta (50%), en el primer horizonte a baja (1.68%), en profundidad; domina la microporosidad (29% a 1%), sobre la macroporosidad (21% a 1%), estas características se consideran adecuadas en superficie, sin embargo limitan la permeabilidad y el drenaje de los suelos en los horizontes subsuperficiales. La humedad aprovechable presenta valores bajos (14% a 11%), lo que representa una limitante para las plantas. Estos suelos presentan limitaciones a los 90 cm de profundidad, provocadas por la presencia de extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil, que restringen la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.135, los suelos tienen un pH ligeramente acido (6.5 – 6.2), en todo el perfil, adecuados para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), muestra valores altos (4.56%), en el primer horizonte y bajos (0.68%), en profundidad, estas características están relacionadas con la capacidad de intercambio catiónico, estabilidad de los agregados y suministro de nutrientes a las plantas.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores altos (33.04 – 30.76 meq/100 g), lo que indica que presenta un adecuado potencial para la retención de nutrientes para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran niveles medios (16.93 – 10.90 meq/100 g), deben suplementarse. La saturación de bases (SB), varía de alta (51%), en superficie a media (35%), en profundidad.

En cuanto a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), presentan valores bajos en todos los horizontes; con respecto al potasio (K), posee valores altos en todo el perfil. Con referencia a los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas en todo el perfil; el magnesio (Mg), tiene valores altos en el primer horizonte y disminuye en profundidad.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores bajos en el primer y último horizonte y medios en los demás; el zinc (Zn), posee valores bajos en todo el perfil; referente al hierro (Fe), tiene valores bajos en el primer horizonte y aumenta en profundidad; en cuanto al manganeso (Mn), muestra valores altos en todo el perfil. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, y recomendaciones generales de uso y manejo del perfil (PM 011642)

Estos suelos originados de tobas e ignimbritas, tienen moderada evolución, son moderadamente profundos; el drenaje es moderadamente excesivo; texturas (de laboratorio) finas sobre moderadamente finas; el pH es ligeramente ácido; presentan contenidos altos de materia orgánica en superficie; con extremadamente abundantes fragmentos de roca a los 90 cm de profundidad. poseen alta capacidad de intercambio catiónico; niveles medios

de bases intercambiables; saturación de bases alta en superficie y fertilidad alta. El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", o sea que que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isohipertérmico", esto significa que la temperatura del suelo es >22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos se vinculan a las pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%); con extremadamente abundantes fragmentos de roca dentro del perfil a partir de los 90 cm de profundidad; erosión de grado ligero y moderado; mediana y abundante pedregosidad superficial, y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Estos suelos se ubican en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), extremadamente abundantes fragmentos en el perfil, mediana pedregosidad superficial y erosión ligera, moderadamente escarpadas (50 al 75%), extremadamente abundantes fragmentos en el perfil, abundante pedregosidad superficial y erosión moderada, tienen capacidad de uso forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisado por el servicio forestal nacional y con control de incendios forestales.

Para un adecuado manejo de los suelos con capacidad de uso forestal, es muy importante mantener la cobertura vegetal como protección al impacto de la gota de lluvia evitando la pérdida de suelo por procesos de erosión hídrica. En caso de plantaciones forestales, deben de establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, debe de plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel. Es imprescindible elaborar terrazas de banco, con el declive contra la pendiente y proteger los taludes con la piedra existente en superficie. Para mejorar la retención de humedad de los suelos se recomienda implementar acequias de ladera con barreras vivas para disminuir la escorrentía, aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil del suelo. Este aumento de humedad del suelo, favorece la evolución del mismo y mejora sus condiciones físicas, químicas y biológicas.

Se recomienda construir terrazas individuales por planta, y proteger los taludes con fragmentos de roca existentes en el lugar. Es de suma importancia mantener e incrementar el contenido de materia orgánica del suelo, para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas, para lo cual se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura y/o conservar el sotobosque. Respecto a su fertilidad, debe mantenerse e incluso incrementarse el contenido de materia orgánica en el suelo, e recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha.

En el establecimiento de plantaciones forestales y de acuerdo a su rentabilidad, de necesitar una fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo. Respecto a los micronutrientes y dependiendo del cultivo forestal, debe aplicarse en forma foliar el Cobre y Zinc. Estos suelos necesitan riego en la época seca, por medio de aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011642)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, las fases MPBfp1 y MPBfp2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-2, poseen vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.1.61 Unidad MPC

Consociación Santa Anita: Typic Humustepts, familia franca gruesa sobre arenosa, superactiva, isohipertérmica, perfil modal 011626.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de las fincas Santa Anita y Lorena, del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 967 hectáreas. En la figura 4.125, se observa el paisaje característico de la unidad.

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semicálido subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica presentan una temperatura media anual de 20.8 °C; 2,002 mm de precipitación y una altitud media de 614 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque seco Subtropical bs-S, caracterizada por las especies plumajillo (*Alvaradoa amorphoides*), pochote (*Cochlospermun vitifolium*), ceibillo (*Ceiba aescutifolia*), leucaena (*Leucaena guatemalensis*) y conacaste blanco (*Albizzia caribaea*), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.125, el uso principal es agrícola y la cobertura vegetal son relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir tobas e ignimbritas; en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve lomas.



Figura 4.125 Lomas con agricultura y bosque. Municipio de Villa Canales (Foto: C. García 2012)

Esta unidad cartográfica conforma una consociación, compuesta en un 80% de su superficie por los suelos Typic Humustepts, familia franca gruesa sobre arenosa, superactiva, isohipertérmica (perfil modal, PM 011626). El 15% del área por los suelos Typic Durustepts, familia franca fina, superactiva, isohipertérmica (perfil inclusión, PI 011638) y el 5% restante del área está ocupada por otros suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación Santa Anita presenta las siguientes fases:

- **MPCdp2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), poca pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 37 ha.
- **MPCep2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 930 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011626)

En la Figura 4.126, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

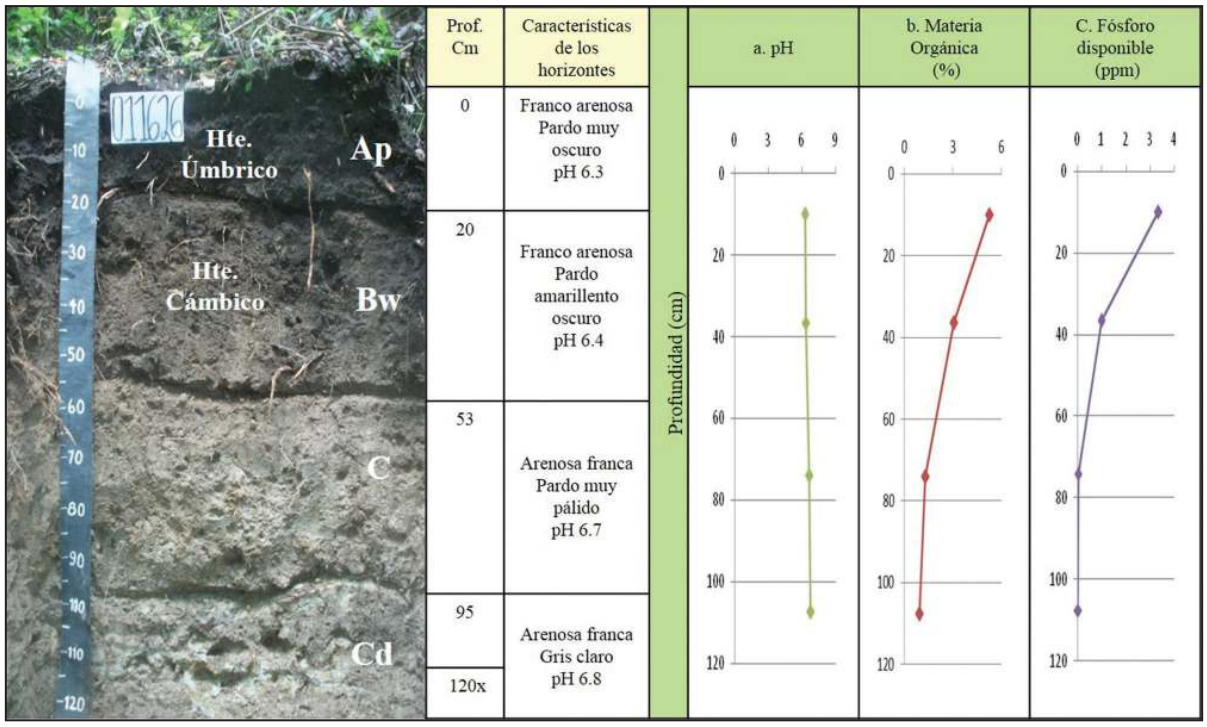


Figura 4.126 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011626) de la Consociación Santa Anita. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011626):

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación Santa Anita
Símbolo		MPC
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico

Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia franca gruesa sobre arenosa, superactiva, isohipertérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Santa Anita
	Coordenadas planas	X: 490676
		Y: 1575402
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,615
	Línea de vuelo No.	125
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		483 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido subhúmedo
	Precipitación promedio anual	2,074 mm
	Temperatura promedio anual	22.1 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm	24.0 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Supericie cubierta	10 %.

Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	95 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz y frijol
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente escarpadas mediana pedregosidad superficial, erosión moderada material compactado y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Relictos de bosque natural con las especies de palo blanco, ceibillo y mano de león
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		30-07-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay reacción al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite gradual y plano.
20 – 53 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay reacción al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite claro y plano.
53 – 95 cm C	Color en húmedo pardo muy pálido (10YR7/4); textura de campo arenosa y de laboratorio arenosa franca; poca gravilla (15%) y poca pómez (5%), irregular, mediana alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay reacción al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite gradual y plano.
95 – 120 cm Cd	Color en húmedo gris claro (10YR7/2); textura de campo arenosa y de laboratorio arenosa franca; poca gravilla (5%) y poca pómez (10%), irregular, mediana alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos, irregulares; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, reacción ligera al H_2O_2; pH 6.8, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011626)

Cuadro 4.136. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011626)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	1.22	2.49	44.01	26.98	25.47	21.51	19.74	16.90	12.03	21.49	29.52	51.00
20-53	1.50	1.89	46.22	33.58	32.07	25.75	22.97	16.11	12.84	6.32	14.32	20.63

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-20	43.08	13.44
20-53	28.05	19.23

Cuadro 4.137. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del PM 011626

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	Ppm	Valor	Caliic.
0-20	68.57	17.59	13.84	FA	FAr	5.00	6.3	2.77	5.27	3.34	7.42	Alta
20-53	74.52	17.70	7.78	FA	FAr	5.00	6.4	1.61	3.06	0.99		
53-95	76.86	17.48	5.66	AF	A	20.00	6.7	0.69	1.32	0.03		
95-120	76.96	17.40	5.64	AF	A	15.00	6.8	0.49	0.94	0.02		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	18.68	8.35	10.33	8.32	5.69	1.92	0.51	0.20	0.03	30.46	10.28	2.73	1.07	0.4
20-53	16.98	5.85	11.13	5.82	3.71	1.45	0.46	0.20	0.03	21.85	8.54	2.71	1.18	0.5
53-95	9.06	3.75	5.31	3.72	2.18	1.00	0.33	0.21	0.03	24.06	11.04	3.64	2.32	0.8
95-120	7.92	2.85	5.07	2.82	1.52	0.82	0.26	0.22	0.03	19.19	10.35	3.28	2.78	1.1

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	44.54	1.12	0.39	67.90	5.72	14.70	1.70	0.30
20-53	34.28	0.20	0.30	28.30	1.83	16.90	0.97	0.29
53-95	41.06	0.20	0.32	13.80	1.00	-	-	-
95-120	35.61	0.20	0.20	1.49	2.15	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la Bouyoucos. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos perfil (PM 011626)

Estos suelos tienen moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.126 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); Bw (33 cm de espesor); C (53-95 cm) y Cd (95-120 cm); el horizonte **Ap,** presenta color pardo muy oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** tiene color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en

bloques subangulares débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** muestra color pardo muy pálido, textura (de laboratorio) arenosa franca, sin estructura (grano suelto), consistencia en húmedo friable y el horizonte **Cd,** es de color gris claro, de textura (de laboratorio) arenosa franca, sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.136 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.137, los suelos poseen texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas sobre gruesas, con material compactado a los 95 cm La densidad real presenta valores bajos (2.49 a 1.89 g/cc). La densidad aparente tiene valores bajos (1.22 g/cc), en superficie y medios (1.50 g/cc), en profundidad. La porosidad total en el perfil varía de alta (51%), en el primer horizonte a baja (21%), en profundidad. Domina la microporosidad (30% y el 14%), sobre la macroporosidad (21% y el 6%), lo cual favorece la permeabilidad y el drenaje. La humedad aprovechable es baja (13% a 19%), afecta el desarrollo de los cultivos. Estos suelos presentan limitaciones mecánicas a partir de los 95 cm de profundidad, provocadas por la presencia de material compactado, que restringen la penetración de raíces debido.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el cuadro 4.137, los suelos presentan un pH ligeramente ácido (6.3 – 6.4) en superficie y neutro (6.7 – 6.8) en profundidad, adecuados para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), es alto (5.27%) en el primer horizonte y bajo (0.94%) en profundidad, estos valores están relacionados con la capacidad de intercambio catiónico, la formación y estabilidad de agregados y el suministro de nutrientes para las plantas.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), muestra valores medios (18.68 – 16.98 meq/100 g) en superficie a bajos (9.06 – 7.92 meq/100 g) en profundidad, presenta moderada capacidad de retención de nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) tienen valores bajos (8.32 – 2.82 meq/100 g), deben suplementarse. La saturación de bases (SB), varía de media (45%) en el primer horizonte a baja (34%) en profundidad.

