



ACTUALIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE RIEGO DE GUATEMALA

Guatemala | 2023





Ministerio de Agricultura, Ganadería y
Alimentación

(MAGA)

Dirección de Infraestructura Productiva
del Viceministerio de Desarrollo
Económico Rural (VIDER)

ACTUALIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE RIEGO DE GUATEMALA

En el marco de la actualización de Política de Promoción de
Riego 2023-2032 y su plan de inversión

Ciudad de Guatemala, Guatemala agosto 2023





Este documento contó con el apoyo técnico y financiero de:



**Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura**



Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma como aparecen presentados los datos que contiene no implican por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de los países, territorios, ciudades, o zonas, o de sus autoridades, ni respecto a la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionen.

Las opiniones expresadas en esta publicación son las de su(s) autor(es) y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la FAO.







AGRADECIMIENTOS

La *Actualización y Análisis del potencial de riego en Guatemala*, en el marco de la actualización de la Política de Promoción de Riego 2023-2032 y su plan de inversión, se realizó bajo la coordinación del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), con el apoyo técnico de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Agradecemos la valiosa participación de las autoridades de la Dirección de Infraestructura Productiva (DIPRODU) del Viceministerio de Desarrollo Económico Rural (VIDER) del MAGA y por su activo liderazgo durante toda la construcción de este documento.

El proceso de desarrollo y diseño de esta publicación se llevó a cabo bajo la dirección del Centro de Inversiones de la FAO que brindó apoyo financiero y asistencia técnica especializada por medio de Luis Loyola, especialista en infraestructura rural, recursos hídricos y riego de la FAO, quien supervisó el trabajo desarrollado a lo largo de todo el proceso.

Se reconoce el apoyo de los equipos de la FAO en Guatemala que brindaron acompañamiento en la gestión política y técnica en el transcurso del análisis. Además, el desarrollo del trabajo estuvo dirigido por Ricardo Rapallo, representante de la FAO en Guatemala. Un agradecimiento al equipo de FAO-Guatemala, en especial a Nick Estrada, coordinador operativo del trabajo, y a la participación técnica y de edición de Ingrid Quevedo y Evelin Vásquez.

Finalmente, se agradece al equipo técnico especialista de CATIE que estuvo integrado por David Juárez Quim, Erick Motta y Guillermo Santos. Asimismo, Julio López Payés, representante de CATIE en Guatemala, llevó a cabo el seguimiento y monitoreo de las actividades desarrolladas durante el proceso de construcción de este estudio. Como parte del proceso se contó con aportes, comentarios y retroalimentación de Claudio Rodríguez, Byron Contreras y Saúl Lima, especialistas del CATIE.

La *Actualización y Análisis del potencial de riego de Guatemala* será un insumo importante para la actualización de la Política de Riego 2023 –2032 y su plan de inversión.



SIGLAS

CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CC	Capacidad de Campo
cm	Centímetro
CONAP	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
DEM	Modelo de Elevación Digital / Digital Elevation Model
DIAPRYD	Programa de Desarrollo Integral en Áreas con Potencial de Riego y Drenaje
DIGEGR	Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos
DIPRODU	Dirección de Infraestructura Productiva
DIRYA	Dirección Técnica de Riego y Avenamiento
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
ha	Hectárea
ICC	Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático
IGN	Instituto Geográfico Nacional
INE	Instituto Nacional de Estadística
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
LARA	Lámina rápidamente aprovechable de los suelos
m	metro
mm	milímetro
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
PMP	Punto de marchitez permanente
USAID	Agencia Internacional para el Desarrollo del Gobierno de los Estados Unidos de América

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	15
ANTECEDENTES	17
1 Área de estudios	18
1.1 Ubicación y extensión	18
1.2 Vertientes y cuencas hidrográficas	18
2 Determinación de área potencial de riego	20
2.1 Determinación de las demandas o déficits y excedentes mensuales de agua	21
2.1.1 Generación de mapas climáticos de temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar	23
2.1.2 Mapeo de texturas del suelo a nivel nacional de Serie de Suelos de Simmons, actualizado y publicado por MAGA en 2002	30
2.1.3 Determinación de las demandas de agua según el balance hídrico del suelo	33
2.1.4 Resultados del balance hídrico del suelo	36
2.1.4.1 Determinación del área potencial de riego de Guatemala	44
3 Estimación de área regada en Guatemala	54
3.1 Sector empresarial	54
3.2 Programas de fomento de riego del MAGA (2022)	55
3.3 Fomento de riego por otros grupos organizados	56
3.4 Estimación de áreas regadas en Guatemala por diferentes sectores	57
3.5 Potencial de áreas de riego sin infraestructura de riego en Guatemala	57
4 Disponibilidad y demanda de agua para riego en Guatemala	58
4.1 Estimaciones de las recargas anuales de aguas subterráneas	60
4.2 Disponibilidades de aguas superficiales y subterráneas con fines de riego	62
4.3 Balance de disponibilidades y demandas de riego por cuenca	63
4.4 Potencialidad de aguas subterráneas en las áreas potenciales de riego	64
4.4.1 Ubicación de las áreas potenciales de riego según las clasificaciones del potencial de aguas subterráneas	66
4.5 Almacenamiento de agua de riego para agricultores organizados	69
5 Bibliografía	71
6 Anexos	72
6.1 Cuadros de información meteorológica utilizados para los cálculos del balance hídrico de suelo y obtención de área potencial de riego	72
6.2 Talleres de presentación y discusión de la metodología utilizada para calcular el área potencial de riego	91

CUADROS

Cuadro 1. Información de las regiones y vertientes hidrográficas de Guatemala y sus principales características	19
Cuadro 2. Ecuaciones de regresión utilizadas para realizar correcciones a los datos WorldClim	26
Cuadro 3. Láminas disponibles de humedad de diferentes texturas de suelos (mm/cm)	30
Cuadro 4. Láminas rápidamente aprovechables según texturas de suelos	31
Cuadro 5. Modelo de balance hídrico (mm) de suelos con datos de estación INSIVUMEH	34
Cuadro 6. Proporción de tierras de usos agrícolas con pendientes menores o iguales al 50%	48
Cuadro 7. Cuantificación del área potencial de riego de Guatemala	51
Cuadro 8. Priorización de las áreas del potencial de riego según sus demandas de agua	53
Cuadro 9. Estimación de áreas regadas de los principales cultivos de exportación (2022)	54
Cuadro 10. Programas de fomento de riego impulsados por MAGA	55
Cuadro 11. Sistemas de riego fomentados por iniciativa de grupos organizados	56
Cuadro 12. Sectores agrícolas con desarrollos de riego en Guatemala	57
Cuadro 13. Área potencial de riego sin infraestructura de riego	57
Cuadro 14. Porcentajes de infiltración de agua subterránea según unidades geológicas	60
Cuadro 15. Disponibilidad (m ³) de agua por vertiente con fines de riego	63

FIGURAS

Figura 1. Mapa de cuencas hidrográficas de la República de Guatemala, mostrando las vertientes.....	18
Figura 2. Pasos metodológicos para definir el déficit o requerimientos y los excedentes mensuales de agua en sistema suelo-planta-clima del territorio nacional.....	22
Figura 3. Ubicación de las estaciones meteorológicas cuyos registros fueron utilizados para el análisis del área potencial de riego.....	24
Figura 4. Mapas ráster de precipitación pluvial para el mes de enero y por año, elaborados con la información de las estaciones meteorológicas analizadas.....	25
Figura 5. Temperaturas medias mensuales ajustadas de enero.....	27
Figura 6. Temperaturas medias mensuales ajustadas de enero.....	28
Figura 7. Distribución espacial para el mes de enero y en forma anual, de la evapotranspiración potencial.....	29
Figura 8. Mapa de láminas rápidamente aprovechables a 60 cm de suelo y porcentaje de agotamiento (DPM) del 50 %	32
Figura 9. Concepto general de balance hídrico de suelo utilizado para definir la dinámica de almacenamiento, déficit y/o excedentes de agua en el suelo.....	33
Figura 10. Diagrama de flujo para el cálculo del balance hídrico de suelos.....	36
Figura 11. Resultados del déficit de humedad en enero según balance hídrico del suelo.....	37
Figura 12. Déficit o demanda de agua anual a nivel nacional obtenidos al realizar.....	38
Figura 13. Magnitud de los déficits hídricos mensuales en las cuencas de la vertiente del Pacífico.....	39
Figura 14. Periodos de déficits hídricos en las cuencas de las vertientes del Caribe y del Golfo de México.....	40
Figura 15. Mapa de excedentes anuales de agua de lluvia en Guatemala.....	42
Figura 16. Excedente de humedad calculado en el balance hídrico de suelos, cuencas de la vertiente del Pacífico.....	43
Figura 17. Excedente de humedad calculado en el balance hídrico de suelos, cuencas de la vertiente del mar Caribe y del golfo de México.....	44
Figura 18. Metodología usada para determinar el área potencial de riego de Guatemala.....	45
Figura 19. Mapa de usos de la tierra de Guatemala (MAGA, 2020).....	46
Figura 20. Mapa de áreas con pendientes menores o iguales al 50 %.....	47
Figura 21. Mapeo de áreas de déficit hídrico en Guatemala.....	49
Figura 22. Mapa de áreas protegidas de Guatemala.....	50
Figura 23. Ubicación y clasificación según déficits hídricos de áreas potenciales de riego.....	52
Figura 24. Área del potencial de riego (ha) según sus déficits hídricos.....	53
Figura 25. Pasos metodológicos para estimar la disponibilidad de agua para riego.....	58
Figura 26. Mapas de excedentes y de geología de Guatemala y los criterios usados para estimar disponibilidades de aguas superficiales y subterráneas.....	59
Figura 27. Mapa de porcentajes de infiltración de aguas subterráneas según unidades hidrogeológicas.....	61
Figura 28. Disponibilidades por vertientes de aguas superficiales y subterráneas con fines de riego.....	62
Figura 29. Balance de disponibilidades y demandas de agua de riego por cuenca en la vertiente del Pacífico de Guatemala.....	64
Figura 30. Balance de disponibilidades y demandas de agua de riego por cuenca en la vertiente del mar Caribe de Guatemala.....	64
Figura 31. Balance de disponibilidades y demandas de agua de riego por cuenca en la vertiente del golfo de México.....	65
Figura 32. Mapa de potencialidad de suministro de aguas subterráneas de Guatemala (2009).....	66
Figura 33. Mapa de ubicación de zonas potenciales para riego y zonas potenciales de aguas subterráneas en la república de Guatemala.....	67
Figura 34. Área (ha) de las combinaciones entre los tres niveles de déficit hídricos de las áreas potenciales de riego y las cinco potencialidades de aguas subterráneas.....	68
Figura 35. Talleres de presentación y discusión de la metodología utilizada para calcular el área potencial de riego.....	91



PRESENTACIÓN

La Política de Promoción del Riego 2013-2023 impulsada por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, fue alineada con la Estrategia de seguridad alimentaria y de reducción de la desnutrición, especialmente en zonas donde la implementación adecuada del riego puede apoyar fuertemente en la reducción de esta problemática (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, 2013).

La actual Política de Promoción del Riego está por cumplir 10 años de haberse implementado y necesita de una revisión y actualización, iniciando con la actualización de las áreas con potencial de riego.

En 1990 se publicó por primera vez un estudio de estimación de las áreas con potencial de riego en Guatemala, usando la información climática y edáfica del momento, así como con las tecnologías disponibles en esa época.

El presente trabajo de determinación del área potencial de riego en Guatemala y su priorización ha sido realizado considerando los avances tecnológicos actuales, en cuanto a la utilización de los Sistemas de Información Geográfica, la obtención de información básica de precipitación y otras características de clima y suelos disponibles, por medio de agencias internacionales de clima e investigaciones de la tierra y su respectiva tabulación.

Por ser una determinación de área a escala nacional, los resultados se presentan a nivel de cuenca hidrográfica y de departamento (división político-administrativa de Guatemala), con el fin de facilitar su análisis.

El área potencial de riego obtenida en este estudio servirá de base para la actualización y elaboración de la nueva política de riego que regirá a nivel nacional durante los años 2023 a 2032.





En 1989 se integró un grupo de trabajo de técnicos de la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento -DIRYA- y consultores contratados para la programación y formulación del Plan Maestro de Riego y Drenaje (MAGA, 1990).

El Plan Maestro de Riego y Drenaje fue publicado en 1990 y sirvió de base para la promoción y ejecución de proyectos de riego impulsados con fondos económicos del Estado de Guatemala, fondos privados y donaciones provenientes de países donantes.

Según el referido plan, Guatemala tiene 3,7 millones de hectáreas (ha) con potencial para la agricultura, considerando las clases agrológicas de suelos I a IV (MAGA, 2012), y el área potencial de riego fue determinada en aproximadamente 2,6 millones de ha (MAGA, 1991).

El Censo Nacional Agropecuario realizado en 2003 indica una superficie regada de 343 008 ha, de un total de 4 089 106 ha censadas, sobresaliendo Escuintla con la mayor área regada, con 49 % del total del área censada (Instituto Nacional de Estadística INE, 2005).

En cuanto a los métodos de riego, del total de área regada en 2003, 186 069 ha utilizaron el método de aspersión (54 %); 103 767 ha, el método de riego por surcos (30 %); 20 966 ha el método de goteo (6 %), y 32,205 ha regadas por otros métodos (10 %) (INE, 2005). Otra forma de

clasificación es por el tipo de sistema de riego implementado por los diferentes usuarios. Que se pueden clasificar en riego artesanal, que son tomas rústicas realizadas sobre ríos y otras fuentes de agua, que con el tiempo se constituyeron en sistemas privados; estos están ubicados principalmente en la zona Oriente del país y se calculan aproximadamente en 19 393 ha.

Existen también las unidades de riego que fueron proyectos impulsados por el MAGA, en 1960 y 1970, que son considerados de dominio público, las cuales riegan actualmente alrededor de 10 046 hectáreas.

Asimismo, los sistemas de minirriego fueron implementados por el Ministerio con el apoyo técnico y financiero de la Agencia Internacional para el Desarrollo del Gobierno de los Estados Unidos de América (USAID), desarrollados en proyectos de menos de 10 ha y, principalmente en el Altiplano Central, regando actualmente 18 032 hectáreas.

El riego empresarial, llamando así a los sistemas implementados con fondos privados por empresas agrícolas, principalmente productoras de cultivos de exportación, tales como caña de azúcar, banano, palma de aceite y melón, presenta un área estimada de riego de 290 000 ha (MAGA, 2013).

1 Área de estudios

1.1 Ubicación y extensión

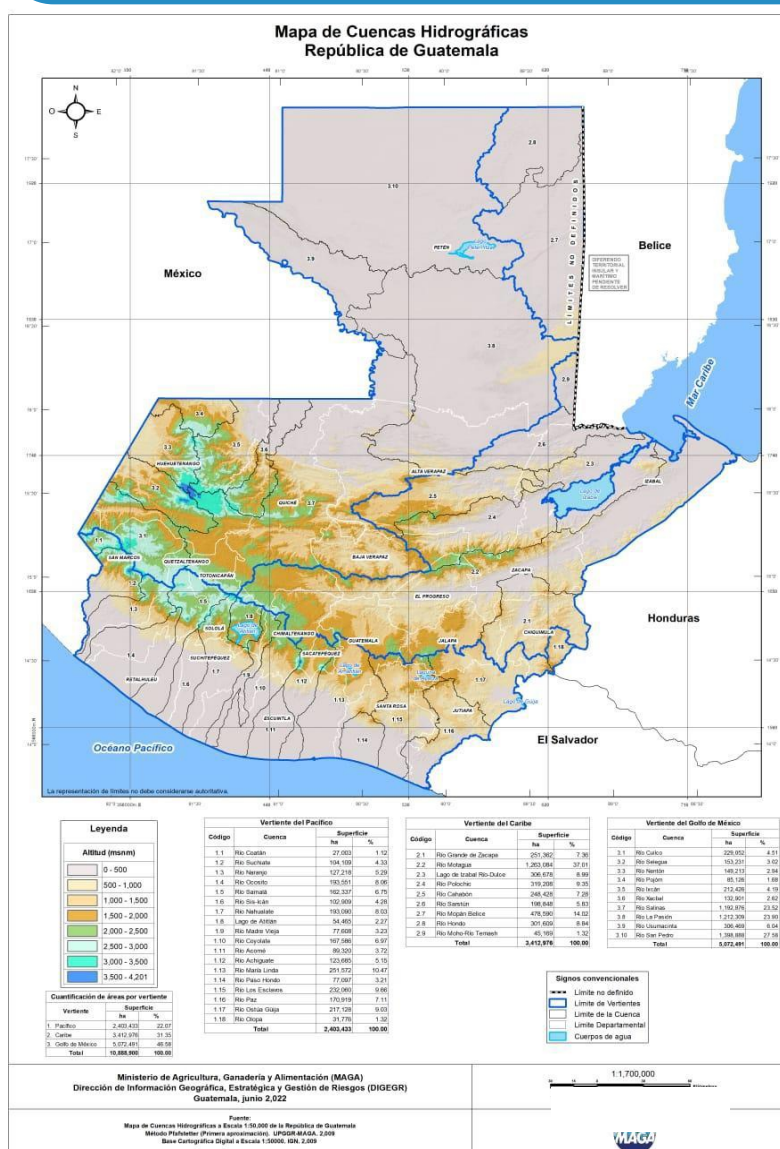
El presente estudio abarca todo el territorio de Guatemala con una superficie de 108 889 km², la cual limita al norte y al oeste con territorio de México, al sur con el Océano Pacífico al este y sureste con Honduras y El Salvador y al Noreste con el Mar Caribe (Océano Atlántico).

1.2 Vertientes y cuencas hidrográficas

El territorio guatemalteco está dividido en dos regiones hidrográficas: la región formada por los ríos que desembocan en el océano Pacífico (vertiente del océano Pacífico) y la segunda región, formada por los ríos que desembocan en el océano Atlántico. Esta región que desemboca en el océano Atlántico se subdivide en dos, los ríos que desembocan en el golfo de México (vertiente del Golfo de México) y los ríos que desembocan en el golfo de Honduras (vertiente del Mar Caribe).

En la Figura 1 se muestra el mapa de vertientes y cuencas hidrográficas de Guatemala, en tanto que en el Cuadro 1 se observa la información principal de cada vertiente.

Figura 1. Mapa de cuencas hidrográficas de la República de Guatemala, mostrando las vertientes



Cuadro 1. Información de las regiones y vertientes hidrográficas de Guatemala y sus principales características.

Región	Vertiente	Características de los ríos
Oceano Pacífico	Pacífico	<ul style="list-style-type: none">• Dieciocho cuencas hidrográficas en 24 237,36 km²• Ríos con longitudes cortas (promedio 110 km)• Ríos que nacen en la cordillera volcánica Sierra Madre• Pendientes fuertes en las partes altas de las cuencas, entre el 10 y el 20 por ciento• Los lechos de los ríos son generalmente inestables cuando llegan a la planicie costera y forman meandros que pueden provocar fácilmente desbordes e inundaciones.
Oceano Atlántico	Golfo de México	<ul style="list-style-type: none">• Diez cuencas hidrográficas en 50 852,45 km²• Ríos con mayores longitudes (río Motagua, más largo del país con 486,55 km)• Pendientes más moderados que la vertiente del Pacífico
	Mar Caribe	<ul style="list-style-type: none">• Diez cuencas hidrográficas en 33 799,29 km²• Ríos más largos y caudalosos del país (Usumacinta, Chixoy)

Fuente: MAGA, 2022



2

Determinación de las demandas o déficits y excedentes mensuales de agua

El estudio alcanzó tres grandes fines:

1. Determinar las láminas de demandas o déficit hídrico y excedentes mensuales de agua en el sistema suelo-planta-clima a nivel del territorio nacional;
2. Cuantificar el área con potencial de riego del país;
3. Cuantificar la oferta y demanda de agua para riego a nivel de las cuencas del país.

Para lograr los propósitos del estudio fue necesario, primero, conseguir la información climática histórica y cartográfica básica de diversas fuentes y mediante técnicas de sistemas de información geográfica se estimaron las distribuciones espaciales de las variables climáticas en todo el territorio nacional. Los resultados finales se proporcionaron a nivel país, pero las unidades de trabajo fueron a nivel de las 38 cuencas y los departamentos del territorio nacional.

Para determinar las demandas y excedentes mensuales de agua para todo el territorio, se realizaron balances hídricos del suelo a nivel mensual, mediante técnicas de sistemas de información geográfica, considerando registros de precipitación, evapotranspiración potencial y la capacidad de retención de agua de los suelos. Con esta información se obtuvieron los meses y magnitudes de déficits y excesos de agua en las 38 cuencas del territorio nacional.

Con base en información cartográfica del uso de la tierra en Guatemala al 2020, se definieron las áreas ocupadas con usos agrícolas y dentro de estas las áreas potenciales de riego, en cada una de las cuencas y a nivel del país; asimismo, se hicieron esfuerzos por



estimar las áreas actualmente regadas, para finalmente determinar la brecha entre las magnitudes de las áreas que se pueden regar o potenciales y las que ya cuentan con infraestructura de riego.

Finalmente, se hizo el esfuerzo por cuantificar las ofertas o disponibilidades de agua para riego en el país, así mismo, la determinación de las demandas de agua de las áreas potenciales de riego por cuencas, a efecto de estimar la factibilidad técnica de cubrir con proyectos de riego la totalidad de las áreas potenciales de riego de Guatemala.

2.1 Determinación de las demandas o déficits y excedentes mensuales de agua

El proceso metodológico más importante fue determinar las demandas o déficits y los excedentes mensuales de agua en el sistema suelo-planta-clima, en todos los lugares del territorio nacional; demandas y excedentes que son influenciadas por el clima. Dado que el suelo tiene la función de regular el agua de precipitación disponible para las plantas, se definió un modelo de balance hídrico de suelos para determinar los déficit o demandas y los excesos de agua.

El balance de humedad se realizó para un volumen de suelo de 60 cm de profundidad, cubierto de una vegetación de referencia definida por FAO, 2006 (grama), donde la entrada principal de agua fue la precipitación y las salidas la evapotranspiración potencial o de referencia y los excedentes o excesos de humedad. Las demandas o déficit hídrico tienen lugar si las precipitaciones mensuales más la reserva de humedad del suelo no logran satisfacer las evapotranspiraciones potenciales,

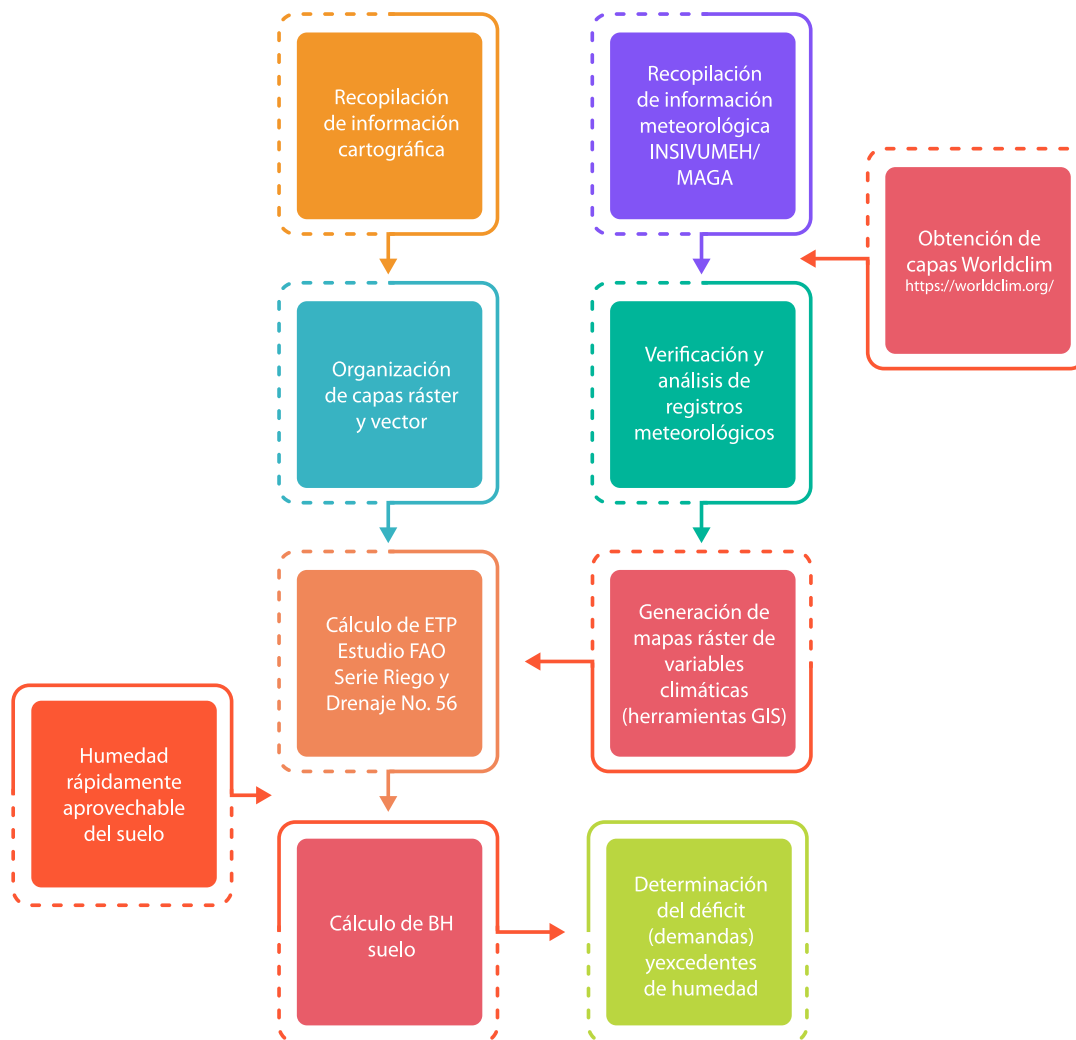
representan las fracciones de las evapotranspiraciones potenciales no satisfechas por las lluvias; tienen lugar durante los meses secos. El balance hídrico supone que todo el territorio nacional está cubierto de la vegetación de referencia (grama) creciendo sin limitaciones de humedad.

Los excedentes o excesos de agua mensuales en los diferentes lugares de Guatemala representan las láminas de agua de lluvia que sobran después de satisfacer las demandas de agua de la atmósfera o de la vegetación de referencia; tienen lugar generalmente durante los meses de abundantes precipitaciones o época lluviosa.



Por el carácter espacial del estudio, todos los análisis y determinaciones espaciales se realizaron en un software GIS mediante la metodología del álgebra de mapas. Todos los mapas ráster presentan una resolución de píxeles de 30 x 30 m. En la Figura 2 se define el proceso metodológico para cuantificar los déficits o requerimientos netos y los excedentes de agua de un cultivo de referencia a nivel mensual y anual para los diferentes lugares de Guatemala.

Figura 2. Pasos metodológicos para definir el déficit o requerimientos y los excedentes mensuales de agua en sistema suelo-plantas-clima del territorio nacional.



Fuente: Elaboración propia

La Figura 2 indica que el proceso inició requiriendo información básica, como la cartografía del país y la información meteorológica de muchos años, con el objeto de generar mapas climáticos mensuales de temperatura, humedad relativa, radiación solar, velocidad del viento y precipitaciones. Estos mapas climáticos mensuales fueron insumos para determinar la evapotranspiración potencial de los lugares del territorio nacional.

Los mapas mensuales de precipitación, evapotranspiración de referencia y las capacidades de retención de humedad de un volumen de suelo según textura, fueron los insumos de información para calcular el balance hídrico de suelo mensual. Los resultados del balance hídrico consistieron en obtener los déficit o demandas mensuales de agua en los diferentes lugares del territorio nacional, así como los excedentes o excesos de agua de lluvia que se presentan durante los meses del año.

2.1.1 Generación de mapas climáticos de temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar

Para generar los mapas climáticos fue necesario disponer de la siguiente información:

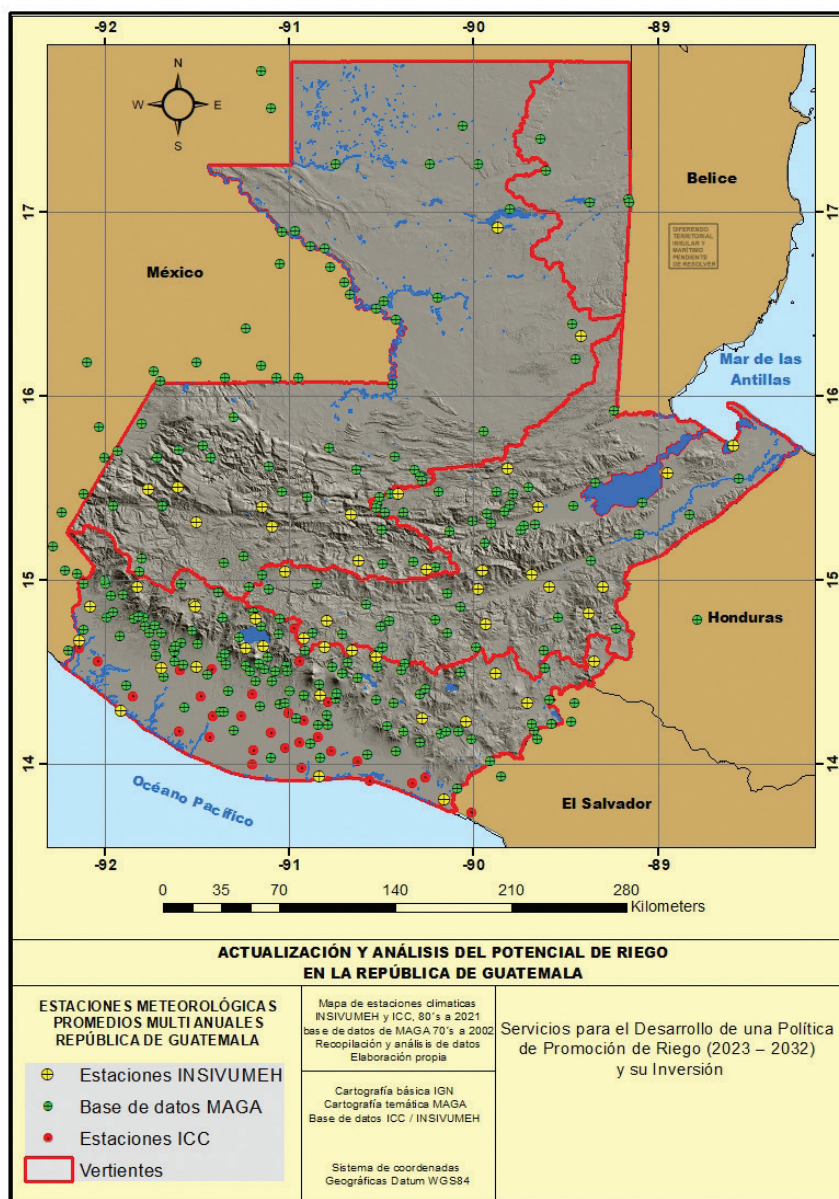
Mapa de cuencas hidrográficas, escala 1/50 000, elaborado por el MAGA y publicado en el año 2005. Registros meteorológicos a nivel mensual. Se recopilaron registros meteorológicos de estaciones oficiales como los del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), el MAGA y de entes privados con registros estandarizados o validados, tal el caso del Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC). Se requirieron registros históricos mensuales de precipitación, temperaturas máximas y mínimas, humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar. Sin embargo, los registros de viento, humedad relativa y radiación fueron muy escasos, por lo que no se tomaron en cuenta.

Se usaron registros históricos de las estaciones indicadas en el Cuadro 16. Se tomaron en cuenta los datos de precipitaciones y temperaturas máximas, medias y mínimas de un total de 310 estaciones, de estas 48 pertenecen al INSIVUMEH, 28 al ICC y 234 estaciones recopilados de diferentes fuentes por el MAGA, 2002. Los registros históricos más largos correspondieron a treinta años, desde 1991 al 2021.



En la Figura 3 se observa la ubicación de las estaciones meteorológicas consideradas en el análisis; en este se puede observar la escasa disponibilidad de estaciones en el norte del país e información aceptable en el sur de Guatemala.

Figura 3. Ubicación de las estaciones meteorológicas cuyos registros fueron utilizados para el análisis del área potencial de riego.

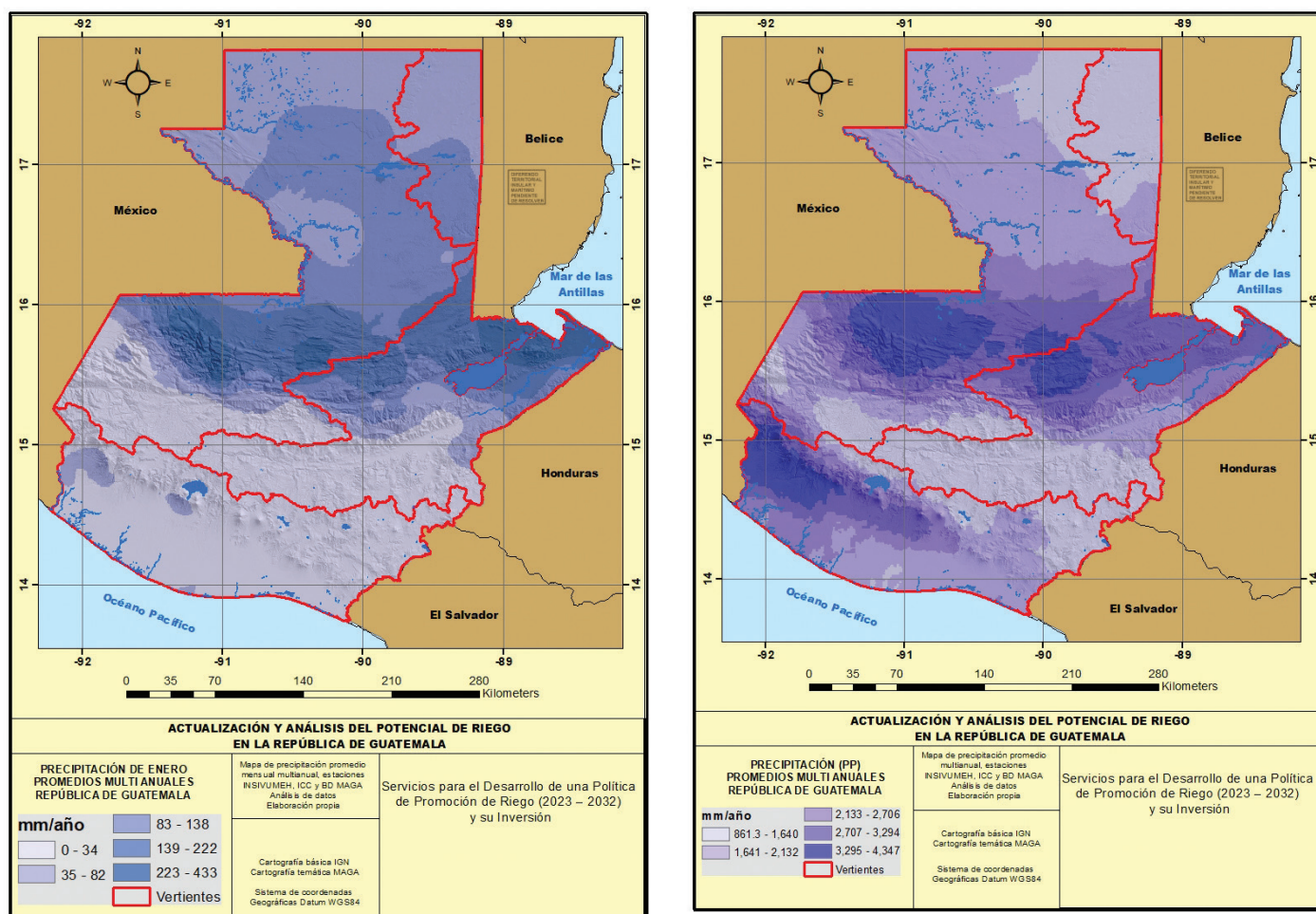


Fuente: MAGA, 2022

Las estaciones con datos de temperaturas máximas y mínimas fueron muy pocas y casi nulas las estaciones con registros de velocidad del viento, humedad relativa y radiación solar, lo que provoca faltantes de datos en muchas regiones del país. De todas las estaciones, se tomaron generalmente los datos de precipitación pluvial y temperaturas medias, máximas y mínimas.

