



The Coca-Cola Company

A photograph of a calm blue lake with a dense green forest on the far bank under a clear sky. The image is split vertically, with the left side showing the water and the right side showing the forest.

**MAPA PRELIMINAR
DE LAS RESERVAS DE
AGUA ESTRATÉGICAS
PARA GUATEMALA Y LA
METODOLOGÍA PARA
SU IDENTIFICACIÓN Y
PRIORIZACIÓN**

2019

MEMORIA TÉCNICA

“ASIGNACIÓN DE AGUA PARA EL AMBIENTE”

GUATEMALA, 2019



CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	6
2. ANTECEDENTES	9
3. MARCO REFERENCIAL	11
3.1 Los servicios ecosistémicos relacionados con la regulación del ciclo hidrológico	12
3.2 Las reservas de agua y el caudal ecológico en Guatemala	13
3.3 Marco legal	14
3.4 Marco institucional	15
3.5 Hidrología general de Guatemala	16
3.6 Oferta hídrica natural	17
3.6.1 Agua superficial	17
3.6.2 Agua subterránea	17
3.7 Demanda de recursos hídricos	17
3.8 Cambio climático	18
3.9 Caudal ecológico en el río Teculután	19
4. OBJETIVO	21
5. METODOLOGÍA	23
5.1. Categorización y priorización de microcuencas de acuerdo con sus atributos de captación, regulación y recarga hídrica	24
5.2 Delimitación y priorización de las reservas de agua estratégicas para Guatemala	26
6. RESULTADOS	27
7. REVISIÓN	34
8. OPINIÓN TÉCNICA	34
9. RECOMENDACIONES	35
10. ANEXO 1	36
11. ANEXO 2	39

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

CONAP	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
IGN	Instituto Geográfico Nacional
INAB	Instituto Nacional de Bosques
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
OMM	Organización Mundial de Meteorología
SEGEPLAN	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia
SIG-MAGA	Sistemas de Información Geográfica del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
SIGAP	Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas
URL-IARNA	Universidad Rafael Landívar - Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente
WWF	World Wildlife Fund

MAPA PRELIMINAR DE LAS RESERVAS DE AGUA ESTRATÉGICAS PARA GUATEMALA Y LA METODOLOGÍA PARA SU IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN 2019

MEMORIA TÉCNICA

“ASIGNACIÓN DE AGUA PARA EL AMBIENTE”

GUATEMALA, 2019



CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la Organización Mundial de Meteorología (OMM), la escasez y el uso excesivo del agua dulce plantea una creciente y seria amenaza para el desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente. Mejorar la gestión de los recursos hídricos y el manejo de los suelos de forma más eficaz contribuirá a la salud y el desarrollo de la humanidad y los ecosistemas que dependen del agua.

La lluvia es la fuente más importante de abastecimiento de agua en las zonas de recarga de los sistemas hídricos subterráneos (acuíferos); sin embargo, muchas actividades productivas dificultan la infiltración del agua y, en consecuencia, se reduce significativamente el nivel de los acuíferos. De ahí radica la importancia de garantizar el ciclo hidrológico en sitios estratégicos denominados reservas de agua.

La calidad y cantidad de agua ha sido el enfoque tradicional de cualquier esfuerzo relacionado con la gestión del recurso hídrico. Sin embargo, no se ha discutido la conectividad ambiental y el régimen natural del recurso hídrico como una visión a largo plazo.

Lo anterior fundamenta la importancia de garantizar el ciclo hidrológico en aquellos sitios importantes para la captación, regulación y recarga, además de la conectividad hídrica en el territorio guatemalteco por medio de la asignación de agua para el ambiente. Es decir, considerar al ecosistema y su régimen de flujo de agua natural como un usuario que requiere de manera indispensable un caudal de agua mínimo para asegurar la continuidad de los servicios ecosistémicos hidrológicos que, a la vez, son de gran importancia para la diversidad y la riqueza biológica, así como de gran valor ecológico.