En relación a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N), fósforo (P), son bajos en todo el perfil, el potasio (K) es alto en superficie y disminuye en profundidad. Respecto a los cationes, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades medias en superficie y bajas en profundidad; el magnesio (Mg), está medio en el primer horizonte y bajo en los demás.

Los niveles de **elementos menores**, nos indican que el cobre (Cu) y el zinc (Zn), presentan valores bajos en todo el perfil; el hierro (Fe), presenta contenidos altos en superficie y disminuye en profundidad y el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades medias en el primer horizonte y bajas en los demás. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos se califica como alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011626)

Estos suelos se han originado a partir de tobas e ignimbritas, presentan moderada evolución, son moderadamente profundos; drenaje bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas sobre gruesas, con material compactado a los 95 cm de profundidad; pH ligeramente ácido; con contenidos altos de materia orgánica en superficie; mediana capacidad de intercambio catiónico en superficie; niveles bajos de bases intercambiables; mediana saturación de bases en los horizontes superficiales y fertilidad alta. El régimen de humedad del suelo se califica como “ústico”, o sea que permanece seco por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de



temperatura edáfica es “isohipertérmico”, esto significa que la temperatura del suelo es mayor a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos son las pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), presencia de pedregosidad superficial, el material compactado, erosión moderada y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), poca pedregosidad superficial, erosión moderada, tienen capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas.

Las fases con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), abundante pedregosidad superficial y erosión moderada, presentan capacidad de uso agroforestal y posee aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo, así como sistemas extensivos silvopastoriles.

En los suelos con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, aumentar la intensidad de las mismas, con base al aumento de la pendiente; las prácticas recomendadas son: sembrar al contorno siguiendo las curvas de nivel y establecer acequias de ladera protegidas con barreras vivas en su parte superior. No se pueden mecanizar, si es necesario arar, debe realizarse una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Se recomienda establecer cortinas rompevientos. La ganadería semi-intensiva debe implementarse en forma extensiva, con pastos cultivados y una adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

En los suelos con capacidad de uso agroforestal, deben aplicardr moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas, para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel. Realizar acequias de ladera con barreras vivas de gramíneas en la parte superior para disminuir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil. Este aumento de la humedad del suelo favorece la evolución del mismo y mejora sus condiciones físicas, químicas y biológicas. Si los suelos se utilizan para cultivos como granos básicos u otros, es indispensable cultivar sobre terrazas de banco con el declive contra la pendiente y con los taludes protegidos con fragmentos de roca del área. Estos suelos no se pueden mecanizar. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar la pérdida de suelo por la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal o restos de cosecha durante la época seca para mantener la humedad.

Las actividades silvopastoriles, deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados y una adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad y para todas las fases, es necesario mantener e incluso incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas, se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes con leguminosas, organismos fijadores de fósforo y restos de cosechas.

Respecto a su fertilidad química necesita suplementar el nitrógeno (N), el fósforo (P) y potasio (K). Con relación a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre y Zinc de forma foliar. Se necesita riego en la época seca, ya sea por aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011626)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, la fase MPCdp2 pertenece a la clase IV, la subclase IV pe y el grupo de manejo IV pe-4, posee vocación agrícola. La fase MPCep2 pertenece a la clase VI, la subclase VI ps y el grupo de manejo VI ps-6, posee vocación agroforestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 011638)

Esta unidad cartográfica contiene como inclusión, en el 15%, de su superficie, a los suelos **Typic Durustepts, familia franca fina, superactiva, isohipertérmica (PI 011638);** se caracterizan por ser moderadamente superficiales, con drenaje natural moderadamente excesivo, texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con densidad aparente muy baja en el primero y tercer horizonte y baja en segundo. La porosidad total es alta en el primer horizonte, media en el segundo y muy alta en el tercero. La humedad aprovechable se califica como baja en todo el perfil. El pH es neutro en el primer y segundo horizonte y ligeramente ácido en el tercero. La materia orgánica (MO), está alta en el primer horizonte, baja en el segundo y media en el tercero. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta en todos los horizontes, con saturación de bases (SB), alta en el primer horizonte y media en los demás. La fertilidad natural se califica como alta (Ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.62 Unidad MPD

Consociación El Cacao: Andic Humustepts, familia medial, isohipertérmica, perfil modal 011631.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de la finca El Obrajuelo; dentro del parcelamiento San José Veraminas, del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 130 hectáreas. En la Figura 4.127 se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.127 Lomas con agricultura y bosque. Municipio de Villa Canales (Foto: O. Hernández 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semicálido subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica presentan una temperatura media anual de 22.0 °C; 2,000 mm de precipitación y una altitud media de 752 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque seco Subtropical bs-S, caracterizada por las especies plumajillo (*Alvaradoa amorphoides*), pochote (*Cochlospermun vitifolium*), ceibillo (*Ceiba aescutifolia*), leucaena (*Leucaena guatemalensis*) y conacaste blanco (*Albizzia caribaea*), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.127, el uso principal es agricultura y la cobertura vegetal son relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas; en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%); correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve lomas.

Esta unidad cartográfica conforma una consociación, compuesta en un 75% de su superficie por los suelos Andic Humustepts, familia medial, isohipertérmica (perfil modal, PM 011631). El 25% de área restante, por los suelos Humic Haplustands, familia esquelética medial, isohipertérmica (perfil inclusión, PI 011639).

La Consociación El Cacao presenta la siguiente fase:

- **MPDdp2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), mediana pedregosidad superficial, y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 130 ha.

A). Descripción del Perfil Modal (PM 011631)

En la Figura 4.128, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

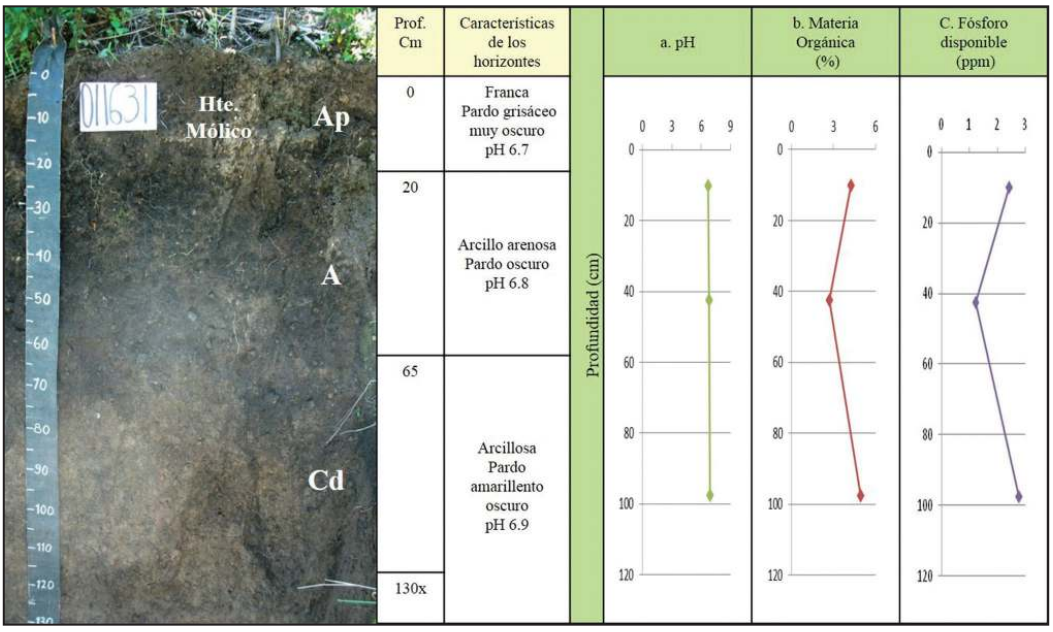


Figura 4.128 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011631) de la Consociación El Cacao. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: O. Hernández 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil moda (PM 011631)

Tipo de peril		Modal
Unidad Cartográica		Consociación El Cacao
Símbolo		MPD
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Andic Humustepts, familia medial, isohipertérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	El Obrajuelo
	Coordenadas planas	X: 495554
		Y: 1578966
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,549
	Línea de vuelo No.	234
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		762 msnm.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 al 25 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido subhúmedo
	Precipitación promedio anual	2,000 mm
	Temperatura promedio anual	20.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego.
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm	24.3 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado

Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Supericie cubierta	10 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	65 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz, fríjol
	Limitante del uso	Pendientes fuertemente inclinadas, material compactado, erosión moderada, pedregosidad superficial, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Relictos de bosque natural con las especies de conacaste
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		30-07-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite claro y ondulado.
20 – 65 cm A	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos y medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.8, neutro; límite claro y ondulado.
65 – 130 cm Cd	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos y medianos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.9, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis fisico y químico de los suelos perfil (PM 011631)

Cuadro 4.138. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011631)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	1.13	1.94	51.31	35.24	30.97	24.24	18.41	16.23	11.88	16.55	25.20	41.75
20-65	1.00	2.10	42.18	28.90	23.31	18.52	17.45	15.66	11.91	23.43	28.95	52.38

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-20	14.47	19.09
20-65	16.96	11.40

Cuadro 4.139. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011631)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucus)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	ppm	Valor	Caliic.
0-20	72.36	17.77	9.87	FA	F	5.00	6.7	2.24	4.25	2.42	7.47	Alta
20-65	72.48	17.69	9.83	FA	ArA	5.00	6.8	1.43	2.71	1.22		
65-130	63.82	20.00	16.18	FA	Ar	10.00	6.9	2.60	4.94	2.78		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	19.81	10.88	8.93	10.86	7.88	2.30	0.46	0.22	0.02	39.78	11.61	2.32	1.11	0.2
20-65	19.25	9.95	9.30	9.93	7.07	2.19	0.47	0.20	0.02	36.73	11.38	2.44	1.04	0.2
65-130	24.91	11.80	13.11	11.76	7.40	3.25	0.89	0.22	0.04	29.71	13.05	3.57	0.88	0.3

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	54.82	0.80	0.44	31.40	11.80	18.20	2.80	0.96
20-65	51.58	0.54	0.20	16.40	9.23	15.70	3.30	0.82
65-130	47.21	0.20	0.26	16.00	4.75	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable (H^{++} Al^{+++}); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011631)

Estos suelos son de moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.128 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); A (45 cm de espesor) y Cd (65 cm de espesor); el horizonte **Ap,** tiene color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro, textura (al tacto) franca, estructura en bloques subangulares débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **A,** posee un color en húmedo pardo oscuro, textura (al tacto) arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable y el horizonte **Cd,** exhibe un color en húmedo pardo amarillento oscuro, textura (al tacto) arcillosa, sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física,** indicados en el Cuadro 4.138, y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.139, los suelos presentan texturas (al tacto) finas, con pocos fragmentos de roca en el perfil y presencia de material compactado a los 65 cm de profundidad. La densidad real presenta valores bajos (1.94 a 2.10 g/cc). La densidad aparente tiene valores bajos (1.13 g/cc), en superficie y muy bajos (1.00 g/cc), en profundidad. La porosidad total en el perfil varía de media (42%), en el primer horizonte a alta (52%), en los subsiguientes; entre el (25% y 29%), corresponden a los microporos y entre el (17% a 23%), a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la micro sobre la macroporosidad, lo que indica que este suelo presenta moderada permeabilidad, infiltración y aireación; y contrasta con una baja retención de humedad (19 a 1%), que implica déficit de agua disponible para las plantas. Los suelos presentan a partir de los 65 cm de profundidad, limitantes mecánicas originadas por la presencia de material compactado, que restringen la penetración radicular.