Con los datos de precipitaciones medias mensuales, se generaron los mapas ráster de precipitaciones mensuales; en la Figura 4 se muestra el ráster de precipitación del mes de enero y el mapa ráster de precipitaciones medias anuales; en este observamos lugares del corredor seco con valores mínimos medios de 861 mm/año y lugares en el norte del país de hasta 4 347 mm/año.

Figura 4. Mapas ráster de precipitación pluvial para el mes de enero y por año, elaborados con la información de las estaciones meteorológicas analizadas.



Fuente: MACA, 2022

Debido al escaso número de estaciones con datos disponibles, también se generaron mapas ráster de algunas variables climáticas con datos provenientes de la plataforma WorldClim (WorldClim, 2022). Esta es una base de datos climáticos en ráster, con una resolución de 1 km², datos generados a partir de la interpolación de registros mensuales históricos de miles de estaciones meteorológicas distribuidas en el mundo. La base ofrece datos a nivel mundial desde 1960, con una periodicidad mensual en formato ráster con resolución máxima de 1 km² (de 30 arc segundos a 10 minutos); es generada a partir de una red mundial de más de 14 000 estaciones meteorológicas.

Según Estrada-Peña et al (2017), esta base de datos ha sido utilizada como referencia en el desarrollo de un gran número de estudios ambientales.

Sobre los mapas ráster de temperaturas mensuales de WorldClim, se ubicaron las estaciones con registros de temperaturas disponibles, con el fin de generar una ecuación lineal de regresión entre los datos de temperaturas de WorldClim y de las estaciones meteorológicas. Se realizaron regresiones entre los registros observados de las estaciones y los registros del píxel de la imagen de WorldClim y mediante estas ecuaciones se corrigieron las temperaturas de WorldClim. Finalmente, se generaron mapas ráster mensuales de temperaturas ajustadas, mejoradas o corregidas, según las ecuaciones de regresión del Cuadro 2.

Cuadro 2. Ecuaciones de regresión utilizadas para realizar correcciones a los datos WorldClim.

Variable de temperatura	R ²
Temp media aj = 1,08 Temp media de estación – 1,26	0,95
Temp max aj = 0,73 Temp max de estación + 9,28	0,80
Temp min aj = 1,04 Temp min de estación + 1,33	0,98

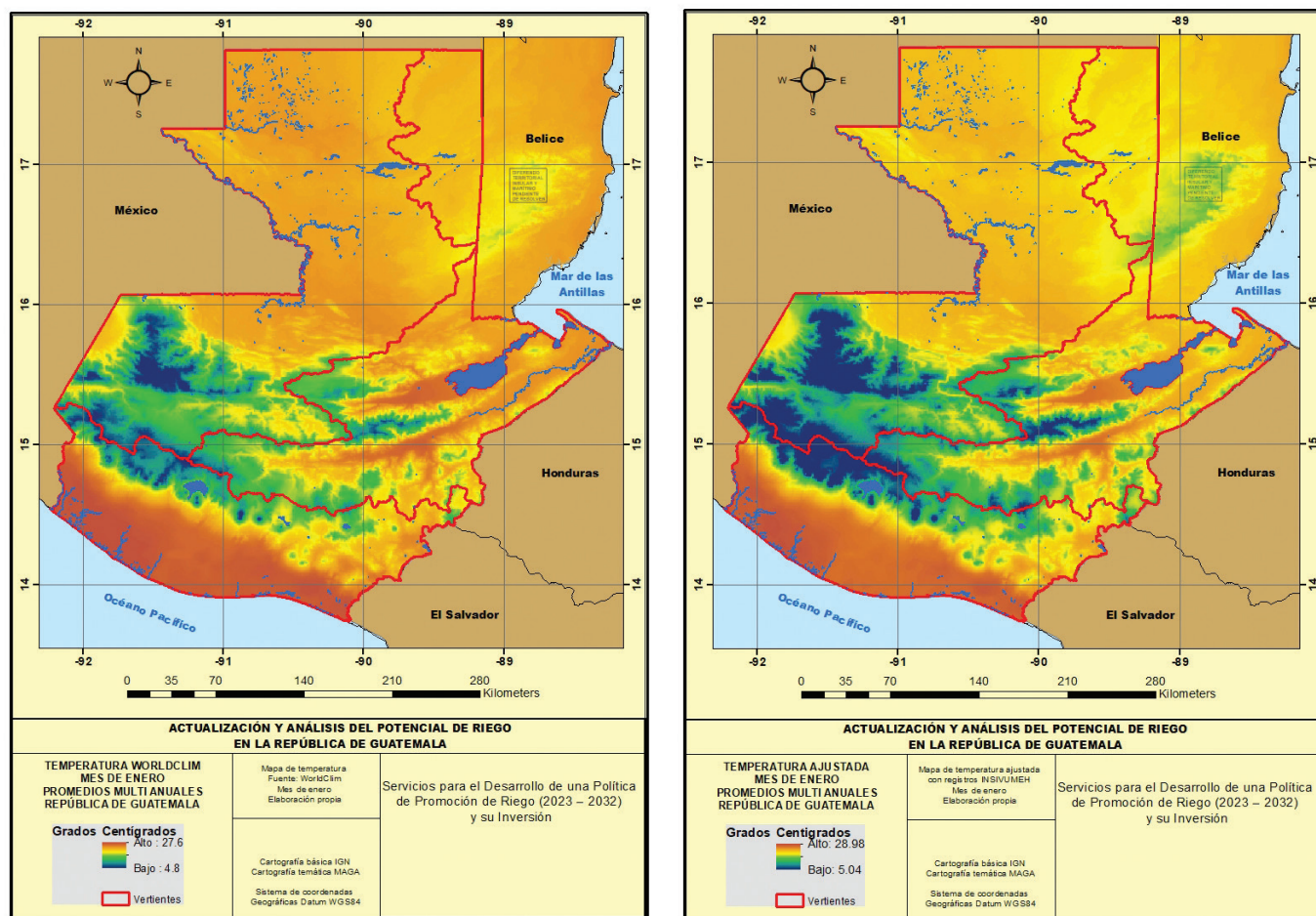
Los datos corregidos fueron los utilizados en la generación de cálculo de Evapotranspiración potencial según el método de Penman-Monteith.

Fuente: Elaboración propia

Mediante estos análisis o ajustes se obtuvieron imágenes mejoradas de distribución espacial de los registros de temperatura. Se presentan a continuación los mapas de temperaturas medias, sin ajustar y ajustadas del mes de enero, a nivel de las cuencas (ver Figura 5).



Figura 5. Temperaturas medias mensuales ajustadas de enero.

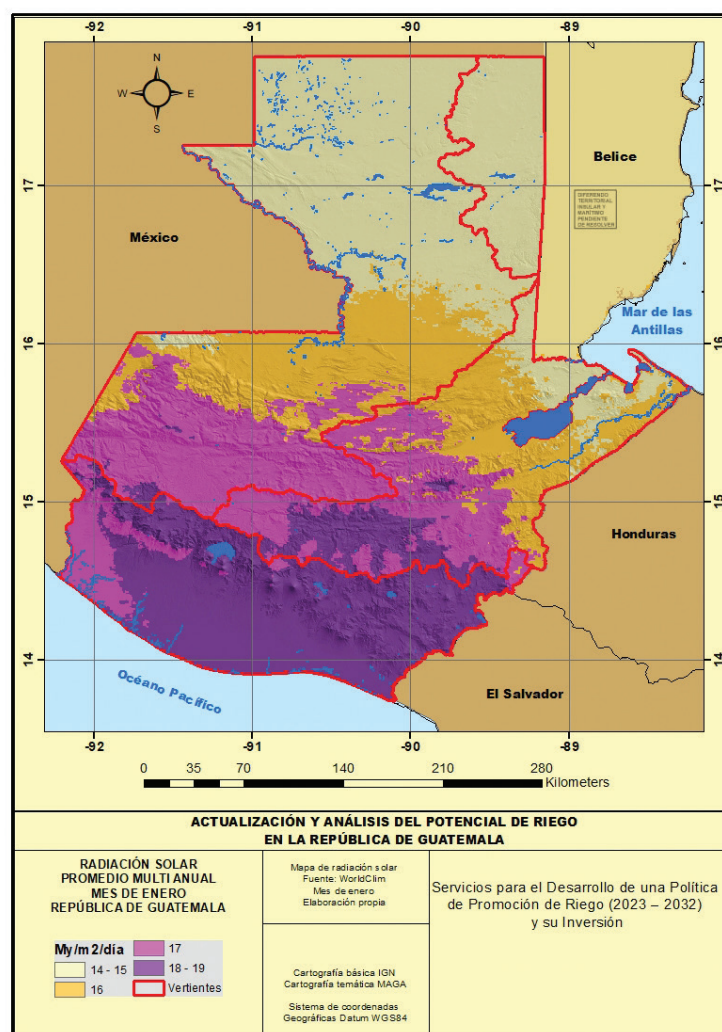


Fuente: MAGA, 2022

De la base de datos climáticos de Worldclim se generaron directamente los mapas ráster mensuales de humedad relativa, radiación solar y velocidad del viento. En la Figura 6 se observa el mapa que corresponde a la radiación en $\text{Mj/m}^2\text{-día}$ del mes de enero, según datos de Worldclim.



Figura 6. Temperaturas medias mensuales ajustadas de enero.



Fuente: MAGA, 2022

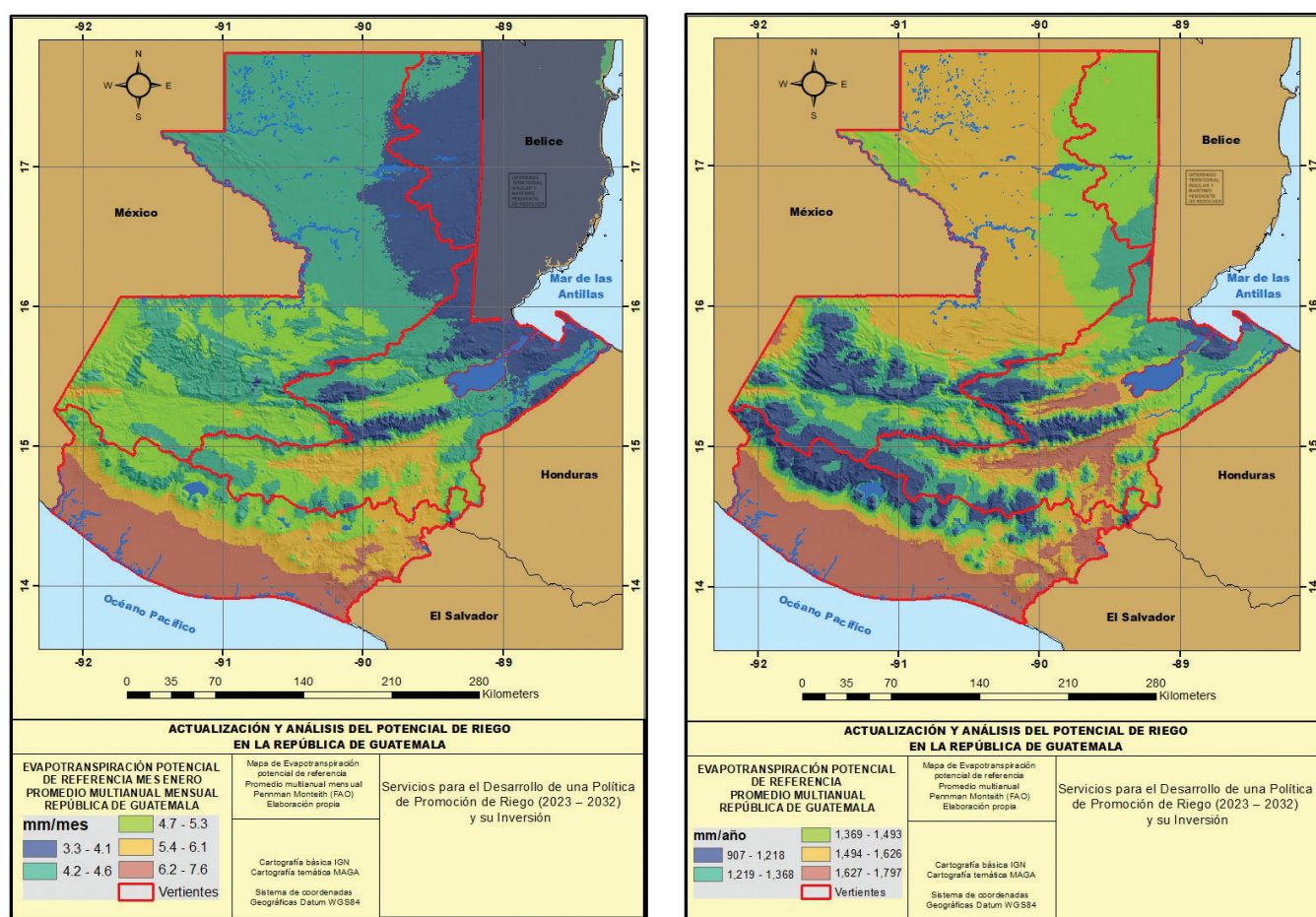
Con la información climática y mediante álgebra de mapas en una plataforma GIS, se elaboraron las imágenes ráster de Evapotranspiración de Referencia o Potencial (Etp). La Etp fue calculada con ajustes de altura, mediante un Modelo de Elevación Digital (DEM, por sus siglas en inglés) del país con la ecuación de Penman-Monteith, que en la actualidad es el método más aceptado a nivel de la comunidad científica para estimar la evapotranspiración de referencia. Con los mapas ráster climáticos mensuales se elaboraron 12 mapas ráster de evapotranspiración de referencia (Etp), correspondientes a los meses del año.

En la Figura 7 se presenta la distribución espacial de la Etp, durante el mes de enero. Según el mapa de Eto, en el mes de enero hay lugares de Guatemala con valores desde 103 hasta 239 mm/mes, o equivalentes a valores medios de 2,16 mm/día hasta 5,84 mm/día. Estos mapas se constituyen realmente en una herramienta importante

para los diseñadores y los operadores o usuarios de los sistemas de riego a nivel nacional, debido a que son la base para calcular las demandas de agua, datos útiles en el diseño y operación de los sistemas de riego.

También se adjunta el mapa de evapotranspiraciones potenciales anuales, donde se identificaron lugares, principalmente en el altiplano del país, con valores bajos de 907 mm/año hasta áreas de la costa Sur y del Norte de país con requerimiento promedio de hasta 1 797 mm/año por cuencas.

Figura 7. Distribución espacial para el mes de enero y en forma anual, de la evapotranspiración potencial.



Fuente: MAGA, 2022



2.1.2 Mapeo de texturas del suelo a nivel nacional de Serie de Suelos de Simmons, actualizado y publicado por MAGA en 2002

Para el mapeo de las texturas de los suelos a nivel nacional se usó el mapa de Series de Suelos según Simmons (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación MAGA, 2002). Los estudios semidetallados de suelos realizados por la Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos (DIGEGR) del MAGA, se han completado únicamente en cuatro departamentos; Guatemala, Sacatepéquez, Sololá y Chimaltenango. Por tal motivo no se tomarán en cuenta en el mapeo de retenciones de humedad según texturas en este estudio.

Las propiedades físicas de retención de humedad según clases texturales se establecieron en base a datos reportados por diferentes investigadores. En el Cuadro 3, se resumen datos de láminas totales disponibles entre capacidad de campo (CC) y punto de marchitez permanente (PMP), en mm/cm, por texturas, obtenidos de (Israelsen, 1965), (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, 2012), (Andales, 2015), (FAO), (Espinoza, 2020).

Cuadro 3. Láminas disponibles de humedad de diferentes texturas de suelos (mm/cm).

Textura	Israelsen	CENGI CAÑA	FAO	Andales (CSU)	Espinoza	Promedio
Arena gruesa				0,60		0,60
Arenosa	0,80	0,71	1,00	0,80	0,80	0,82
Franco arenosa	1,20	1,63	1,50	1,25	1,20	1,36
Franco	1,70	1,75		2,00	1,70	1,79
Franco arcilloso	1,90	1,61	2,50	1,50	1,90	1,88
Arcillo arenoso	2,10			0,80		1,45
Arcilloso	2,30	1,51	3,00	1,20	2,30	2,06
Arenoso-franco		1,30				1,30
Franco arcillo limoso		1,85				1,85
Franco limoso		1,86	2,00	1,90		1,92
Franco arcillo arenoso				1,60		1,60
Franco limoso arcilloso				1,50		1,50
Limo arcilloso				1,30		1,30
Franco areno arcilloso				1,60		1,60
Arcillo limoso				1,30	2,10	1,70

Fuente: Elaboración propia

Uno de los fines fue determinar las necesidades o déficits de agua en un ambiente natural dado. Para ello, se consideró que el suelo juega un papel importante al regular el agua requerida por la vegetación. Los estados de humedad disponibles de los suelos se limitan entre las humedades a capacidad de campo y el punto de marchitez permanente a cierta profundidad de suelo. La LARA es considerada como una fracción de la lámina total disponible entre CC y PMP. Agotada esta lámina, será necesario satisfacer los déficits de humedad del suelo para mantener la evapotranspiración potencial o de referencia.

Cuadro 4. Láminas rápidamente aprovechables según texturas de suelos.

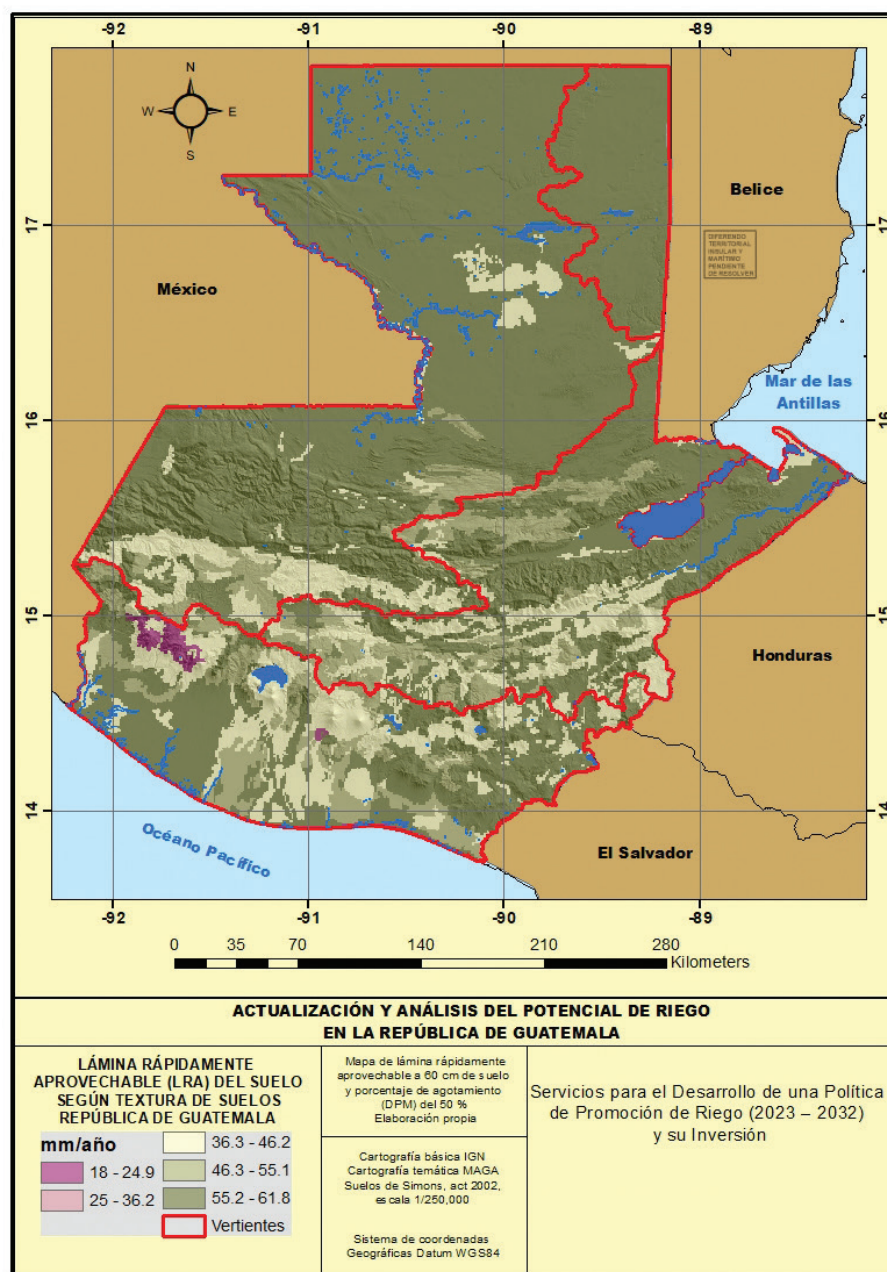
Textura	Humedad aprovechable (mm/cm)	Humedad aprovechable (mm/cm)
Arena gruesa	0,60	18,00
Arenosa	0,82	24,66
Franco arenosa	1,36	40,68
Franco	1,79	53,63
Franco arcilloso	1,88	56,46
Arcillo arenoso	1,45	43,50
Arcilloso	2,06	61,86
Arenoso-franco	1,30	39,00
Franco arcillo limoso	1,85	55,50
Franco limoso	1,92	57,60
Franco arcillo arenoso	1,60	48,00
Franco limoso arcilloso	1,50	45,00
Limo arcilloso	1,30	39,00
Franco areno arcilloso	1,60	48,00
Arcillo limoso	1,70	51,00

Fuente: Elaboración propia

Para la estimación de la LARA se consideró una profundidad media de 60 cm y un umbral o porcentaje de aprovechamiento (déficit permitido de manejo, DPM) del 50 %; valores típicos en manejo de riegos. Las LARA de las diferentes texturas de suelos se resumen en el Cuadro 4.

A las texturas del mapa de Series de Suelos, según Simmons (MAGA, 2002), se asignaron los valores de láminas rápidamente aprovechables del Cuadro 4 y mediante un proceso de interpolación espacial se obtuvo el mapa de láminas rápidamente aprovechables a 60 cm de profundidad de suelo y con un déficit permitido de manejo (DPM) del 50 %. El mapa obtenido presenta las localizaciones de los suelos con láminas rápidamente aprovechables desde 18 hasta 62 mm (Figura 8).

Figura 8. Mapa de láminas rápidamente aprovechables a 60 cm de suelo y porcentaje de agotamiento (DPM) del 50%.



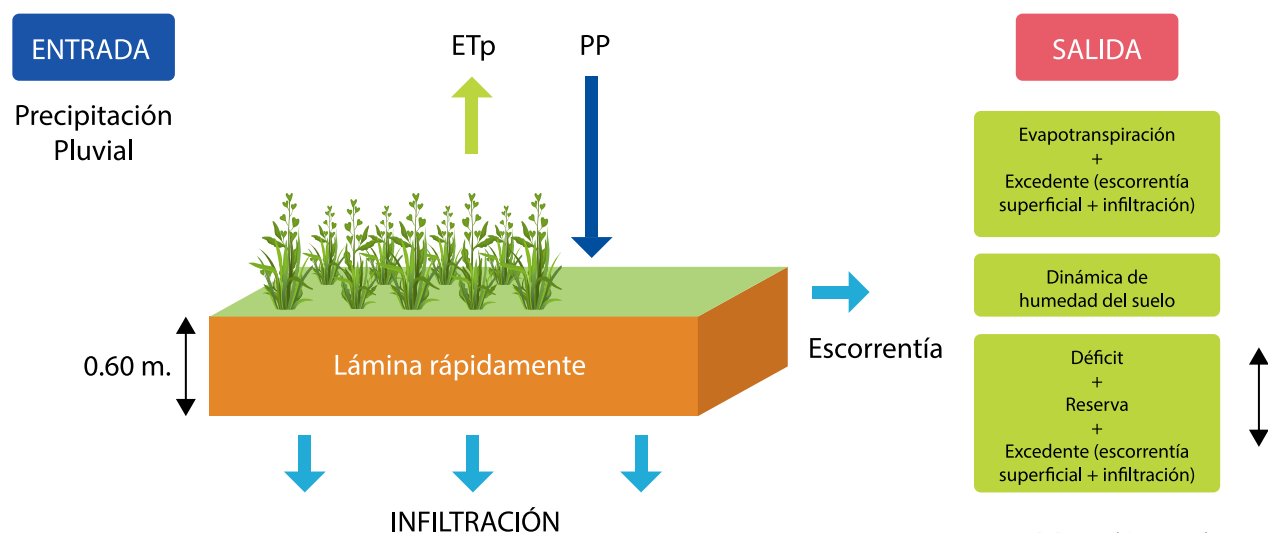
Fuente: MAGA, 2022

2.1.3 Determinación de las demandas de agua según el balance hídrico del suelo

El balance hídrico es la herramienta para confrontar las ofertas de agua con las demandas y los cambios de almacenamiento del agua del suelo en un determinado tiempo. El déficit y los excesos de agua en el sistema suelo-planta-clima a nivel país, fueron estimados mediante un modelo de balance hídrico de suelo en condiciones naturales, contabilizando las entradas y salidas al mismo y los cambios en el almacenamiento del agua en el suelo, según la dinámica de los estados de humedad de estos.

Como entrada principal al sistema fue contabilizada la precipitación pluvial histórica media mensual y, como salida, la evapotranspiración de referencia o potencial histórica mensual, provocando estos mismos diferentes estados de humedad a una profundidad de suelo homogéneo de 60 cm. Como resultado de este balance de humedad en el suelo se darán diferentes condiciones de humedad, estados de déficit o de excesos de agua en el suelo (ver Figura 9).

Figura 9. Concepto general de balance hídrico de suelo utilizado para definir la dinámica de almacenamiento, déficit y/o excedentes de agua en el suelo.



El modelo de balance hídrico fue contabilizado mensualmente por cuenca con las precipitaciones y evapotranspiraciones potenciales de los mapas ráster de 30 x 30 m y fue realizado espacialmente en una plataforma GIS.

El balance fue considerado de referencia y presenta los siguientes supuestos:

- La vegetación de referencia cubre el suelo en un 100 %, por lo tanto, el aprovechamiento de la energía incidente es máximo.

- La demanda de agua del suelo por parte de la vegetación es máxima; la evapotranspiración potencial es el valor de Penman-Monteith sin corregir por estado fenológico de la vegetación.
- El balance extrae y repone agua entre capacidad de campo y un déficit permitido de manejo (DPM) o umbral de lámina consumida; aquí se mantiene la evapotranspiración potencial.
- Si la vegetación extrae agua del suelo por debajo del déficit permitido de manejo, tiene lugar una evapotranspiración real inferior a la potencial.
- El exceso de agua en el suelo (recarga que excede la LARA) se pierde del perfil como percolación profunda y/o escorrentía superficial.

El modelo de BH fue programado en Excel; sin embargo, se realizó también una programación en Python para correr el mismo en un sistema de información geográfico, siendo los inputs o entradas las imágenes ráster y los outputs o salidas las imágenes ráster del balance hídrico, tales como los de déficits o demandas de agua y los de excedentes de humedad (Santos, 2018).

La corrida del balance hídrico del suelo inicia con el ingreso de las precipitaciones y evapotranspiraciones potenciales, así como también la lámina rápidamente aprovechable, según textura del suelo.

A manera de ejemplo, el Cuadro 5 presenta el balance hídrico realizado con datos medios mensuales históricos de la estación del INSIVUMEH, con la LARA de un suelo franco.

Cuadro 5. Modelo de balance hídrico (mm) de suelos con datos de estación INSIVUMEH.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
PP	2.6	4.8	10.1	31.4	132.3	261.8	190.7	248.0	244.3	134.4	43.0	6.7	1310.1
Etp	111.6	112.0	133.3	138.0	133.3	108.0	120.9	120.9	102.0	102.3	102.0	102.3	1386.6
PP-Etp	-109.0	-107.2	-123.2	-106.6	-1.0	153.8	69.8	127.1	142.3	32.1	-59.0	-95.6	-76.5
Etr	2.6	4.8	10.1	31.4	132.3	108.0	120.9	120.9	102.0	102.3	96.6	6.7	838.6
Déficit	-109.0	-107.2	-123.2	-106.6	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-5.4	-95.6	-548.0
Reserva i	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	53.6	53.6	53.6	53.6	53.6	0.0	0.0	268.2
Excedentes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.2	69.8	127.1	142.3	32.1	0.0	0.0	471.5

Fuente: Elaboración propia

Observaciones:

La Eto es la demanda de agua de la atmósfera o de una vegetación de referencia (grama), sin limitaciones de agua en el sistema suelo-planta y cuantifica el efecto del clima. Se determinó la Etp media de las cuencas mediante la ecuación de Penman-Monteith, usando los mapas ráster mensuales de temperaturas mínimas, medias y máximas, radiación solar, humedad relativa y velocidad del viento. Tendrá lugar siempre y cuando exista disponibilidad de lámina rápidamente aprovechable en el suelo (reserva > 0).

PP-Etp, representa el balance hídrico climático, define los excesos o el déficit de humedad en un intervalo de tiempo y en un determinado clima o ambiente.

La evapotranspiración real (ETR) representa el consumo de agua del sistema suelo-planta-clima, si el suelo ha agotado toda la LARA de este o cuando la reserva < 0.

La reserva de humedad del suelo en el mes representa la fracción de la humedad rápidamente aprovechable aun presente en el suelo y disponible a contribuir con la evapotranspiración potencial; por ejemplo, si la reserva es ≥ 0 tiene lugar la Etp, de lo contrario tiene lugar la Etr.

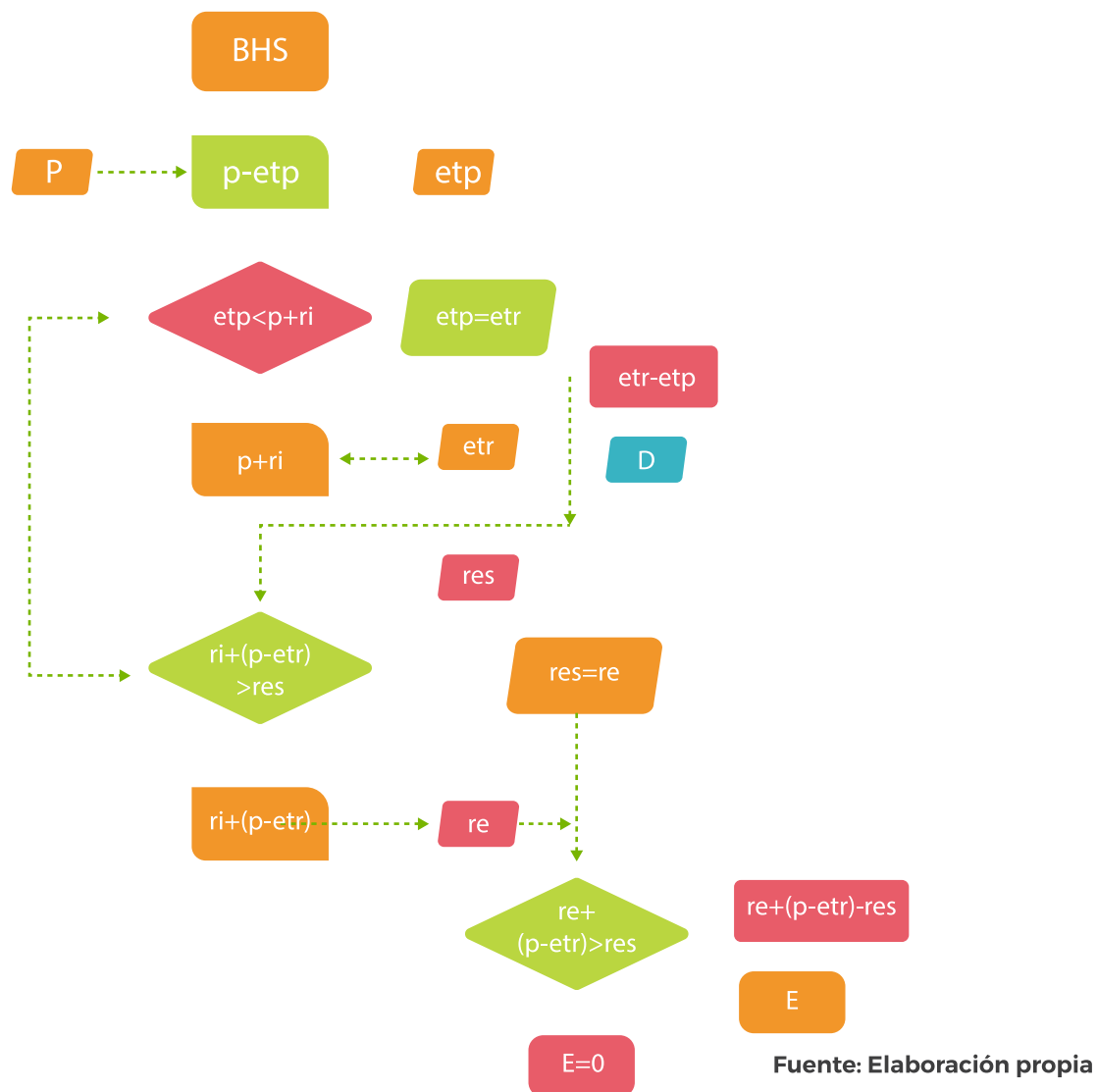
Los déficits representan las fracciones de las láminas de evapotranspiración potencial no satisfechas por la precipitación ($PP-Etp < 0$) y por las reservas de humedad del suelo; equivalen a las demandas netas de agua del mes.

Finalmente, los excedentes consisten en los excesos de lluvia después de satisfacer los requerimientos de evapotranspiración máxima y haber llenado la LARA del suelo; engloban las láminas de percolación profunda que alimentan los acuíferos y las escorrentías superficiales que fluyen a los cauces superficiales.

El concepto y criterios de cálculo del balance hídrico es según el siguiente diagrama de flujo dentro la Figura 10.



Figura 10. Diagrama de flujo para el cálculo del balance hídrico de suelos.



P = precipitación media mensual / Etp = evapotranspiración potencial o de referencia /
 Etr = evapotranspiración real / r = humedad aprovechable del suelo según textura / res = reserva de humedad en el suelo /
 E = excedente de humedad en el suelo D = déficit de humedad en el suelo

2.1.4 Resultados del balance hídrico del suelo

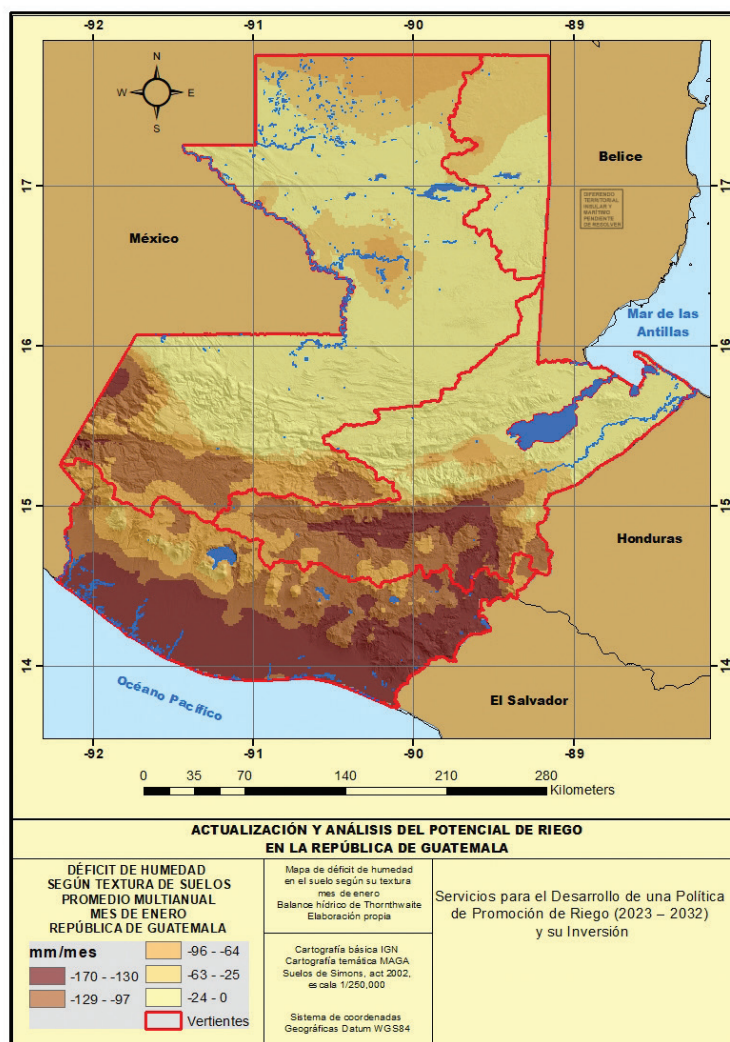
Los resultados del balance hídrico de suelo se presentan en mapas ráster con resoluciones por píxel de 30 m y son los siguientes:

- Mapa de déficits o demandas de agua a nivel mensual y total anual de una vegetación de referencia creciendo en condiciones óptimas, es decir, los requerimientos de agua no satisfechos por la precipitación natural.