Actualmente, Guatemala no cuenta con una ley de aguas que asegure la disponibilidad en cantidad y calidad del recurso hídrico o que ordene la protección de los ecosistemas y los recursos naturales vinculados al régimen natural del recurso hídrico. Como consecuencia, existe un acelerado deterioro en la calidad y disponibilidad natural del agua, así como una evidente ingobernabilidad y alta conflictividad vinculada al acceso y el uso del agua. Sin embargo, a inicios del 2021 el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales publicó el Acuerdo Gubernativo No. 18-2021, con el que crea el Viceministerio

del Agua, y el Acuerdo Gubernativo No. 19-2021, que establece las disposiciones para promover la protección y conservación de cuencas hidrográficas en el territorio nacional. En este sentido, WWF apoya a la Mesa Temática de Apoyo al Servicio Ecosistémico Hídrico de Guatemala, asociado a los Bosques”.

En el caso de este trabajo, se utilizó una metodología con la que se identificaron las reservas de agua por medio de la evaluación de los atributos hidrológicos, como la captación, la regulación y la recarga hídrica, además de los objetos de conservación para priorizar los sitios estratégicos, con el fin mantener el ciclo hidrológico y los servicios ecosistémicos, a través de la asignación de agua para el ambiente (caudal ecológico). Estos objetos de conservación incluyen los sitios Ramsar¹. Las áreas protegidas también están consideradas como objetos de conservación y son aquellas áreas definidas geográficamente que han sido designadas o reguladas y administradas para su conservación con el propósito de alcanzar opciones de manejo sostenible.

¹ Ramsar se refiere al tratado intergubernamental que ofrece el marco para la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos.



CAPÍTULO 2 ANTECEDENTES

La variabilidad climática ha producido cambios en los caudales de los ríos y la disponibilidad de agua. A causa de los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos, el desarrollo de estrategias nacionales es de suma importancia para asegurar la disponibilidad de agua, por medio de la continuidad de las funciones del ciclo hidrológico y la protección del régimen natural del recurso hídrico.

En Guatemala, la disponibilidad de información de caudales es muy escasa. En 1998, la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN) cuantificó los recursos hídricos, estimando un volumen anual de 98,000 millones de metros cúbicos (m³), y para 2015, la Universidad Rafael Landívar-Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (URL-IARNA) estimó una disponibilidad hídrica anual de 110,340 millones de metros cúbicos al año.

En 2016, World Wildlife Fund (WWF) Guatemala/Mesoamérica generó el estudio de referencia “Identificación y priorización de reservas de agua estratégicas para Guatemala”, para el que se evaluaron los atributos de captación, regulación y recarga hídrica, y se identificaron 958 microcuencas de mayor importancia para el país, que equivalen al 28% del territorio nacional. Estas unidades hidrológicas tienen aportes significativos según sus características biofísicas, como el clima, los suelos, el relieve, la erosión, etc., las cuales favorecen la disponibilidad de los recursos hídricos, por lo que se consideran potenciales reservas de agua para Guatemala.

Con base en lo anterior, se procedió a realizar un análisis más exhaustivo para priorizar las reservas de agua estratégicas para Guatemala. Al análisis anterior, se integraron los objetos de conservación que incluyen biodiversidad y conectividad ecosistémica, con base en las funciones hidrológicas (captación, regulación y recarga hídrica).

La metodología y el mapa preliminar de “Reservas de agua estratégicas para Guatemala” se validaron en reuniones técnicas con las siguientes instituciones gubernamentales vinculadas a la temática: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), Instituto Nacional de Bosques (INAB), Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) y el Instituto Geográfico Nacional (IGN).



CAPÍTULO 3

MARCO REFERENCIAL

3.1. Los servicios ecosistémicos relacionados con la regulación del ciclo hidrológico

Los servicios hidrológicos provenientes del sistema de cuenca, que incluye ecosistemas naturales y seminaturales, se derivan de las funciones principales: captación, regulación y recarga hídrica.