Según los resultados de la caracterización **química,** indicados en el Cuadro 4.139, los suelos presentan pH neutro (6.7-6.9), en todos los horizontes, adecuados para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), posee valores altos en superficie (4.25% - 4.94%), y medios en el tercero (2.71%), estas características se relacionan con la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de los agregados, el suministro parcial de los nutrientes a las plantas y de los constituyentes energéticos útiles a los organismos.

Referente a los valores de capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores medios (19.81 – 19.25 meq/100 g de suelos) en superficie y altas en profundidad (24.91 meq/100 g de suelo), lo que indica un potencial medio de retención de nutrientes útiles para las plantas. Los suelos presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) baja (9.93 meq/ g), es necesario suplementarla. La saturación de bases (SB), es alta (55% - 52%), en superficie y media (47%), en profundidad.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen valores bajos en todo el perfil; en cuanto al potasio (K), se refiere, tiene valores altos en todos los horizontes. Los **cationes**, como el calcio (Ca), posee cantidades altas en todos los horizontes; el magnesio (Mg), tiene valores medios en superficie y aumenta en profundidad. Los valores de retención fosfórica son bajos.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), presenta valores bajos en todos los horizontes; mientras que el hierro (Fe), tiene contenidos altos en superficie y disminuye en profundidad; el manganeso (Mn), muestra cantidades altas en superficie y disminuye en profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011631)

Estos suelos originados a partir de tobas e ignimbritas, tienen moderada evolución, suelos moderadamente superficiales; con drenaje natural bueno; poseen texturas (al tacto) finas, y una capa compactada a partir de los 65 cm; pH neutro; contenidos altos de materia orgánica en superficie; con una capacidad de intercambio de cationes media, con bases intercambiables bajas y una saturación de bases alta en superficie, fertilidad alta. Debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo que contienen, presentan una moderada adsorción de fosfatos (PO_4). El régimen de humedad del suelo se califica como “ústico”, o sea que permanece seco por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es “isohipertérmico”, debido a que la temperatura del suelo es mayor a 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos se deben a sus pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%); el material compactado en profundidad; la erosión de grado moderado; la mediana pedregosidad

superficial y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Estos suelos con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), erosión de grado moderado, y mediana pedregosidad superficial, tienen capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Asimismo, tienen aptitud para el desarrollo de sistemas ganaderos semi-intensivos.

Para un adecuado manejo de los suelos con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, sembrar al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas, con esto se busca reducir la escorrentía superficial y mejorar la infiltración del agua en el suelo, ya que la humedad en el perfil favorece el desarrollo del suelo, de ser posible establecer barreras muertas aprovechando la pedregosidad superficial del área. En forma general, estos suelos no se pueden mecanizar, y debido a la capa de material compactado en profundidad, se recomienda minimizar el uso del arado de discos y utilizar maquinaria que no modifique el suelo, se recomienda arado de cinceles realizando una labranza vertical (pequeñas grietas generadas por los cinceles). De igual forma se recomienda establecer cortinas rompevientos.

La ganadería semi-intensiva, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a su fertilidad, es necesario mantener e incluso incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Este suelo muestra bajos valores de retención fosfórica, deben aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse en forma foliar Cobre y Zinc. Estos suelos necesitan riego en la época seca, por medio de aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011631)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, la fase MPDdp2 pertenece a la clase IV, subclase IV pes y grupo de manejo IV pes-5, poseen vocación agrícola

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 011639)

Esta unidad contiene como inclusión, en el 25% de su superficie, a los suelos **Humic Haplustands, familia esquelética medial, isohipertérmica (PI 011639),** se caracterizan por ser moderadamente profundos, con drenaje bueno, texturas (al tacto) moderadamente finas sobre finas, con densidad aparente muy baja. La

porosidad total es alta en el primer horizonte y media en el segundo. La humedad aprovechable es baja en el primero y en el segundo horizonte. El pH es ligeramente ácido en los dos primeros horizontes y neutro en los siguientes. La materia orgánica (MO), es alta en el primer y segundo horizonte, media en el tercero y baja en el último. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), alta en todos los horizontes, con saturación de bases (SB), alta en el primero y en el cuarto horizonte y media en los demás. La fertilidad natural es alta (Ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.1.63 Unidad MCA

Grupo Indiferenciado El Recreo: Andic Haplustolls, familia medial sobre esquelética arenosa, isotérmica, perfil modal 011612 y Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica, perfil modal 011502 y Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 011602.

Esta unidad cartográfica tiene suelos que pertenecen a los Ordenes Molisol, Entisol e Inceptisol y se encuentran a inmediaciones del caserío San Juan, del municipio de Amatitlán. Cercanos al caserío Miralvalle, granja San Nicolas, Shannon Hill, labores Amelia, El Perú, Santa Clara y parcelamiento Nueva Vida y finca Navarra, del municipio de Mixco. A inmediaciones de la finca San Francisco Yumar y aldea San Francisco del municipio de San Pedro Sacatepéquez. En la finca Florencia y labor San Carlos, del municipio de Villa Canales. Dentro de los caseríos El Calvario y El Zope, fincas Tres Reyes y paraje San Miguel Ramírez, granja La Selva, cerro Cruz Grande, del municipio de Villa Nueva. La unidad cartográfica abarca una extensión de 3,198 hectáreas. En la Figura 4.129, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.129 Cañones y cañadas cubiertas con bosque y agricultura en pequeñas parcelas. Municipio de Villa Nueva (Foto: R. Pacheco 2011)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), los climas de la unidad, son "semifrío húmedo a templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica presentan una temperatura media anual de 18.2 °C; 1,193 mm de precipitación y una altitud media de 1,641 msnm. Según De la Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB), caracterizada por las especies encino (*Quercus* spp), pino triste (*Pinus pseudostrobus*) y pino de ocote (*Pinus montezumae*), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.129, la cobertura vegetal está constituido por bosque natural y en pequeñas áreas de las partes altas de los cañones, se encuentra áreas de cultivos agrícolas.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), moderadamente escarpadas (50 al 75%) y fuertemente escarpadas (>75%); correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve cañones y cañadas.

La unidad cartográfica está compuesta por los suelos Andic Haplustolls, familia medial sobre esquelética arenosa, isotérmica (perfil modal PM 011612), así mismo por el suelo Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica (perfil modal (PM 011502) y el suelo Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil modal 011602).

El Grupo Indiferenciado El Recreo presenta las siguientes fases:

- **MCAe3:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión de grado severo. Tiene una superficie de 733 ha.
- **MCAf3:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), erosión de grado severo. Tiene una superficie de 1,750 ha.
- **MCAg3:** Caracterizada por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión de grado severo. Tiene una superficie de 715 ha.

A). Descripción de los perfiles modales

Suelos Andic Haplustolls, familia medial sobre esquelética arenosa, isotérmica perfil modal 011612

En la Figura 4.130, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

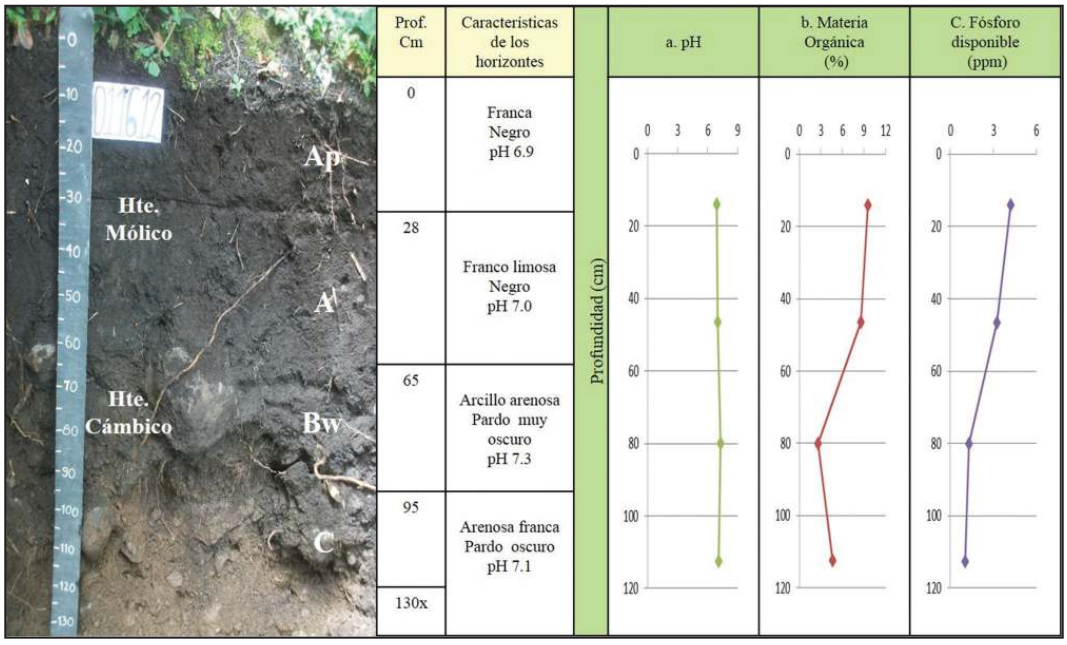


Figura 4.130 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011612) del Grupo Indiferenciado El Recreo. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011612)

Tipo de peril		Modal 1
Unidad Cartográica		Grupo Indiferenciado El Recreo
Símbolo		MCA
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Andic Haplustolls, familia medial sobre esquelética arenosa, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Finca Florencia
	Coordenadas planas	X: 497545
		Y: 1596659
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,566
	Línea de vuelo No.	229
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,485 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo a templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	900 mm
	Temperatura promedio anual	20.0°C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	18.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos, cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	95 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Partes altas de los cañones se utilizan en la agricultura
	Cultivos	Café bajo sombra, maíz y frijol
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente escarpadas, erosión severa, fragmentos de roca en el perfil, drenaje moderadamente excesivo y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Bosque natural con especies de pino y encino
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		23-07-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 28 cm Ap	Color en húmedo negro (2.5YR2.5/1); textura de campo franca y de laboratorio arenosa franca; poca piedra (3%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea y sedimentaria; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.9, neutro; límite gradual y plano.
28 – 65 cm A	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franco limosa y de laboratorio arenosa franca; poca piedra (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea y sedimentaria; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.0, neutro; límite claro y ondulado.
65 – 95 cm Bw	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; abundante piedra (40%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea y sedimentaria; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.3, neutro; límite claro y ondulado.
95 – 130 cm C	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/3); textura de campo y de laboratorio arenosa franca; extremadamente abundante piedra (70%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea y sedimentaria; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.1, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011612)

Cuadro 4.140. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011612)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-28	0.94	1.82	46.44	37.27	34.02	31.87	26.72	23.23	17.03	12.93	35.42	48.35
28-65	0.99	1.93	41.19	35.55	33.40	29.64	26.78	18.09	16.40	9.21	39.49	48.70

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-28	42.65	16.99
28-65	36.92	17

Cuadro 4.141. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011612)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	ppm	Valor	Caliic.
0-28	81.41	15.65	2.95	AF	F	3.00	6.9	5.01	9.52	4.18	8.69	Muy Alta
28-65	77.26	19.78	2.95	AF	FL	5.00	7.0	4.52	8.59	3.23		
65-95	71.33	17.59	11.08	FA	ArA	40.00	7.3	1.38	2.63	1.28		
95-130	81.65	15.44	2.91	AF	AF	70.00	7.1	2.43	4.62	1.02		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-28	31.13	16.22	14.91	16.20	12.86	2.71	0.45	0.18	0.02	41.31	8.71	1.45	0.58	0.1
28-65	30.00	16.92	13.08	16.90	13.09	3.10	0.51	0.20	0.02	43.63	10.33	1.70	0.67	0.1
65-95	20.94	15.31	5.63	15.29	11.65	2.58	0.87	0.19	0.02	55.64	12.32	4.15	0.91	0.1
95-130	18.68	15.70	2.98	15.68	13.03	1.91	0.53	0.21	0.02	69.75	10.22	2.84	1.12	0.1