- b. Mapa de los excedentes de agua de lluvia mensuales y anuales después de satisfacer las demandas de agua de la vegetación de referencia.

A manera de ejemplo, la Figura 11 presenta las magnitudes de los déficits hídricos o demandas de agua en las diferentes regiones del país durante el mes de enero.

Figura 11. Resultados del déficit de humedad en enero según balance hídrico del suelo.

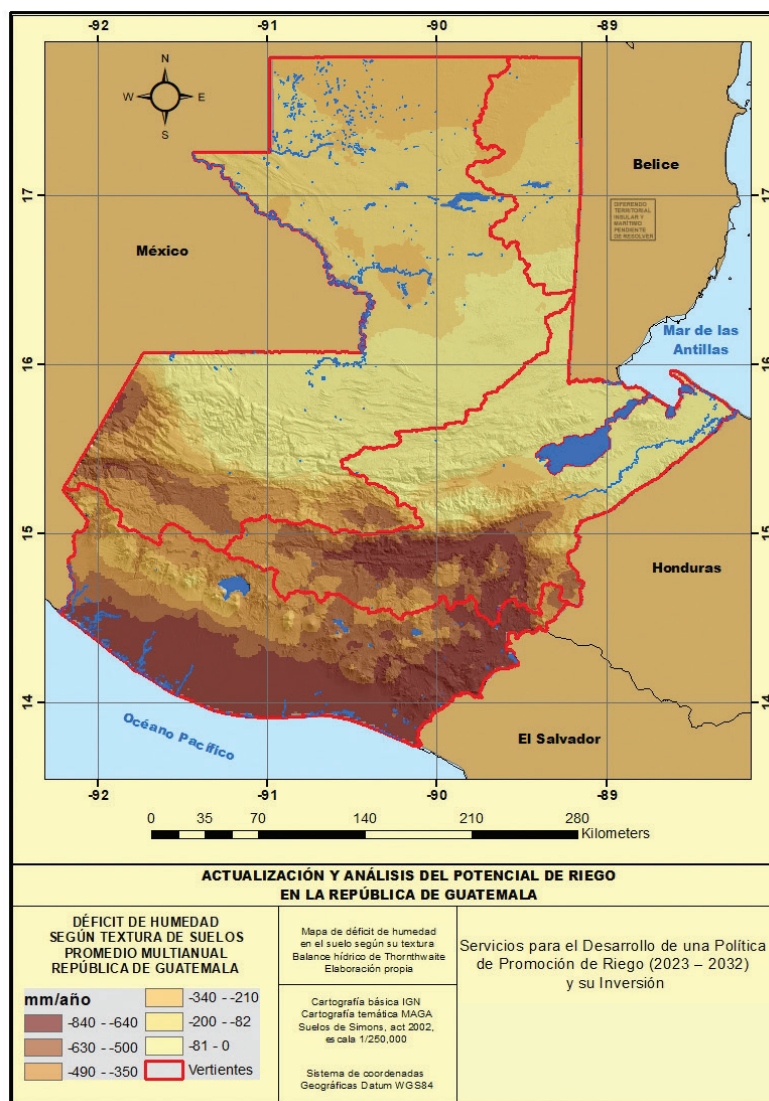


Fuente: MAGA, 2022

Se observa que los déficits promedios de agua en el mes de enero varían en el territorio nacional, desde valores superiores a 0 mm hasta 176 mm/mes (5,67 mm/día); estos últimos principalmente en áreas de la costa Sur del país.

Las magnitudes de los déficits totales anuales se adjuntan en la Figura 12; en este caso, se pueden ubicar las regiones del país donde se presentan las mayores demandas anuales de agua, hasta 840 mm/año, principalmente en ciertas áreas del corredor seco y de la costa Sur de Guatemala.

Figura 12. Déficit o demanda de agua anual a nivel nacional obtenidos al realizar.

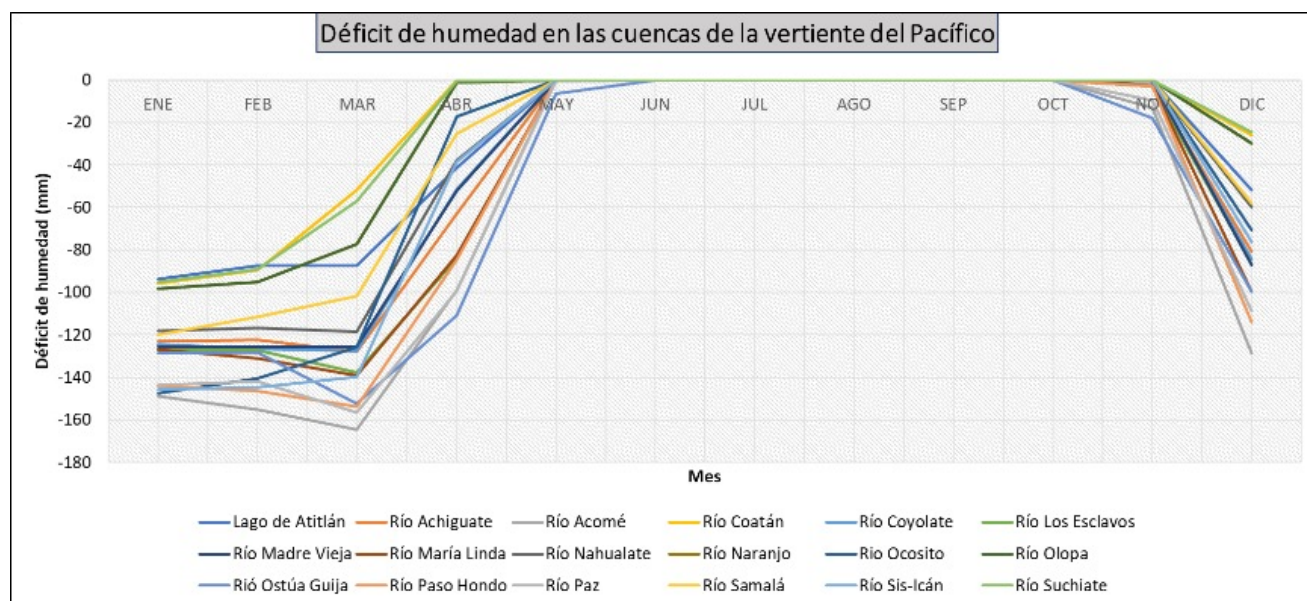


Fuente: MAGA, 2022

También, pueden ubicarse regiones del país con bajas demandas o requerimientos anuales de agua, menores a 60 mm de déficit anual (baja demanda de agua), como en la región centro Norte del país. La magnitud de los déficits hídricos en el tiempo en cada una de las cuencas de la vertiente del Pacífico, se identifican en la Figura 13.



Figura 13. Magnitud de los déficits hídricos mensuales en las cuencas de la vertiente del Pacífico.



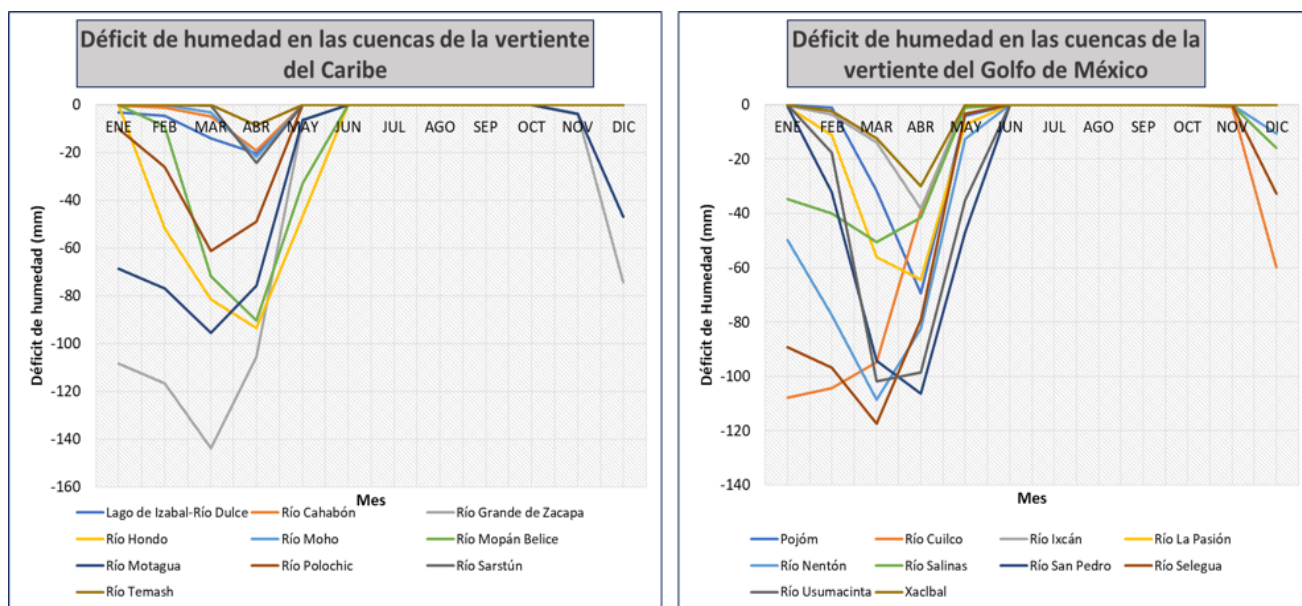
Fuente: Elaboración propia

En las cuencas del Pacífico, las épocas de déficits hídricos inician por lo general a finales de noviembre y finalizan generalmente a inicios de mayo; posterior a mayo, comúnmente, ya no se presentan meses de déficits hídricos; es decir, las lluvias satisfacen las demandas de agua de la vegetación de referencia. De la Figura 13, la magnitud e inicio de los déficits hídricos mensuales varían según las cuencas, pero todas presentan diferentes demandas o requerimientos de agua en la época mencionada.

Las cuencas de los ríos Acomé y Paso Hondo presentan mayores periodos de déficits hídricos, desde inicios de noviembre hasta mediados de mayo (seis meses y medio). Las cuencas de los ríos Coatán y Suchiate son las que tienen los menores periodos de déficits hídricos, desde finales de noviembre a inicios de abril, cuatro meses donde las lluvias no satisfacen las demandas de agua de la vegetación de referencia. En la Figura 14 se presentan los periodos de déficits hídricos para las cuencas de las vertientes del Caribe y del golfo de México, respectivamente.



Figura 14. Periodos de déficits hídricos en las cuencas de las vertientes del Caribe y del Golfo de México.



Fuente: Elaboración propia

En las cuencas de los ríos Motagua y Grande de Zacapa, los déficits hídricos inician a finales de noviembre y finalizan a inicios de junio (seis meses), siendo la del río Grande de Zacapa la más deficitaria en agua. Por el contrario, la cuenca del río Temash es la menos deficitaria del país, pues tiene un periodo de déficit hídrico que inicia a finales de marzo y termina a inicios de mayo (un mes), con mínimas demandas de agua. Se observa que las cuencas de la vertiente del mar Caribe son las menos deficitarias en el país. Varias cuencas como las de los ríos Sarstún, Moho, Cahabón y otras, también presentan pequeñas cantidades y periodos de déficits hídricos.

Dentro de las cuencas del golfo de México algunas presentan déficits hídricos a partir de noviembre; otras inician en enero y unas pocas a partir de febrero. Las épocas de déficits hídricos en algunas cuencas terminan a inicios de mayo y otras a inicios de junio.

La cuenca del río Xaclbal presenta los menores periodos y cantidades de déficits hídricos en la vertiente del golfo de México, inician a finales de febrero hasta inicios de mayo (dos meses). Las cuencas de los ríos Selegua, Cuilco y Kenton son las de mayor periodo y magnitudes de déficit hídrico; estas inician sus épocas de déficits a inicios de noviembre hasta mediados a finales de mayo (siete meses).

Los mayores déficits hídricos se presentan en las cuencas de la vertiente del Pacífico, en relación con las del mar Caribe y del golfo de México; en las primeras hay déficits hídricos hasta de 160 mm durante el mes de marzo, mientras que en los otros se tienen déficits máximos de 140 y 120 mm en marzo, respectivamente.

De manera general, el país presenta dos épocas bien marcadas o diferenciadas; la época de déficit hídrico en el suelo o periodo seco, la cual inicia, por lo general, en el mes de noviembre, hasta el inicio entre mayo y junio de otra época de excedentes o abundancia de agua en el suelo.

Esto indica, en términos generales, que durante una mitad del año se presentan déficits hídricos en el suelo y, la otra mitad, presenta abundantes lluvias. En la época seca, la agricultura bajo riego juega un papel importante para modernizar la agricultura y, en la época lluviosa, seguramente deben intensificarse proyectos de drenaje agrícola, así como de control de erosión y escorrentía en la mayoría de las cuencas del país, así como también programas de control de inundaciones en algunos ríos importantes.

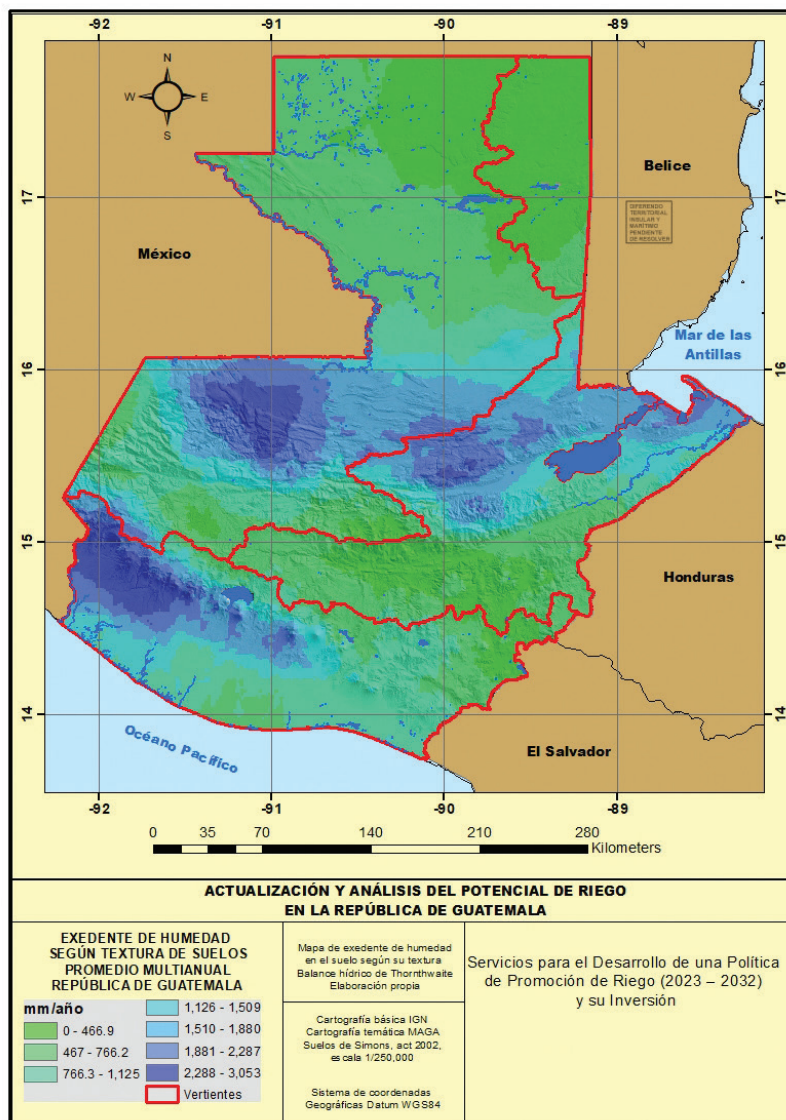
Es conveniente citar que los excedentes de agua en las cuencas tienen lugar durante la época lluviosa y, en la época seca, las fuentes de agua tienden a agotarse en su totalidad. Es conveniente evaluar la factibilidad de considerar obras hidráulicas de almacenamiento y regulación de los excedentes de agua de la época lluviosa para ser utilizados en las épocas de déficit.

Otra de las salidas importantes del balance hídrico del suelo fueron las magnitudes de excedentes de agua de lluvia a nivel mensual y anual, después de satisfacer las demandas de agua de la vegetación de referencia.



En la Figura 15 se presentan las magnitudes de los excedentes anuales de agua de lluvia en el territorio, equivalentes a la sumatoria de los excedentes mensuales, según el balance hídrico en cada sitio de estación meteorológica y extrapolada espacialmente mediante los sistemas de información geográfico.

Figura 15. Mapa de excedentes anuales de agua de lluvia en Guatemala.

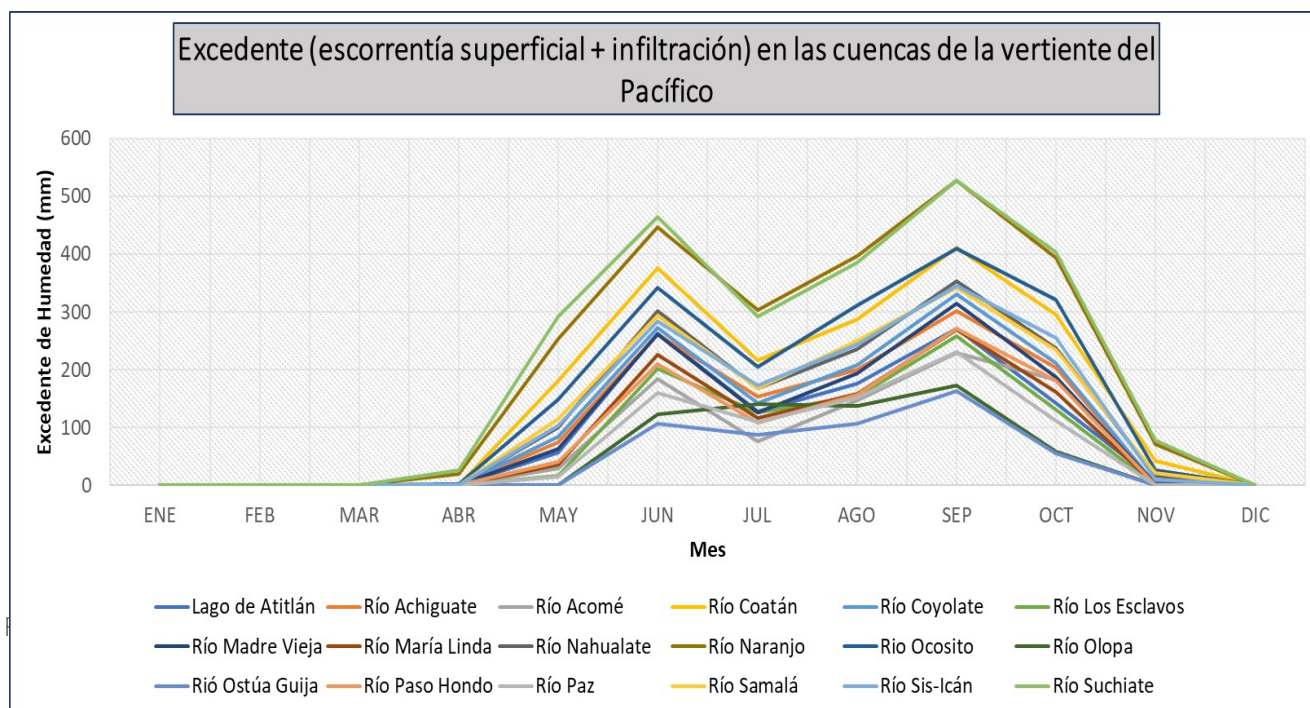


Fuente: MAGA, 2022

Se observa que las magnitudes de excesos de agua en los meses de altas precipitaciones varían desde 0 a 600 mm, principalmente en algunas áreas del corredor seco, hasta rangos de 2 072 a 3 053 mm de agua en la bocacosta del Pacífico y en algunas regiones del noroccidente de Guatemala.

Otros resultados importantes del balance hídrico fueron los excedentes de agua de lluvia mensuales en las diferentes cuencas de Guatemala. Las magnitudes y periodos de excedentes de lluvia en el tiempo en cada cuenca de la vertiente del Pacífico se cuantifican en la Figura 16.

Figura 16. Excedente de humedad calculado en el balance hídrico de suelos, cuencas de la vertiente del Pacífico.



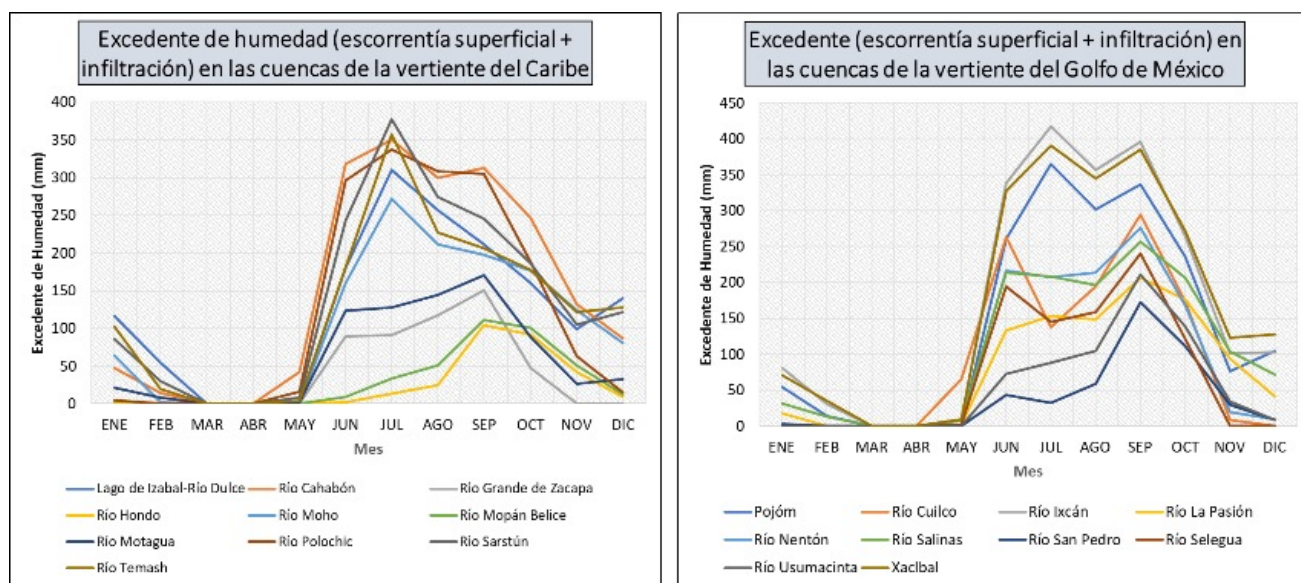
Fuente: Elaboración propia

La Figura 16 indica el típico comportamiento de los excedentes de agua de lluvia que tienen lugar en esta vertiente en los meses del año. Todas las cuencas tienen excedentes de humedad en el suelo, generalmente a partir de abril y mayo, y se alcanzan valores máximos en los meses de junio y septiembre, con una ligera disminución en julio; finalizan generalmente en noviembre.

Los ríos Suchiate y Naranjo reportan las mayores épocas de excedentes, desde finales de abril hasta finales de noviembre (siete meses) y las cuencas de los ríos Ostúa, Guija y Olopa presentan los periodos más cortos de excedentes, desde finales de mayo a finales de octubre (cinco meses). Los excedentes de humedad en las cuencas de las vertientes del mar Caribe y del Golfo de México se presentan en la Figura 17.



Figura 17. Excedente de humedad calculado en el balance hídrico de suelos, cuencas de la vertiente del mar Caribe y del golfo de México.



Fuente: Elaboración propia

Las cuencas de ambas vertientes presentan comportamientos similares en cuanto a las épocas de excedentes; por lo general inician a mediados de mayo hasta finales de febrero, con un total aproximado de nueve meses. En el mar Caribe, el río Cahabón tiene las mayores épocas de excedencia desde inicios de mayo hasta finales de febrero (10 meses); las cuencas de los ríos Mopán Belice y río Hondo tienen épocas más cortas, de finales de junio a inicios de diciembre (cinco meses). En el Golfo de México, las cuencas de los ríos Ixcán y Xacbal tienen las mayores épocas y magnitudes de excedentes, desde mediados de mayo hasta finales de febrero (nueve meses); los ríos Selegua Cuilco y Nentón presentan épocas cortas de excedentes, de finales de mayo a inicios de noviembre (cinco meses).

2.1.4.1 Determinación del área potencial de riego de Guatemala

Se definió como la totalidad del área del país sujeta a riego, es decir, constituyen las áreas donde puede desarrollarse o fomentarse agricultura bajo riego. Son áreas con usos agrícolas en el país, donde en alguna parte o mes del año la precipitación pluvial, más la humedad rápidamente disponible de los suelos no logran satisfacer total o parcialmente la demanda climática o evapotranspiración potencial. En la Figura 18 se definen los pasos metodológicos para definir el área potencial de riego en Guatemala.

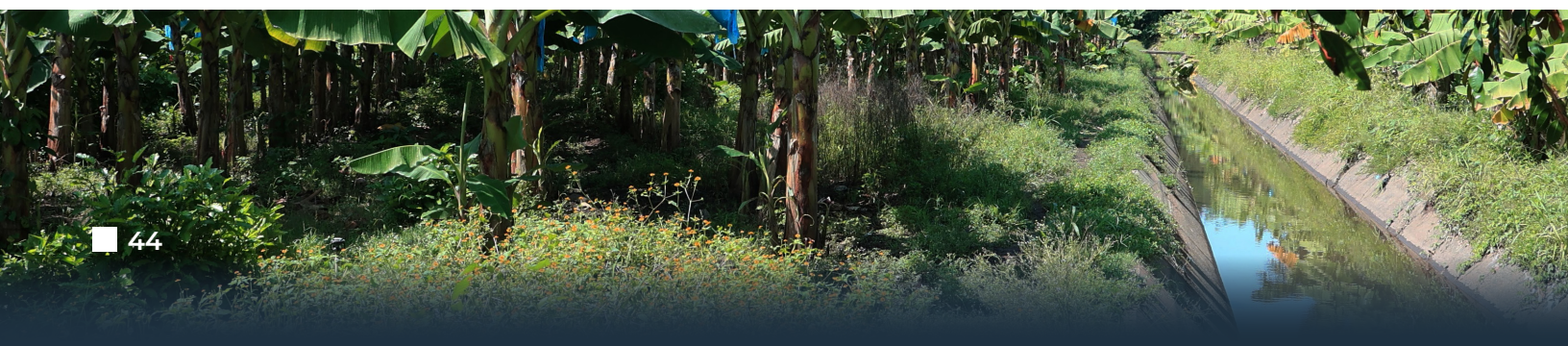
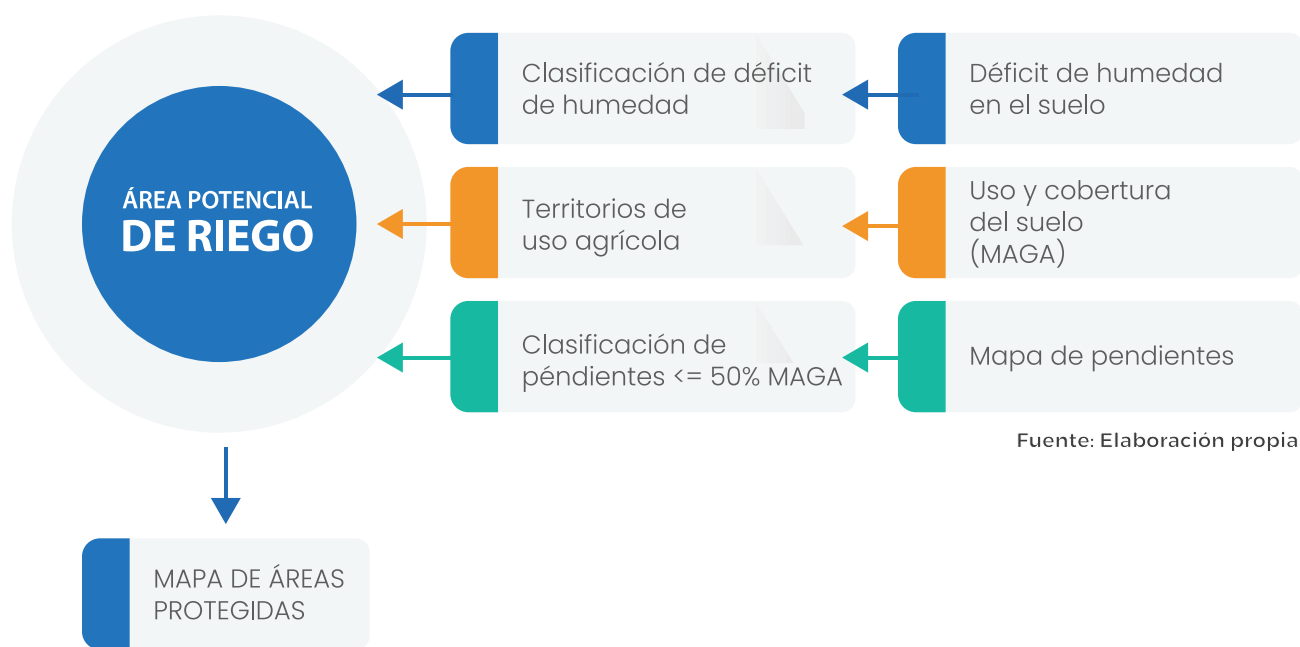


Figura 18. Metodología usada para determinar el área potencial de riego de Guatemala.



Información consultada para la cuantificación del área potencial de riego

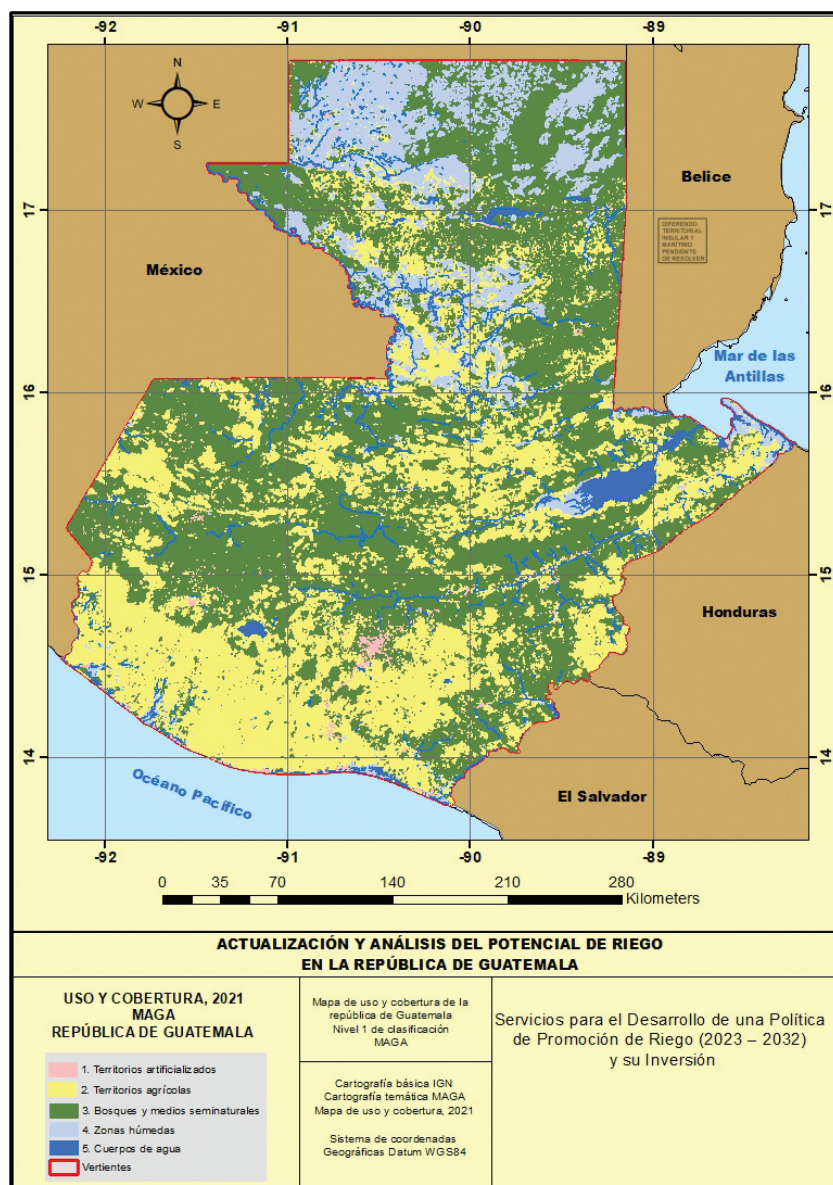
Para definir el área potencial de riego a nivel nacional, se necesitó de la cartografía básica y temática oficial siguiente:

- Mapa de uso y cobertura de la tierra del MAGA, escala 1/50 000, publicado en el año 2020.
- Mapa de cuencas hidrográficas, escala 1/50 000, elaborado por MAGA y publicado en el año 2002.
- Mapa de los departamentos de Guatemala, elaborado por IGN, a escala general 1/250 000.
- Mapa de pendientes de Guatemala, generado del DEM de la cartografía 1/50000, con resolución de 20 m x 20 m, IGN, 2002.
- Mapa de capacidad de uso de la tierra según estudios semidetallados de suelos, de la DIGEGR del MAGA.
- Mapa de déficit hídrico o demandas anuales de agua, según el balance hídrico del suelo, generado en este estudio.
- Mapa de áreas protegidas por categorías de manejo según el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP, 2022).

Para la delimitación de las áreas potenciales de riego, se tomaron en consideración las cuatro variables siguientes:

Uso de la tierra: Se consideraron únicamente en el análisis de áreas potenciales de riego, las áreas de usos agrícolas según el mapa de uso de la tierra publicado por el MAGA en el 2020, excluyendo todas las áreas artificializadas (cementerios, centros urbanos, carreteras, infraestructura y otros), los cuerpos de agua, los humedales, las áreas de bosques y medios naturales y las áreas de reservas naturales. En la Figura 19 se observa el mapa donde se localizan las áreas del país con los usos de la tierra del nivel 1 del mapa de uso de la tierra 2020, identificadas como áreas agrícolas al año 2020.

Figura 19. Mapa de usos de la tierra de Guatemala (MAGA, 2020).