Captación: La cantidad de agua que llueve y está disponible.

Regulación: La capacidad del sistema microcuenca (pendiente del terreno) para mantener equilibrado el flujo hídrico. Se considera una variable para determinar la capacidad de uso de la tierra. Depende de la cobertura forestal de acuerdo con el uso adecuado del suelo.

Recarga hídrica: El proceso derivado de la infiltración a partir de la regulación. Depende la cobertura forestal y la pendiente del terreno.

La recarga hídrica depende de los servicios de captación y regulación hidrológica, sin olvidar que estos dependen de las características geológicas y el uso del suelo. Por lo que, al conservar los suelos a través de su uso adecuado según su capacidad de uso, se aseguran los procesos del ciclo hidrológico, tales como la escorrentía (agua superficial) y la recarga hídrica (agua subterránea). Los factores que determinan la capacidad del sistema cuenca para amortiguar los caudales son la cobertura del suelo, la topografía, el suelo y la geología. Sin embargo, cada vez es más frecuente que la incapacidad del sistema esté asociada al mal manejo de la cobertura del suelo y a la variabilidad climática creciente.

En este sentido, las precipitaciones se conceptualizan como entradas al sistema (país), y las principales salidas del sistema hídrico son los servicios ecosistémicos de regulación hidrológica, tales como el flujo hídrico instantáneo y el flujo hídrico de ciclo largo. El flujo instantáneo se refiere a las precipitaciones producidas principalmente en los eventos extremos. Estos se conocen como lluvias de alta intensidad y escurren de manera rápida (aumento de caudales). Mientras que el ciclo largo favorece a la recarga hídrica debido a que son lluvias de menor intensidad y permite la infiltración para saturar el suelo y la consiguiente recarga hídrica.

Los beneficios de los servicios ecosistémicos de la captación y regulación hidrológica son el amortiguamiento de los eventos climáticos derivados del calentamiento global y la variabilidad climática local. Evidentemente, esto se debe analizar en términos de cuenca.

3.2. Las reservas de agua y el caudal ecológico en Guatemala

Las reservas de agua son sitios críticos para la captación, la regulación y la recarga hídrica, así como para la conectividad ecosistémica, ya que son fundamentales para el sistema social, económico y ambiental, dada la cantidad y calidad de agua que incorporan a los sistemas hidrológicos (cuencas) locales y regionales. Son indispensables por el abastecimiento a los ecosistemas prioritarios, como las áreas protegidas y los sitios Ramsar, las poblaciones y las actividades económicas, así como para disminuir el riesgo vinculado a los fenómenos climáticos extremos derivados del cambio climático.

Las reservas de agua en Guatemala son estratégicas para la seguridad hídrica nacional a corto, mediano y largo plazo, ya que se basan en la asignación de agua (caudal ecológico) para asegurar el servicio ecológico, así como las fuentes de agua. El caudal ecológico es la calidad, la cantidad y el régimen del flujo o las variaciones de los niveles de agua requeridos para que funcionen los ecosistemas acuáticos. Se considera un instrumento para la gestión del agua que busca establecer un régimen para sostener los ecosistemas, los usos del agua y las necesidades de almacenamiento a lo largo del año. Esto implica que, además de proveer agua para uso doméstico, pecuario y agrícola, también es posible mantener caudales provenientes del escurrimiento para la conservación de los ecosistemas acuáticos de agua dulce.

² Capacidad de uso de la tierra: determinación en términos físicos, del soporte que tiene una unidad de tierra de ser utilizada para determinados usos o coberturas y/o tratamientos. Generalmente se basa en el principio de la máxima intensidad de uso soportable sin causar deterioro físico del suelo (Klingebiel y Montgomery, 1961).