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-28	52.04	0.50	2.12	75.70	2.77	-	0.56	1.07
28-65	56.33	0.59	2.50	85.50	2.14	-	0.35	1.23
65-95	73.02	0.42	0.47	29.20	7.30	-	-	-
95-130	83.94	0.20	0.40	16.40	4.69	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable (H^{+} + Al^{+++}); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Suelos Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica, perfil modal 011502

En la Figura 4.131, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, tales como textura (por de laboratorio), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

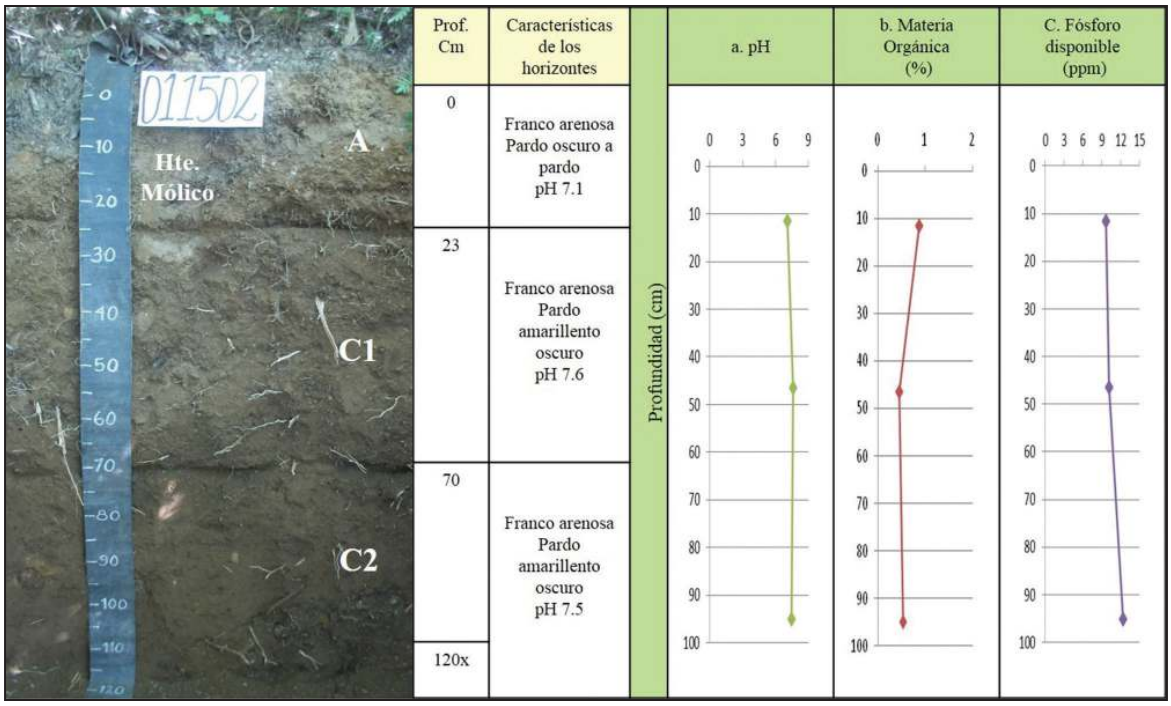


Figura 4.131 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011502) del Grupo Indiferenciado El Recreo. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011502)

Tipo de peril		Modal 2
Unidad Cartográica		Grupo Indiferenciado El Recreo
Símbolo		MCA
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Nueva
	Aldea	Bárcenas
	Caserío, sector, sitio, inca	Ramírez
	Coordenadas planas	X: 486204
		Y: 1609881
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,597
	Línea de vuelo No.	224
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera

Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,659 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,073 mm
	Temperatura promedio anual	18.8 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	16.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos, cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Sin uso agropecuario
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa, drenaje moderadamente excesivo y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Bosque natural con especies de pino, encino
Describió<		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		29-11-2011

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 23 cm A	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR3/3); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea y sedimentaria; estructura granular, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.1, neutro; límite gradual y plano.
23 – 70 cm C1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (25%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea y sedimentaria; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.6, ligeramente alcalino; límite difuso.
70 – 120 cm C2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (25%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea y sedimentaria; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.5, ligeramente alcalino.

C). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 011502)

Cuadro 4.142. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011502)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-23	1.20	2.15	54.99	33.14	21.76	20.76	19.01	13.44	7.53	26.70	17.48	44.19
23-70	1.28	2.04	53.94	32.31	21.96	20.24	19.14	13.74	7.71	22.08	15.17	37.25

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-23	15.48	14.23
23-70	21.03	14.26

Cuadro 4.143. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011502)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-23	60.48	28.37	11.15	FA	FA	15.00	7.1	0.46	0.88	-	-	-	9.67		
23-70	66.36	23.75	9.89	FA	AF	25.00	7.6	0.24	0.46	-	-	-	10.15	7.51	Alta
70-120	66.24	24.65	9.11	FA	AF	25.00	7.5	0.28	0.53	-	-	-	12.38		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	26.56	17.48	9.08	17.48	10.35	4.61	2.08	0.44	-	38.98	17.35	7.84	1.66	0.0
20-60	24.20	17.51	6.68	17.51	10.27	5.09	1.51	0.64	-	42.44	21.05	6.23	2.66	0.0
60-100	33.64	17.79	15.85	17.79	10.36	4.93	1.51	0.98	-	30.79	14.67	4.50	2.92	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	65.83	2.64	1.45	31.52	11.35	-	-	-
20-60	72.38	2.77	1.27	28.11	8.79	-	-	-
60-100	52.87	2.42	1.36	26.97	8.76	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Suelos Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 011602

En la Figura 4.132, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

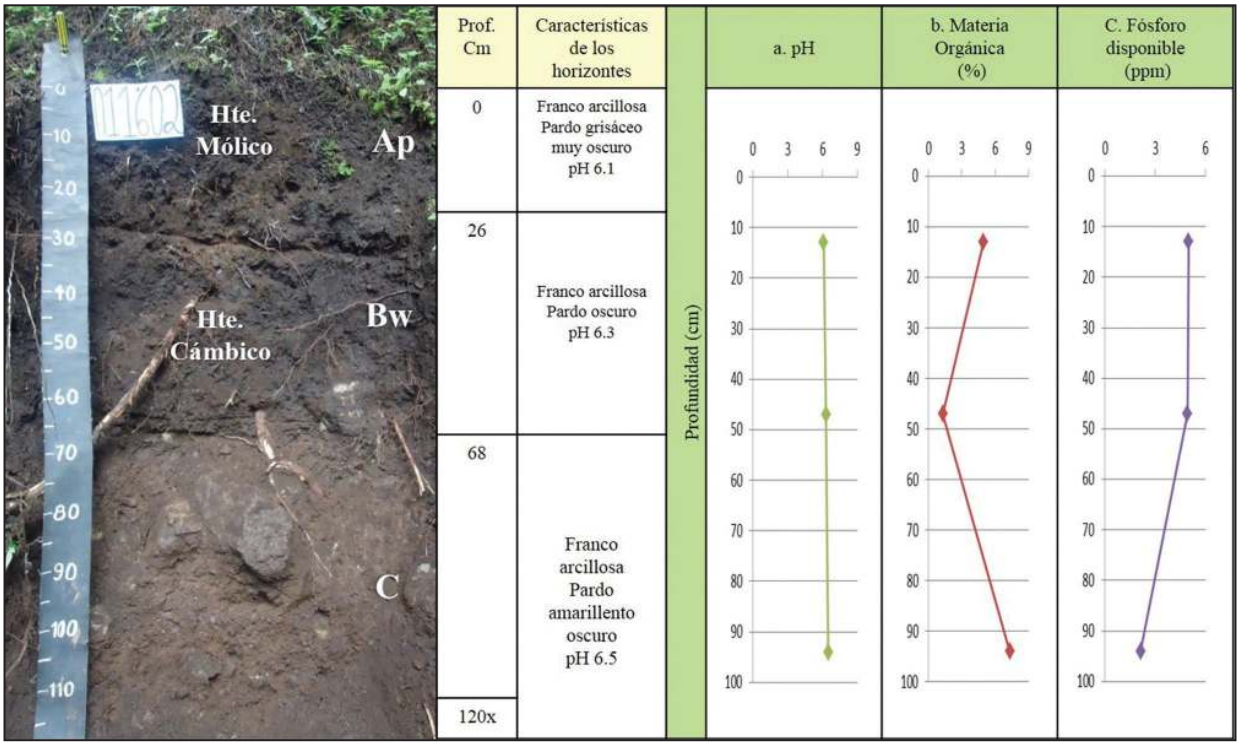


Figura 4.132 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011602) del Grupo Indiferenciado El Recreo. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: M. Tum 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011602)

Tipo de peril		Modal 3
Unidad Cartográica		Grupo indiferenciado El Recreo
Símbolo		MCA
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia franca ina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Finca El Mirón Sector El Pinito
	Coordenadas planas	X: 499888
		Y: 1599440
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,643
	Línea de vuelo No.	228
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,609 msnm.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo a templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	902 mm
	Temperatura promedio anual	18.4 ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	18.1 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos, cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Supericie cubierta	5 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Sin uso agropecuario
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa, mediana pedregosidad superficial y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Bosque natural con especies de pino, encino
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		23-07-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 26 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo y de laboratorio franco arcillosa; poca gravilla (5%), irregular, mediana alteración, de naturaleza ígnea y sedimentaria; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.1, ligeramente ácido; límite gradual y plano.
26 – 68 cm Bw	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; poca gravilla (5%), irregular, mediana alteración, de naturaleza ígnea y sedimentaria; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite claro y plano.
68 – 120 cm C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; abundante piedra (40%), irregular, mediana alteración, de naturaleza ígnea y sedimentaria; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos y medianos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido.

C). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 011602)

Cuadro 4.144. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011602)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-26	1.05	2.14	63.40	44.45	43.78	28.55	25.43	18.74	17.34	15.76	35.17	50.93
26-68	1.13	1.86	70.64	45.50	34.52	30.34	26.60	18.34	17.38	20.07	19.18	39.25

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-26	29.23	26.44
26-68	28.33	17.14

Cuadro 4.145. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011602)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Caliic.
0-26	36.62	30.36	33.02	FAr	FAr	5.00	6.1	2.61	4.95	-	-	-	4.98	7.85	Alta
26-68	33.29	29.91	36.80	FAr	Ar	5.00	6.3	0.68	1.29	-	-	-	4.92		
68-120	41.33	22.59	36.08	FAr	Ar	40.00	6.5	3.86	7.34	-	-	-	2.13		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-26	26.60	15.27	11.33	15.25	10.48	2.71	1.88	0.18	0.02	39.40	10.19	7.07	0.68	0.1
26-68	26.60	12.38	14.22	12.36	9.79	1.80	0.54	0.23	0.02	36.80	6.77	2.03	0.86	0.2
68-120	30.57	12.86	17.71	12.84	9.28	2.47	0.88	0.21	0.02	30.36	8.08	2.88	0.69	0.2

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn	
0-26	57.33	1.10	4.36	35.60	12.50	-
26-68	46.47	1.78	3.88	81.50	6.99	-
68-120	42.00	0.46	1.19	26.10	11.90	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

D). Resumen de la morfología y la calificación de los resultados de laboratorio de los suelos

Suelos del perfil Modal PM 011612

Estos suelos tienen moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.130 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (28 cm de espesor); A (37 cm de espesor); Bw (30 cm de espesor) y C (35 cm de espesor); el horizonte **Ap,** presenta color negro, textura (al tacto) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **A,** tiene color negro, textura (al tacto) franco limosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** posee color pardo muy oscuro, textura (al tacto) arcillo arenosa, estructura en

bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable y el horizonte **C,** muestra un color pardo oscuro, textura (al tacto) arenosa franca, sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.140 y en la granulometría que se muestra en el Cuadro 4.141, los suelos presentan texturas (al tacto) moderadamente gruesas sobre finas. Pocos fragmentos de roca en superficie y extremadamente abundantes fragmentos de roca a los 95 cm La densidad real presenta valores bajos 1.82 a 1.93 g/cc. La densidad aparente presenta valores muy bajos (0.94 a 0.99 g/cc). La porosidad total presenta valores altos (48% a 49%), en cuanto a la distribución porcentual de los macroporos y microporos en los horizontes superficiales, existe una dominancia de los microporos con valores de 35% y 39%, mientras que los valores de los macroporos están en un 13% y 9%; estos valores indican moderada permeabilidad, infiltración y drenaje. La retención de humedad tiene bajos valores (16%-17%), implica baja humedad aprovechable para las plantas. Asimismo, hay limitaciones físicas a los 95 cm, provocadas por la presencia de fragmentos de roca, que restringen la penetración de las raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.141, los suelos presentan un pH neutro (6.9-7.3), en todos los horizontes, los cuales no presentan restricciones para la mayoría de los cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), presenta valores altos en superficie (5.01%), y bajos (4.52%), en profundidad, debe incrementarse el contenido de materia orgánica para mejorar sus condiciones físicas, químicas y biológicas.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), muestra niveles medios en el cuarto horizonte y altos en los demás, lo cual indica que los suelos tienen un alto potencial para retener nutrientes para las plantas. Los suelos presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), con valores medios (16.20 a 15.29 meq/ 100 g), esta reserva se considera insuficiente, debe suplementarse. La saturación de bases (SB), tiene valores altos (52%-84%), en todos los horizontes.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen valores bajos en todo el perfil y el potasio (K), es alto en todos los horizontes. En el caso de los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas en todo el perfil; el magnesio (Mg), es alto en el segundo horizonte y medio en los demás.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), presenta valores bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe), presenta contenidos altos en superficie y disminuye en profundidad y el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades baja en superficie y aumenta en profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es muy alta.