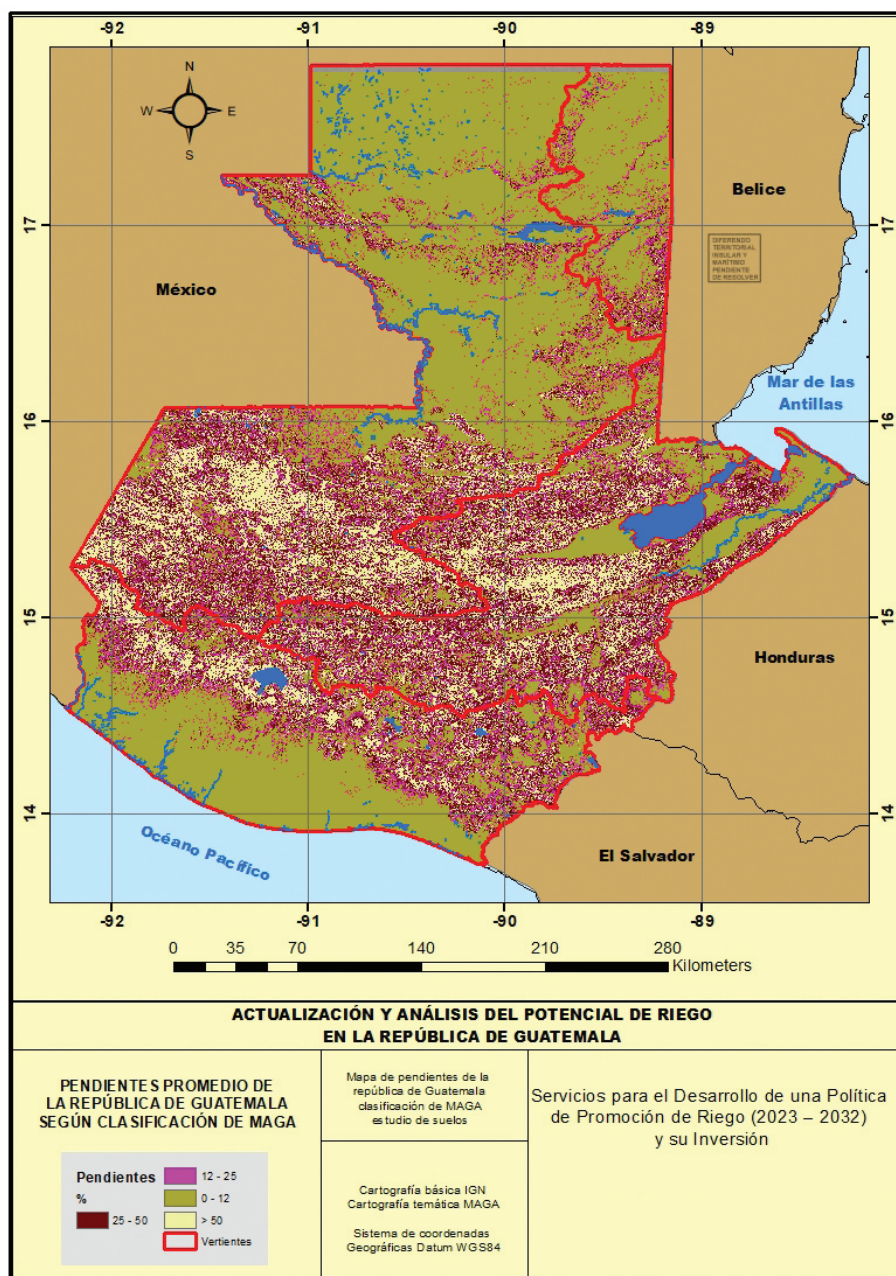


Fuente: MAGA, 2022

Según el mapa anterior sobre uso de la tierra 2020, el territorio de Guatemala está destinado a los usos importantes siguientes en áreas y porcentajes de ocupación.

En el siguiente mapa (Figura 20) se observan los rangos de pendientes en el territorio de Guatemala, utilizados según la clasificación de suelos y tierras actualmente utilizado por el MAGA, el cual permite realizar rangos de pendientes acorde a la realidad nacional.

Figura 20. Mapa de áreas con pendientes menores o iguales al 50%.



Fuente: MAGA, 2022

El área total agrícola al 2020, traslapándola con el mapa de pendientes del país extraído del estudio semidetallado de suelos, MAGA en 2013, brinda los resultados observados en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Proporción de tierras de usos agrícolas con pendientes menores o iguales al 50%.

Tierras de usos agrícolas, según el MAGA, 2020	Área (ha)	Porcentaje (%)
Con pendientes mayores al 50 %	576 576	11,6
Con pendientes menores o iguales al 50 %	4 380 169	88,4
Total de uso agrícola	4 956 745	100,0

Fuente: Elaboración propia

Se deduce que el 88,4 % de las tierras dedicadas a agricultura están en pendientes menores o iguales al 50%, y únicamente el 11,6 % se encuentran en tierras con pendientes mayores al 50 %.

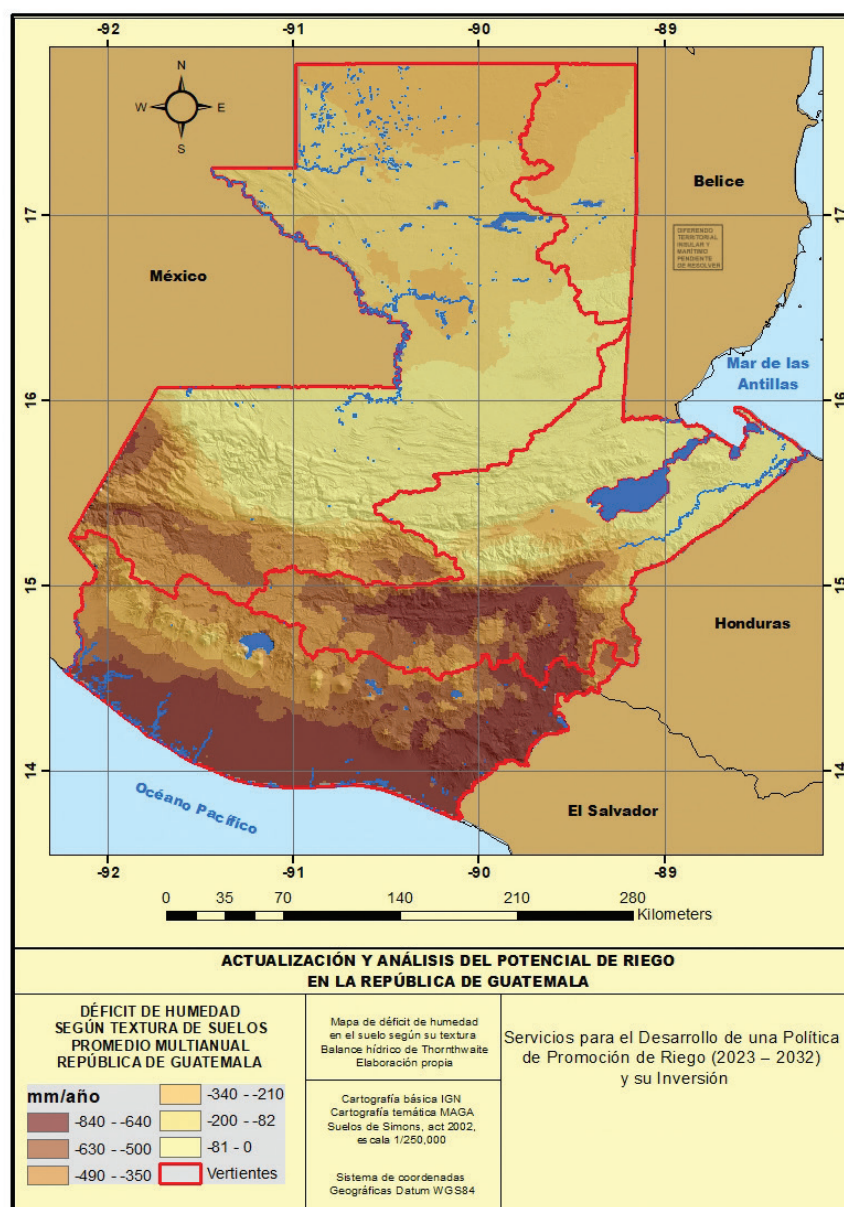
Mapa de déficit hídrico anual: El mapeo del déficit hídrico, según el balance hídrico realizado del suelo fue también usado para definir las áreas potenciales de riego. El mapa de déficit hídrico anual fue clasificado en las tres categorías siguientes:

- Áreas de déficit hídrico bajo de 0 a 275 mm
- Áreas de déficit hídrico medio de 275 a 550 mm
- Áreas de déficit hídrico alto de 550 a 820 mm

El mapeo del déficit hídrico total anual del país se presenta en la Figura 21, según las categorías mencionadas.



Figura 21. Mapeo de áreas de déficit hídrico en Guatemala.



Fuente: MAGA, 2022

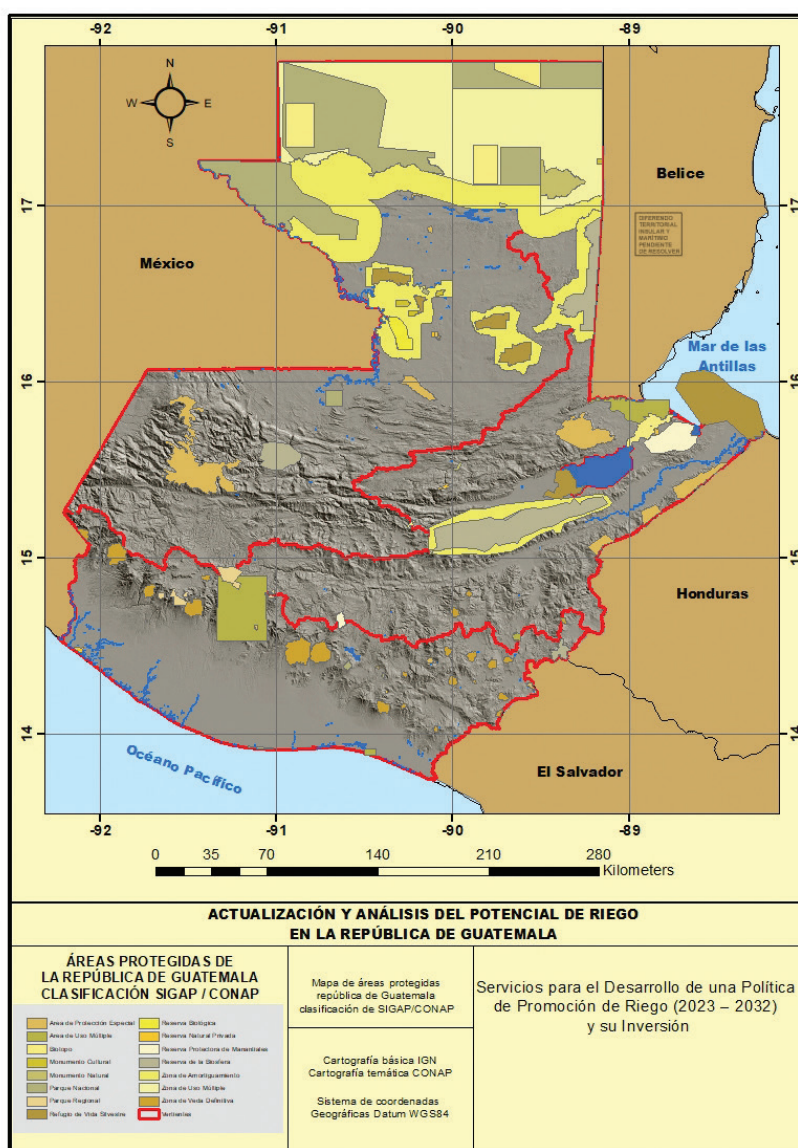
Los déficits más altos (550 a 840 mm) se concentran principalmente en la región del Pacífico, el Oriente y el corredor seco de Guatemala. Estas áreas deberán tener una prioridad alta en los programas de fomento de agricultura bajo riego.

Áreas protegidas: también fueron excluidos de las áreas potenciales de riego ciertos territorios de las áreas protegidas del país (CONAP, 2022). Según el mapa de áreas protegidas de Guatemala, estas se componen de las categorías siguientes: áreas de protección especial, biotopos, monumentos culturales, reservas biológicas, reservas naturales privadas, reservas protectoras de manantiales, monumentos naturales,

reservas de la biosfera, parques nacionales, zonas de amortiguamiento, parques regionales, zonas de usos múltiples, refugios de vidas silvestres y zonas de veda definitiva.

Estos territorios, a excepción de las zonas de amortiguamiento, forman las zonas núcleo de las áreas protegidas y fueron excluidos de la definición de áreas potenciales de riego. En las áreas de amortiguamientos se desarrollan actualmente importantes áreas agrícolas, incluyendo algunas de bajo riego. En la Figura 22 se presentan o delimitan las áreas protegidas mencionadas y que fueron excluidas del área potencial de riego del país.

Figura 22. Mapa de áreas protegidas de Guatemala.



Fuente: MAGA, 2022

Los territorios núcleos de las áreas protegidas del país con pendientes menores o iguales al 50 % y excluidos del área potencial de riego cuantifican un total de 412 087 ha.

Determinación del área potencial de riego de Guatemala: en la determinación del área potencial de riego se consideraron las áreas agrícolas del país al año 2020, con pendientes menores o iguales al 50 % y excluyendo dentro de estas las áreas núcleo de las zonas protegidas. En el Cuadro 7 se observa la magnitud del área potencial de riego para Guatemala.

Cuadro 7. Cuantificación del área potencial de riego de Guatemala.

Uso y cobertura	Área (ha)	Porcentaje (%)
Con pendientes mayores al 50 %	4 380 169	100
Territorios agrícolas con pendientes iguales o menores al 50% y corresponden a las zonas núcleo de las áreas protegidas, donde no debe fomentarse agricultura	412 087	9,41
Área potencial de riego	3 968 082	90,59

Fuente: Elaboración propia

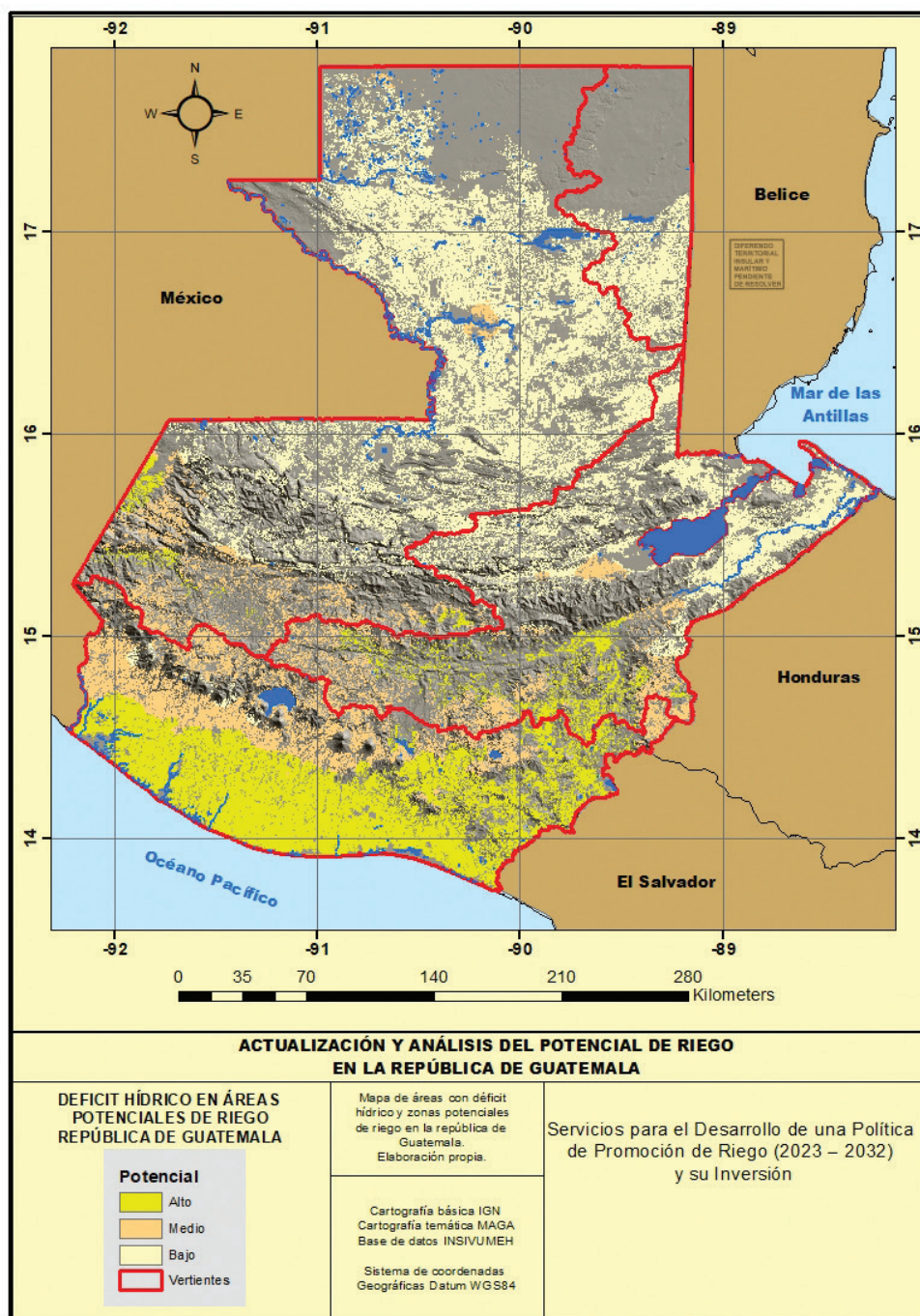
Según el Cuadro 7, las áreas agrícolas que cumplen las restricciones descritas, áreas agrícolas con pendientes menores o iguales al 50 %, (sin incluir dentro de estas las zonas núcleo de las áreas protegidas y que presentan déficit hídrico o demanda de agua en alguna época del año) definen el área potencial de riego del país, donde podrán desarrollarse programas de fomento de la agricultura bajo riego y modernización de esta.

El área potencial de riego equivale al 90,59 % de las áreas de uso agrícola con pendientes menores o iguales al 50 % y al 80,05 % del total de áreas de uso agrícola determinadas en el año 2020.

En la Figura 23 se observa la ubicación de las áreas que definen el potencial de riego de Guatemala, clasificadas según sus déficits hídricos en bajos, medios y altos, que totaliza alrededor de 3 968 082 ha, equivalentes al 36,43 % del área total del país.



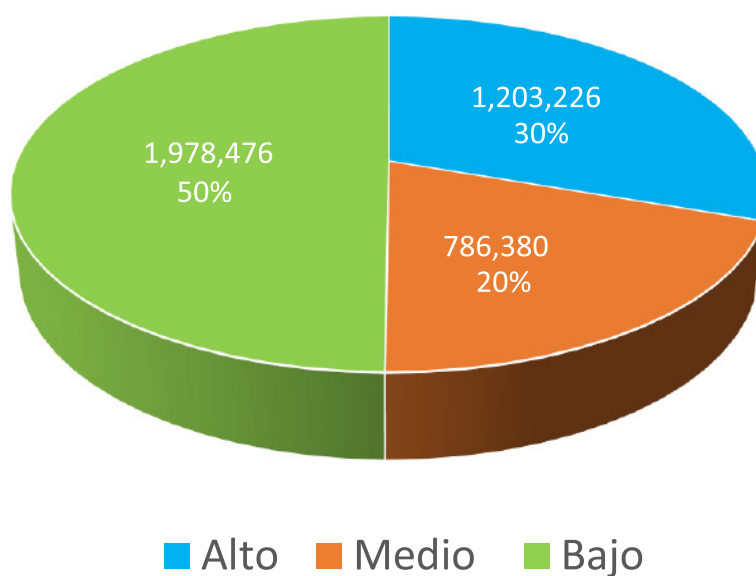
Figura 23. Ubicación y clasificación según déficits hídricos de áreas potenciales de riego.



Fuente: MAGA, 2022

La Figura 23 muestra las áreas del potencial de riego, clasificadas según sus déficits hídricos anuales en áreas de bajos, medios y altos déficits o demandas de agua. Definen también la prioridad de estas en cuanto a la implementación de programas de fomento de riego. En la Figura 24 se presenta la cuantificación de las áreas del potencial de riego, según la magnitud del déficit hídrico de estas.

Figura 24. Área del potencial de riego (ha) según sus déficits hídrico.



Fuente: Elaboración propia

Lo indicado en la Figura 24 resalta la importancia de las áreas del potencial de riego de Guatemala, en cuanto a la magnitud de sus déficits hídricos y, desde este único punto de vista, podrían priorizarse, tal como se observa en el Cuadro 8, a continuación.

Cuadro 8. Priorización de las áreas del potencial de riego según sus demandas de agua.

Prioridad	Déficit (mm)	Área (ha)	Porcentaje (%)
Baja	00 - 275	1 978 476	50
Media	275 - 550	786 380	50
Alta	550 - 820	1 203 226	30
Total		3 968 082	100

Fuente: Elaboración propia

Las áreas con mediana y alta prioridad en implementación de programas de riego, según sus demandas de agua, totalizan el 50 % del área potencial de riego, en área iguales a 1 989 606 ha. Las áreas de baja prioridad cubren alrededor de 50 % del área potencial de riego.

3

Estimación de área regada en Guatemala

Al año 2022, los sectores productivos que han contribuido con el desarrollo de infraestructura de riego y que cuentan con algunas estadísticas o registros, son los siguientes:

3.1 Sector empresarial

El sector empresarial es el que mayoritariamente ha desarrollado agricultura bajo riego en el país, enfocándose en elevar los niveles de producción en cultivos de exportación, tales como caña de azúcar, banano, plátano, palma de aceite, melón, sandía, tabaco y otros importantes bajo este fin. Mediante consultas con técnicos de algunas de estas empresas agrícolas y con técnicos de la DIPRODU del MAGA (2022), se estimaron las áreas bajo riego de los principales cultivos de exportación, los que se evalúan según el Cuadro 9.

Cuadro 9. Estimación de áreas regadas de los principales cultivos de exportación (2022).

Cultivos	Área (ha)	%
Caña de azúcar	202 100	51,16
Melón	13 520	3,42
Sandía	15 250	3,86
Banano y plátano	54 100	13,69
Palma de aceite	39 000	9,87
Tabaco	28 097	7,11
Áreas bajo riego en Petén (frutales, papaya, hortalizas y otros)	43 000	10,88
Total	395 067	100,00

Fuente: Elaboración propia

La información presentada en el Cuadro 9 determina la magnitud en área del riego empresarial en 395 067 ha bajo riego, siendo los principales cultivos bajo riego la caña de azúcar y el banano, mismos que abarcan alrededor del 65 % del riego de este sector.

3.2 Programas de fomento de riego del MAGA (2022)

El MAGA, por medio de la DIPRODU ha desarrollado, a través del tiempo, varios programas de impulso del riego en el país, esfuerzos encaminados principalmente a apoyar demandas o iniciativas de grupos organizados de subsistencia y excedentarios, así como a pequeños, medianos y grandes empresarios. Esto mediante un programa de créditos blandos mediante el fideicomiso del DIAPRYD (Programa de Desarrollo Integral en Áreas con Potencial de Riego y Drenaje). Se estima que al año 2022, han apoyado a diferentes grupos de usuarios, los cuales se presentan en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Programas de fomento de riego impulsados por MAGA.

Proyectos fomentados por DIPRODU	Área (ha)	%
Créditos mediante el fideicomiso DIAPRYD (2021)	17 084 87	62,49
Unidades de riego	10 046 00	36,74
Sistemas de riego en donación a grupos en subsistencia	209 28	0,77
Total	27 340 15	100,00

Fuente: Elaboración propia

Las unidades de riego se establecieron como sistemas por superficie formulados, diseñados, financiados y construidos por el MAGA en las décadas de los años 1960 y 1970. Actualmente son propiedad del MAGA, aunque su gestión, operación y mantenimiento actuales corren a cuenta de los usuarios; sin embargo, constantemente el MAGA colabora con los beneficiarios de estos proyectos en muchas inversiones de rehabilitación y mantenimiento de la infraestructura de riego. El área de estas unidades de riego ha estado estancada por varios años en alrededor de 10 046 ha.

Tales proyectos fueron concebidos con el sistema de gravedad mediante conducciones por canales de riego, con o sin bombeo, y aplicaciones en las parcelas mediante riego por surcos, principalmente. Estos han sido cedidos en su administración, manejo y operación a las organizaciones de usuarios; sin embargo, estos usuarios cada año solicitan y acceden a grandes financiamientos del gobierno para sufragar los costos de rehabilitación, operación y mantenimiento de los sistemas de riego.

Es conveniente estudiar a fondo los problemas de cada una de estas unidades de riego, desde los puntos de vista técnico, político, ambiental, social y económico, y resolver de fondo los problemas inherentes a cada unidad de riego.

En las últimas dos décadas ha sido común que el MAGA desembolse anualmente un presupuesto para los costos de rehabilitación, manejo y operación de estos sistemas de riego. Finalmente, se estima que el estado, a través del MAGA, ha colaborado en incentivar la agricultura de riego mediante varios programas, que al 2021, se calculan en alrededor de 27 340 ha.

3.3 Fomento de riego por otros grupos organizados

Dentro de estos sistemas de riego podemos agrupar los llamados minirriegos, los cuales, según el MAGA (2013), son sistemas de riego generalmente por gravedad-aspersión, de pequeña escala, con áreas promedio de 10 ha. Fueron impulsados por el MAGA en la década de 1980, con el apoyo financiero de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID, por sus siglas en inglés) y otras agencias de cooperación y organizaciones no gubernamentales. Estos sistemas se fomentaron, mediante créditos a grupos organizados, hoy propietarios de estos sistemas de riego.

También, en esta clasificación se ubican los riegos artesanales, mismos que, según el MAGA (2013) son sistemas de riego generalmente por gravedad, implementados por pequeños y medianos productores los que, con sus propios recursos y organización, han construido y gestionado los componentes de sus sistemas de riego, tales como las obras de derivación y/o captación de agua (toma), los canales de conducción y distribución. El riego parcelario ha quedado a cargo de cada dueño de parcela.

Estos riegos se ubican mayoritariamente en los departamentos de mayor déficit hídrico anual, tales como Zacapa, El Progreso, Jutiapa y Chiquimula. El MAGA (2013) hizo una estimación de las áreas bajo estas modalidades de riego en 19 393,32 ha; además, el MAGA, a través de la DIPRODU, últimamente ha financiado a estos grupos en la rehabilitación y mejoramiento de su infraestructura de riego. A continuación, en el Cuadro 11, se resumen las áreas de riego fomentadas por estos grupos organizados.

Cuadro 11. Sistemas de riego fomentados por iniciativa de grupos organizados.

Por otros grupos organizados	Área (ha)	%
Minirriegos	18 032 00	48,20
Riegos artesanales	19 393 32	51,80
Total	37 425 32	100,00

Fuente: Elaboración propia

3.4 Estimación de áreas regadas en Guatemala por diferentes sectores

En el Cuadro 12 se resumen las estadísticas de áreas bajo riego que existen en Guatemala, las que no constituyen la totalidad del área regada en el país, dado que no se conoce la magnitud de todas las áreas de riego privado e individual, así como de pequeñas y medianas empresas agrícolas dispersas a lo largo y ancho del país.

Cuadro 12. Sectores agrícolas con desarrollos de riego en Guatemala.

Sectores de riego	Área (ha)	%
Riego empresarial (2022)	395 067 00	85,92
DIPRODU, MAGA (2021)	27 340 15	5,94
Por grupos organizados	37 425 32	8,14
Total	459 832 47	100,00

Fuente: Elaboración propia

3.5 Potencial de áreas de riego sin infraestructura de riego en Guatemala

En el Cuadro 12 se resumen las estadísticas de áreas bajo riego que existen en Guatemala, las que no constituyen la totalidad del área regada en el país, dado que no se conoce la magnitud de todas las áreas de riego privado e individual, así como de pequeñas y medianas empresas agrícolas dispersas a lo largo y ancho del país.

Cuadro 13. Área potencial de riego sin infraestructura de riego.

Descripción	Área (ha)	%
Área potencial total de agricultura bajo riego	3 968 082	100
Área regada (2022)	459 833	11,59
Área potencial de riego sin infraestructura de riego	3 508 249	88,41

Fuente: Elaboración propia

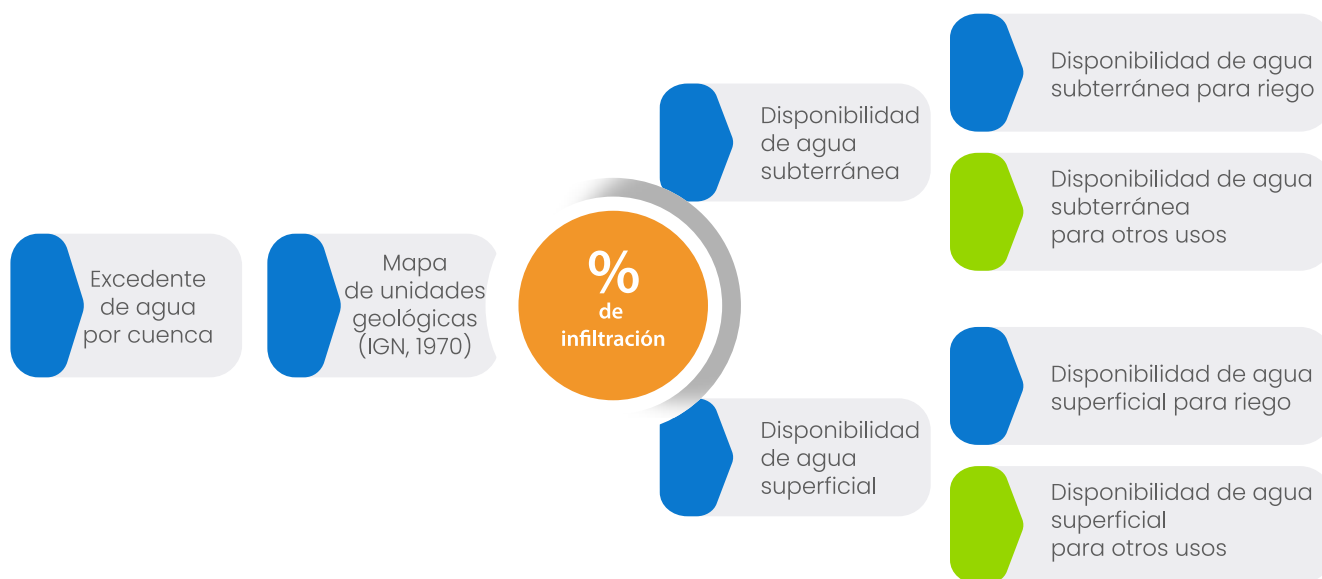
De acuerdo con lo presentado en el Cuadro 13, el 88,41 % de las áreas con potencial de agricultura bajo riego no cuentan hoy con infraestructura de riego; existe una brecha considerable de 3 508 249 ha, entre lo que se podría regar y lo que se riega actualmente.

4

Disponibilidad y demanda de agua para riego en Guatemala

Las áreas potenciales de riego de Guatemala exigen ciertas láminas o volúmenes de agua para satisfacer los requerimientos de los cultivos impuestos por el clima de las regiones del país. Ante esta preocupación, con base en los excedentes de agua obtenidos de los balances hídricos mensuales, se estimó la disponibilidad total de agua que tiene el país para sus variadas necesidades en cuanto a riego, agua potable, uso doméstico, recreación, conservación y mantenimiento de ecosistemas naturales (caudal ecológico), etc. Las disponibilidades totales de agua del país se definieron según la metodología resumida en la Figura 25.

Figura 25. Pasos metodológicos para estimar la disponibilidad de agua para riego.



Fuente: Elaboración propia

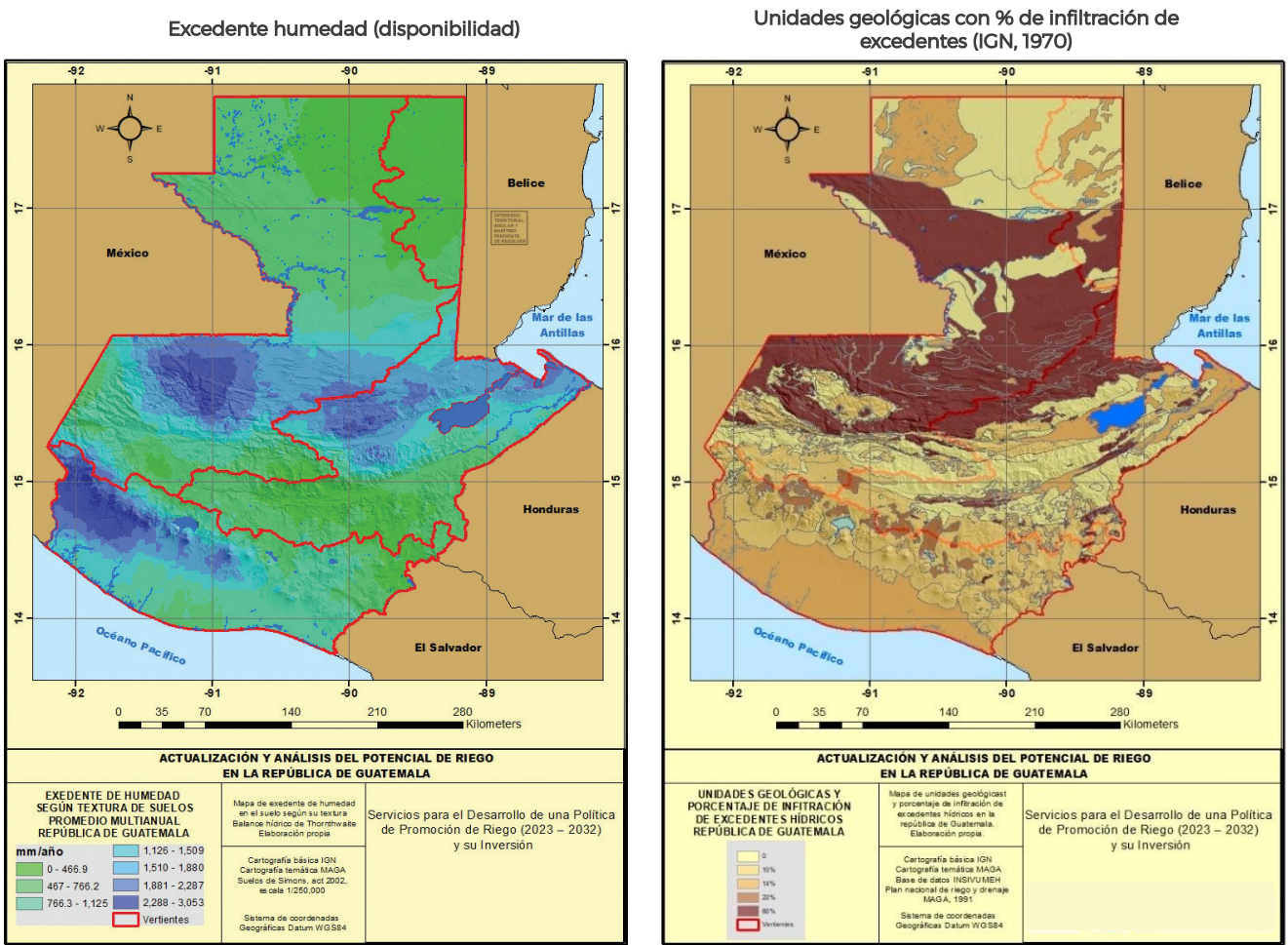
De acuerdo con lo presentado en la Figura 25, los excedentes de agua mensuales de los balances hídricos de suelos son las fuentes o disponibilidad superficial y subterránea de agua del país, dado que una fracción de los excedentes del balance hídrico se

definen como escorrentías superficiales que alimentan las fuentes superficiales de agua; las fracciones restantes alimentarán los acuíferos subterráneos.

Los aportes hacia los mantos acuíferos dependen, entre muchas variables, de la geología del país, por lo que se priorizó la geología para definir los porcentajes de infiltración de agua.

Las recargas anuales de aguas subterráneas se estimaron como un porcentaje de los excedentes de humedad del suelo que infiltran o percolan hacia los acuíferos profundos. Tal como se presenta en la Figura 26, las disponibilidades de aguas superficiales del país se estimaron como la diferencia entre los excedentes mensuales de humedad resultantes del balance hídrico, menos las infiltraciones o aportes de aguas subterráneas.

Figura 26. Mapas de excedentes y de geología de Guatemala y los criterios usados para estimar disponibilidades de aguas superficiales y subterráneas.



Fuente: MAGA, 2022

Disponibilidad de agua subterránea= excedente X % infiltración
Disponibilidad de agua superficial= excedente – agua subterránea
Se consideró que el riego consume 70% del agua total disponible (30% para consumo humano, industrial, ganadero y otros usos no agrícolas (FAO)

4.1 Estimaciones de las recargas anuales de aguas subterráneas

Se sabe que las recargas de aguas subterráneas de los territorios dependen, en gran medida, de la geología de estos, debido a que el movimiento del agua subterránea tiene lugar dentro de los estratos rocosos profundos.

Según el mapa geológico de la República de Guatemala (Instituto Geográfico Nacional IGN, 1970), a escala 1/500 000, el país se dividió en 21 unidades hidrogeológicas, según la potencialidad de conducción y almacenamiento de agua de sus acuíferos. En estas unidades geológicas, el estudio definió un porcentaje de percolación profunda hacia los acuíferos, estos porcentajes se presentan en el Cuadro 14 a continuación.

Cuadro 14. Porcentajes de infiltración de agua subterránea según unidades geológicas.

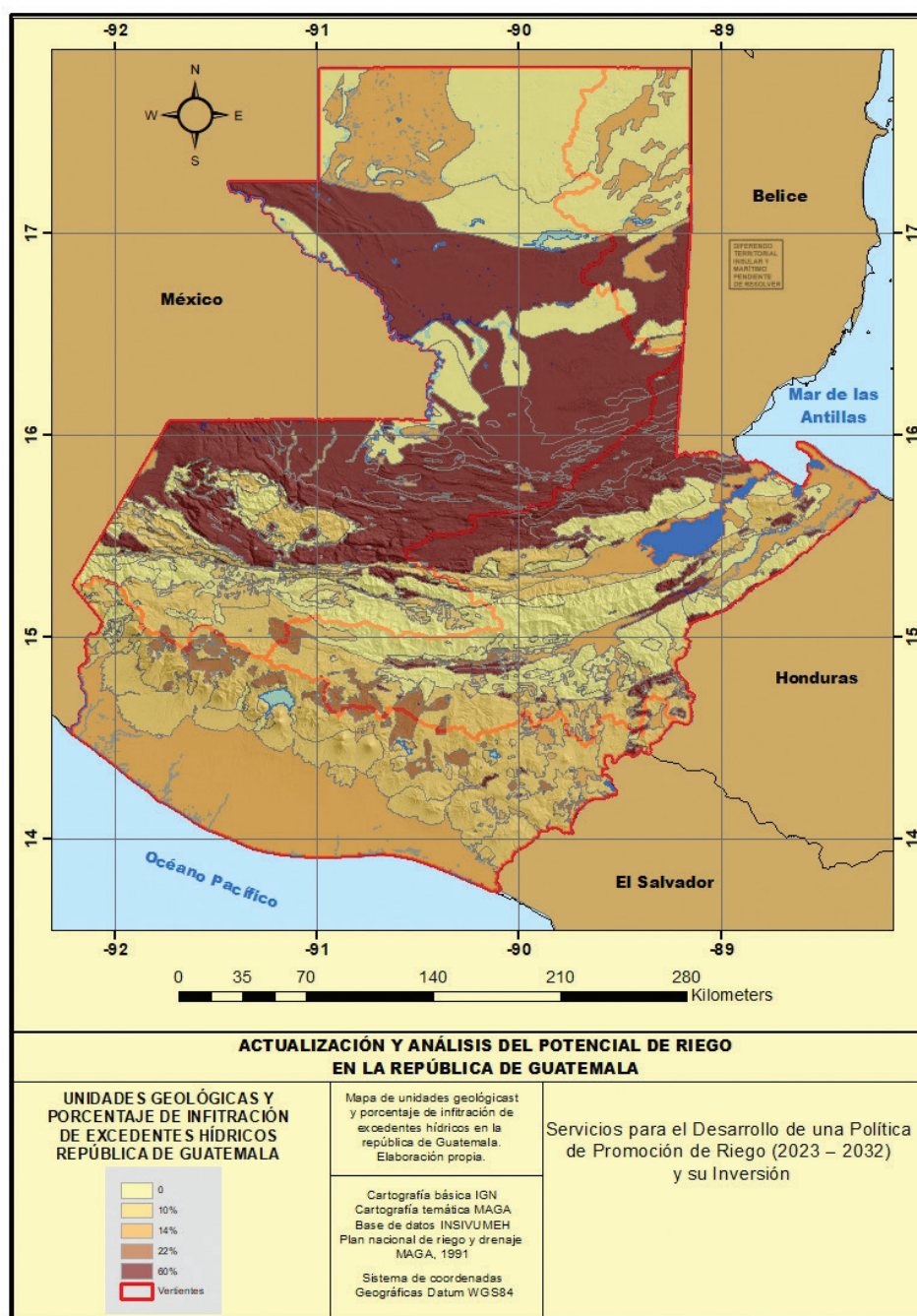
Unidad hidrogeológica	Infiltración (%)	Área (km ²)
CPsr	10	29,452.27
CPsr?	10	547.19
Ksd	60	264,116.63
Ksd?	60	450.90
KTs	60	56 761.93
KTsb	60	6 870 24
Qa	14	191 711 56
Qp	8	9 117 87
Qp?	22	22 569 24
Qv	10	56 659 56
Tv	8	125,130 96
Pc	5	14 651 38
Total		763 388 36

Fuente: Elaboración propia

Las restantes unidades hidrogeológicas no presentan ninguna capacidad de infiltración de agua hacia los estratos profundos.

El mapa de unidades hidrogeológicas, categorizados según sus porcentajes de infiltración de aguas subterráneas, se presentan en la Figura 27.

Figura 27. Mapa de porcentajes de infiltración de aguas subterráneas según unidades hidrogeológicas.



Fuente: MAGA, 2022

Mediante álgebra de mapas en un sistema GIS, estos porcentajes de percolación profunda fueron aplicados a los excedentes del balance hídrico para los diferentes lugares del país, dando por resultado las láminas de agua que alimentan los acuíferos subterráneos del territorio. La fracción restante de los excedentes de agua mensuales

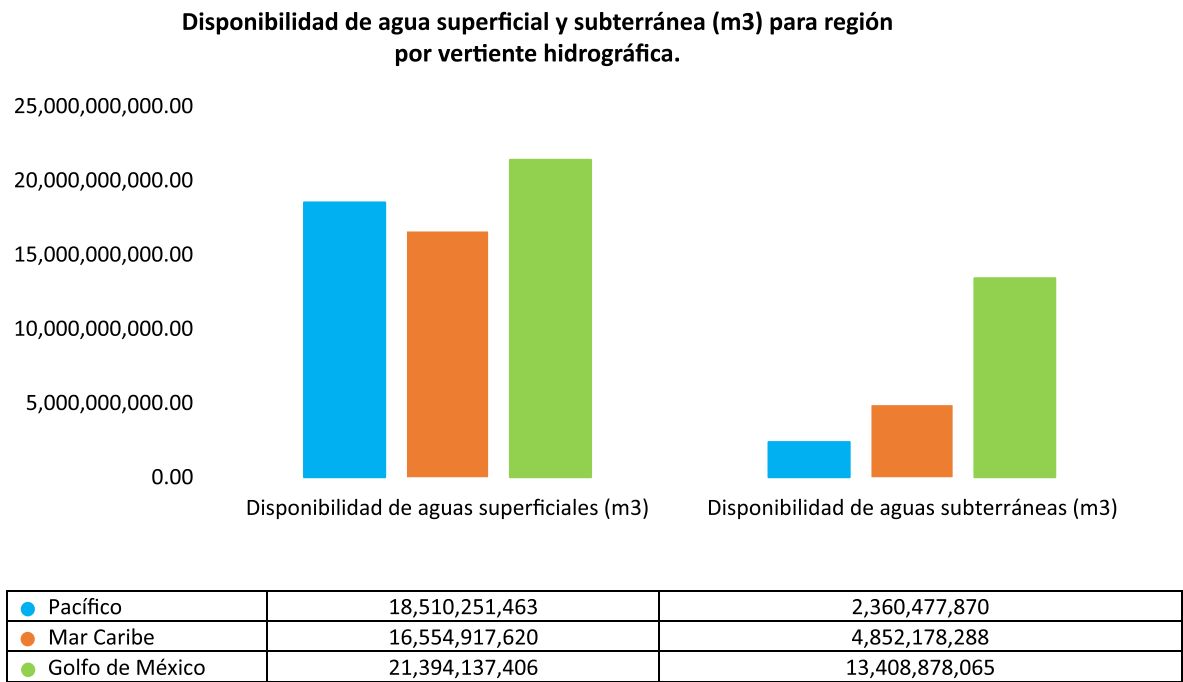
corresponden a la escorrentía superficial que, juntamente con el flujo base, alimentan las disponibilidades de agua superficial en cauces y/o lagos.

Los excedentes de cada píxel de 30 x 30 m, le fueron aplicados los porcentajes de infiltración correspondientes y se determinaron las disponibilidades o los aportes de aguas subterráneas, hasta estimar las disponibilidades anuales por cuenca. Iguales criterios se desarrollaron para estimar las disponibilidades totales de aguas subterráneas.

4.2 Disponibilidades de aguas superficiales y subterráneas con fines de riego

Después de cuantificar las aguas superficiales, se definió un 70 % de estas como la disponibilidad con fines de riego y el restante 30 % se reservó para los otros usos del agua en una sociedad, tales como las demandas de agua para consumo y saneamiento, industria, turismo, etc. El mismo criterio fue aplicado para definir los volúmenes de recarga de acuíferos con fines de riego y otros usos: 70 % destinado a riego y 30 % para los otros usos del agua en las cuencas o departamentos del país. Los volúmenes de aguas superficiales y subterráneas con fines de riego por vertientes de Guatemala se detallan en la Figura 28.

Figura 28. Disponibilidades por vertientes de aguas superficiales y subterráneas con fines de riego.



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la Figura 28 en el Cuadro 15, se observan las cantidades de agua con fines de riego (m3) que se estima disponer en cada vertiente para cubrir las demandas de las áreas potenciales de riego por vertiente.

Cuadro 15. Disponibilidad (m³) de agua por vertiente con fines de riego.

Vertiente	Disponibilidad de aguas superficiales (m ³)	%	Disponibilidad de aguas subterráneas (m ³)	%	Total (m ³)
Pacífico	18 510 251 463	33	2 360 477 870	11	20 870 729 334
Mar Caribe	16 554 917 620	29	4 852 178 288	24	21 407 095 908
Golfo de México	21 394 137 406	38	1 340 878 065	65	34 803 015 472
Total	56 459 306 491	100	20 621 534 224	100	77 080 840 715

Fuente: Elaboración propia

La vertiente con mayor disponibilidad de agua para riego es la del golfo de México, y la de menor disponibilidad corresponde a la vertiente del Pacífico. La de mayor disponibilidad superficial se presenta también en la vertiente del golfo de México y la menor la presenta el mar Caribe. La mayor disponibilidad subterránea corresponde a la del Golfo de México y la menor oferta de agua subterránea la ofrece la vertiente del Pacífico. Se cuenta en Guatemala con una disponibilidad total de agua para riego de alrededor de 77 081 millones de m³.

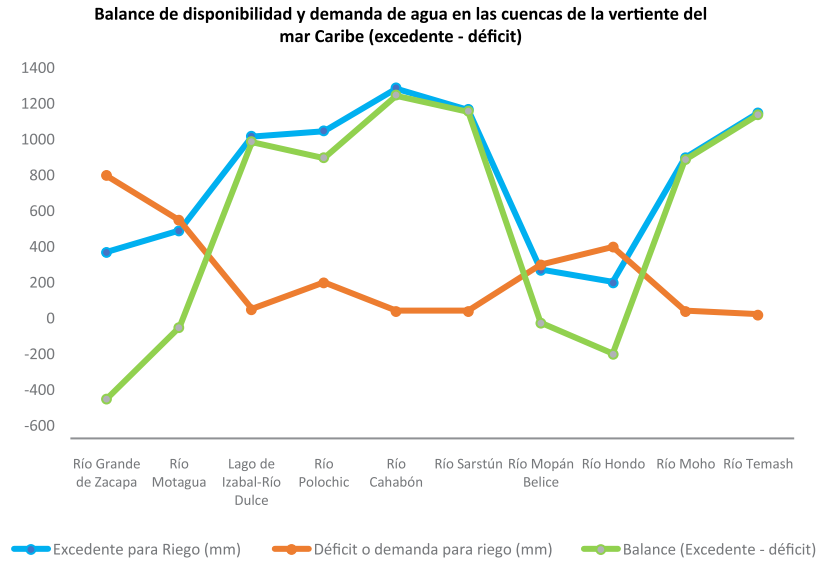
4.3 Balance de disponibilidades y demandas de riego por cuenca

A efecto de definir si los recursos hídricos disponibles satisfacen las demandas de las áreas potenciales de riego de las cuencas se realizó, a nivel de vertientes y cuencas, una comparación entre las láminas disponibles para riego (el 70 % de los excedentes del balance hídrico) y los déficits hídricos del balance de humedad. Los déficits hídricos representan las demandas netas de agua de una vegetación de referencia creciendo en condiciones óptimas, que equivale a los requerimientos netos de riego de los cultivos.

Para estimar las láminas brutas de riego demandadas, se dividieron los déficits hídricos netos entre una eficiencia total de riego. Las eficiencias de riego varían según los métodos de riego que se utilicen; en términos generales se estiman eficiencias del 90 % en riego por goteo, 70 % en riego por aspersión y de 30 a 40 % de eficiencia en riego por superficie (surcos o inundación). Cualquier política de riego deberá promocionar los sistemas de riego de alta eficiencia, aspersión y goteo; sin embargo, se valora que existirán algunos pocos sistemas bajo riego por superficie.

En función de las eficiencias descritas, en la estimación de las láminas brutas se definió una eficiencia total promedio de los sistemas de riego a impulsar en Guatemala del 70 %. Acorde con los criterios señalados, en las Figuras 29, 30 y 31 se comparan las ofertas y demandas totales de riego en las tres vertientes y 38 cuencas del país, así como el balance o saldo entre disponibilidades y demandas de agua para riego.

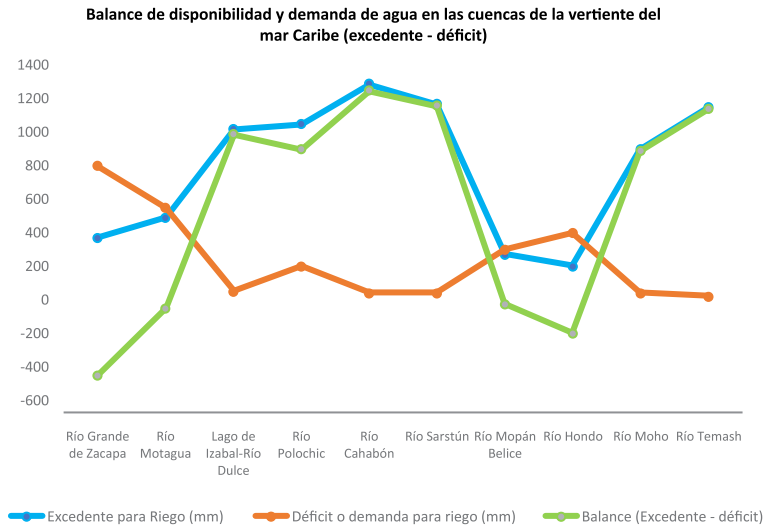
Figura 29. Balance de disponibilidades y demandas de agua de riego por cuenca en la vertiente del Pacífico de Guatemala.



Fuente: Elaboración propia

De las tres vertientes se tiene que, la del Pacífico es la más crítica en cuanto a los balances entre ofertas y demandas de agua para riego, pues las cuencas de los ríos Acomé, María Linda, Paso Hondo, Los Esclavos, Paz, Ostúa, Guija y Olopa presentarían balances negativos, si todas las áreas potenciales de riego de estas cuencas fueran cubiertas de agricultura bajo riego. Los ríos Acomé, Ostúa y Güija presentan los mayores saldos negativos, de 400 y 600 mm, respectivamente; sin embargo, la falta de agua en las citadas cuencas podrá solventarse mediante trasvases de las cuencas que presentan saldos abundantes de agua.

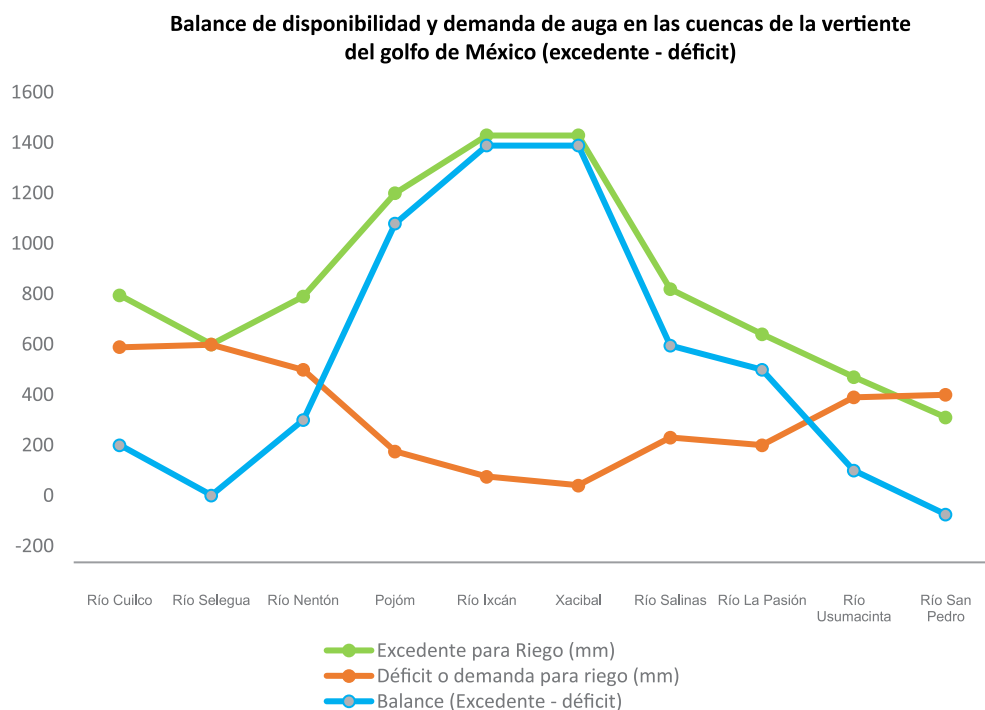
Figura 30. Balance de disponibilidades y demandas de agua de riego por cuenca en la vertiente del mar Caribe de Guatemala.



Fuente: Elaboración propia

En las cuencas del mar Caribe faltará agua para regar todas las áreas potenciales de riego de las cuencas Grande de Zacapa, Motagua, Mopán Belice y Río Hondo, en un estimado alrededor de 450 mm, 25 mm, 20 mm y 200 mm, respectivamente. Las otras cuencas de esta vertiente presentan abundantes recursos de agua; el trasvase de aguas podría ser la solución en las cuencas deficitarias.

Figura 31. Balance de disponibilidades y demandas de agua de riego por cuenca en la vertiente del golfo de México.



Fuente: Elaboración propia

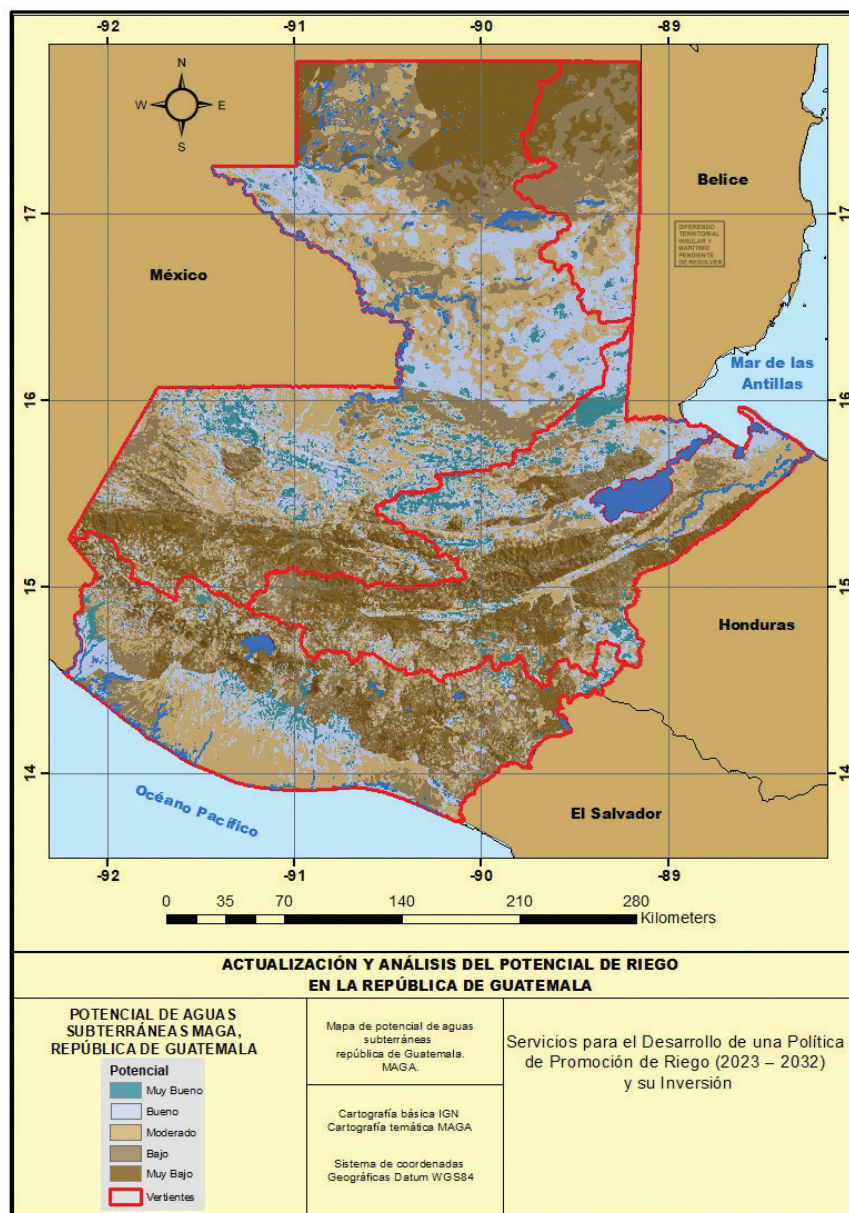
En general, en la vertiente del Golfo de México existen abundantes recursos hídricos para satisfacer los requerimientos de agua de las áreas potenciales de riego, a excepción de los ríos Selegua y principalmente el río San Pedro, que presenta un saldo negativo alrededor de 75 mm.

4.4 Potencialidad de aguas subterráneas en las áreas potenciales de riego

El Centro Universitario del Nororiente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, la DIGEGR del MAGA y otras instituciones especializadas, desarrollaron en el 2009 una evaluación del potencial de aguas subterráneas de Guatemala a escala de reconocimiento, 1/250 000; definieron la potencialidad de suministro de aguas subterráneas en términos cualitativos en todos los lugares del país, tales como zonas o áreas de muy bajo, bajo, moderado, bueno y muy buen potencial de aguas subterráneas.

En la Figura 32 se localizan las áreas del país según sus potencialidades de suministro de aguas subterráneas indicadas.

Figura 32. Mapa de potencialidad de suministro de aguas subterráneas de Guatemala (2009).



Fuente: MAGA, 2022

En la Figura 32, se observa que Guatemala tiene abundantes áreas calificadas de bueno a muy buen potencial de aguas subterráneas y también zonas o áreas importantes con bajos y muy bajos potenciales.

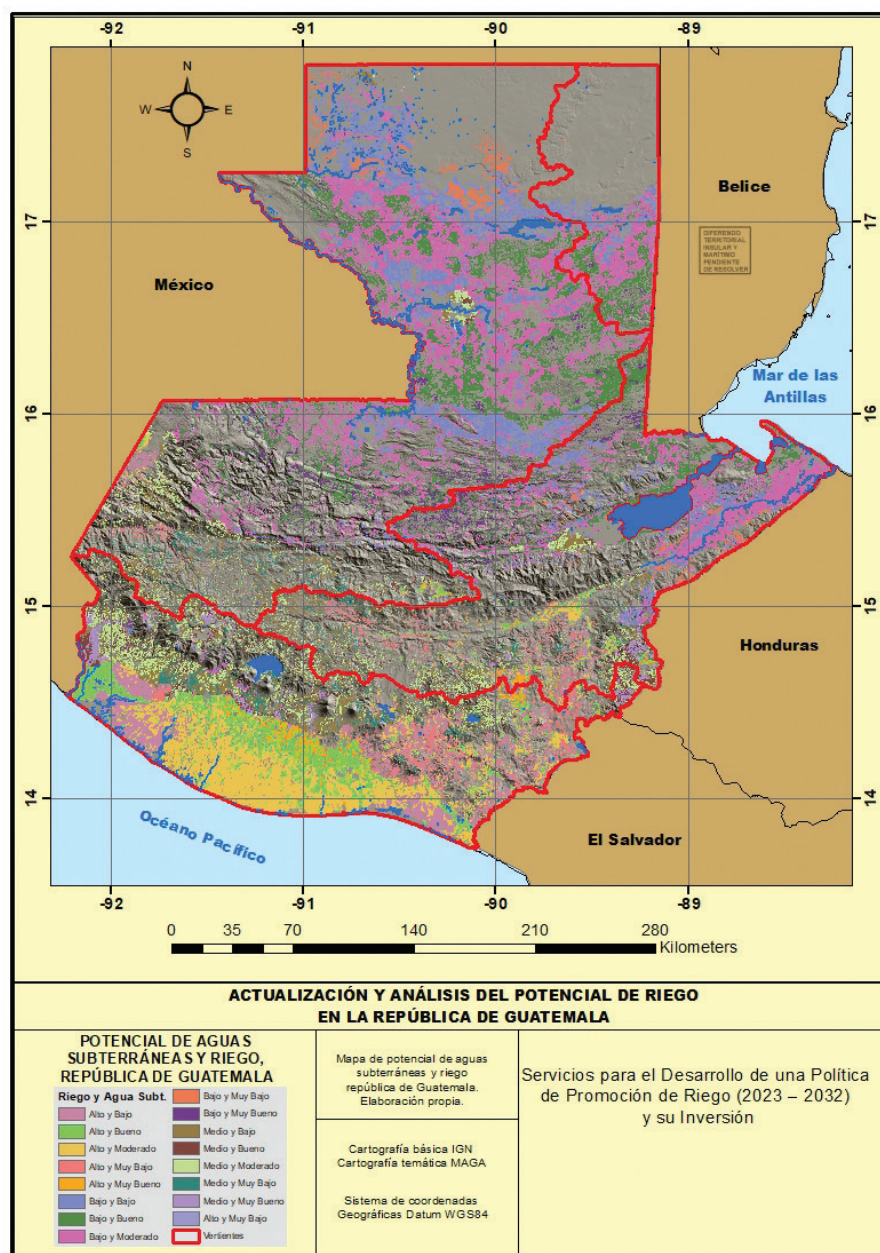
4.4.1 Ubicación de las áreas potenciales de riego según las clasificaciones del potencial de aguas subterráneas

Al cruzar los mapas de las ubicaciones de las áreas potenciales de riego, según los déficits hídricos bajo, medio y alto, con las cinco calificaciones del potencial de aguas

subterráneas, se permite obtener el mapa de potencialidad de agua subterránea en las áreas potenciales de riego. Por ejemplo, califica cómo es el potencial de aguas subterráneas en las áreas potenciales de riego con bajos, medios y altos déficits hídricos.

La Figura 33 indica las calificaciones de los potenciales de aguas subterráneas en las áreas potenciales de riego.

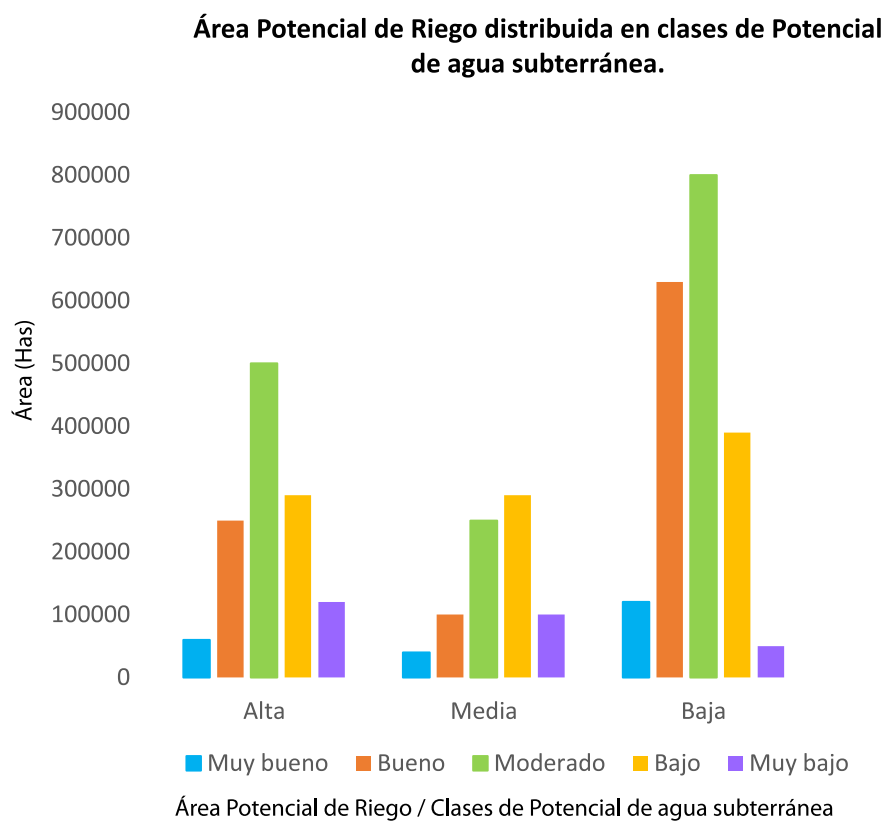
Figura 33. Mapa de ubicación de zonas potenciales para riego y zonas potenciales de aguas subterráneas en la república de Guatemala.



Fuente: MAGA, 2022

En la Figura 33 y Figura 34, se presentan 15 combinaciones de las áreas potenciales de riego con bajos, medios y altos déficits hídricos y las cinco calificaciones de potencialidad de aguas subterráneas.

Figura 34. Área (ha) de las combinaciones entre los tres niveles de déficit hídricos de las áreas potenciales de riego y las cinco potencialidades de aguas subterráneas.



Fuente: Elaboración propia

Las áreas potenciales de riego, con altos déficits hídricos y disponibilidades moderadas de aguas subterráneas se dan en 500 000 ha. Desafortunadamente, las áreas de riego con altos déficit hídricos y muy buen potencial de aguas subterráneas son las más escasas, alrededor de 50 000 ha. Las áreas de riego de moderados déficits hídricos, con moderados y bajos potenciales de aguas subterráneas suman alrededor de 525 000 ha, y las de moderados déficit hídrico, con muy buen potencial de aguas subterráneas, totalizan apenas alrededor de 35 000 ha.

Las áreas de riego con bajos déficit hídricos y moderados potenciales de aguas subterráneas suman alrededor de 800 000 ha. Las áreas con muy buen potencial de aguas subterráneas y bajos déficits hídricos equivalen a 100 000 ha.

Los resultados indican que aprovechar las aguas subterráneas requerirá de estudios hidrogeológicos profundos, dado que grandes áreas del potencial de riego poseen de moderados a bajos potenciales de aguas subterráneas.

4.5 Almacenamiento de agua de riego para agricultores organizados

Las figuras 13 y 14, presentadas con anterioridad, indican que los meses de déficits de humedad en el suelo o falta de agua en el territorio nacional tienen lugar en la mayoría de las cuencas de las tres vertientes, desde mediados de noviembre hasta mediados de mayo, principalmente.

De igual manera, las figuras 16 y 17, anteriores, indican que, desde mediados de mayo hasta mediados del mes de noviembre, después de satisfacer los requerimientos de evapotranspiración de la vegetación en general, se presentan excedentes de humedad en el suelo o excesos de agua en la mayoría de las cuencas del país, las que representan las fuentes de agua con que dispone el país para satisfacer todas sus demandas de agua de los diversos usos. Dado lo anterior, se presentan dos épocas bien diferenciadas en el territorio nacional: una época seca de noviembre a mayo, caracterizada por precipitaciones despreciables e insignificantes y una época bastante lluviosa el resto del año, donde tiene lugar la disponibilidad de agua para los otros usos de la sociedad guatemalteca.

Guatemala es de los países más vulnerables a los efectos del cambio climático que, aunado a sus condiciones topográficas bastante quebradas y malos manejos de sus cuencas hidrográficas, favorecen destrozos importantes en la economía por los fenómenos de sequías y lluvias extremas que se presentan.

Actualmente, son frecuentes, durante la época húmeda, grandes eventos de lluvia que causan estragos principalmente en la infraestructura nacional, dada la gran variabilidad en las lluvias. Por el contrario, en la época seca se presentan fenómenos de sequías prolongadas, principalmente en el corredor seco del país, donde la escasa disponibilidad de agua es típica a lo largo del año. Hoy en día, los ríos y otras fuentes superficiales de agua son significativamente escasos o nulos durante la época seca, conllevando problemas de escasez a los diferentes usuarios del agua. Los efectos del cambio climático han profundizado también las crisis de seguridad alimentaria y la desnutrición en varios lugares del territorio, en especial en las áreas del corredor seco.

Los recursos hídricos de Guatemala, como en muchos países, presentan serios problemas de manejo y disponibilidad en tiempo y espacio, lo que limita seriamente el derecho humano al agua y a muchas actividades productivas, tal el caso de la tecnificación y modernización de la agricultura nacional.

El riego, que se desarrolla durante la época seca, definido como el usuario de mayor demanda de agua en el territorio nacional, está seriamente limitado en cuanto a su desarrollo en grandes extensiones del territorio nacional, principalmente por las marcadas limitaciones de agua durante los seis meses secos. La falta de agua es factor limitante fundamental para poner a producir grandes superficies de cultivo, conllevando a la falta de empleo y la seguridad alimentaria a muchas familias campesinas, como también a pequeños y medianos empresarios agrícolas.

Según el balance de aguas discutido en este estudio, el país cuenta con suficientes recursos hídricos para satisfacer todas sus demandas de agua; los requerimientos de riego, los usos de la industria, el turismo, el uso doméstico, hidroenergía, etc. El gran problema nacional radica que estos grandes volúmenes de agua se producen y están mayoritariamente disponibles únicamente durante la época lluviosa del año. En las áreas potencialmente agrícolas de muchos países del mundo con limitadas disponibilidades de agua durante la época seca, se han estudiado e implementado diferentes soluciones; pozos artesanales, pozos profundos y principalmente, almacenamientos de agua en reservorios y/o embalses de diferentes tamaños. Escasamente, en pocos lugares de Guatemala se cuentan con fuentes superficiales.

Los pozos mecánicos profundos generalmente conllevan altos costos de inversión, operación y mantenimiento de sus sistemas de bombeo, que no pueden ser sufragados por pequeños agricultores organizados y por pequeños y medianos empresarios. Hoy en día, está la disponibilidad de los bombeos solares que podrían aliviar en parte el problema de los costos de bombeo; sin embargo, se requieren desarrollar más experiencias al respecto.

Finalmente, en muchos países del mundo, los almacenamientos de agua en reservorios excavados fuera de cursos de agua (o mediante embalses de agua sobre los cursos de agua retenidos o almacenados mediante presas sobre los cursos de agua), han tenido bastante éxito y han sido soluciones para los problemas, no solo para proyectos de irrigación, sino también para otros aprovechamientos hidráulicos, principalmente los hidroeléctricos y de abastecimiento humano.





5

Bibliografía

Andales, A. 2015. Irrigation scheduling: The water balance approach, fact sheet No. 4.707. Colorado, Estados Unidos de América: Colorado State University.

Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. (2012). El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Guatemala.

Espinoza García, H.F. 2020. Integración de la adaptación al cambio climático en el manejo de cuencas; el caso de la cuenca del río Acomé, Guatemala. Tesis M.Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

FAO, Organización de las Naciones Unidad para la Alimentación y la Agricultura. (2006). Documento 56. Serie Riegos y Drenajes. Evapotranspiración de Cultivo.

Instituto Geográfico Nacional IGN. (1970). Mapa Geológico de la República de Guatemala. Mapa Geológico de la República de Guatemala. Guatemala, Guatemala: Instituto Geográfico Nacional IGN.

Instituto Nacional de Estadística INE. (2005). IV Censo Nacional Agropecuario 2003. Tomo IV. Guatemala.

Israelsen, H. 1965. Principios y aplicaciones del riego. México: Reverte, S.A.

MAGA. 1991. Plan nacional de riego y drenaje. Tomo IV. Área potencial de riego en Guatemala. Guatemala.

MAGA. 2002. Mapa de Serie de Suelos Simmons. 2002. Guatemala, Guatemala.

MAGA. 2010. Mapa de Taxonomía de Suelos a nivel departamental según USDA. Escala 1:50,000. Guatemala, Guatemala.

MAGA. 1990. Plan Maestro de Riego y Drenaje. Documento No. 1. Caracterización Hidroclimática de Guatemala con Fines de Riego. Guatemala.

MAGA. 2012. Determinación de las áreas con necesidad de riego en la República de Guatemala. Guatemala.

MAGA. 2013. Política de promoción del riego 2013-2023. Guatemala.