Suelos del perfil modal 011502

Estos suelos son de moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.131 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura A (23 cm de espesor); C1 (47 cm de espesor) y C2 (50 cm de espesor); el horizonte **A,** tiene color pardo oscuro a pardo, textura (por de laboratorio) franco arenosa, estructura granular, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **C1,** posee un color pardo amarillento oscuro, textura (por de laboratorio) franco arenosa, sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo suelta y el horizonte **C2,** presenta color pardo amarillento oscuro, textura (por de laboratorio) franco arenosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo friable.



De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.142 y en la granulometría que se muestran en el Cuadro 4.143, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas. Presenta frecuente gravillas en profundidad pero esta no limita la penetración de las raíces. La densidad real presenta valores bajos (2.15 a 2.04 g/cc); así como la densidad aparente también presenta valores bajos (1.20 a 1.28 g/cc). La porosidad total presenta valores medios (44% a 37%), en cuanto a la distribución porcentual de los macroporos y microporos en los horizontes superficiales, existe una dominancia de los macroporos con valores de 26% y 22%, mientras que los valores de los microporos están en un 17% y 15%, responsables de la buena permeabilidad, infiltración y drenaje. La retención de humedad es baja (14%). No presenta limitaciones físicas para el desarrollo y crecimiento radicular.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.143, los suelos presentan un pH neutro (7.1), en el primer horizonte y ligeramente alcalino (7.5-7.6), en los demás. El contenido de materia orgánica (MO), posee valores bajos (0.88%-0.46%), en todo el perfil.

Referente a la capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee valores altos en todo el perfil, lo que indica que estos suelos presentan un alto potencial para retener nutrientes para las plantas. Los suelos presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), con valores medios (18 meq / 100 g de suelo), esta reserva se considera insuficiente, debe suplementarse. La saturación de bases (SB), presenta valores altos (72%-53%), en todo el perfil.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y fósforo (P), tienen valores bajos en todos los horizontes, el potasio (K), se encuentran en cantidades altas en todo el perfil. Respecto a los **cationes,** el calcio (Ca), y el magnesio (Mg), se encuentran en niveles altos en todos los horizontes.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores medios en todos los horizontes, el zinc (Zn), tiene niveles bajos en todo el perfil; el hierro (Fe), contiene valores altos en todos los horizontes y el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades altas en superficie y disminuye en profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

Suelos del perfil modal 011602

Estos suelos son de moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.132 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (26 cm de espesor); Bw (42 cm de espesor) y C (52 cm de espesor); el horizonte **Ap,** tiene color pardo grisáceo muy oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** posee un color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable**.** El horizonte **C,** presenta color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.144 y en la granulometría que se muestra en el Cuadro 4.145, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas, presenta abundantes fragmentos de roca a los 68 cm La densidad real presenta valores bajos (2.14 a 1.86 g/cc); así como la densidad aparente también presenta valores bajos (1.05 a 1.13 g/cc). La porosidad total en el perfil varía de alta (51%), en el horizonte superficial a media (39%), en profundidad, en cuanto a la distribución porcentual de los macroporos y microporos en los horizontes superficiales, existe una dominancia de los microporos con valores de 35% y 19%, mientras que los valores de los macroporos están en un 15 a 20%, responsables de una buena

permeabilidad, moderada infiltración y un buen drenaje, debido a las texturas (de laboratorio) moderadamente finas presenta una humedad aprovechable media (26 %), en superficie y decrece (17%, en profundidad). No presenta limitaciones físicas para el desarrollo y crecimiento radicular.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.145, los suelos presentan un pH ligeramente ácido (6.1-6.5), en todo el perfil. El contenido de materia orgánica (MO), varia de medio en superficie (4.95%), bajo (1.29%), en el segundo horizonte y aumenta (7.34%), en el último, es urgente incrementar la materia orgánica en el suelo para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas.

En cuanto a la capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee valores altos en todo el perfil, lo cual indica que los suelos presentan un alto potencial para retener nutrientes para las plantas. Los suelos presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), con valores medios (15.25 a 12.36 meq / 100 g de suelo), esta reserva se consideran insuficiente, es necesario suplementarla. La saturación de bases (SB), es alta (57%), en superficie y media (46%-42%), en profundidad.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y fósforo (P), tienen valores bajos en todos los horizontes, el potasio (K), se encuentran en cantidades altas en todo el perfil. Respecto a los cationes, el calcio (Ca), es alto en todo el perfil y el magnesio (Mg), posee niveles medios en todos los horizontes.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores bajos en todos los horizontes, el zinc (Zn), tiene niveles medios en superficie y disminuye en profundidad, el hierro (Fe), y el manganeso (Mn), contienen valores altos en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

E). Características de los suelos y recomendaciones generales de uso y manejo del perfil modal (PM 011612)

Estos suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), presentan moderada evolución, son moderadamente profundos; tienen drenaje moderadamente excesivo; texturas (al tacto) moderadamente gruesas sobre finas, abundantes fragmentos de roca en el perfil; pH neutro; con contenidos altos de materia orgánica en superficie; capacidad de intercambio de cationes, bases intercambiables con valores medios y saturación de bases altas, fertilidad muy alta. El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", debido a que los suelos permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", porque la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos se originan de las pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y fuertemente escarpadas (>75%), la erosión severa, los fragmentos de roca en el perfil, el drenaje moderadamente excesivo y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión severa; moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión severa, tienen capacidad de uso forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales, manejo de los bosques naturales como zonas de amortiguamiento de cañones y cañadas, bajo planes de manejo y control de incendios forestales.

Las fases que tienen pendientes fuertemente escarpadas (>75%), la erosión severa, presentan capacidad de uso para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

En las fases que presentan capacidad de uso forestal, es muy importante mantener la cobertura vegetal como protección al impacto de la gota de lluvia y así evitar la erosión hídrica. En el caso de plantaciones forestales, deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales por planta, protegiendo los taludes con barreras vivas. Es muy importante aumentar el contenido de materia orgánica del suelo para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas, para lo cual se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque. Se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil; este aumento de humedad en el suelo favorece el desarrollo del mismo y mejora sus propiedades físicas y químicas. El manejo de los bosques debe hacerse bajo un plan de manejo regido por el Servicio Forestal Nacional y que incluya el control de incendios forestales.

Para la fase con capacidad de uso para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad, debe conservarse la vegetación existente y propiciar la regeneración natural. Asimismo es urgente reforestar con especies arbóreas nativas en las áreas deforestadas. Evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas. Establecer programas de control de incendios forestales.

F) Capacidad de uso y recomendaciones especificas del perfil modal (PM 011612)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, la fase MCAe3 pertence a la clase VII, subclase VII e y grupo de manejo VII e-1; la fase MCAf3 pertenece a la clase VII, subclase VII pe y grupo de manejo VII pe-1, poseen vocación forestal. La fase MCAg3 pertence a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-2, posee vocación para la conservación de la cobertura boscosa, recursos hídricos y la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.1.64 Unidad MCB

Grupo Indiferenciado El Tabacal: Typic Ustorthents, familia esquelética franca, activa, no ácida, isotérmica, perfil modal 010529 y Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica, perfil modal 010528.

Esta unidad cartográfica tiene suelos que pertenecen al Orden Entisol y se encuentran a inmediaciones de las finca El Rosario y Espiga de Oro, del municipio de Guatemala. Los caseríos Agua Zarca, El Trapichito, fincas El Faldón, San Vicente Las Hormigas, la comunidad Las Guayabitas, paraje Potreritos del municipio de Palencia. La finca Río Negro, del municipio de San José Pinula. La unidad cartográfica abarca una extensión de 2,209 hectáreas. En la Figura 4.133 se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.133 Cañones y cañadas cobertura vegetal compuesta por bosque natural y pequeñas áreas con cultivos agrícolas en las partes altas. Municipio de Palencia (Foto: J. del Cid 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), los clima de la unidad, son "templado húmedo a templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica presentan una temperatura media anual de 18.9 °C; 964 mm de precipitación y una altitud media de 1,100 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.133, posee agricultura y relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas; en pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), moderadamente escarpadas (50 al 75%) y fuertemente escarpadas (>75%); correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve cañones y cañadas.

La unidad cartográfica está compuesta por los suelos Typic Ustorthents, familia esquelética franca, activa, no ácida, isohipertérmica (perfil modal PM 010529) y el suelo Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica (perfil modal PM 010528).

El Grupo indiferenciado El Tabacal presenta las siguientes fases:

- **MCBe3:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión de grado severo. Tiene una superficie de 271 ha.
- **MCBf3:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), erosión de grado severo. Tiene una superficie de 712 ha.
- **MCBfp3:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial, erosión de grado severo. Tiene una superficie de 1,159 ha.
- **MCBg3:** Caracterizada por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión de grado severo. Tiene una superficie de 67 ha.

A). Descripción de los perfiles modales

Suelos Typic Ustorthents, familia esquelética franca, activa, no ácida, isohipertérmica, perfil modal 010529

En la Figura 4.134, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

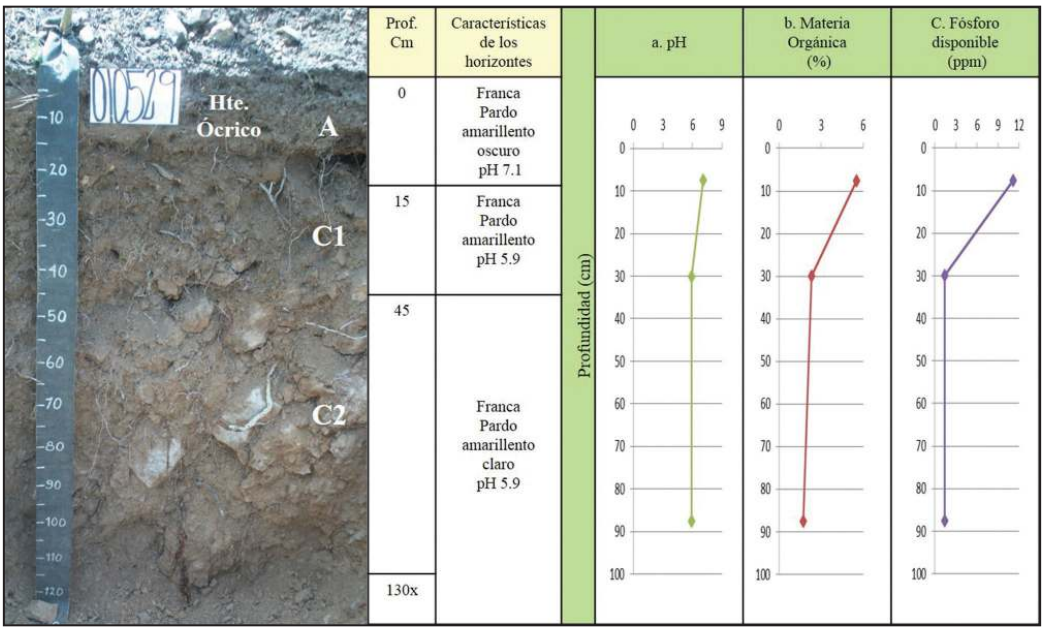


Figura 4.134 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010529) del Grupo Indiferenciado El Tabacal. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: J. del Cid 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010529)