Santos, G.F.R. 2018. Determinación del balance hídrico superficial en el suelo, cuenca río Atulapa, modelo de Thornthwaite desarrollado en Python, Esquipulas, Chiquimula, Guatemala. Guatemala.

WorldClim. 2022. Obtenido de <https://www.worldclim.org/data/index.html>

5 Anexos

6.1 Cuadros de información meteorológica utilizados para los cálculos del balance hídrico de suelo y obtención de área potencial de riego

Cuadro 16. Estaciones climatológicas consideradas en el estudio y valores históricos medios mensuales de precipitación

	Latitud	Longitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
INS-010108	15.47	-90.41	164.15	147.31	186.14	218.39	292.25	359.63	363.54	401.58	380.45	437.56	350.56	258.87
INS-010202	15.61	-89.81	155.77	151.88	158.72	161.85	279.69	432.33	493.41	375.14	363.34	433.30	335.84	201.90
INS-010710	15.40	-89.64	69.63	47.95	57.52	93.60	267.21	370.74	489.62	460.20	377.51	262.87	128.70	76.23
INS-020201	15.11	-90.62	14.49	27.31	40.95	134.83	220.77	307.01	270.59	268.60	270.61	166.30	64.32	26.51
INS-020604	15.06	-90.25	10.48	24.66	51.26	86.41	148.95	278.12	211.84	245.18	244.48	199.35	59.45	23.16
INS-030102	14.64	-90.80	9.47	16.08	33.05	115.50	191.28	285.51	209.03	224.13	229.41	176.56	35.36	22.87
INS-030203	14.95	-89.97	0.58	0.57	2.12	7.95	59.62	48.41	4.57	45.43	45.28	51.38	28.70	0.64
INS-031101	14.78	-90.79	6.14	14.48	35.63	125.51	247.18	332.59	309.36	329.58	338.73	201.01	81.23	30.13
INS-031401	14.68	-90.92	6.09	15.38	30.15	89.44	175.46	246.08	224.43	250.95	266.06	182.16	54.45	16.61
INS-040201	14.82	-89.37	7.63	17.66	32.39	99.39	206.09	325.33	263.13	296.87	331.87	189.53	70.90	18.44
INS-040402	14.56	-89.34	19.01	29.39	51.67	139.10	255.81	402.32	355.17	457.68	486.79	264.94	98.78	37.88
INS-050114	14.37	-90.83	25.01	45.17	122.51	315.81	645.59	756.27	578.97	662.81	740.85	663.90	285.95	76.03
INS-050805	13.94	-90.84	5.76	32.62	31.53	144.58	291.96	421.95	372.95	519.20	375.61	390.42	149.93	28.38
INS-060100	14.59	-90.53	5.64	17.67	46.15	111.42	220.94	363.00	297.39	339.84	333.43	210.52	67.82	14.24
INS-060119	14.59	-90.53	0.63	1.50	7.24	11.46	64.51	88.29	34.16	81.87	101.82	50.63	4.23	0.30
INS-070103	15.32	-91.50	12.15	19.47	46.28	120.10	180.39	292.38	187.69	224.12	314.38	197.87	74.18	22.30
INS-071902	15.49	-91.76	21.90	26.57	38.94	123.70	261.34	404.71	353.10	405.31	417.32	280.24	114.82	53.37
INS-073102	15.51	-91.60	28.98	33.68	48.92	128.84	297.80	333.96	225.17	266.60	286.17	214.21	94.46	48.65
INS-080104	15.73	-88.58	435.62	269.79	300.57	252.32	327.37	324.25	633.07	660.38	443.47	572.98	596.76	477.44
INS-080306	15.59	-88.94	225.77	145.81	150.14	133.96	178.79	234.37	323.26	343.94	271.21	338.79	350.11	229.86
INS-090102	14.76	-89.93	17.92	14.85	44.76	104.68	213.03	341.27	254.06	272.03	326.80	218.42	78.85	26.27
INS-090303	14.49	-89.88	1.29	11.32	20.16	63.01	147.52	262.71	227.70	248.20	245.72	163.13	47.45	7.72
INS-100105	14.53	-91.50	18.66	6.37	7.98	23.61	164.85	119.63	74.00	120.13	159.37	131.90	7.97	13.95
INS-100301	14.34	-89.71	1.94	18.56	36.38	104.63	274.90	390.69	322.68	357.93	390.67	212.67	61.18	15.30

INS-101102	13.81	-90.15	6.63	18.31	24.47	152.14	309.87	393.93	292.66	319.29	347.45	291.54	60.19	14.09
INS-101301	14.23	-90.04	2.34	15.63	35.09	110.67	210.76	308.22	278.60	335.25	323.92	195.00	42.56	13.27
INS-110104	16.92	-89.87	146.85	68.47	73.32	121.85	263.86	344.19	301.40	399.05	393.86	387.71	251.53	228.78
INS-110901	16.33	-89.41	68.83	41.39	46.80	49.19	119.89	130.18	86.89	115.92	174.81	177.91	131.72	81.16
INS-120604	15.05	-89.95	36.01	42.00	50.61	99.57	232.08	383.00	361.77	381.39	394.75	342.10	173.71	65.19
INS-131401	14.87	-91.51	6.15	13.81	39.41	96.93	206.83	230.60	158.40	204.27	226.72	165.33	45.67	19.76
INS-131402	14.86	-91.51	0.73	0.03	3.56	21.03	59.88	72.25	31.03	55.12	58.49	51.63	6.05	0.51
INS-140502	15.05	-91.02	10.60	21.62	27.62	85.84	211.08	350.60	369.22	347.35	374.40	246.16	84.76	34.00
INS-140801	15.40	-91.14	52.82	51.64	76.18	159.70	239.32	438.61	433.21	436.82	453.28	346.11	194.31	105.30
INS-141001	15.29	-91.09	3.23	11.21	35.43	80.75	143.89	275.68	158.08	225.65	229.13	165.36	70.71	14.94
INS-141502	15.36	-90.66	70.54	67.11	78.21	124.96	224.10	385.90	258.71	330.73	309.12	293.81	203.12	114.46
INS-150108	14.52	-91.69	27.24	47.74	91.36	309.62	654.48	672.73	592.66	663.82	729.98	695.20	271.82	89.47
INS-150201	14.29	-91.91	1.23	5.00	6.00	12.00	143.00	160.03	131.47	190.84	159.80	126.94	32.46	2.41
INS-161101	14.62	-90.66	7.95	18.57	32.17	89.18	203.66	312.36	280.75	323.33	298.23	185.13	58.31	15.66
INS-170103	14.97	-91.82	15.10	36.09	64.96	139.91	316.20	403.57	286.44	332.69	374.04	268.27	48.35	19.73
INS-170301	14.86	-92.08	36.31	35.68	129.49	355.13	738.38	802.53	639.22	790.89	872.04	815.05	354.81	142.36
INS-172001	14.67	-92.14	3.92	22.92	17.27	93.07	235.14	196.12	131.44	221.80	190.80	200.22	31.71	5.04
INS-180103	14.25	-90.28	4.50	19.12	50.80	138.84	391.79	451.81	345.83	444.17	476.92	354.59	98.47	35.90
INS-190103	14.79	-91.18	9.38	18.32	48.23	121.40	234.86	375.97	254.22	322.33	350.28	230.02	72.95	23.87
INS-191005	14.64	-91.14	7.05	17.41	36.34	121.10	210.68	353.46	196.40	235.45	247.46	204.98	63.15	12.89
INS-191904	14.63	-91.23	25.15	36.67	70.32	144.71	281.20	386.68	226.49	255.19	291.07	253.58	89.24	39.85
INS-220301	14.97	-89.58	4.44	11.74	21.00	64.53	165.08	238.31	166.18	214.20	211.63	142.30	45.85	8.19
INS-220602	14.96	-89.29	89.00	69.20	97.95	109.61	263.03	388.24	367.95	430.03	381.22	299.99	173.66	122.65
INS-220701	15.03	-89.68	2.87	8.24	23.54	66.03	161.84	264.38	163.69	226.49	220.46	175.17	56.22	12.50
ICC 1	14.63	-92.14	33.72	29.92	62.12	160.52	552.24	415.84	343.80	497.16	601.32	631.44	196.24	55.24
ICC 2	14.07	-90.77	3.36	2.24	9.68	55.16	167.88	246.64	89.20	144.68	205.72	161.56	18.76	3.32
ICC 3	14.08	-91.19	7.72	0.60	2.28	27.52	141.00	202.28	114.04	197.52	251.08	199.28	17.48	5.12
ICC 4	14.12	-90.94	17.76	0.84	8.32	44.28	210.16	253.68	157.32	256.28	335.52	322.04	66.52	8.96
ICC 5	14.33	-91.05	4.08	7.76	5.16	24.68	232.92	222.80	169.00	214.36	233.84	262.28	54.00	7.08
ICC 6	14.56	-92.04	2.36	2.20	2.28	29.40	175.20	208.80	116.88	192.68	241.56	193.64	24.76	5.20
ICC 7	14.38	-91.20	0.40	4.56	3.72	38.56	139.68	153.08	101.88	214.32	167.20	131.04	17.40	1.64
ICC 8	14.34	-90.79	0.28	3.48	6.12	29.36	166.64	194.08	136.48	234.68	275.52	294.84	27.52	0.00
ICC 9	14.24	-90.92	0.56	6.84	18.88	27.68	212.64	247.16	162.20	216.60	216.32	172.72	27.04	3.40
ICC 10	14.28	-91.00	2.92	5.00	14.60	47.00	226.60	201.56	156.24	236.44	305.00	239.52	43.36	8.84
ICC 11	13.74	-90.01	55.84	45.04	93.80	202.96	705.32	690.20	404.86	628.24	715.12	616.20	187.80	79.08
ICC 12	14.56	-90.94	5.84	5.60	39.16	75.60	332.16	269.80	176.20	316.40	375.60	271.16	58.64	10.70

ICC 13	14.15	-91.43	8.00	16.00	8.00	22.00	125.00	190.00	188.00	408.00	300.00	232.00	45.00	6.00
ICC 14	13.91	-90.56	7.36	7.28	0.76	29.72	171.80	200.24	156.80	239.84	244.84	317.60	42.96	1.96
ICC 15	13.98	-90.93	13.44	27.36	21.92	119.00	339.96	314.84	209.12	351.30	460.56	425.24	105.48	28.88
ICC 16	13.90	-90.33	5.44	7.44	9.64	41.28	247.20	255.68	186.98	250.04	283.08	300.06	50.52	8.44
ICC 17	14.52	-91.42	1.28	0.08	1.48	13.60	132.60	185.88	132.88	156.68	195.04	144.06	30.28	1.52
ICC 18	14.09	-91.02	9.00	3.88	24.84	82.08	255.76	284.52	188.44	325.04	312.32	299.68	72.84	10.36
ICC 19	14.37	-91.48	24.64	17.40	66.84	161.64	571.42	452.14	295.96	426.48	498.26	404.04	107.72	36.00
ICC 20	14.26	-91.41	1.48	3.56	1.28	18.44	150.40	180.76	137.64	199.64	256.88	222.64	28.80	3.92
ICC 21	14.37	-91.85	0.28	4.44	2.48	11.92	125.00	190.54	124.70	181.42	196.38	273.30	42.44	2.12
ICC 22	14.74	-90.97	5.76	2.82	5.24	18.80	200.54	256.44	127.38	205.14	265.84	170.22	21.62	0.56
ICC 23	14.26	-91.26	4.12	2.80	3.64	26.32	165.04	211.20	96.00	179.36	190.08	171.44	27.00	1.20
ICC 24	14.00	-91.20	36.64	0.00	16.96	29.24	175.00	185.84	89.88	167.80	209.76	154.44	27.00	3.20
ICC 25	14.18	-91.60	3.00	8.00	9.00	12.00	125.00	333.00	344.00	186.00	355.00	400.00	90.00	12.00
ICC 26	14.02	-90.63	19.00	14.70	44.68	143.20	530.93	492.58	220.15	447.58	565.60	501.80	118.95	29.15
ICC 27	14.17	-91.10	0.00	0.00	0.73	17.40	122.60	150.93	65.87	124.60	125.13	112.60	19.67	0.00
ICC 28	14.15	-90.84	0.00	0.00	10.80	5.60	0.00	418.30	326.00	281.80	386.40	332.40	136.40	5.00
ICC 29	13.93	-90.26	28.50	28.80	28.20	178.70	312.40	394.10	304.70	438.60	497.50	380.60	149.40	55.30
ICC 30	14.51	-91.59	0.20	0.20	3.00	35.80	198.00	130.20	144.00	141.80	124.80	113.60	0.00	0.00
MAGA 1	16.80	-90.80	109.00	66.00	65.00	44.00	91.00	278.00	173.00	186.00	284.00	194.00	141.00	109.00
MAGA 2	17.01	-89.80	79.00	31.00	14.00	83.00	64.00	142.00	125.00	134.00	209.00	170.00	130.00	80.00
MAGA 3	16.89	-91.04	41.00	103.00	59.00	30.00	82.00	35.00	272.00	291.00	406.00	201.00	103.00	128.00
MAGA 4	17.07	-89.15	68.00	70.00	35.00	54.00	45.00	112.00	96.00	152.00	59.00	171.00	142.00	133.00
MAGA 5	15.62	-91.11	237.00	180.00	149.00	146.00	246.00	679.00	726.00	697.00	758.00	288.00	274.00	291.00
MAGA 6	14.58	-91.72	15.00	23.00	34.00	142.00	381.00	470.00	381.00	439.00	558.00	403.00	138.00	26.00
MAGA 7	14.49	-90.71	8.00	3.00	4.00	32.00	128.00	317.00	159.00	195.00	254.00	111.00	15.00	3.00
MAGA 8	15.67	-90.42	236.00	147.00	160.00	101.00	213.00	453.00	485.00	480.00	535.00	557.00	367.00	270.00
MAGA 9	15.37	-90.38	107.00	96.00	92.00	97.00	155.00	282.00	241.00	236.00	272.00	268.00	190.00	136.00
MAGA 10	15.48	-90.19	134.00	90.00	77.00	96.00	165.00	389.00	441.00	402.00	390.00	314.00	198.00	153.00
MAGA 11	15.56	-90.29	208.00	154.00	135.00	132.00	192.00	339.00	289.00	274.00	377.00	431.00	362.00	223.00
MAGA 12	15.54	-90.28	161.00	138.00	114.00	108.00	189.00	309.00	259.00	251.00	294.00	377.00	244.00	196.00
MAGA 13	15.60	-90.32	291.00	209.00	171.00	161.00	210.00	418.00	411.00	401.00	445.00	512.00	398.00	318.00
MAGA 14	16.07	-90.44	113.00	68.00	64.00	69.00	141.00	342.00	291.00	277.00	379.00	315.00	223.00	158.00
MAGA 15	15.31	-89.90	54.00	41.00	45.00	79.00	192.00	450.00	507.00	444.00	416.00	234.00	112.00	70.00
MAGA 16	15.30	-89.73	78.00	50.00	57.00	72.00	155.00	375.00	519.00	469.00	404.00	247.00	121.00	75.00
MAGA 17	15.27	-89.74	124.00	82.00	84.00	104.00	216.00	496.00	739.00	650.00	549.00	324.00	188.00	149.00
MAGA 18	15.30	-89.66	67.00	59.00	47.00	72.00	155.00	303.00	414.00	442.00	384.00	286.00	91.00	58.00
MAGA 19	15.41	-89.80	105.00	97.00	100.00	130.00	306.00	668.00	712.00	656.00	582.00	380.00	175.00	122.00
MAGA 20	15.51	-89.70	136.00	105.00	79.00	88.00	142.00	347.00	422.00	333.00	350.00	271.00	209.00	173.00
MAGA 21	15.36	-89.92	155.00	120.00	103.00	121.00	259.00	603.00	651.00	586.00	540.00	409.00	240.00	180.00
MAGA 22	15.32	-90.00	100.00	79.00	71.00	92.00	214.00	455.00	506.00	450.00	504.00	324.00	181.00	112.00

MAGA 55	17.26	-90.75	76.00	64.00	48.00	44.00	116.00	276.00	193.00	177.00	263.00	191.00	128.00	100.00
MAGA 56	14.93	-90.14	6.00	4.00	11.00	32.00	103.00	162.00	93.00	124.00	181.00	113.00	33.00	14.00
MAGA 57	14.78	-90.20	1.00	3.00	3.00	18.00	75.00	150.00	87.00	91.00	149.00	72.00	12.00	2.00
MAGA 58	14.71	-90.14	5.00	2.00	5.00	18.00	81.00	157.00	104.00	113.00	157.00	94.00	23.00	9.00
MAGA 59	14.70	-91.92	18.00	26.00	71.00	177.00	379.00	596.00	438.00	536.00	625.00	506.00	146.00	51.00
MAGA 60	14.72	-91.69	26.00	40.00	66.00	157.00	318.00	535.00	483.00	529.00	617.00	420.00	156.00	43.00
MAGA 61	14.75	-91.78	36.00	47.00	87.00	214.00	436.00	639.00	556.00	597.00	641.00	557.00	194.00	60.00
MAGA 62	14.75	-91.73	23.00	30.00	72.00	176.00	321.00	419.00	444.00	442.00	589.00	383.00	137.00	68.00
MAGA 63	14.71	-91.76	29.00	42.00	76.00	192.00	435.00	619.00	555.00	619.00	740.00	574.00	184.00	50.00
MAGA 64	14.66	-91.59	28.00	43.00	72.00	217.00	501.00	733.00	582.00	686.00	771.00	688.00	246.00	46.00
MAGA 65	15.45	-90.90	106.00	107.00	60.00	65.00	140.00	329.00	292.00	277.00	294.00	372.00	240.00	178.00
MAGA 66	14.95	-91.11	5.00	9.00	15.00	30.00	102.00	244.00	250.00	231.00	292.00	153.00	26.00	16.00
MAGA 67	14.48	-91.68	14.00	14.00	48.00	113.00	303.00	447.00	345.00	388.00	482.00	317.00	95.00	20.00
MAGA 68	14.62	-91.63	38.00	41.00	68.00	209.00	442.00	693.00	495.00	630.00	748.00	599.00	224.00	65.00
MAGA 69	14.61	-91.62	29.00	47.00	72.00	181.00	435.00	646.00	438.00	558.00	695.00	555.00	186.00	52.00
MAGA 70	14.64	-91.61	30.00	35.00	60.00	182.00	414.00	644.00	456.00	575.00	654.00	566.00	217.00	48.00
MAGA 71	14.56	-91.62	27.00	34.00	51.00	173.00	403.00	563.00	383.00	508.00	602.00	538.00	156.00	30.00
MAGA 72	14.53	-90.77	4.00	7.00	14.00	23.00	85.00	194.00	133.00	133.00	195.00	74.00	18.00	2.00
MAGA 73	14.55	-90.68	5.00	6.00	9.00	35.00	91.00	247.00	189.00	175.00	201.00	107.00	36.00	14.00
MAGA 74	14.79	-91.79	35.00	34.00	60.00	158.00	311.00	558.00	436.00	464.00	592.00	419.00	158.00	50.00
MAGA 75	14.80	-91.99	21.00	49.00	72.00	187.00	408.00	678.00	635.00	745.00	991.00	812.00	240.00	54.00
MAGA 76	15.05	-91.81	4.00	19.00	32.00	44.00	156.00	268.00	224.00	213.00	288.00	114.00	31.00	8.00
MAGA 77	14.83	-91.96	59.00	57.00	92.00	284.00	512.00	631.00	562.00	638.00	726.00	638.00	266.00	96.00
MAGA 78	14.79	-91.84	76.00	43.00	93.00	252.00	490.00	758.00	523.00	616.00	834.00	688.00	247.00	74.00
MAGA 79	14.81	-91.81	28.00	26.00	21.00	135.00	327.00	580.00	451.00	548.00	599.00	387.00	124.00	30.00
MAGA 80	14.80	-91.82	51.00	54.00	91.00	212.00	437.00	663.00	497.00	633.00	762.00	587.00	285.00	87.00
MAGA 81	14.92	-91.97	56.00	59.00	81.00	241.00	474.00	711.00	437.00	577.00	835.00	653.00	254.00	97.00
MAGA 82	14.98	-92.00	36.00	55.00	51.00	189.00	366.00	529.00	332.00	421.00	499.00	364.00	158.00	50.00
MAGA 83	14.92	-91.90	63.00	80.00	157.00	304.00	641.00	762.00	461.00	630.00	863.00	605.00	242.00	66.00
MAGA 84	14.18	-90.38	2.00	6.00	10.00	42.00	153.00	358.00	244.00	261.00	402.00	192.00	52.00	8.00
MAGA 85	14.38	-90.29	3.00	5.00	14.00	49.00	145.00	259.00	167.00	161.00	222.00	137.00	25.00	7.00
MAGA 86	14.41	-90.26	4.00	6.00	22.00	49.00	145.00	264.00	156.00	181.00	236.00	140.00	60.00	30.00
MAGA 87	14.20	-90.46	4.00	11.00	18.00	59.00	212.00	356.00	239.00	281.00	437.00	257.00	77.00	8.00

MAGA 88	14.75	-91.15	1.00	8.00	6.00	35.00	126.00	293.00	138.00	146.00	264.00	132.00	31.00	6.00
MAGA 89	14.58	-91.12	13.00	26.00	28.00	71.00	205.00	554.00	338.00	362.00	560.00	269.00	87.00	16.00
MAGA 90	14.12	-90.29	3.00	10.00	24.00	95.00	296.00	440.00	262.00	291.00	466.00	300.00	62.00	8.00
MAGA 91	14.69	-91.27	1.00	7.00	19.00	29.00	124.00	253.00	122.00	142.00	235.00	115.00	28.00	4.00
MAGA 92	14.54	-91.57	29.00	42.00	66.00	186.00	447.00	575.00	438.00	501.00	640.00	496.00	168.00	31.00
MAGA 93	14.58	-91.37	41.00	56.00	86.00	229.00	440.00	752.00	506.00	662.00	749.00	589.00	260.00	104.00
MAGA 94	14.60	-91.35	62.00	80.00	99.00	203.00	463.00	746.00	484.00	570.00	792.00	525.00	256.00	93.00
MAGA 95	14.52	-90.14	11.00	32.00	65.00	144.00	345.00	585.00	390.00	423.00	612.00	342.00	109.00	23.00
MAGA 96	14.55	-91.16	10.00	33.00	51.00	122.00	245.00	489.00	285.00	319.00	515.00	231.00	85.00	13.00
MAGA 97	14.45	-91.18	23.00	52.00	87.00	148.00	408.00	518.00	351.00	359.00	661.00	398.00	153.00	13.00
MAGA 98	14.49	-91.44	7.00	8.00	23.00	66.00	230.00	374.00	234.00	244.00	356.00	289.00	70.00	9.00
MAGA 99	14.65	-91.50	30.00	70.00	91.00	214.00	553.00	802.00	542.00	620.00	805.00	594.00	277.00	65.00
MAGA 100	14.54	-91.34	42.00	51.00	96.00	225.00	509.00	748.00	511.00	622.00	766.00	651.00	220.00	96.00
MAGA 101	14.53	-91.24	41.00	72.00	118.00	224.00	472.00	766.00	499.00	626.00	853.00	550.00	224.00	76.00
MAGA 102	14.50	-91.21	32.00	64.00	75.00	142.00	358.00	535.00	368.00	415.00	593.00	330.00	164.00	46.00
MAGA 103	15.13	-91.24	12.00	11.00	17.00	48.00	143.00	239.00	143.00	175.00	275.00	97.00	31.00	15.00
MAGA 104	15.47	-90.45	211.00	160.00	155.00	183.00	290.00	395.00	287.00	234.00	426.00	499.00	362.00	231.00
MAGA 105	15.60	-90.63	170.00	131.00	82.00	116.00	206.00	492.00	464.00	486.00	497.00	627.00	431.00	271.00
MAGA 106	15.81	-89.94	136.00	73.00	66.00	95.00	203.00	336.00	337.00	200.00	286.00	248.00	197.00	200.00
MAGA 107	15.37	-90.48	43.00	45.00	37.00	58.00	113.00	297.00	312.00	270.00	272.00	161.00	72.00	58.00
MAGA 108	15.41	-90.52	96.00	70.00	103.00	106.00	162.00	290.00	240.00	233.00	315.00	268.00	158.00	109.00
MAGA 109	15.39	-90.53	112.00	100.00	101.00	105.00	165.00	301.00	273.00	256.00	299.00	290.00	189.00	150.00
MAGA 110	15.45	-90.51	177.00	126.00	178.00	176.00	200.00	332.00	190.00	202.00	248.00	379.00	380.00	312.00
MAGA 111	15.27	-90.50	10.00	16.00	14.00	28.00	81.00	204.00	159.00	136.00	162.00	72.00	22.00	12.00
MAGA 112	15.37	-89.83	114.00	94.00	106.00	122.00	337.00	665.00	712.00	586.00	570.00	363.00	180.00	117.00
MAGA 113	15.47	-89.78	217.00	138.00	112.00	126.00	286.00	560.00	664.00	513.00	522.00	409.00	272.00	214.00
MAGA 114	15.48	-89.87	197.00	147.00	118.00	111.00	249.00	614.00	782.00	617.00	534.00	420.00	301.00	216.00
MAGA 115	15.10	-90.32	13.00	5.00	13.00	18.00	54.00	172.00	128.00	85.00	138.00	82.00	28.00	11.00
MAGA 116	15.20	-89.93	107.00	58.00	59.00	85.00	223.00	342.00	403.00	335.00	423.00	262.00	116.00	113.00
MAGA 117	15.09	-90.49	2.00	7.00	7.00	9.00	87.00	168.00	116.00	53.00	104.00	60.00	17.00	3.00
MAGA 118	14.51	-91.01	11.00	7.00	55.00	95.00	325.00	449.00	296.00	335.00	614.00	307.00	47.00	31.00
MAGA 119	14.71	-90.87	6.00	7.00	17.00	35.00	144.00	284.00	210.00	214.00	276.00	145.00	39.00	11.00
MAGA 120	14.79	-91.05	5.00	5.00	22.00	32.00	143.00	236.00	191.00	225.00	263.00	195.00	134.00	30.00

MAGA 121	14.71	-91.06	5.00	7.00	9.00	53.00	163.00	290.00	154.00	217.00	299.00	197.00	28.00	2.00
MAGA 122	14.80	-89.54	1.00	1.00	2.00	12.00	70.00	159.00	117.00	119.00	155.00	68.00	10.00	2.00
MAGA 123	14.74	-89.22	11.00	7.00	22.00	61.00	120.00	275.00	265.00	301.00	274.00	100.00	43.00	33.00
MAGA 124	14.11	-90.88	0.00	0.00	5.00	40.00	226.00	338.00	361.00	318.00	433.00	305.00	30.00	1.00
MAGA 125	14.25	-90.96	9.00	3.00	21.00	79.00	336.00	436.00	372.00	354.00	502.00	480.00	92.00	13.00
MAGA 126	14.03	-91.10	0.00	10.00	4.00	39.00	137.00	377.00	242.00	220.00	226.00	193.00	50.00	0.00
MAGA 127	14.03	-90.83	0.00	0.00	3.00	21.00	105.00	194.00	170.00	166.00	207.00	191.00	29.00	4.00
MAGA 128	14.22	-90.84	3.00	2.00	23.00	60.00	240.00	395.00	294.00	296.00	389.00	347.00	78.00	18.00
MAGA 129	14.33	-91.02	14.00	13.00	32.00	104.00	336.00	477.00	388.00	417.00	543.00	517.00	135.00	20.00
MAGA 130	14.28	-91.35	10.00	6.00	23.00	88.00	311.00	374.00	317.00	325.00	444.00	415.00	72.00	12.00
MAGA 131	14.18	-91.30	0.00	0.00	6.00	12.00	180.00	342.00	233.00	249.00	332.00	182.00	53.00	0.00
MAGA 132	14.55	-90.37	12.00	5.00	13.00	39.00	217.00	366.00	256.00	303.00	440.00	221.00	44.00	17.00
MAGA 133	14.51	-90.39	12.00	7.00	9.00	35.00	173.00	335.00	263.00	232.00	333.00	188.00	41.00	13.00
MAGA 134	14.71	-90.71	7.00	5.00	12.00	32.00	127.00	266.00	202.00	192.00	303.00	134.00	29.00	11.00
MAGA 135	14.35	-90.53	24.00	2.00	15.00	35.00	109.00	281.00	205.00	199.00	296.00	182.00	31.00	8.00
MAGA 136	15.40	-91.69	1.00	2.00	11.00	30.00	171.00	402.00	240.00	296.00	426.00	277.00	32.00	3.00
MAGA 137	15.67	-91.71	46.00	9.00	10.00	67.00	146.00	704.00	513.00	407.00	642.00	447.00	111.00	64.00
MAGA 138	15.85	-91.80	10.00	3.00	6.00	16.00	72.00	297.00	195.00	193.00	304.00	198.00	52.00	15.00
MAGA 139	15.40	-89.46	71.00	98.00	74.00	42.00	173.00	338.00	418.00	384.00	340.00	128.00	94.00	69.00
MAGA 140	15.53	-89.34	163.00	159.00	66.00	232.00	252.00	376.00	440.00	574.00	289.00	314.00	100.00	155.00
MAGA 141	15.55	-88.55	94.00	55.00	46.00	40.00	84.00	160.00	220.00	202.00	184.00	181.00	150.00	109.00
MAGA 142	14.63	-89.99	0.00	0.00	0.00	11.00	105.00	256.00	141.00	152.00	192.00	74.00	0.00	0.00
MAGA 143	14.50	-90.07	2.00	11.00	19.00	36.00	139.00	333.00	232.00	217.00	246.00	155.00	23.00	9.00
MAGA 144	14.52	-89.61	2.00	4.00	4.00	16.00	78.00	170.00	146.00	144.00	194.00	101.00	16.00	4.00
MAGA 145	14.35	-89.58	1.00	1.00	2.00	15.00	69.00	175.00	142.00	132.00	153.00	73.00	9.00	2.00
MAGA 146	14.19	-89.67	0.00	0.00	2.00	18.00	160.00	251.00	235.00	256.00	286.00	200.00	23.00	2.00
MAGA 147	14.22	-89.58	5.00	1.00	8.00	40.00	125.00	248.00	154.00	174.00	229.00	143.00	20.00	1.00
MAGA 148	14.22	-89.68	2.00	0.00	4.00	25.00	127.00	178.00	103.00	145.00	202.00	150.00	14.00	5.00
MAGA 149	14.02	-89.91	4.00	4.00	8.00	25.00	95.00	197.00	158.00	225.00	202.00	102.00	18.00	7.00
MAGA 150	17.23	-89.60	64.00	30.00	62.00	53.00	117.00	222.00	170.00	117.00	183.00	186.00	122.00	41.00
MAGA 151	17.26	-89.97	123.00	77.00	80.00	66.00	88.00	292.00	216.00	124.00	521.00	279.00	118.00	67.00
MAGA 152	16.70	-90.78	78.00	32.00	26.00	29.00	144.00	282.00	242.00	289.00	307.00	227.00	114.00	107.00
MAGA 153	17.05	-89.15	64.00	37.00	40.00	19.00	87.00	129.00	153.00	150.00	131.00	162.00	150.00	81.00

MAGA 154	17.05	-89.37	109.00	46.00	54.00	16.00	173.00	121.00	138.00	152.00	211.00	156.00	122.00	94.00
MAGA 155	17.47	-90.05	61.00	25.00	43.00	45.00	128.00	183.00	97.00	125.00	232.00	177.00	127.00	84.00
MAGA 156	17.26	-90.24	107.00	24.00	126.00	61.00	74.00	294.00	136.00	166.00	212.00	189.00	86.00	93.00
MAGA 157	17.40	-89.63	48.00	28.00	38.00	37.00	126.00	216.00	163.00	113.00	120.00	132.00	83.00	88.00
MAGA 158	16.39	-89.46	94.00	88.00	60.00	64.00	96.00	160.00	172.00	225.00	239.00	268.00	185.00	84.00
MAGA 159	15.92	-89.23	213.00	132.00	122.00	76.00	172.00	605.00	926.00	584.00	447.00	330.00	209.00	249.00
MAGA 160	16.20	-89.44	116.00	49.00	36.00	19.00	134.00	192.00	212.00	212.00	267.00	190.00	189.00	90.00
MAGA 161	16.53	-90.19	47.00	24.00	23.00	67.00	138.00	202.00	188.00	197.00	263.00	238.00	110.00	20.00
MAGA 162	16.48	-90.53	78.00	29.00	68.00	78.00	208.00	258.00	236.00	208.00	313.00	248.00	138.00	35.00
MAGA 163	14.85	-90.07	0.00	0.00	0.00	8.00	54.00	97.00	75.00	36.00	112.00	88.00	0.00	0.00
MAGA 164	14.98	-91.58	3.00	9.00	13.00	48.00	161.00	199.00	131.00	138.00	202.00	119.00	32.00	8.00
MAGA 165	14.73	-91.53	30.00	46.00	90.00	142.00	357.00	481.00	347.00	389.00	590.00	323.00	152.00	30.00
MAGA 166	15.03	-91.14	2.00	8.00	34.00	16.00	118.00	208.00	203.00	156.00	228.00	92.00	24.00	8.00
MAGA 167	15.48	-91.04	286.00	225.00	201.00	180.00	245.00	653.00	789.00	686.00	839.00	609.00	305.00	337.00
MAGA 168	14.98	-90.84	0.00	1.00	6.00	13.00	83.00	176.00	143.00	221.00	147.00	93.00	34.00	4.00
MAGA 169	14.96	-91.22	10.00	0.00	9.00	21.00	91.00	135.00	254.00	233.00	214.00	150.00	58.00	14.00
MAGA 170	15.72	-90.78	174.00	179.00	165.00	136.00	227.00	690.00	547.00	645.00	649.00	496.00	347.00	320.00
MAGA 171	14.43	-91.88	4.00	2.00	7.00	48.00	167.00	308.00	231.00	272.00	296.00	220.00	42.00	10.00
MAGA 172	14.65	-91.73	22.00	28.00	80.00	182.00	444.00	553.00	449.00	522.00	654.00	570.00	180.00	48.00
MAGA 173	14.43	-90.83	20.00	15.00	47.00	68.00	257.00	588.00	396.00	482.00	721.00	341.00	58.00	20.00
MAGA 174	14.98	-92.12	32.00	49.00	178.00	320.00	572.00	727.00	567.00	585.00	713.00	735.00	245.00	73.00
MAGA 175	15.12	-91.80	1.00	3.00	15.00	41.00	122.00	170.00	162.00	89.00	179.00	126.00	18.00	10.00
MAGA 176	14.33	-90.43	10.00	7.00	23.00	58.00	217.00	341.00	292.00	279.00	396.00	275.00	42.00	19.00
MAGA 177	14.18	-90.08	1.00	0.00	8.00	38.00	151.00	262.00	211.00	201.00	354.00	249.00	53.00	11.00
MAGA 178	14.17	-90.17	0.00	0.00	3.00	37.00	165.00	280.00	290.00	262.00	376.00	231.00	34.00	7.00
MAGA 179	14.18	-90.15	3.00	1.00	9.00	15.00	148.00	210.00	178.00	308.00	362.00	175.00	31.00	5.00
MAGA 180	14.07	-90.42	1.00	2.00	13.00	31.00	215.00	219.00	316.00	170.00	311.00	251.00	68.00	5.00
MAGA 181	14.05	-90.57	1.00	4.00	9.00	65.00	178.00	347.00	249.00	272.00	402.00	303.00	70.00	6.00
MAGA 182	14.83	-91.19	2.00	7.00	10.00	25.00	136.00	252.00	150.00	183.00	269.00	130.00	24.00	2.00
MAGA 183	14.80	-91.36	4.00	14.00	16.00	34.00	139.00	264.00	149.00	216.00	311.00	143.00	24.00	5.00
MAGA 184	14.31	-91.56	2.00	4.00	7.00	14.00	188.00	338.00	266.00	282.00	393.00	256.00	55.00	33.00
MAGA 185	14.40	-91.33	5.00	15.00	37.00	121.00	338.00	474.00	380.00	440.00	544.00	555.00	133.00	21.00
MAGA 186	14.32	-91.16	28.00	64.00	83.00	239.00	484.00	654.00	463.00	525.00	786.00	544.00	188.00	45.00