Tipo de peril		Modal 1
Unidad Cartográica		Grupo Indiferenciado El Tabacal
Símbolo		MCB
Horizontes Diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del Suelo		**Typic Ustorthents, familia esquelética franca, activa, no ácida, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Palencia
	Aldea	Las Guayabitas
	Caserío, sector, sitio, inca	Camino que conduce a Las Calderas, desvío para Potreritos
	Coordenadas Planas	X: 518501
		Y: 1626331

Fotografías Aéreas	**Foto No.**	6,962
	Línea de vuelo No.	219
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente Morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		1,195 m
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo a templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	918 mm
	Temperatura promedio anual	25.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	24.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en Masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos Rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad Supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abúndate
	Supericie cubierta	20 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad Efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	45 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (>60% por volumen)

Uso	**Actual**	En las partes altas de los cañones hay áreas con agricultura
	Cultivos	Café bajo sombra, maíz y frijol
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente fuertemente escarpadas, erosión severa, abundante pedregosidad superficial, presencia de fragmentos de roca en el perfil, drenaje moderadamente excesivo y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Bosque natural con especies de pino, encino, matorrales, zarza, clavellina, cola de gato
Describió		Judith Azucena del Cid Herrera, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		13-07-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 15 cm A	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franca; frecuente piedra (20%), sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, medianos y gruesos; muchas raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.1, neutro; límite gradual e irregular.
15 – 45 cm C1	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franca; abúndate piedra (40%), sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; muchos poros, medianos y gruesos; frecuentes raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.9, moderadamente ácido; límite gradual e irregular.
45 – 130 cm C2	Color en húmedo pardo amarillento claro (10YR6/4); textura de campo arenosa y de laboratorio franca; extremadamente abúndate piedra (80%), sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta; en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, medianos y gruesos; pocas raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.9, moderadamente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 010529)

Cuadro 4.146. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010529)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-15	0.84	1.62	43.19	38.79	29.11	25.85	22.08	12.83	7.25	15.70	32.45	48.15
15-45	0.80	2.10	38.15	34.64	26.13	24.92	20.32	8.13	7.02	19.50	42.40	61.90
45-130	1.02	2.30	27.08	24.49	22.43	17.77	18.43	16.70	10.07	9.56	46.10	55.65

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-15	14.67	21.86
15-45	23.37	19.11
45-130	23.61	12.36

Cuadro 4.147. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010529)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	Fósforo	Fertilidad***	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	ppm	Valor	Caliic.
0-15	41.42	35.74	22.84	F	AF	20.00	7.1	2.92	5.54	11.19	7.03	Alta
15-45	34.14	45.18	20.68	F	AF	40.00	5.9	1.23	2.33	1.36		
45-130	42.83	32.03	25.14	F	A	80.00	5.9	0.91	1.72	1.42		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-15	11.96	7.77	4.19	7.75	5.62	1.49	0.39	0.25	0.02	46.99	12.46	3.26	2.09	0.3
15-45	7.98	2.74	5.24	2.66	0.67	1.25	0.47	0.27	0.08	8.40	15.66	5.89	3.38	2.9
45-130	11.96	3.69	8.27	3.62	0.95	1.65	0.78	0.24	0.07	7.94	13.80	6.52	2.01	1.9

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-15	64.80	0.20	0.20	3.22	17.60	-	-	-
15-45	33.33	0.20	0.20	20.90	9.54	-	-	-
45-130	30.27	0.20	0.20	9.69	3.23	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Suelos Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica, perfil modal 010528

En la Figura 4.135, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (por de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

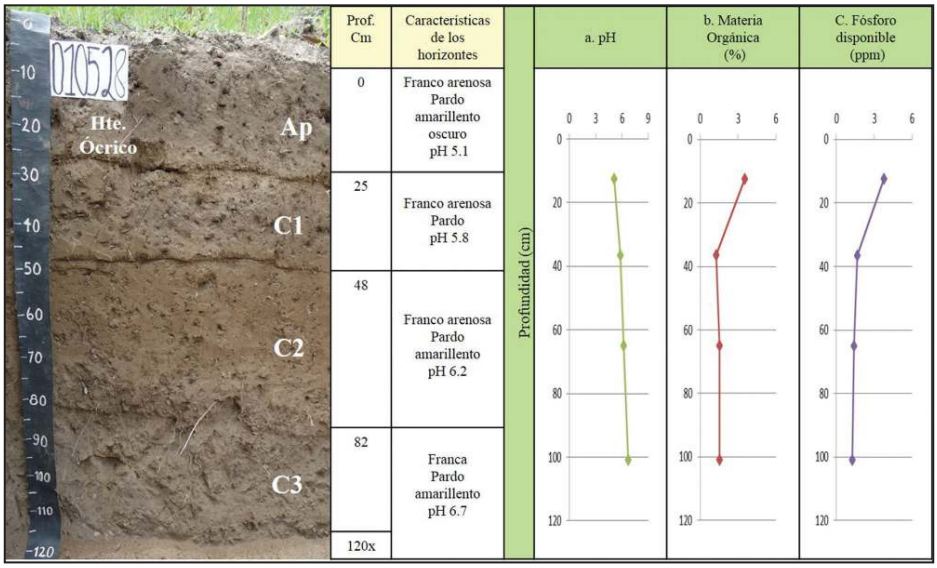


Figura 4.135 Se observan los diferentes horizontes identificados dentro del perfil modal (PM 10528) del Grupo Indiferenciado El Tabacal. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: M. Tum 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010528)

Tipo de peril		Modal 2
Unidad Cartográica		Grupo Indiferenciado El Tabacal
Símbolo		MCB
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Palencia
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Finca San Vicente Las Hormigas
	Coordenadas planas	X: 513642
		Y: 1625072
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,030
	Línea de vuelo No.	220
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		1,071 m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo a templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	951 mm
	Temperatura promedio anual	22.5 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	26.0 °C.
Drenaje	**Interno**	Medio a rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos, cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-

Pedregosidad supericial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Supericie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Forestal
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes fuertemente escarpadas, drenaje moderadamente excesivo, erosión severa y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Bosque natural de pino y encino
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		13-07-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; estructura granular, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.1, fuertemente ácido; límite gradual y plano.
25 – 48 cm C1	Color en húmedo pardo (10YR5/3); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.8, moderadamente ácido; límite claro y plano.
48 – 82 cm C2	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción NaF, ni al HCl, ligero al H_2O_2; pH 6.2, ligeramente ácido; límite gradual y plano.
82 – 120 cm C3	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franca; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; poros no evidentes; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.7, neutro.

C). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 010528)

Cuadro 4.148. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010528)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	0.90	2.29	49.33	35.78	29.81	18.20	16.05	6.04	4.37	24.02	36.68	60.70
25-48	0.90	2.01	46.66	35.63	23.57	15.89	14.37	6.87	5.42	27.33	27.90	55.22
48-82	0.66	2.52	34.78	32.15	25.24	23.35	17.41	10.58	6.75	20.25	53.56	73.81

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-25	6.32	25.44
25-48	8.91	18.15
48-82	11.58	18.49

Cuadro 4.149. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del modal (PM 010528)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	ppm	Valor	Caliic.
0-25	65.52	23.05	11.43	FA	AF	-	5.1	1.86	3.53	3.75	6.75	Alta
25-48	63.25	24.55	12.20	FA	AF	-	5.8	0.67	1.28	1.66		
48-82	55.52	29.03	15.45	FA	AF	-	6.2	0.80	1.52	1.38		
82-120	48.93	33.24	17.83	F	AF	-	6.7	0.81	1.54	1.27		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-25	11.39	6.05	5.34	5.95	3.90	1.40	0.44	0.21	0.10	34.24	12.29	3.86	1.84	1.7
25-48	7.41	4.84	2.57	4.72	2.35	1.62	0.47	0.28	0.12	31.71	21.86	6.34	3.78	2.5
48-82	9.68	4.81	4.87	4.77	1.71	2.23	0.56	0.27	0.04	17.67	23.04	5.79	2.79	0.8
82-120	10.82	5.67	5.15	5.65	2.26	2.38	0.70	0.31	0.02	20.89	22.00	6.47	2.87	0.4

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-25	52.24	20.20	0.28	46.30	10.60	-	-	-
25-48	63.70	0.25	0.20	23.00	7.81	-	-	-
48-82	49.28	0.24	0.20	5.79	7.40	-	-	-
82-120	52.22	0.20	0.20	1.00	12.20	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

D). Resumen de la morfología y la calificación de los resultados de laboratorio de los suelos

Suelos del perfil modal 010529

Estos suelos poseen baja evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.134 y la descripción del perfil, estos suelos tienen horizontes con nomenclatura A (15 cm de espesor); C1 (30 cm de espesor) y C2 (85 cm de espesor); el horizonte **A,** presenta color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franca, estructura en

gránulos (granular), débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C1,** de color pardo amarillento, textura (de laboratorio) franca, sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo friable y el horizonte **C2,** posee color pardo amarillento claro, textura (de laboratorio) franca, sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo suelta.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.146 y en la granulometría que se muestran en el Cuadro 4.147, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con extremadamente abundantes fragmentos de roca en perfil a los 45cm La densidad real presenta valores bajos (1.62 a 2.30 g/cc). La densidad aparente presenta valores muy bajos (0.84 a 1.02 g/cc). La porosidad total en el perfil presenta valores altos (48% a 56%), en cuanto a la distribución porcentual de los macroporos y microporos en los horizontes superficiales, existe una dominancia de los microporos con valores de 32% y 46%, mientras que los valores de los macroporos están en un 9% y 19%, a estos valores se asocia una moderada permeabilidad, infiltración y drenaje. La retención de humedad varía de media (22%), en el horizonte superficial a baja (19%), en profundidad. Hay fuertes limitaciones a partir de los 45 cm de profundidad, por la presencia de extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil, que restringen la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.147, los suelos presentan pH neutro (7.1), en el primer horizonte y moderadamente ácida (5.9), en los demás. El contenido de materia orgánica (MO), es alto (5.54%), en superficie y bajo (2.73%-1.72%), en profundidad.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es baja en el segundo horizonte y media en los demás, esto significa bajo potencial del suelo de retener nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores muy bajos (6 a 4.7 meq/100 g de suelo), deben suplementarse. La saturación de bases (SB) es alta (52%-63%), en superficie, media (49%), el tercer horizonte, y alta (52%), en profundidad.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), están en niveles bajos en todo el perfil, el potasio (K), es medio en superficie y aumenta en profundidad. Respecto a los cationes, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades medias en el primer horizonte y disminuye en profundidad; el magnesio (Mg), es bajo en superficie y aumenta en profundidad.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), presentan valores bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe), tiene contenidos altos en el segundo horizonte y bajos en los demás y el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades altas en superficie y disminuye en profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos se califica como alta.

Suelos del perfil modal 010528

Estos suelos son de baja evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.135 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (25 cm de espesor); C1 (23 cm de espesor); C2 (34 cm de espesor) y C3 (38 cm de espesor); el horizonte **Ap,** tiene color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en gránulos, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo muy friable. El horizonte **C1,** posee color pardo, textura (de laboratorio) franco arenosa; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta. El horizonte **C2**, con color pardo amarillento, textura (de laboratorio) franco arenosa, sin estructura (grano suelto), consistencia en húmedo suelta y el horizonte **C3,** es de color pardo amarillento, textura (de laboratorio) franca, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable.



De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.148 y en la granulometría que se muestra en el Cuadro 4.149, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas. La densidad real presenta valores bajos (2.29 a 2.52 g/cc). La densidad aparente presenta valores muy bajos (0.90 a 0.66 g/cc). La porosidad total en el perfil presenta valores muy altos (61% a 74%), en cuanto a la distribución porcentual de los macroporos y microporos en los horizontes superficiales, existe una dominancia de los microporos con valores de 27% y 53%, mientras que los valores de los macroporos están en un 20% a 27%, responsables del comportamientos de una moderada permeabilidad, infiltración y drenaje. La retención de humedad varía de media (25%), en el horizonte superficial a baja (18%), en profundidad. No presentan limitantes para la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.149, los suelos tienen un pH fuertemente ácido (5.1), en el primer horizonte, moderadamente ácido (5.8), en el segundo, ligeramente ácido (6.2), en el tercero y neutro (6.7), en el cuarto horizonte, pueden existir restricciones en superficie para algunas plantas, por el grade de acidez en el suelo, deben realizarse enmiendas. El contenido de materia orgánica (MO), posee valores medios en superficie y bajo en profundidad.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), contiene niveles medios en el primer y cuarto horizonte y baja en los demás, su potencial para retener nutrientes para las plantas es bajo. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), muestran valores bajos (4 a 6 meq/100 g de suelo), deben suplementarse. La saturación de bases (SB), se califica como media (49%), en el tercer horizonte y alta en los demás (>50%).
Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen valores bajos en todo el perfil, el potasio (K), es alto en todos los horizontes. Respecto a los cationes, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades medias en el primer horizonte y bajas en los siguientes; el magnesio (Mg), es bajo en el primer horizonte y medio en los demás.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), muestra niveles altos en el primer horizonte y bajos en los demás, el zinc (Zn), presenta valores bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe), tiene contenidos altos en superficie y disminuye en profundidad y el manganeso (Mn), es alto en el primer y cuarto horizonte y medios en los demás. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

E). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010529)

Considerando que el suelo Typic Ustorthents, familia esquelética franca, activa, no ácida, isotérmica, (PM 010529), tiene más limitaciones en esta unidad cartográfica, las características principales y las recomendaciones generales de uso y manejo son dirigidas a este suelo.