MAGA 187	14.94	-91.38	3.00	6.00	14.00	50.00	153.00	204.00	144.00	150.00	188.00	122.00	9.00	3.00
MAGA 188	15.10	-91.35	4.00	4.00	23.00	38.00	128.00	232.00	173.00	146.00	163.00	96.00	38.00	6.00
MAGA 189	15.11	-89.36	8.00	12.00	11.00	30.00	98.00	161.00	132.00	167.00	128.00	61.00	17.00	21.00
MAGA 190	15.47	-88.02	67.00	60.00	25.00	33.00	69.00	152.00	96.00	105.00	154.00	140.00	134.00	114.00
MAGA 191	14.78	-88.78	41.00	28.00	28.00	44.00	153.00	300.00	226.00	207.00	310.00	164.00	79.00	63.00
MAGA 192	13.93	-89.85	1.00	1.00	10.00	29.00	117.00	296.00	272.00	284.00	335.00	157.00	27.00	4.00
MAGA 193	14.13	-89.65	3.00	2.00	12.00	42.00	141.00	344.00	222.00	276.00	289.00	189.00	20.00	7.00
MAGA 194	13.87	-90.08	1.00	2.00	4.00	39.00	143.00	309.00	233.00	237.00	293.00	164.00	30.00	4.00
MAGA 195	14.33	-89.45	4.00	1.00	18.00	50.00	168.00	297.00	236.00	240.00	277.00	175.00	27.00	5.00
MAGA 196	14.23	-89.47	2.00	3.00	20.00	63.00	141.00	262.00	217.00	212.00	236.00	126.00	24.00	7.00
MAGA 197	14.35	-89.58	1.00	2.00	6.00	35.00	131.00	287.00	219.00	189.00	252.00	140.00	29.00	7.00
MAGA 198	16.72	-91.05	109.00	57.00	34.00	68.00	136.00	350.00	335.00	435.00	433.00	330.00	160.00	108.00
MAGA 199	16.10	-90.95	98.00	59.00	53.00	59.00	169.00	415.00	383.00	440.00	517.00	415.00	220.00	138.00
MAGA 200	15.47	-92.12	7.00	3.00	16.00	38.00	119.00	268.00	200.00	230.00	285.00	117.00	34.00	14.00
MAGA 201	16.10	-91.07	108.00	79.00	78.00	81.00	166.00	504.00	493.00	495.00	518.00	426.00	247.00	136.00
MAGA 202	16.62	-90.70	64.00	30.00	28.00	63.00	135.00	279.00	198.00	227.00	296.00	245.00	117.00	84.00
MAGA 203	16.13	-91.73	196.00	50.00	32.00	20.00	65.00	260.00	275.00	255.00	277.00	216.00	136.00	114.00
MAGA 204	14.78	-92.37	1.00	13.00	14.00	68.00	239.00	358.00	332.00	325.00	427.00	265.00	70.00	7.00
MAGA 205	17.95	-91.15	28.00	7.00	62.00	156.00	340.00	522.00	435.00	554.00	677.00	350.00	123.00	19.00
MAGA 206	17.57	-91.10	64.00	86.00	57.00	42.00	114.00	243.00	156.00	228.00	325.00	221.00	142.00	123.00
MAGA 207	16.90	-90.97	56.00	24.00	35.00	65.00	119.00	344.00	257.00	207.00	419.00	222.00	141.00	47.00
MAGA 208	16.82	-90.88	72.00	46.00	39.00	74.00	133.00	311.00	242.00	262.00	356.00	427.00	140.00	98.00
MAGA 209	16.55	-90.67	104.00	54.00	45.00	78.00	144.00	317.00	183.00	159.00	314.00	235.00	118.00	92.00
MAGA 210	16.42	-90.42	85.00	49.00	49.00	80.00	156.00	295.00	258.00	248.00	302.00	240.00	165.00	102.00
MAGA 211	16.10	-91.35	111.00	80.00	48.00	80.00	163.00	553.00	572.00	571.00	555.00	416.00	198.00	147.00
MAGA 212	16.08	-91.70	129.00	109.00	62.00	59.00	98.00	385.00	354.00	342.00	355.00	282.00	191.00	263.00
MAGA 213	15.70	-91.93	8.00	3.00	7.00	17.00	53.00	209.00	141.00	159.00	239.00	144.00	26.00	12.00
MAGA 214	15.37	-92.23	1.00	1.00	2.00	15.00	72.00	192.00	141.00	137.00	166.00	94.00	15.00	3.00
MAGA 215	15.13	-92.33	44.00	51.00	113.00	221.00	420.00	655.00	515.00	619.00	751.00	568.00	214.00	51.00
MAGA 216	15.18	-92.28	49.00	55.00	82.00	175.00	363.00	659.00	499.00	569.00	690.00	546.00	195.00	50.00
MAGA 217	14.62	-92.20	6.00	0.00	2.00	40.00	118.00	269.00	173.00	199.00	276.00	201.00	34.00	9.00
MAGA 218	15.00	-92.00	8.00	6.00	34.00	107.00	271.00	424.00	315.00	345.00	437.00	325.00	70.00	9.00
MAGA 219	16.37	-91.23	56.00	23.00	20.00	22.00	80.00	261.00	245.00	262.00	280.00	226.00	76.00	47.00

MAGA 220	15.67	-92.00	12.00	5.00	6.00	22.00	97.00	307.00	222.00	288.00	370.00	212.00	37.00	28.00
MAGA 221	16.18	-92.10	6.00	3.00	59.00	118.00	207.00	368.00	254.00	337.00	342.00	130.00	40.00	18.00
MAGA 222	15.30	-92.37	6.00	3.00	59.00	118.00	207.00	368.00	254.00	337.00	342.00	130.00	40.00	18.00
MAGA 223	15.83	-92.03	4.00	3.00	4.00	10.00	58.00	193.00	154.00	188.00	240.00	110.00	31.00	12.00
MAGA 224	15.40	-92.33	35.00	45.00	90.00	213.00	476.00	672.00	519.00	673.00	830.00	686.00	233.00	55.00
MAGA 225	17.77	-91.15	59.00	37.00	38.00	41.00	117.00	233.00	178.00	167.00	259.00	214.00	125.00	76.00
MAGA 226	14.73	-92.12	54.00	40.00	32.00	59.00	123.00	232.00	186.00	211.00	267.00	201.00	87.00	67.00
MAGA 227	16.18	-91.50	156.00	81.00	45.00	51.00	155.00	396.00	569.00	520.00	559.00	430.00	231.00	190.00
MAGA 228	16.17	-91.15	119.00	66.00	66.00	82.00	176.00	488.00	531.00	500.00	541.00	428.00	233.00	138.00
MAGA 229	15.03	-92.15	50.00	46.00	124.00	269.00	572.00	697.00	556.00	621.00	828.00	691.00	252.00	72.00
MAGA 230	15.05	-92.22	18.00	30.00	72.00	234.00	467.00	734.00	511.00	581.00	732.00	572.00	216.00	48.00
MAGA 231	15.61	-89.81	116.00	80.00	67.00	70.00	118.00	306.00	362.00	318.00	301.00	277.00	192.00	157.00
MAGA 232	14.67	-92.14	3.00	2.00	8.00	43.00	136.00	246.00	205.00	211.00	296.00	127.00	58.00	10.00
MAGA 233	14.55	-91.49	21.00	51.00	78.00	139.00	412.00	529.00	438.00	464.00	665.00	476.00	128.00	43.00
MAGA 234	14.83	-91.19	2.00	7.00	10.00	25.00	136.00	252.00	150.00	183.00	269.00	130.00	24.00	2.00

Fuente: MAGA, 2022

Cuadro 17. Precipitación media mensual por cuenca hidrográfica República de Guatemala

CUENCA	C_CUENCA	VERTIENTE	C_VERTIENTE	ÁREA KM 2	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Lago de Atitlán	1.8	Pacífico	1	542.00	105.04	106.20	125.28	121.50	112.08	92.94	97.07	93.94	82.07	81.80	89.06	96.67	1,203.64
Lago de Izabal – Río Dulce	2.3	Caribe	2	2,691.00	92.75	96.69	132.15	133.47	140.19	123.67	119.07	126.01	111.46	105.60	88.62	83.91	1,353.05
Pojom	3.4	Golfo México	3	887.00	103.09	104.56	138.79	137.62	135.38	112.31	115.06	114.24	99.24	95.38	91.37	92.83	1,339.87
Río Achiguate	1.12	Pacífico	1	1,349.00	131.82	136.60	156.18	144.34	135.47	113.18	117.84	117.42	100.57	99.67	107.96	118.87	1,479.94
Río Acomé	1.11	Pacífico	1	807.00	157.95	161.89	181.81	161.78	151.59	126.42	134.68	134.38	113.76	114.02	123.69	139.98	1,701.94
Río Cahabón	2.5	Caribe	2	2,555.00	97.89	104.73	137.00	137.19	136.52	115.63	111.50	116.45	102.21	96.08	87.60	86.94	1,329.76
Río Coatan	1.1	Pacífico	1	273.00	105.12	98.20	115.21	117.84	104.65	89.00	95.52	90.67	79.55	82.63	88.33	93.15	1,159.86
Río Coyolate	1.10	Pacífico	1	1,649.00	139.23	143.39	163.00	147.09	138.69	116.41	122.21	121.64	105.04	103.91	112.74	126.97	1,540.33
Río Culico	3.1	Golfo México	3	2,294.00	111.20	110.46	134.74	131.98	118.42	97.83	102.85	99.81	86.78	88.86	92.47	99.37	1,274.78
Río Grande de Zacapa	2.1	Caribe	2	2,468.00	120.97	130.55	170.00	165.10	155.94	124.92	126.61	128.41	110.00	105.70	100.81	104.24	1,541.23
Río Hondo	2.8	Caribe	2	2,909.00	94.00	100.72	136.97	148.36	160.04	137.02	132.67	135.24	116.84	113.59	94.14	86.99	1,456.60
Río Ixcán	3.5	Golfo México	3	2,071.00	102.07	104.37	139.02	137.70	136.44	113.15	114.18	114.92	99.59	96.57	91.98	93.00	1,342.97
Río La Pasión	3.8	Golfo México	3	11,769.00	99.62	108.87	143.75	150.88	154.81	135.05	130.02	134.05	115.81	112.41	99.90	91.21	1,476.39
Río Los Esclavos	1.15	Pacífico	1	2,295.00	134.01	138.15	157.77	148.21	139.17	115.84	119.99	118.78	100.38	98.22	103.88	111.54	1,485.92
Río Madre Vieja	1.9	Pacífico	1	885.00	136.57	139.64	159.86	144.52	136.33	113.90	120.07	119.10	103.40	102.34	110.17	124.34	1,510.23
Río María Linda	1.13	Pacífico	1	2,558.00	134.67	140.55	160.89	149.07	140.72	117.98	122.06	121.78	103.54	102.81	109.72	119.00	1,522.78
Río Moho	2.18	Caribe	2	639.00	85.09	92.92	125.20	129.15	134.38	118.57	110.59	119.14	103.09	101.06	84.64	78.28	1,282.11
Río Mopan Belice	2.7	Caribe	2	4,874.00	89.85	99.90	133.71	144.54	151.72	131.12	126.13	128.37	113.02	108.31	93.59	83.24	1,403.51
Río Motagua	2.2	Caribe	2	12,611.00	106.09	111.97	145.13	143.06	138.96	115.32	114.78	117.98	102.14	96.84	91.08	94.31	1,377.67
Río Nahuatate	1.7	Pacífico	1	1,936.00	141.36	143.22	162.83	145.42	137.75	116.49	122.36	122.02	106.23	105.21	112.97	128.89	1,544.75
Río Naranjo	1.3	Pacífico	1	1,271.00	131.45	130.18	148.85	134.06	127.27	108.29	114.63	112.21	98.64	100.92	106.68	119.95	1,433.13
Río Nentón	3.3	Golfo México	3	1,498.00	112.75	114.93	149.39	144.53	136.12	112.02	115.82	112.89	98.31	96.31	97.09	100.62	1,390.77
Río Ocosingo	1.4	Pacífico	1	2,074.00	159.70	156.60	176.60	151.11	144.86	123.21	130.44	128.63	112.71	114.97	124.26	143.02	1,666.11
Río Olopa	1.18	Pacífico	1	309.00	105.47	113.70	153.62	148.75	138.38	110.00	110.83	112.14	94.94	88.87	83.26	88.77	1,348.74
Río Ostia Guja	1.17	Pacífico	1	2,223.00	132.78	139.23	169.52	161.45	146.50	119.06	124.53	122.36	104.51	101.62	103.46	112.13	1,537.15
Río Paso Hondo	1.14	Pacífico	1	719.00	148.15	152.40	172.71	157.02	148.65	125.71	131.55	130.55	110.52	113.32	121.99	126.05	1,638.64
Río Paz	1.16	Pacífico	1	1,754.00	149.31	151.84	174.07	161.41	147.19	122.68	129.84	125.37	105.25	106.48	113.65	123.19	1,610.28
Río Polochic	2.4	Caribe	2	2,760.00	102.94	109.78	142.68	143.44	141.17	120.29	117.89	122.35	107.36	100.37	91.60	90.77	1,390.64
Río Salinas	3.7	Golfo México	3	12,033.00	105.03	110.99	145.34	144.00	140.46	116.76	115.31	117.83	101.91	98.54	93.73	96.29	1,386.17
Río Samalá	1.5	Pacífico	1	1,479.00	128.31	124.89	143.97	134.78	121.31	101.86	106.97	104.23	91.21	93.11	100.66	112.88	1,364.18
Río San Pedro	3.10	Golfo México	3	14,224.00	99.96	107.58	149.45	164.99	172.60	145.17	140.99	141.47	121.57	115.23	100.49	91.82	1,551.31
Río Sarstún	2.6	Caribe	2	1,886.00	96.09	101.09	133.90	138.39	141.81	126.36	121.18	127.85	113.68	107.50	94.53	88.56	1,387.92
Río Selegua	3.2	Golfo México	3	1,530.00	112.00	114.26	143.80	138.25	127.52	105.18	109.70	132.18	132.18	115.41	114.46	123.02	1,399.02
Río Sis-leán	1.6	Pacífico	1	930.00	159.98	160.21	180.72	155.50	147.76	125.41	132.23	132.18	115.41	114.46	123.02	143.97	1,690.84
Río Suchiate	1.2	Pacífico	1	1,058.00	127.71	124.58	141.93	130.16	123.20	105.80	112.66	109.36	95.99	98.71	104.43	117.09	1,391.62
Río Temash	2.19	Caribe	2	68.00	85.97	91.87	124.72	124.98	134.39	120.03	112.31	121.12	107.29	103.38	88.84	82.02	1,296.91
Río Usumacinta	3.9	Golfo México	3	2,977.00	97.10	104.72	147.94	156.48	166.92	140.67	135.45	138.53	119.77	112.93	98.61	90.16	1,509.27
Xachel	3.6	Golfo México	3	1,281.00	102.04	105.35	140.59	139.54	139.87	116.13	115.52	117.13	101.39	98.11	92.64	93.23	1,361.55

Cuadro 18. Evapotranspiración potencial media mensual por cuenca hidrográfica República de Guatemala

CUENCA	C_CUENCA	VERTIENTE	C_VERTIENTE	AREA KM 2	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Lago de Atitlán	1.8	Pacífico	1	542.00	105.04	106.20	125.28	121.50	112.08	92.94	97.07	93.94	82.07	81.80	89.06	96.67	1,203.64
Lago de Itzabal – Río Dulce	2.3	Caribe	2	2,691.00	92.75	96.69	132.15	133.47	140.19	123.67	119.07	126.01	111.46	105.60	88.62	83.91	1,333.05
Poijón	3.4	Golfo México	3	887.00	103.09	104.56	138.79	137.62	135.38	112.31	115.06	114.24	99.24	95.38	91.37	92.83	1,339.87
Río Achiguate	1.12	Pacífico	1	1,349.00	131.82	136.60	156.18	144.34	135.47	113.18	117.84	117.42	100.57	99.67	107.96	118.87	1,479.94
Río Acomé	1.11	Pacífico	1	807.00	157.95	161.89	181.81	161.78	151.59	126.42	134.68	134.38	113.76	114.02	123.69	139.98	1,701.94
Río Cahabón	2.5	Caribe	2	2,555.00	97.89	104.73	137.00	137.19	136.52	115.63	111.50	116.45	102.21	96.08	87.60	86.94	1,329.76
Río Coatan	1.1	Pacífico	1	273.00	105.12	98.20	115.21	117.84	104.65	89.00	95.52	90.67	79.55	82.63	88.33	93.15	1,159.86
Río Coyolate	1.10	Pacífico	1	1,649.00	139.23	143.39	163.00	147.09	138.69	116.41	122.21	121.64	105.04	103.91	112.74	126.97	1,540.33
Río Culico	3.1	Golfo México	3	2,294.00	111.20	110.46	134.74	131.98	118.42	97.83	102.85	128.41	110.00	105.70	100.81	104.24	1,541.23
Río Grande de Zacapa	2.1	Caribe	2	2,468.00	120.97	130.55	170.00	165.10	153.94	124.92	126.61	128.41	110.00	105.70	100.81	104.24	1,541.23
Río Hondo	2.8	Caribe	2	2,909.00	94.00	100.72	136.97	148.36	160.04	137.02	132.67	135.24	116.84	113.59	94.14	86.99	1,456.60
Río Itzán	3.5	Golfo México	3	2,071.00	102.07	104.37	139.02	137.70	136.44	113.15	114.18	114.92	99.59	96.57	91.98	93.00	1,342.97
Río La Pasión	3.8	Golfo México	3	11,769.00	99.62	108.87	143.75	150.88	154.81	135.05	130.02	134.05	115.81	112.41	99.90	91.21	1,476.39
Río Los Esclavos	1.15	Pacífico	1	2,295.00	134.01	138.15	157.77	148.21	139.17	115.84	119.99	118.78	100.38	98.22	103.88	111.54	1,485.92
Río Madre Vieja	1.9	Pacífico	1	885.00	136.57	139.64	159.86	144.52	140.72	117.98	120.07	119.10	103.40	102.34	109.72	119.00	1,510.23
Río María Linda	1.13	Pacífico	1	2,558.00	134.67	140.55	160.89	149.07	140.72	117.98	122.06	121.78	103.54	102.81	109.72	119.00	1,522.78
Río Mocho	2.18	Caribe	2	639.00	85.09	92.92	125.20	129.15	134.38	118.57	110.59	119.14	103.09	101.06	84.64	78.28	1,282.11
Río Mopán Belice	2.2	Caribe	2	4,874.00	106.09	111.97	145.13	144.54	151.72	131.12	126.13	128.37	113.02	108.31	93.59	83.24	1,403.51
Río Nahualate	1.7	Pacífico	1	1,936.00	141.36	143.22	162.83	145.42	137.75	116.49	122.36	122.02	106.23	105.21	112.97	128.89	1,544.75
Río Naranjo	1.3	Pacífico	1	1,271.00	131.45	130.18	148.85	134.06	127.27	108.29	114.63	112.21	98.64	100.92	106.68	119.95	1,433.13
Río Nentón	3.3	Golfo México	3	1,498.00	112.75	114.93	149.39	144.53	136.12	112.02	115.82	112.89	98.31	96.31	97.09	100.62	1,390.77
Río Ocotito	1.4	Pacífico	1	2,074.00	159.70	156.60	176.60	151.11	144.86	123.21	130.44	128.63	112.71	114.97	124.26	143.02	1,666.11
Río Olipa	1.18	Pacífico	1	309.00	105.47	113.70	153.62	148.75	138.38	110.00	110.83	112.14	94.94	88.87	83.26	88.77	1,348.74
Río Ostúa Guja	1.17	Pacífico	1	2,223.00	132.78	139.23	169.52	161.45	146.50	119.06	124.53	122.36	104.51	101.62	103.46	112.13	1,537.15
Río Paso Hondo	1.14	Pacífico	1	719.00	148.15	152.40	172.71	157.02	148.65	125.71	131.55	130.55	110.52	113.32	121.99	126.05	1,610.28
Río Paz	1.16	Pacífico	1	1,754.00	149.31	151.84	174.07	161.41	147.19	122.68	129.84	125.37	105.25	106.48	113.65	123.19	1,608.28
Río Polochic	2.4	Caribe	2	2,760.00	102.94	109.78	142.68	143.44	141.17	120.29	117.89	122.35	107.36	100.37	90.77	90.77	1,390.64
Río Salinas	3.7	Golfo México	3	12,033.00	105.03	110.99	145.34	144.00	140.46	116.76	115.31	117.83	101.91	98.54	93.73	96.29	1,386.17
Río Samalá	1.5	Pacífico	1	1,479.00	128.31	124.89	143.97	134.78	121.31	101.86	106.97	104.23	91.21	93.11	100.66	112.88	1,364.18
Río San Pedro	3.10	Golfo México	3	14,224.00	99.96	107.58	149.45	164.99	172.60	145.17	140.99	141.47	121.57	115.23	100.49	91.82	1,551.31
Río Sartún	2.6	Caribe	2	1,966.00	96.09	101.09	133.90	136.39	141.81	126.36	121.18	127.85	113.68	107.50	93.49	88.56	1,387.92
Río Selegua	3.2	Golfo México	3	1,530.00	112.00	114.26	143.80	138.25	127.52	105.18	109.70	107.80	93.39	92.63	94.53	99.96	1,339.02
Río Sisicán	1.6	Pacífico	1	930.00	159.98	160.21	180.72	155.50	147.76	125.41	132.23	132.18	115.41	114.46	124.43	143.97	1,690.84
Río Suchiate	1.2	Pacífico	1	1,058.00	127.71	124.58	141.93	130.16	123.20	105.80	112.66	109.36	95.99	98.71	103.43	117.09	1,391.62
Río Temash	2.19	Caribe	2	68.00	85.97	91.87	124.72	124.98	134.39	120.03	112.31	121.12	107.29	103.38	88.84	82.02	1,296.91
Río Usumacinta	3.9	Golfo México	3	2,977.00	97.10	104.72	147.94	156.48	166.92	140.67	135.45	138.53	119.77	112.93	98.61	90.16	1,509.27
Xadbal	3.6	Golfo México	3	1,281.00	102.04	105.35	140.59	139.54	139.87	116.13	115.52	117.13	101.39	98.11	92.64	93.23	1,361.55

Cuadro 19. Evapotranspiración potencial promedio por día (mm/día) para cada cuenca de la República de Guatemala

CUENCA	C. CUENCA	VERTIENTE	C. VERTIENTE	AREA KM 2	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Lago de Atitlán	1.8	Pacífico	1	542.00	3.39	3.79	4.04	4.05	3.62	3.10	3.13	3.03	2.74	2.64	2.97	3.12
Lago de Izabal – Río Dulce	2.3	Caribe	2	2,691.00	2.99	3.45	4.26	4.45	4.52	4.12	3.84	4.06	3.72	3.39	2.95	2.71
Poñón	3.4	Golfo México	3	887.00	3.33	3.73	4.48	4.59	4.37	3.74	3.71	3.69	3.31	3.08	3.05	2.99
Río Achiguate	1.12	Pacífico	1	1,349.00	4.25	4.88	5.04	4.81	4.37	3.77	3.80	3.79	3.35	3.22	3.60	3.83
Río Acomé	1.11	Pacífico	1	807.00	5.10	5.78	5.86	5.39	4.89	4.21	4.34	4.33	3.79	3.68	4.12	4.52
Río Cahabón	2.5	Caribe	2	2,555.00	3.16	3.74	4.42	4.57	4.40	3.85	3.60	3.76	3.41	3.10	2.92	2.80
Río Coatlán	1.1	Pacífico	1	273.00	3.39	3.51	3.72	3.93	3.38	2.97	3.08	2.92	2.65	2.67	2.94	3.00
Río Coyolate	1.10	Pacífico	1	1,649.00	4.49	5.12	5.26	4.90	4.47	3.88	3.94	3.92	3.50	3.35	3.76	4.10
Río Cuytán	3.1	Golfo México	3	2,294.00	3.59	3.95	4.35	4.40	3.82	3.26	3.32	3.22	2.89	2.87	3.08	3.21
Río Grande de Zacapa	2.1	Caribe	2	2,468.00	3.90	4.66	5.48	5.50	4.97	4.16	4.08	4.14	3.67	3.41	3.36	3.36
Río Hondo	2.8	Caribe	2	2,909.00	3.03	3.60	4.42	4.95	5.16	4.57	4.28	4.36	3.89	3.66	3.14	2.81
Río Ixcán	3.5	Golfo México	3	2,071.00	3.29	3.73	4.48	4.59	4.40	3.77	3.68	3.71	3.32	3.12	3.07	3.00
Río La Pasión	3.8	Golfo México	3	11,769.00	3.21	3.89	4.64	5.03	4.99	4.50	4.19	4.32	3.86	3.63	3.33	2.94
Río Los Esclavos	1.15	Pacífico	1	2,295.00	4.32	4.93	5.09	4.94	4.49	3.86	3.87	3.83	3.35	3.17	3.46	4.01
Río Madre Vieja	1.9	Pacífico	1	885.00	4.41	4.99	5.16	4.82	4.40	3.80	3.87	3.84	3.45	3.30	3.67	3.60
Río María Linda	1.13	Pacífico	1	2,558.00	4.34	5.02	5.19	4.97	4.54	3.93	3.94	3.93	3.45	3.32	3.66	3.84
Río Mocho	2.18	Caribe	2	639.00	2.74	3.32	4.04	4.31	4.33	3.95	3.57	3.84	3.44	3.26	2.82	2.53
Río Mopan Belice	2.7	Caribe	2	4,874.00	2.90	3.57	4.31	4.82	4.89	4.37	4.07	4.14	3.77	3.49	3.12	2.69
Río Motagua	2.2	Caribe	2	12,611.00	3.42	4.00	4.68	4.77	4.48	3.84	3.70	3.81	3.40	3.12	3.04	3.04
Río Nahualate	1.7	Pacífico	1	1,936.00	4.56	5.11	5.25	4.85	4.44	3.88	3.95	3.94	3.54	3.39	3.77	4.16
Río Naranjo	1.3	Pacífico	1	1,271.00	4.24	4.65	4.80	4.47	4.11	3.61	3.70	3.62	3.29	3.26	3.56	3.87
Río Nentón	3.3	Golfo México	3	1,498.00	3.64	4.10	4.82	4.82	4.39	3.73	3.74	3.64	3.28	3.11	3.24	3.25
Río Ocosito	1.4	Pacífico	1	2,074.00	5.15	5.59	5.70	5.04	4.67	4.11	4.21	4.15	3.76	3.71	4.14	4.61
Río Olopa	1.18	Pacífico	1	309.00	3.40	4.06	4.96	4.96	4.46	3.67	3.58	3.62	3.16	2.87	2.78	2.86
Río Ostia Guila	1.17	Pacífico	1	2,223.00	4.28	4.97	5.47	5.38	4.73	3.97	4.02	3.95	3.48	3.28	3.45	3.62
Río Paso Hondo	1.14	Pacífico	1	719.00	4.78	5.44	5.57	5.23	4.80	4.19	4.24	4.21	3.68	3.66	4.07	4.07
Río Paz	1.16	Pacífico	1	1,754.00	4.82	5.42	5.62	5.38	4.75	4.09	4.19	4.04	3.51	3.43	3.79	3.97
Río Polochic	2.4	Caribe	2	2,760.00	3.32	3.92	4.60	4.78	4.55	4.01	3.80	3.95	3.58	3.24	3.05	2.93
Río Salinas	3.7	Golfo México	3	12,033.00	3.39	3.96	4.69	4.80	4.53	3.89	3.75	3.80	3.40	3.18	3.12	3.11
Río Samalá	1.5	Pacífico	1	1,479.00	4.14	4.46	4.64	4.49	3.91	3.40	3.42	3.36	3.04	3.00	3.36	3.64
Río San Pedro	3.10	Golfo México	3	14,224.00	3.22	3.84	4.82	5.50	5.57	4.84	4.55	4.56	4.05	3.72	3.35	2.96
Río Sarstún	2.6	Caribe	2	1,986.00	3.10	3.61	4.32	4.55	4.57	4.21	3.91	4.18	3.79	3.47	3.12	2.86
Río Selagua	3.2	Golfo México	3	1,530.00	3.61	4.08	4.64	4.61	4.11	3.51	3.54	3.48	3.11	2.99	3.15	3.22
Río Sit-lán	1.6	Pacífico	1	930.00	5.16	5.72	5.83	5.18	4.77	4.18	4.27	4.26	3.85	3.69	4.10	4.64
Río Suchiate	1.2	Pacífico	1	1,058.00	4.12	4.45	4.58	4.34	3.97	3.53	3.63	3.53	3.20	3.18	3.48	3.78
Río Temash	2.19	Caribe	2	68.00	2.77	3.28	4.02	4.17	4.34	4.00	3.62	3.91	3.58	3.33	2.96	2.65
Río Usumacinta	3.9	Golfo México	3	2,977.00	3.13	3.74	4.77	5.22	5.38	4.69	4.37	4.47	3.99	3.64	3.29	2.91
Xachal	3.6	Golfo México	3	1,281.00	3.29	3.76	4.54	4.65	4.51	3.87	3.73	3.78	3.38	3.16	3.09	3.01

Cuadro 20. Tabla de balance hídrico climático (déficits hídricos) por cuenca hidrográfica República de Guatemala

CUENCA	C_CUENCA	VERTIENTE	C_VERTIENTE	AREA KM 2	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Lago de Atitlán	1.8	Pacífico	1	542.00	-97.77	-91.33	-88.03	-33.86	102.18	281.95	128.66	185.03	288.60	151.13	-9.5	-82.45	734.63
Lago de Itzabal – Río Dulce	2.3	Caribe	2	2,691.00	106.93	47.21	-48.83	-35.60	37.33	200.79	307.24	256.26	111.22	159.40	97.92	133.49	1,473.26
Poijón	3.4	Golfo México	3	887.00	51.97	6.88	-83.15	-70.68	12.32	298.36	362.76	300.23	334.83	235.02	75.92	105.25	1,629.71
Río Achiguate	1.12	Pacífico	1	1,349.00	-121.81	-120.98	-126.11	-61.40	119.74	263.73	154.35	199.90	301.85	200.80	-28.65	-99.53	681.90
Río Acomé	1.11	Pacífico	1	807.00	-148.28	-154.69	-164.57	-99.19	71.33	185.05	75.98	145.27	226.34	180.86	-55.88	-132.03	130.20
Río Cahabón	2.5	Caribe	2	2,555.00	46.94	11.35	-37.19	-21.87	82.81	317.43	350.87	299.59	312.67	247.14	133.84	88.13	1,831.69
Río Coatan	1.1	Pacífico	1	273.00	-95.97	-89.95	-52.06	31.61	203.68	374.51	216.83	286.66	409.35	294.11	41.89	-80.60	1,540.06
Río Coyolate	1.10	Pacífico	1	1,649.00	-124.57	-126.40	-127.84	-51.54	130.19	273.33	141.92	206.00	329.25	209.77	-26.04	-108.28	725.81
Río Cúico	3.1	Golfo México	3	2,294.00	-108.03	-104.57	-95.96	-36.26	102.29	267.41	136.69	192.97	292.16	171.53	-12.69	-91.04	714.51
Río Grande de Zacapa	2.1	Caribe	2	2,468.00	-110.90	-118.30	-144.44	-106.39	-4.39	139.53	91.38	118.17	150.04	46.72	-47.84	-85.06	-71.49
Río Hondo	2.8	Caribe	2	2,909.00	-46.30	-66.14	-81.72	-93.59	-46.86	61.81	15.27	24.85	104.12	92.03	41.96	7.15	12.58
Río Ixcán	3.5	Golfo México	3	2,071.00	74.64	22.06	-57.83	-39.91	52.51	352.09	417.35	358.06	396.67	265.04	102.08	102.19	2,044.94
Río La Pasión	3.8	Golfo México	3	11,769.00	11.87	-42.75	-71.36	-66.15	13.39	172.39	153.59	148.24	206.33	175.82	93.81	38.21	833.39
Río Los Esclavos	1.15	Pacífico	1	2,295.00	-128.23	-128.39	-139.00	-85.14	65.93	204.37	124.75	151.97	256.67	129.02	-50.46	-94.63	306.86
Río Madre Vieja	1.9	Pacífico	1	885.00	-124.72	-124.18	-123.98	-50.59	109.76	265.93	126.79	192.77	314.48	186.23	-26.49	-108.62	637.38
Río Maria Linda	1.13	Pacífico	1	2,558.00	-125.15	-129.60	-138.32	-83.48	76.22	225.00	115.05	154.58	262.85	152.13	-45.91	-107.15	356.23
Río Moho	2.18	Caribe	2	639.00	63.02	-9.29	-37.76	-34.54	34.05	182.36	269.26	210.12	195.97	176.50	124.32	78.72	1,252.52
Río Mopán Belice	2.7	Caribe	2	4,874.00	-3.76	-49.98	-81.29	-90.21	-32.87	65.73	38.04	50.51	110.91	100.97	50.89	8.80	167.74
Río Motagua	2.2	Caribe	2	12,611.00	-47.81	-70.01	-104.74	-78.61	13.63	155.70	128.45	144.61	170.39	87.84	-2.35	-19.55	377.56
Río Nahualate	1.7	Pacífico	1	1,936.00	-121.43	-117.77	-119.75	-34.73	145.67	301.19	167.40	234.76	353.14	237.75	-4.76	-90.21	951.26
Río Naranjo	1.3	Pacífico	1	1,271.00	-101.46	-95.93	-78.52	51.43	262.61	448.20	301.56	397.91	529.18	397.06	71.55	-67.95	2,115.66
Río Nentón	3.3	Golfo México	3	1,498.00	-69.41	-83.76	-111.64	-82.87	8.69	253.83	207.18	211.69	274.41	165.93	11.09	-28.37	756.79
Río Ocósito	1.4	Pacífico	1	2,074.00	-147.94	-140.97	-126.13	-4.62	192.99	340.22	200.59	309.87	407.89	320.64	15.70	-117.51	1,250.71
Río Olipa	1.18	Pacífico	1	309.00	-91.60	-92.92	-130.03	-89.92	15.78	157.81	104.36	136.26	161.18	171.79	57.24	-38.17	178.66
Río Ostúa Güila	1.17	Pacífico	1	2,223.00	-130.20	-129.69	-153.40	-111.69	3.61	150.57	86.24	104.82	171.18	54.27	-71.01	-103.26	-138.54
Río Paso Hondo	1.14	Pacífico	1	719.00	-144.79	-147.16	-154.51	-84.66	94.73	209.44	108.06	156.62	271.01	180.20	-52.15	-120.37	316.42
Río Paz	1.16	Pacífico	1	1,754.00	-143.83	-142.15	-156.87	-99.06	49.97	183.10	109.16	152.61	232.16	111.98	-65.93	-110.49	120.62
Río Polochic	2.4	Caribe	2	2,760.00	-20.33	-42.33	-71.60	-49.51	65.36	302.02	336.52	309.73	305.44	188.53	64.05	2.62	1,390.49
Río Salinas	3.7	Golfo México	3	12,033.00	-10.13	-34.75	-65.50	-48.24	35.98	231.79	206.45	194.65	254.85	203.63	93.90	40.77	1,103.40
Río Samalá	1.5	Pacífico	1	1,479.00	-117.66	-108.87	-98.65	-14.50	163.33	302.86	169.78	256.71	350.81	240.52	10.70	-92.99	1,062.02
Río San Pedro	3.10	Golfo México	3	14,224.00	-20.78	-64.23	-95.69	-106.20	46.86	105.53	32.79	59.52	172.77	111.58	29.47	3.60	1,659.76
Río Saritún	2.6	Caribe	2	1,986.00	86.87	30.50	-46.44	-34.88	55.74	254.20	377.31	275.17	246.20	186.60	105.39	123.10	1,659.76
Río Selegua	3.2	Golfo México	3	1,530.00	-92.94	-97.59	-117.97	-78.48	28.00	223.79	142.03	157.40	238.12	119.42	-26.38	-65.31	430.10
Río Sotz'icán	1.6	Pacífico	1	930.00	-145.97	-144.87	-140.00	-35.93	160.52	285.25	170.36	245.95	346.96	256.75	-13.80	-111.66	873.56
Río Suchite	1.2	Pacífico	1	1,058.00	-100.39	-91.81	-61.14	71.02	291.35	459.92	289.67	384.81	526.52	404.14	76.78	-68.62	2,182.27
Río Temash	2.19	Caribe	2	68.00	103.49	19.97	-32.08	-24.07	40.04	196.91	360.32	231.40	206.44	181.12	126.53	128.73	1,538.91
Río Usumacinta	3.9	Golfo México	3	2,977.00	-26.52	-46.79	-103.77	-98.50	-34.94	133.85	89.22	105.50	211.24	139.35	33.98	5.76	408.37
Xadbal	3.6	Golfo México	3	1,281.00	65.93	24.79	-50.86	-36.37	50.86	340.40	390.24	345.63	386.22	271.47	122.67	126.35	2,037.34