Estos suelos se han originado a partir de tobas e ignimbritas, de baja evolución. Estos suelos son superficiales, con drenaje moderadamente excesivo; textura (de laboratorio) moderadamente finas, con extremadamente abundantes fragmentos de roca; con pH neutros en superficie; contenidos altos de materia orgánica en superficie; con capacidad de intercambio de cationes media en superficie, bases intercambiables con valores muy bajos, y saturación de bases altas en superficie, fertilidad alta. El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", debido a que los suelos permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", porque la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, se deben a las pendientes ligeramente escarpadas

(25 al 50%) y fuertemente escarpadas (>75), la erosión severa, la mediana pedregosidad superficial en algunas áreas, los fragmentos de roca en el perfil y el drenaje moderadamente excesivo.

Las fases que presentan pendientes ligeramente escarpadas a moderadamente escarpadas, mediana pedregosidad superficial y erosión severa tienen capacidad de uso forestal. Pertenecen a relieve de cañones y cañadas donde funcionan como área de amortiguamiento de estos cañones. Se considera que no deben dedicarse a actividades productivas.

La fase que tiene pendientes fuertemente escarpadas (>75%) y erosión severa, presenta capacidad de uso para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad dentro del ecosistema de cañones y cañadas. Se recomienda se conserven bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Nacional Forestal que incluyan el control de incendios forestales.

F) Capacidad de uso y recomendaciones especificas del perfil modal (PM 010529)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, la fase MCBe3 pertenece a la clase VII, subclase VII e y grupo de manejo VII e-1; las fases MCBf3 y MCBfp3 pertenecen a la clase VII, subclase VII pe y grupo de manejo VII pe-1, estas tierras poseen vocación forestal. La fase MCBg3 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-2, posee vocación para la conservación de la cobertura boscosa, recursos hídricos y la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.1.65 Unidad MCC

Grupo Indiferenciado Río Aguacapa: Pachic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 011608 y Typic Ustorthents, familia franca fina, superactiva, no ácida, isohipertérmica, perfil modal 011625.

Esta unidad cartográfica tiene suelos que pertenecen a los Ordenes Molisol y Entisol. Los suelos del grupo indiferenciado Río Aguacapa se encuentran a inmediaciones de las fincas Carmen Hortensia, Las Escobas y Los Dolores del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 1,282 hectáreas. En la Figura 4.136 se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.136 Cañones y cañadas con bosque y arbustos; municipio de Villa Canales (Foto: C. García 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), los climas de la unidad, son "templado húmedo a semicalido subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica presentan una temperatura media anual de 10.1 °C; 1,893 mm de precipitación y una altitud media de 1,400 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en las zonas de vida denominadas: Bosque Húmedo Subtropical templado, bh-S (t) y el Bosque Muy Húmedo Subtropical (cálido) bmh-S (c), caracterizados la primera zona de vida, por las especies de pino (*Pinus* spp) y Encino (*Quercus* spp), entre otras. La segunda zona de vida indicada, se caracteriza por las especies de conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) y palo blanco (*Cybistax donnell-smithii),* entre otras. De acuerdo con la Figura 4.136, la cobertura vegetal es bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas; en pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), moderadamente escarpadas (50 al 75%) y fuertemente escarpadas (>75%); correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve cañones y cañadas.

La unidad cartográfica está compuesta por los suelos Pachic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil modal PM 011608) y por los suelos Typic Ustorthents, familia franca fina, superactiva, no ácida, isohipertérmica (perfil modal PM 011625).

El Grupo Indiferenciado Río Aguacapa presenta las siguientes fases:

- **MCCe3:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado severo. Tiene una superficie de 174 ha.
- **MCCf3:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado severo. Tiene una superficie de 26 ha.
- **MCCfp3:** fase caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado severo. Tiene una superficie de 579 ha.
- **MCCg3:** fase caracterizada por pendientes fuertemente escarpadas (>75%) y erosión de grado severo. Tiene una superficie de 213 ha.
- **MCCgp3:** fase caracterizada por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado severo. Tiene una superficie de 290 ha.

A). Descripción de los perfiles modales

Suelos Pachic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 011608

En la Figura 4.137, se presentan aspectos de la morfología del Perfil Modal 011608, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

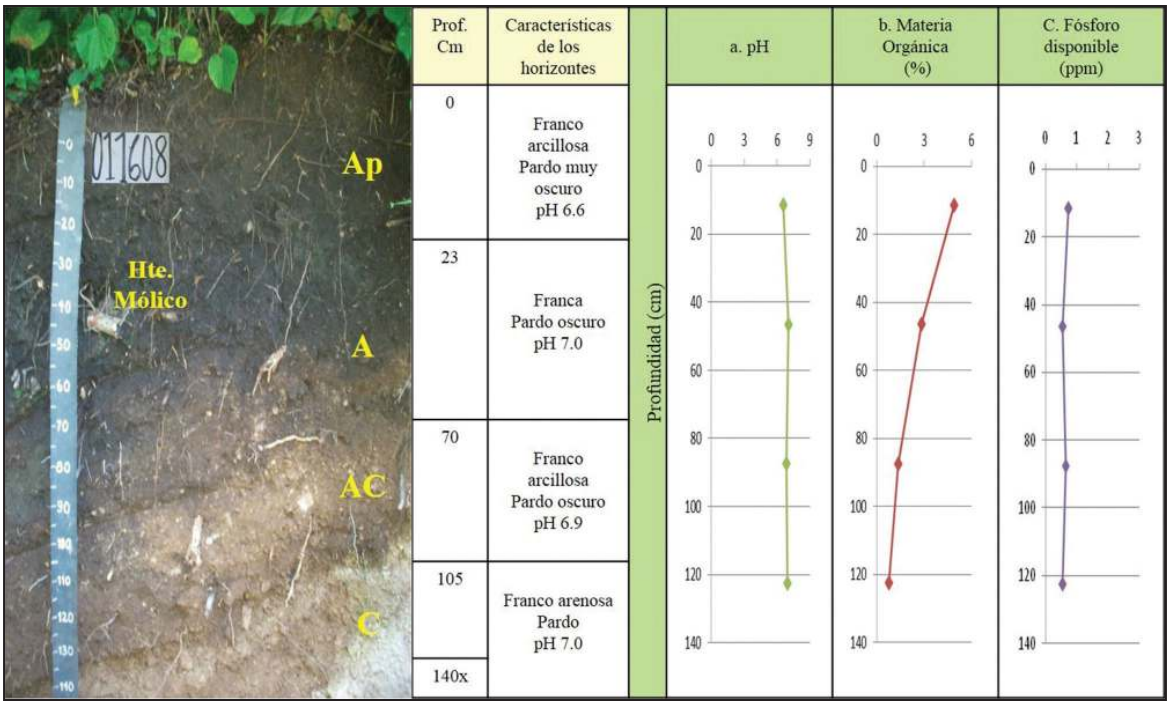


Figura 4.137 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011608), del Grupo Indiferenciado Río Aguacapa. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011608)

Tipo de peril		Modal 1
Unidad Cartográica		Grupo Indiferenciado Río Aguacapa
Símbolo		MCC
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
Tasonomía del suelo		**Pachic Haplustolls, familia franca ina, superactiva, isotérmica,**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Labor Agua Santa
	Coordenadas planas	X: 493676
		Y: 1580862
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,549
	Línea de vuelo No.	234
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera

Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		822 m
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo a semicálido subhúmedo
	Precipitación promedio anual	2,000 mm
	Temperatura promedio anual	20.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	22.0 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Supericie cubierta	40 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	140 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura, forestal
	Cultivos	Café bajo sombra
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, abundante pedregosidad superficial, déficit de agua en época seca y erosión severa
Vegetación natural		Ceibillo, palo blanco, chichipate
Describió		César David García Sic, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		31-07-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 23 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arcillosa; poca piedra (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; muchas raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución anormal; mucha actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.6, neutra; límite claro y ondulado.
23 – 70 cm A	Color en húmedo pardo oscuro (10YR2/1); textura de campo y de laboratorio franca; poca piedra (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; muchas raíces, finas, medias y gruesa, vivas, de distribución anormal; mucha actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.0, neutra; límite claro y ondulado.
70 – 105 cm AC	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/2); textura de campo franco limosa y de laboratorio franco arcillosa; abundante piedra (40%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; muchas raíces, finas, medias y gruesa, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.9, neutra; límite claro y ondulado.
105 – 140 cm C	Color en húmedo pardo (10YR7/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; extremadamente abundante piedra (80%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.0, neutra.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos del perfil modal (PM 011608)

Cuadro 4.150. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011608)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-23	0.99	1.95	54.88	34.98	29.68	28.17	21.71	20.43	14.99	22.60	26.63	49.23
23-70	0.96	2.47	49.90	34.29	29.49	28.23	20.79	19.51	12.91	25.01	36.12	61.13

Profundidad	Humedad gravimetrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-23	61.4	14.70
23-70	27.54	16.58

Cuadro 4.151. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011608)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	ppm	Valor	Caliic.
0-23	31.44	36.93	31.63	FAr	F	5.00	6.6	2.58	4.90	0.73	7.85	Alta
23-70	29.1	48.37	22.53	F	F	10.00	7.0	1.50	2.85	0.55		
70-105	38.56	33.00	28.44	FAr	FL	40.00	6.9	0.72	1.37	0.64		
105-140	52.95	30.48	16.57	FA	FAr	80.00	7.0	0.42	0.80	0.55		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-23	29.05	21.43	7.63	21.43	17.85	2.48	1.05	0.05	-	61.44	8.53	3.62	0.16	0.0
23-70	30.19	19.96	10.23	19.96	16.44	2.53	0.93	0.07	-	54.44	8.38	3.09	0.22	0.0
70-105	25.07	17.43	7.63	17.43	13.84	1.78	1.75	0.07	-	55.21	7.11	6.97	0.27	0.0
105-140	18.80	12.01	6.79	12.01	8.95	1.09	1.88	0.09	-	47.60	5.82	10.02	0.46	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-23	73.75	0.46	5.76	4.16	79.22	-	-	-
23-70	66.12	0.56	2.48	3.16	23.48	-	-	-
70-105	69.56	0.95	1.20	10.15	19.43	-	-	-
105-140	63.89	1.04	0.62	34.70	9.83	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Suelos Typic Ustorthents, familia franca fina, superactiva, no ácida, isohipertérmica, perfil modal 011625

En la Figura 4.138, se presentan aspectos de la morfología del Perfil Modal 011625, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

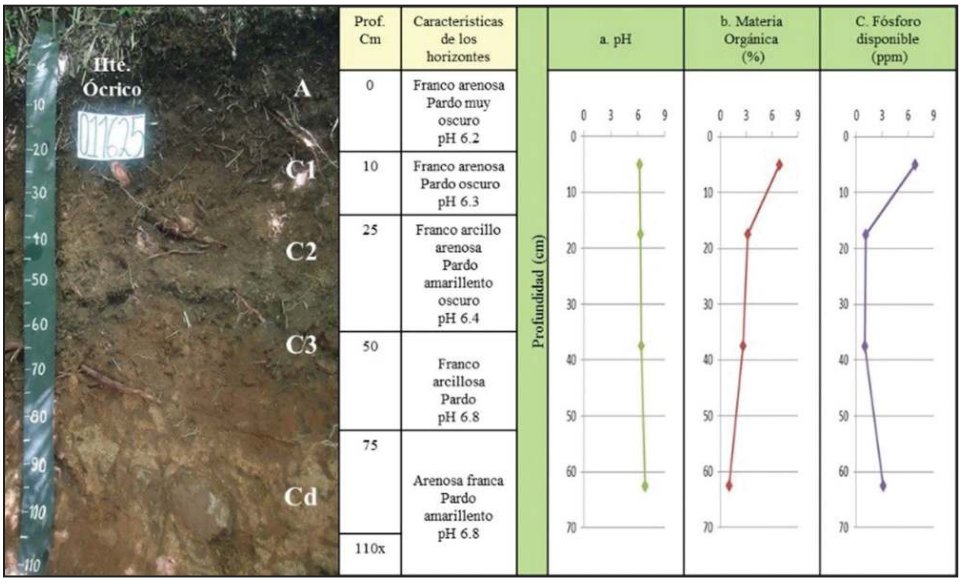


Figura 4.138 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal del Grupo Indiferenciado Río Aguacapa. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: M. Tum 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011625)