Cuadro 21. Reserva de humedad promedio en el suelo para cada cuenca de la República de Guatemala

CUENCA	C_CUENCA	VERTIENTE	C_VERTIENTE	AREA KM 2	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Lago de Atitlán	1.8	Pacífico	1	542.00	52.91	50.92	16.91	2.44	38.81	60.14	60.14	60.14	60.14	60.14	60.14	56.32	579.13
Lago de Izabal – Río Dulce	2.3	Caribe	2	2,691.00	51.27	48.74	15.79	12.49	53.01	53.20	53.20	53.20	53.20	53.20	53.20	52.76	553.26
Poijón	3.4	Golfo México	3	887.00	0.11	0.00	0.00	0.00	3.13	53.11	53.11	53.11	53.11	53.11	53.11	9.87	278.64
Río Achiquiste	1.12	Pacífico	1	1,349.00	14.24	0.00	0.00	0.00	0.00	59.42	61.69	61.80	61.80	61.80	61.80	60.21	442.86
Río Acomé	1.11	Pacífico	1	807.00	61.69	50.96	16.65	4.33	38.08	61.69	61.69	61.69	61.69	61.69	61.69	61.69	603.50
Río Cahabón	2.5	Caribe	2	2,555.00	50.34	9.54	0.00	0.00	0.00	57.36	61.71	61.73	61.73	61.73	61.73	58.06	483.92
Río Coatán	1.1	Pacífico	1	273.00	14.07	11.33	2.45	0.00	19.11	52.37	52.22	52.25	52.43	52.42	27.09	18.52	354.27
Río Copalán	1.10	Pacífico	1	1,649.00	29.47	12.48	1.65	0.00	51.37	56.74	56.74	56.74	56.74	56.74	56.74	44.37	479.77
Río Culico	3.1	Golfo México	3	2,294.00	59.08	58.81	12.30	1.16	48.70	59.08	59.08	59.08	59.08	59.08	59.08	59.08	593.64
Río Grande de Zacapa	2.1	Caribe	2	2,468.00	61.80	61.80	26.80	9.51	45.42	61.80	61.80	61.80	61.80	61.80	61.80	61.80	637.94
Río Hondo	2.8	Caribe	2	2,909.00	55.44	50.90	0.20	0.00	16.45	56.81	56.81	56.81	56.81	56.81	56.80	56.81	520.64
Río Ixcán	3.5	Golfo México	3	2,071.00	0.00	0.00	0.00	4.59	44.41	50.38	50.38	50.38	50.38	50.38	50.38	31.09	331.96
Río La Pasión	3.8	Golfo México	3	11,769.00	51.16	46.67	2.17	0.00	43.74	57.03	57.03	57.03	57.03	57.03	57.03	56.62	542.55
Río Los Esclavos	1.15	Pacífico	1	2,295.00	49.63	17.37	2.20	0.00	18.82	58.39	58.54	58.54	58.54	58.54	58.54	56.54	494.28
Río Madre Vieja	1.9	Pacífico	1	885.00	7.34	2.10	0.00	0.00	19.98	58.87	58.87	58.87	58.87	58.87	51.49	26.00	401.24
Río María Linda	1.13	Pacífico	1	2,558.00	30.83	24.14	10.51	4.88	35.18	54.60	54.60	54.60	54.60	54.60	54.60	47.93	35.78
Río Mocho	2.18	Caribe	2	639.00	33.57	1.43	0.00	0.00	0.00	61.59	61.66	61.66	61.66	61.66	61.66	56.91	461.77
Río Mopán Belice	2.2	Caribe	2	4,874.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.17	58.99	58.99	58.99	58.99	58.99	58.99	32.16	1.93
Río Motagua	2.2	Caribe	2	12,611.00	31.96	2.10	0.00	0.00	0.00	61.21	61.21	61.21	61.21	61.21	61.21	61.21	57.96
Río Nahuatle	1.7	Pacífico	1	1,936.00	52.21	45.36	7.29	1.85	43.37	56.57	56.57	56.57	56.57	56.57	56.57	56.57	546.04
Río Naranjo	1.3	Pacífico	1	1,271.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.16	44.14	45.07	45.07	45.07	45.07	45.07	25.62	298.29
Río Nentón	3.3	Golfo México	3	1,498.00	0.00	0.00	0.00	0.25	45.29	47.06	47.06	47.06	47.06	47.06	47.06	19.22	300.08
Río Ocoito	1.4	Pacífico	1	2,074.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.88	46.01	46.01	46.01	46.01	46.01	46.01	3.49	277.44
Río Olapa	1.18	Pacífico	1	309.00	0.00	0.00	0.00	30.72	54.28	54.28	54.28	54.28	54.28	54.28	54.28	54.28	410.68
Río Ostúa Guja	1.17	Pacífico	1	2,223.00	0.00	0.00	0.00	0.69	47.20	49.52	49.52	49.52	49.52	49.52	49.52	23.71	319.20
Río Paso Hondo	1.14	Pacífico	1	719.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.72	54.06	54.06	54.06	54.06	54.06	54.06	7.28	328.32
Río Paz	1.16	Pacífico	1	1,754.00	0.00	0.00	0.00	0.00	47.15	49.42	49.42	49.42	49.42	49.42	49.42	21.65	315.88
Río Polochic	2.4	Caribe	2	2,760.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.39	51.03	51.03	51.03	51.03	51.03	51.03	9.07	310.19
Río Salinas	3.7	Golfo México	3	12,033.00	0.00	0.00	0.00	3.89	51.39	51.79	51.79	51.79	51.79	51.79	51.79	31.75	2.21
Río Samalá	1.5	Pacífico	1	1,479.00	0.00	0.00	0.00	33.43	40.79	40.79	40.79	40.79	40.79	40.79	40.66	2.62	321.47
Río San Pedro	3.10	Golfo México	3	14,224.00	0.00	0.00	0.00	11.24	56.08	56.08	56.08	56.08	56.08	56.08	56.08	46.55	394.27
Río Sarstún	2.6	Caribe	2	1,986.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.16	51.04	51.04	51.04	51.04	51.04	51.04	14.13	284.50
Río Selegúa	3.2	Golfo México	3	1,530.00	0.00	0.00	0.00	9.87	54.39	54.39	54.39	54.39	54.39	54.39	54.39	2.41	0.00
Río Sis-téñ	1.6	Pacífico	1	930.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54.50	54.60	54.60	54.60	54.60	54.60	54.60	5.93	333.44
Río Suchiate	1.2	Pacífico	1	1,058.00	0.00	0.00	0.00	35.40	58.14	58.14	58.14	58.14	58.14	58.14	58.14	1.90	328.00
Río Temash	2.19	Caribe	2	68.00	0.00	0.00	0.00	6.44	50.43	50.89	50.89	50.89	50.89	50.89	50.89	36.75	348.07
Río Usumacinta	3.9	Golfo México	3	2,977.00	0.00	0.00	0.00	2.06	60.33	60.60	60.60	60.60	60.60	60.60	60.60	35.35	400.75
Xachbal	3.6	Golfo México	3	1,281.00	0.00	0.00	0.00	48.25	50.43	50.43	50.43	50.43	50.43	50.43	50.43	50.39	3.27

Cuadro 22. Precipitación, evapotranspiración y balance hídrico climático por departamento
República de Guatemala

DEPARTAMENTO	COD_DEP	AREA	COD_REG	REGION	PP	ETP	BH
Guatemala	1.00	2,205.00	1.00	Metropolitana	1,402.63	1,329.48	73.14
El Progreso	2.00	1,835.00	3.00	Nor-Oriente	1,336.28	1,488.23	-151.95
Sacatepéquez	3.00	536.00	5.00	Central	1,795.72	1,189.19	606.53
Chimaltenango	4.00	1,863.00	5.00	Central	1,857.25	1,234.87	622.38
Escuintla	5.00	4,504.00	5.00	Central	2,086.15	1,669.90	416.26
Santa Rosa	6.00	3,160.00	4.00	Sur-Oriente	1,870.10	1,557.90	312.19
Sololá	7.00	1,167.00	6.00	Sur-Occidente	2,251.74	1,204.40	1,047.34
Totonicapán	8.00	1,076.00	6.00	Sur-Occidente	1,331.64	1,194.79	136.85
Quezaltenango	9.00	2,133.00	6.00	Sur-Occidente	2,891.25	1,358.67	1,532.58
Suchitepéquez	10.00	2,393.00	6.00	Sur-Occidente	2,562.48	1,674.97	887.50
Retalhuleu	11.00	1,701.00	6.00	Sur-Occidente	2,686.58	1,707.55	979.03
San Marcos	12.00	3,554.00	6.00	Sur-Occidente	3,018.62	1,352.27	1,666.34
Huehuetenango	13.00	7,361.00	7.00	Nor-Occidente	2,372.05	1,345.93	1,026.12
Quiché	14.00	7,279.00	7.00	Nor-Occidente	2,691.09	1,343.81	1,347.27
Baja Verapaz	15.00	2,863.00	2.00	Norte	1,577.86	1,343.54	234.32
Alta Verapaz	16.00	10,748.00	2.00	Norte	3,134.18	1,442.73	1,691.44
Petén	17.00	35,918.00	8.00	Petén	1,828.44	1,491.58	336.86
Izabal	18.00	7,493.00	3.00	Nor-Oriente	2,727.16	1,362.61	1,364.54
Zacapa	19.00	2,699.00	3.00	Nor-Oriente	1,835.36	1,511.84	323.52
Chiquimula	20.00	2,403.00	3.00	Nor-Oriente	1,460.10	1,490.96	-30.85
Jalapa	21.00	2,030.00	4.00	Sur-Oriente	1,341.19	1,352.75	-11.56
Jutiapa	22.00	3,317.00	4.00	Sur-Oriente	1,580.87	1,593.31	-12.44

Cuadro 23. Evapotranspiración potencial media por departamento, República de Guatemala

DEPARTAMENTO	COD_DEP	AREA	COD_REG	REGION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Guatemala	1.00	2,205.00	1.00	Metropolitana	110.20	118.23	142.61	137.79	129.64	105.88	106.16	107.97	92.69	88.07	90.51	99.75
El Progreso	2.00	1,835.00	3.00	Nor-Oriente	119.81	127.73	159.91	155.92	146.62	121.00	120.64	124.38	105.96	100.74	100.17	105.35
Sacatepéquez	3.00	536.00	5.00	Central	102.59	106.65	125.77	122.91	114.38	92.00	93.94	93.91	81.52	78.63	84.06	92.84
Chimaltenango	4.00	1,863.00	5.00	Central	104.75	109.79	132.14	127.34	118.10	96.06	98.12	97.43	85.33	82.43	87.39	95.98
Escuintla	5.00	4,504.00	5.00	Central	152.89	156.97	177.33	158.41	149.38	125.62	132.49	132.26	112.69	113.11	122.29	136.46
Santa Rosa	6.00	3,160.00	4.00	Sur-Oriente	140.53	145.02	164.81	152.72	144.10	121.03	125.82	124.56	105.28	104.74	111.35	117.94
Sololá	7.00	1,167.00	6.00	Sur-Occidente	106.19	106.49	124.35	120.12	110.79	92.94	97.08	94.45	82.87	82.25	89.24	97.64
Totonicapán	8.00	1,076.00	6.00	Sur-Occidente	102.94	103.65	128.73	127.75	113.05	91.19	94.75	92.52	80.80	82.26	85.50	91.65
Quezaltenango	9.00	2,133.00	6.00	Sur-Occidente	124.57	122.56	141.87	131.43	121.58	102.70	108.16	105.67	92.83	94.46	100.87	111.96
Suchitepéquez	10.00	2,393.00	6.00	Sur-Occidente	155.31	157.70	177.91	155.33	147.87	125.60	131.59	131.93	114.72	113.66	122.39	140.94
Retalhuleu	11.00	1,701.00	6.00	Sur-Occidente	165.55	161.93	181.98	155.22	147.81	125.57	133.15	131.27	114.83	116.64	126.53	147.06
San Marcos	12.00	3,554.00	6.00	Sur-Occidente	122.52	120.17	140.04	131.34	121.59	102.71	108.82	105.74	92.51	95.41	100.47	110.96
Huehuetenango	13.00	7,361.00	7.00	Nor-Occidente	109.32	111.06	142.78	138.95	131.29	108.22	111.75	110.19	95.76	94.27	94.15	98.18
Quiché	14.00	7,279.00	7.00	Nor-Occidente	103.33	108.57	142.24	139.81	136.01	111.73	111.18	112.84	97.77	94.46	91.10	94.79
Baja Verapaz	15.00	2,863.00	2.00	Norte	104.89	113.21	144.69	142.17	135.14	110.83	107.74	112.46	96.35	92.11	88.66	95.28
Alta Verapaz	16.00	10,748.00	2.00	Norte	104.02	111.12	146.15	146.64	147.78	127.20	123.57	127.96	111.77	106.03	96.35	94.15
Petén	17.00	35,918.00	8.00	Petén	97.03	105.38	143.66	155.43	162.53	138.85	134.08	136.34	117.77	112.87	98.31	89.34
Izabal	18.00	7,493.00	3.00	Nor-Oriente	93.55	96.30	133.37	135.01	142.26	124.15	120.74	126.68	112.33	105.34	88.39	84.48
Zacapa	19.00	2,699.00	3.00	Nor-Oriente	115.32	122.99	160.58	158.47	152.25	126.19	126.51	130.21	111.79	107.26	100.02	100.27
Chiquimula	20.00	2,403.00	3.00	Nor-Oriente	116.90	126.52	166.03	161.42	149.81	120.88	122.47	123.59	105.84	101.17	96.11	100.21
Jalapa	21.00	2,030.00	4.00	Sur-Oriente	112.66	120.42	148.95	144.72	133.36	107.37	108.25	110.70	92.78	88.27	88.91	96.36
Jutupa	22.00	3,317.00	4.00	Sur-Oriente	143.86	148.14	173.59	162.68	147.91	121.91	129.06	124.99	106.00	105.24	110.23	119.70

Cuadro 24. Precipitación mensual por departamento, República de Guatemala

DEPARTAMENTO	COD_DEP	AREA	COD_REG	REGION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Guatemala	1.00	2,205.00	1.00	Metropolitana	7.97	5.87	18.20	46.46	151.19	271.88	198.53	221.65	281.58	151.39	35.30	10.55
El Progreso	2.00	1,835.00	3.00	Nor-Oriente	12.68	11.74	24.12	48.46	132.15	246.35	182.39	201.69	247.55	160.77	56.27	19.90
Sacatepéquez	3.00	536.00	5.00	Central	8.34	10.18	28.61	73.11	204.62	338.62	234.45	271.36	347.64	202.53	54.90	11.92
Chimaltenango	4.00	1,863.00	5.00	Central	7.90	12.59	30.89	77.31	212.89	338.47	239.61	277.74	357.75	217.44	63.21	17.43
Escuintla	5.00	4,504.00	5.00	Central	12.28	12.61	25.42	78.65	245.43	353.91	244.15	308.49	390.59	315.72	79.77	16.48
Santa Rosa	6.00	3,160.00	4.00	Sur-Oriente	6.21	9.04	18.92	66.18	220.34	328.16	245.06	277.16	369.38	253.66	60.42	14.37
Sololá	7.00	1,167.00	6.00	Sur-Occidente	13.15	24.95	45.02	103.38	251.17	414.48	259.04	317.60	420.73	276.39	98.75	23.30
Totonicapán	8.00	1,076.00	6.00	Sur-Occidente	5.15	6.52	24.75	55.45	154.61	244.01	176.94	200.26	255.53	150.40	45.02	8.20
Quezaltenango	9.00	2,133.00	6.00	Sur-Occidente	14.50	21.65	55.52	144.53	324.35	469.93	338.32	424.10	519.79	400.96	138.46	28.23
Suchitepéquez	10.00	2,393.00	6.00	Sur-Occidente	17.56	22.72	43.10	116.02	299.41	420.08	300.95	369.33	470.35	360.84	109.25	36.35
Retalhuleu	11.00	1,701.00	6.00	Sur-Occidente	8.64	11.06	44.09	134.99	323.40	429.14	302.59	405.78	477.54	401.63	122.97	15.81
San Marcos	12.00	3,554.00	6.00	Sur-Occidente	18.47	21.81	65.01	163.37	345.06	494.68	344.10	428.12	540.03	420.91	146.54	32.87
Huehuetenango	13.00	7,361.00	7.00	Nor-Occidente	77.01	57.02	46.83	72.90	164.12	378.38	358.31	346.09	392.63	272.46	119.41	98.01
Quiché	14.00	7,279.00	7.00	Nor-Occidente	101.22	86.40	74.60	92.56	178.81	383.22	383.06	366.31	399.97	386.88	176.62	148.07
Baja Verapaz	15.00	2,863.00	2.00	Norte	25.44	25.06	44.26	65.94	139.47	270.18	223.73	224.68	255.37	180.38	91.92	34.25
Alta Verapaz	16.00	10,748.00	2.00	Norte	148.90	107.71	103.78	115.06	212.14	419.13	430.97	396.20	409.32	360.57	240.93	189.69
Petén	17.00	35,918.00	8.00	Petén	83.74	49.57	56.19	63.51	133.94	250.62	201.69	216.75	284.59	237.48	147.54	100.68
Izabal	18.00	7,493.00	3.00	Nor-Oriente	187.00	130.55	82.63	97.05	175.51	318.14	397.24	370.71	317.16	259.81	184.35	212.04
Zacapa	19.00	2,699.00	3.00	Nor-Oriente	28.39	28.14	41.42	70.10	165.16	297.67	268.82	311.25	296.91	195.37	89.53	42.77
Chiquimula	20.00	2,403.00	3.00	Nor-Oriente	11.16	13.49	23.68	58.23	149.48	262.78	223.04	241.41	259.69	148.05	48.35	22.06
Jalapa	21.00	2,030.00	4.00	Sur-Oriente	5.79	9.68	17.97	48.44	146.33	263.77	192.05	201.76	252.74	149.42	38.42	11.40
Jutupa	22.00	3,317.00	4.00	Sur-Oriente	3.73	9.26	16.25	55.90	175.49	289.40	225.66	256.68	306.05	190.55	39.91	10.69

Cuadro 25. Balance hídrico mensual promedio por departamento, República de Guatemala

DEPARTAMENTO	COD_DEP	AREA	AREA_ENCIC	COD_REG	REGION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Guatemala	1.00	2,205.00	98.00	1.00	Metropolitana	-102.17	-112.24	-124.39	-91.57	21.83	166.02	92.30	113.70	188.92	63.37	-55.17	-89.10
El Progreso	2.00	1,835.00	358.00	3.00	Nor-Oriente	-107.23	-116.11	-135.97	-107.56	-15.10	125.23	61.62	77.17	141.49	59.99	-43.96	-85.54
Sacatepéquez	3.00	536.00	5.00	5.00	Central	-94.60	-96.76	-97.37	-49.93	90.24	246.37	140.04	177.15	265.92	123.74	-29.38	-81.17
Chimaltenango	4.00	1,863.00	201.00	5.00	Central	-96.87	-97.18	-101.15	-49.97	95.01	242.46	141.50	180.33	272.45	135.01	-24.16	-78.55
Escuintla	5.00	4,504.00	332.00	5.00	Central	-140.80	-144.41	-151.84	-79.63	96.50	228.84	111.81	176.48	278.46	202.87	-42.42	-120.07
Santa Rosa	6.00	3,160.00	67.00	4.00	Sur-Oriente	-134.52	-136.14	-146.10	-86.71	75.80	206.98	119.17	152.30	263.95	148.35	-51.18	-103.64
Sololá	7.00	1,167.00	94.00	6.00	Sur-Occidente	-93.49	-81.83	-79.58	-16.81	140.03	321.26	161.98	222.81	337.49	193.87	9.21	-74.84
Totonicapán	8.00	1,076.00	305.00	6.00	Sur-Occidente	-97.80	-97.13	-103.97	-72.27	41.95	152.91	82.15	107.78	174.75	68.18	-40.39	-83.43
Quezaltenango	9.00	2,133.00	148.00	6.00	Sur-Occidente	-110.13	-101.00	-86.42	13.08	202.58	367.21	230.04	318.33	426.88	306.39	37.51	-83.85
Suchitepéquez	10.00	2,393.00	24.00	6.00	Sur-Occidente	-138.18	-135.29	-135.18	-39.55	151.91	294.84	169.43	237.41	355.90	247.23	-13.24	-104.95
Retalhuleu	11.00	1,701.00	64.00	6.00	Sur-Occidente	-156.74	-150.69	-137.70	-19.73	177.04	305.18	169.92	275.71	364.29	286.03	-3.10	-126.94
San Marcos	12.00	3,554.00	302.00	6.00	Sur-Occidente	-104.02	-98.23	-74.86	32.14	223.54	392.24	235.54	322.46	447.69	325.24	46.06	-78.30
Huehuetenango	13.00	7,361.00	1,112.00	7.00	Nor-Occidente	-32.19	-53.98	-96.01	-66.10	33.11	270.17	246.76	235.99	296.90	178.25	25.35	-0.07
Quiché	14.00	7,279.00	1,012.00	7.00	Nor-Occidente	-2.10	-22.09	-67.53	-47.20	43.28	271.56	271.98	253.57	302.26	212.45	85.55	53.34
Baja Verapaz	15.00	2,863.00	444.00	2.00	Norte	-79.41	-88.13	-100.36	-76.20	4.38	159.33	115.77	112.27	159.05	96.20	3.32	-61.01
Alta Verapaz	16.00	10,748.00	258.00	2.00	Norte	44.91	-3.36	-42.30	-31.54	64.52	291.95	307.61	268.29	297.58	254.56	144.60	95.57
Petén	17.00	35,918.00	823.00	8.00	Petén	-13.00	-55.80	-87.46	-91.87	-28.64	111.83	67.58	80.50	166.81	124.74	49.35	11.38
Izabal	18.00	7,493.00	1,292.00	3.00	Nor-Oriente	93.30	34.26	-50.63	-37.86	33.26	194.18	276.56	244.21	205.00	154.59	96.09	128.34
Zacapa	19.00	2,699.00	696.00	3.00	Nor-Oriente	-87.10	-95.06	-119.41	-88.59	12.91	171.35	142.52	180.90	185.08	87.99	-10.60	-57.75
Chiquimula	20.00	2,403.00	232.00	3.00	Nor-Oriente	-105.81	-113.06	-142.23	-103.13	-0.42	141.92	100.70	117.87	153.79	46.94	-47.65	-78.30
Jalapa	21.00	2,030.00	376.00	4.00	Sur-Oriente	-106.82	-110.67	-130.88	-96.12	13.57	156.62	83.72	91.26	160.08	61.27	-50.42	-84.88
Jutupa	22.00	3,317.00	340.00	4.00	Sur-Oriente	-140.29	-138.96	-157.43	-106.94	27.17	167.22	96.50	131.28	199.63	85.29	-70.45	-109.13

Cuadro 26. Déficit de humedad promedio en el suelo para cada cuenca de la República de Guatemala

CUENCA	C_CUENCA	VERTIENTE	C_VERTIENTE	AREA KM 2	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	MESSES	
Lago de Izabal-Río Dulce	2.3	Caribe	2	2,691.00	-3.27	-4.56	-14.06	-20.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-42.29	5	
Río Cahabón	2.5	Caribe	2	2,555.00	-0.33	-1.26	-5.02	-19.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-25.73	4	
Río Grande de Zacapa	2.1	Caribe	2	2,468.00	-108.25	-116.66	-143.66	-105.58	-6.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.01	-74.34	-559.21	7	
Río Hondo	2.8	Caribe	2	2,909.00	0.00	-51.69	-81.65	-93.46	-46.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-273.57	4	
Río Moho	2.18	Caribe	2	639.00	0.00	0.00	-3.31	-21.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-25.18	2	
Río Mopan Belice	2.7	Caribe	2	4,874.00	-0.02	-9.18	-71.79	-90.26	-33.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-204.27	5	
Río Motagua	2.2	Caribe	2	12,611.00	-68.58	-77.00	-95.46	-75.87	-6.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.89	-47.00	-374.27	8	
Río Polochic	2.4	Caribe	2	2,760.00	-10.03	-26.12	-61.34	-48.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.03	-146.44	5	
Río Sarstún	2.6	Caribe	2	1,986.00	0.00	0.00	-0.42	-24.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-24.66	2	
Río Temash	2.19	Caribe	2	68.00	0.00	0.00	0.00	-8.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.63	1	
Pojóm	3.4	Golfo México	3	887.00	0.00	-0.99	-31.68	-69.46	-4.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-106.26	4	
Río Cuico	3.1	Golfo México	3	2,294.00	-107.87	-104.41	-94.75	-38.93	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.93	-59.85	-406.75	7	
Río Ixcán	3.5	Golfo México	3	2,071.00	-0.38	-3.58	-14.01	-38.31	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-56.30	5	
Río La Pasión	3.8	Golfo México	3	11,769.00	-0.88	-11.25	-56.19	-64.46	-7.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-140.05	6	
Río Nentón	3.3	Golfo México	3	1,498.00	-49.71	-77.35	-108.69	-82.37	-12.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-10.70	6	
Río Salinas	3.7	Golfo México	3	12,033.00	-34.71	-39.92	-50.46	-41.62	-0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.32	-15.95	-183.94	7	
Río San Pedro	3.10	Golfo México	3	14,224.00	-0.54	-32.16	-94.27	-106.28	-47.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-280.26	5	
Río Selegua	3.2	Golfo México	3	1,530.00	-89.14	-96.83	-117.33	-79.14	-3.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.02	-32.72	-418.55	7	
Río Usumacinta	3.9	Golfo México	3	2,977.00	-0.14	-17.71	-101.83	-98.52	-35.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.02	-253.51	6	
Xachbal	3.6	Golfo México	3	1,281.00	0.00	-2.37	-12.27	-30.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-44.65	3	
Lago de Atitlán	1.8	Pacífico	1	542.00	-93.62	-87.31	-87.30	-41.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-51.92	-361.51	6	
Río Achiguate	1.12	Pacífico	1	1,349.00	-122.89	-122.23	-127.97	-63.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.79	-80.89	-519.77	6	
Río Acomé	1.11	Pacífico	1	807.00	-148.80	-155.25	-164.50	-98.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-13.17	-128.78	-709.39	6	
Río Coatlán	1.1	Pacífico	1	273.00	-95.83	-89.57	-51.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-263.27	4	
Río Coyolate	1.10	Pacífico	1	1,649.00	-124.54	-126.54	-127.57	-51.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.51	-84.21	-516.94	6	
Río los Esclavos	1.15	Pacífico	1	2,295.00	-127.36	-127.33	-137.89	-83.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.96	-86.68	-566.06	6	
Río Madre vieja	1.9	Pacífico	1	885.00	-125.43	-125.82	-125.60	-52.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.57	-87.07	-516.72	6	
Río María Linda	1.13	Pacífico	1	2,558.00	-126.87	-131.13	-139.19	-82.47	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.57	-99.78	-582.03	7	
Río Nahuate	1.70	Pacífico	1	1,936.00	-118.29	-116.59	-118.41	-37.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.57	-59.88	-451.66	6	
Río Naranjo	1.30	Pacífico	1	1,271.00	-98.23	-95.06	-77.38	-1.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-301.59	5	
Río Ocosingo	1.40	Pacífico	1	2,074.00	-147.48	-140.57	-125.84	-17.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-70.53	-501.67	6	
Río Olopá	1.18	Pacífico	1	309.00	-98.23	-95.06	-77.38	-1.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-29.71	-301.59	5
Río Ostúa Gujiá	1.17	Pacífico	1	2,223.00	-128.76	-128.36	-152.30	-110.74	-6.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-17.82	-99.48	-643.84	7	
Río Paso Hondo	1.14	Pacífico	1	719.00	-144.13	-146.52	-153.71	-84.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.97	-113.88	-645.67	6	
Río Paz	1.16	Pacífico	1	1,754.00	-143.58	-141.89	-156.64	-99.27	-0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.53	-108.60	-660.07	7	
Río Samalá	1.50	Pacífico	1	1,479.00	-119.95	-111.68	-101.75	-25.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.06	-58.19	-416.79	6	
Río Sis-lecán	1.60	Pacífico	1	930.00	-145.67	-144.84	-139.98	-38.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-545.29	5	
Río Suchiate	1.12	Pacífico	1	1,058.00	-94.95	-89.08	-57.09	-0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-24.64	-266.18	5

Cuadro 27. Excedente de humedad promedio en el suelo para cada cuenca de la República de Guatemala

CUENCA	C_CUENCA	VERTIENTE	C_VERTIENTE	AREA KM 2	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Lago de Izabal-Río Dulce	2.3	Caribe	2	2,651.00	116.00	54.68	0.00	0.00	1.71	179.88	310.10	256.63	211.97	166.45	99.34	139.95	1,530.71
Río Cahabón	2.5	Caribe	2	2,555.00	47.41	14.42	0.00	0.12	42.21	317.82	350.60	299.53	312.67	246.15	132.56	86.69	1,850.22
Río Grande de Zacapa	2.1	Caribe	2	2,468.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	89.69	90.83	117.66	150.22	47.24	0.00	0.05	495.68
Río Hondo	2.8	Caribe	2	2,909.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.26	13.12	24.83	104.05	92.04	42.01	8.85	287.16
Río Moño	2.18	Caribe	2	639.00	64.01	2.38	0.00	0.00	0.82	160.16	271.97	211.78	197.28	177.00	124.56	80.61	1,290.56
Río Mopán Belice	2.7	Caribe	2	4,874.00	4.01	0.00	0.00	0.00	0.00	8.78	33.88	50.88	111.15	101.11	50.86	12.32	372.98
Río Motagua	2.2	Caribe	2	12,611.00	21.61	8.03	0.00	0.00	1.72	123.50	127.52	144.74	170.64	88.27	26.91	32.51	745.46
Río Polochic	2.4	Caribe	2	2,760.00	4.66	0.61	0.00	0.00	15.68	296.09	337.12	308.67	305.28	187.70	62.95	15.34	1,534.09
Río Sarstún	2.6	Caribe	2	1,986.00	85.65	29.90	0.00	0.00	8.04	243.33	377.71	274.35	245.66	186.17	104.90	121.81	1,677.51
Río Temash	2.19	Caribe	2	68.00	102.44	19.30	0.00	0.00	3.87	180.59	357.13	227.33	205.89	177.43	121.63	152.99	1,522.99
Pojón	3.4	Golfo México	3	887.00	54.39	13.75	0.00	0.00	0.06	260.21	364.87	301.33	336.33	235.99	76.16	105.09	1,748.17
Río Culico	3.1	Golfo México	3	2,294.00	0.00	0.00	0.00	0.20	65.30	263.36	137.89	194.72	294.21	173.84	8.75	0.00	1,138.26
Río Ixcán	3.5	Golfo México	3	2,071.00	80.79	30.28	0.00	0.00	8.46	338.31	416.86	356.66	395.66	263.93	100.79	102.53	2,094.27
Río La Pasión	3.8	Golfo México	3	11,769.00	18.22	0.77	0.00	0.01	2.51	133.16	153.77	148.46	206.61	175.88	93.85	41.81	975.06
Río Nentón	3.3	Golfo México	3	1,498.00	0.05	0.00	0.00	0.00	2.04	216.26	207.29	213.74	275.87	167.79	19.84	9.63	1,112.51
Río Salinas	3.7	Golfo México	3	12,033.00	31.45	13.56	0.01	0.05	7.26	213.97	208.57	196.30	256.43	206.30	103.44	71.80	1,309.12
Río San Pedro	3.10	Golfo México	3	14,224.00	2.91	0.00	0.00	0.00	0.00	43.80	32.69	59.08	172.54	111.31	29.40	8.15	459.88
Río Selegua	3.2	Golfo México	3	1,530.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.02	194.43	145.04	158.97	240.46	121.09	0.39	0.00	862.41
Río Usamacinta	3.9	Golfo México	3	2,977.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	72.36	88.62	105.06	211.10	138.91	33.81	8.66	658.58
Xacibal	3.6	Golfo México	3	1,281.00	70.82	35.10	0.00	0.00	9.38	327.07	390.14	345.05	385.43	271.21	122.74	127.67	2,084.60
Lago de Atitlán	1.8	Pacífico	1	542.00	0.00	0.00	0.00	0.00	56.23	263.50	127.40	176.81	271.44	142.46	8.52	0.00	1,046.36
Río Achiguate	1.12	Pacífico	1	1,349.00	0.00	0.00	0.00	0.00	73.98	261.29	153.05	199.62	301.52	203.12	1.78	0.00	1,194.35
Río Acomé	1.11	Pacífico	1	807.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.65	184.53	76.40	146.33	228.59	183.14	0.16	0.00	847.80
Río Coatlán	1.1	Pacífico	1	273.00	0.00	0.00	0.00	0.90	181.50	375.66	215.57	287.61	410.90	295.59	42.28	0.00	1,810.01
Río Coyolate	1.10	Pacífico	1	1,649.00	0.00	0.00	0.00	0.00	84.56	272.39	141.52	207.74	331.10	212.01	2.80	0.00	1,252.11
Río los Esclavos	1.15	Pacífico	1	2,295.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.14	202.07	125.85	153.34	257.91	130.76	0.03	0.00	887.11
Río Madre vieja	1.9	Pacífico	1	885.00	0.00	0.00	0.00	0.00	63.08	261.20	125.46	193.16	314.30	187.77	1.40	0.00	1,146.35
Río María Linda	1.13	Pacífico	1	2,558.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.42	225.56	116.48	158.84	269.89	161.62	0.00	0.00	967.82
Río Nebuajalte	1.70	Pacífico	1	1,936.00	0.00	0.00	0.00	0.00	99.69	301.25	168.03	235.18	353.32	237.89	16.61	0.00	1,411.98
Río Naranjo	1.30	Pacífico	1	1,271.00	0.00	0.00	0.00	18.97	252.85	447.39	303.64	396.38	527.06	395.89	71.19	0.00	2,411.37
Río Ocosito	1.40	Pacífico	1	2,074.00	0.00	0.00	0.00	2.00	149.39	341.30	204.60	311.21	409.19	321.85	26.03	0.00	1,765.58
Río Olopa	1.18	Pacífico	1	309.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	122.81	140.29	137.05	172.36	57.83	0.00	0.00	630.35
Río Ostia Guija	1.17	Pacífico	1	2,223.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.79	107.22	87.04	106.30	162.89	55.59	0.00	0.00	519.84
Río Paso Hondo	1.14	Pacífico	1	719.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.53	210.13	108.71	156.03	270.94	180.22	0.00	0.00	966.56
Río Paz	1.16	Pacífico	1	1,754.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.24	159.72	109.23	152.12	231.14	111.08	0.00	0.00	777.54
Río Samalá	1.50	Pacífico	1	1,479.00	0.00	0.00	0.00	1.09	114.88	294.32	167.85	249.90	342.31	233.87	20.63	0.00	1,424.86
Río Sis-lán	1.60	Pacífico	1	930.00	0.00	0.00	0.00	0.02	102.98	283.57	172.89	244.37	345.34	255.68	10.42	0.00	1,415.26
Río Suchiate	1.12	Pacífico	1	1,058.00	0.00	0.00	0.00	25.56	291.50	464.31	291.56	385.87	528.10	402.77	77.98	0.00	2,467.64

6.2 Talleres de presentación y discusión de la metodología utilizada para calcular el área potencial de riego

Para validar la metodología utilizada en el cálculo del área potencial de riego, se realizaron cuatro talleres de presentación y discusión de dicha metodología. Los participantes fueron delegados departamentales del Departamento de Riegos de la Dirección de Infraestructura Productiva (DIPRODU) del MAGA. En la Figura 35 se presentan fotografías de los eventos y los participantes.

Figura 35. Participantes en los talleres de presentación y discusión de la metodología de área potencial de riego