Tipo de peril		Modal 2
Unidad Cartográica		Grupo Indiferenciado Río Aguacapa
Símbolo		MCC
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Typic Ustorthents, familia franca ina, superactiva, no ácida, isohipertérmica**
Localización Geográica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, inca	Finca Santa Anita
	Coordenadas planas	X: 491097
		Y: 1575164
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,572
	Línea de vuelo No.	235
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		470 msnm.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente escarpadas
	Rango	> 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo a semicálido subhúmedo
	Precipitación promedio anual	2,051 mm
	Temperatura promedio anual	22.0 ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego.
Clima edáico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm	23.8 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Aloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Supericie cubierta	-
Pedregosidad supericial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Supericie cubierta	10 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	75 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Forestal
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes fuertemente escarpadas, erosión severa, presencia de material compactado y déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Ilamo, encino
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		30-07-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 10 cm A	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; poca grava (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura granular, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos y medianos; muchas raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución anormal; mucha actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.2, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
10 - 25 cm C1	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca grava (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; pocos poros, finos y medianos; muchas raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución anormal; mucha actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
25 – 50 cm C2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; frecuente grava (25%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; pocos poros, finos y medianos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
50 – 75 cm C3	Color en húmedo pardo (7.5YR4/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra; limite claro y ondulado.
75 – 110 cm Cd	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo arenosa franca; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado no pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, medianos; sin raíces; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.8, neutro.

C). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 011625)

Cuadro 4.152. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011625)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-10	0.37	2.09	37.40	32.27	28.81	24.34	21.85	15.43	4.88	18.90	63.39	82.30
10--25	0.69	1.86	33.22	29.83	28.10	24.70	20.43	11.23	6.31	9.69	53.21	62.90
25-50	0.87	1.83	33.59	24.99	18.28	16.96	12.36	9.92	5.64	23.91	28.55	52.46

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-10	42.59	23.93
10—25	29.99	21.79
25-50	14.27	12.64

Cuadro 4.153. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011625)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	Ppm	Valor	Caliic.
0-10	55.32	27.79	16.89	FA	AF	10.00	6.2	3.61	6.86	6.84	6.77	Alta
10—25	59.29	21.04	19.67	FA	A	15.00	6.3	1.67	3.17	1.11		
25-50	55.58	11.94	32.48	FArA	A	25.00	6.4	1.40	2.66	0.99		
50-75	23.73	43.93	32.34	FAr	ArL	-	6.8	0.53	1.01	3.13		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-10	22.64	8.28	14.36	8.25	5.73	1.91	0.40	0.21	0.03	25.31	8.44	1.77	0.93	0.4
10—25	11.89	4.60	7.29	4.56	2.63	1.30	0.44	0.19	0.04	22.12	10.93	3.70	1.60	0.9
25-50	14.72	4.87	9.85	4.84	2.66	1.44	0.52	0.22	0.03	18.07	9.78	3.53	1.49	0.6
50-75	34.53	16.33	18.20	16.28	8.79	5.92	1.05	0.52	0.05	25.46	17.14	3.04	1.51	0.3

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-10	36.44	0.22	0.88	32.40	5.53	-	-	-
10—25	38.35	0.40	0.39	30.80	5.22	-	-	-
25-50	32.88	0.20	0.32	35.30	6.04	-	-	-
50-75	47.15	0.25	0.29	23.30	7.16	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

D). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos

Suelos del perfil modal 011608

Estos suelos poseen moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.137, y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (23 cm de espesor); A (47 cm de espesor); AC (35 cm de espesor)

y C (35 cm de espesor); el horizonte **Ap**, presenta color pardo muy oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo muy friable. El horizonte **A**, es de color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo muy friable, el horizonte **AC,** tiene color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable y el horizonte **C**, muestra un color pardo, textura (de laboratorio) franco arenosa, sin estructura (grano suelto), consistencia en húmedo muy friable.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.150, y de granulometría, que se muestran en el Cuadro 4.151, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con abundantes fragmentos de roca en el perfil a los 105 cm de profundidad. La densidad real presenta valores bajos (1.95 y 2.47 g/cc). La densidad aparente presenta valores muy bajos en superficie (0.99 a 0.96 g/cc). La porosidad total en el perfil varía de alta (49%), en superficie a muy alta (61%), en profundidad, en cuanto a la distribución porcentual de los macroporos y microporos en los horizontes superficiales, existe una dominancia de los microporos con valores de 26% y 36%, mientras que los valores de los macroporos están en un 22% a 25%, responsables del comportamiento de la moderada infiltración, drenaje y buena permeabilidad. La retención de humedad es baja (15%-17%). Muestran limitaciones mecánicas a los 105 cm de profundidad, provocadas por la presencia de extremadamente abundantes fragmentos de roca que restringen la penetración de las raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.151, los suelos presentan un pH (6.6 a 7.0), neutro en todos los horizontes, por lo cual no presenta restricciones para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), posee valores medios en superficie y disminuye en profundidad.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta en superficie y disminuye en profundidad, presentando una alta capacidad de retención de nutrientes, en superficie para las plantas. La reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), muestra valores medios (12 a 21 meq/100 g de suelo), debe suplementarse. La saturación de bases (SB), posee cantidades altas (63%-73%), en todo el perfil.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y fósforo (P), presentan niveles bajos; el potasio (K), es alto en todos los horizontes. Respecto a los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas en todo el perfil; el magnesio (Mg), es bajo en el cuarto horizonte y medio en los demás.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores bajos en todos los horizontes, el zinc (Zn), presenta valores medios en el primer horizonte y disminuye en profundidad; el hierro (Fe), presenta contenidos bajos en superficie y aumenta en profundidad y el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades altas en superficie y disminuye en profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

Suelos del perfil modal 011625

Estos suelos son de baja evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.138 y la descripción del perfil, estos suelos tienen horizontes con nomenclatura A (10 cm de espesor); C1 (15 cm de espesor); C2 (25 cm de espesor); C3 (25 cm de espesor) y Cd (35 cm de espesor); el horizonte **A,** presenta color pardo muy oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en gránulos débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **C1,** es de color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo suelta, el horizonte **C2,** tiene color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa, sin estructura (grano suelto), consistencia en húmedo suelta, el horizonte **C3**, muestra un

color pardo, textura (de laboratorio) franco arcillosa, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable, el horizonte **Cd,** presenta color pardo amarillento, textura (campo) arenosa franca, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.152 y en la granulometría que se muestran en el Cuadro 4.153, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas, pocos fragmentos de roca en el perfil que no son limitantes para la penetración de las raíces. La densidad real presenta valores bajos (2.09 a 1.83 g/cc). La densidad aparente presenta valores muy bajos en superficie (0.37 a 0.87 g/cc). La porosidad total en el perfil varía de muy alta (82%), en el horizonte superficial a alta (52%), en los demás; existe una dominancia de los microporos con valores de 28% y 63%, mientras que los valores de los macroporos están entre 9 y 24%, responsables de una buena permeabilidad, moderada infiltración y drenaje. La humedad aprovechable en el perfil varía de media (24%), en superficie a baja (13%), en profundidad. No presenta limitaciones físicas para el desarrollo y crecimiento radicular.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.153, los suelos presentan un pH (6.8), neutro en el cuarto horizonte y ligeramente ácido (6.2 a 6.4), en los demás. El contenido de materia orgánica (MO), tiene valores altos en superficie (6.86%), y disminuye en profundidad (1.01%).

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee valores altos en superficie, disminuye en profundidad, esta presenta buena capacidad de retención de nutrientes para las plantas. Estos suelos presentan un contenido de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), con valores medios (5 a 16 meq/100 g de suelo), deben suplementarse. La saturación de bases (SB), es media (36%-47%), en superficie y disminuye (32%), en profundidad.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y fósforo (P), tienen niveles bajos; **cationes**, el potasio (K) es alto en todo el perfil. Respecto a los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades medias en superficie y disminuye en profundidad; el magnesio (Mg) es medio en el primer horizonte y disminuye con la profundidad; el contenido de fósforo disponible (P) es bajo en todos los horizontes.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), presentan valores bajos en todo el perfil; el hierro (Fe), presenta contenidos altos en todos los horizontes y el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades medias en todo el perfil. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

E). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del perfil (PM 11608)

Considerando que el suelo Pachic Haplustolls, familia franca fina sobre esquelética franca, superactiva, isotérmica, (PM 011608), tiene más limitaciones en esta unidad cartográfica, las características principales y las recomendaciones generales de uso y manejo son dirigidas a este suelo.

Estos suelos se han originado a partir de tobas e ignimbritas, de moderada infiltración. Suelos profundos; con drenaje natural moderadamente excesivo; texturas (de laboratorio) moderadamente finas, extremadamente abundantes fragmentos de roca; pH neutro; con contenidos medios de materia orgánica; con capacidad de intercambio de cationes alta, bases intercambiables con valores medios, con saturación de bases alta, fertilidad alta. El régimen de humedad del suelo se califica como “ústico”, o sea que permanece seco por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es “isotérmico”, esto significa que la temperatura del suelo se encuentra entre 15 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, se vinculan con su posición en el relieve de **cañones y cañadas** que poseen pendientes de ligeramente escarpadas (25 al 50%) a fuertemente escarpadas (>75%), erosión severa, mediana y abundante pedregosidad superficial en algunas áreas y déficit de agua en época seca.

Las fases que presentan pendientes ligeramente escarpadas a moderadamente escarpada (50 al 75%), abundante pedregosidad superficial en algunas áreas y erosión severa, tienen capacidad de uso forestal.

Las fases que tienen pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión severa y fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial y erosión severa, presentan capacidad de uso para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

Las fases con capacidad de uso forestal pertenecen a un relieve de cañones y cañadas, donde funcionan como área de amortiguamiento de estos cañones a los que pertenecen. Se considera que no deben dedicarse a actividades productivas. Asi como la fase que presenta vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad dentro del ecosistema de cañones y cañadas. Para ambas fases, se recomienda se conserven bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Nacional Forestal que incluyan el control de incendios forestales.

F) Capacidad de uso y recomendaciones especificas del perfil modal (PM 011608)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, la fase MCCe3 pertenece a la clase VII, subclase VII e y grupo de manejo VII e-1; las fases MCCf3 y MCCfp3 pertenecen a la clase VII, subclase VII pe y grupo de manejo VII pe-1, poseen vocación forestal. Las fases MCCg3 y MCCgp3 pertenecen a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-2, poseen vocación para la conservación de la cobertura boscosa, recursos hídricos y la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

Continúa en Volumen II.



Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos -DIGEGR-
7ª. Avenida 12-90 zona 13, edificio DIGEGR-MAGA, PBX: 2413-7370, infogeograficamaga@gmail.com
www.maga.gob.gt

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentacón

Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-



Este libro es el resultado de un "Levantamiento de Suelos", proceso que consistió en un intenso trabajo de campo y de laboratorio que permitió conocer las características físicas, químicas y mineralógicas de los suelos del Departamento de Guatemala.

Los suelos fueron clasificados taxonómicamente y se elaboró un Mapa de Suelos y mapas de aplicaciones prácticas: Mapa de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que expresa claramente las vocaciones de los suelos; Mapa de Zonificación de Tierras que es el insumo básico para el proceso de Ordenamiento Territorial y mapas de diferentes variables que son importantes apoyos para mejorar el manejo de los suelos, conservar y restaurar su fertilidad y aumentar la productividad del sector agropecuario y forestal.

Proyecto Mapa de Taxonomía de Suelos y Capacidad de Uso de la Tierra de la República de Guatemala.

Escala 1:50,000