3.3. Marco Legal

En Guatemala existen algunos esfuerzos aislados que están orientados al manejo sostenible de bosques ubicados en áreas importantes para regulación hidrológica. Estas iniciativas corresponden especialmente a las normativas del sector ambiental y los recursos naturales. El marco legal guatemalteco, relacionado con la iniciativa de reservas de agua estratégicas para Guatemala, está constituido por normas generales que están vinculadas directa o indirectamente al tema. Esta normativa está enfocada en el uso racional de recursos, la conservación, el equilibrio ecológico, la protección y el mejoramiento de la biodiversidad y los sistemas naturales, lo cual es congruente con la iniciativa de reservar agua para asegurar los procesos ecológicos esenciales relacionados con las zonas de recarga hídrica, los humedales críticos y los caudales ecológicos.

A la fecha, el MARN y SEGEPLAN están en proceso de revisión de la Política de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico, que procurará que las reservas de agua tendrán importancia para la seguridad hídrica, la conservación de la cobertura forestal y para continuar con los incentivos forestales en las zonas de muy alta y alta recarga hídrica.

En el marco internacional, Guatemala ha ratificado el Convenio sobre los Humedales de Importancia Internacional, denominado Ramsar, en el que el Estado tiene la obligación de proteger los humedales y el manejo del agua para mantener el equilibrio del ecosistema. Guatemala cuenta con siete sitios Ramsar: Parque Nacional Laguna del Tigre, Parque Nacional Laguna Yaxhá Nakum Naranjo, Ecorregión Lachúa, Punta de Manabique, Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic, Manchón Guamuchal y Reserva de Usos Múltiple Río Sarstún. También ha ratificado otros convenios, como el Convenio de Diversidad Biológica y la Convención de Desertificación y Sequía, en los que el Estado reconoce la necesidad de proteger y garantizar la conservación de ecosistemas importantes para la biodiversidad y recursos naturales, así como de sus servicios ecosistémicos para la sociedad y el ambiente.

Recientemente, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales publicó el Acuerdo Gubernativo No. 18-2021, con el que crea el Viceministerio del Agua, en el marco del artículo 97 de la Constitución Política, cuyas normas garantizan que “la utilización y el aprovechamiento de la fauna, flora, tierra y agua se realicen racionalmente, evitando su depredación” y de la “Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, la cual regula que el Gobierno de Guatemala velará por el mantenimiento de la cantidad de agua para el uso humano y otras actividades cuyo empleo sea indispensable”.

Asimismo, se publicó el Acuerdo Gubernativo 19-2021, que establece las disposiciones para promover la protección y conservación de cuencas hidrográficas en el territorio nacional. Con este fin, se contempla el diagnóstico de las cuencas mediante la elaboración de un inventario en un plazo de cinco años, con el propósito de implementar las acciones estratégicas para la conservación y protección. Adicionalmente, incluye la integración de mesas técnicas multisectoriales para su abordaje. Estos esfuerzos representan el compromiso de conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales del país que el Ministerio de Ambiente tiene como objetivo. Estas herramientas legislativas fortalecen la institucionalidad y le dan prioridad a la temática del agua, por medio de la gestión de las políticas públicas.

Para una mayor referencia sobre la normativa relacionada con la conservación de los ambientes naturales y la protección de los recursos naturales ligados a las fuentes de agua en Guatemala, vea el Anexo 1. Marco legal, al final de este documento.

3.4. Marco Institucional

Las siguientes entidades gubernamentales tienen competencias vinculadas a las reservas de agua estratégicas para Guatemala. La naturaleza de su participación está detallada en el Anexo 2. Detalles del marco institucional.

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)	Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP)
Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH)	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA)
Instituto Nacional de Bosques (INAB)	Instituto Geográfico Nacional (IGN)

3.5. Hidrología general de Guatemala

Según el INSIVUMEH, el territorio de la República de Guatemala se divide en tres grandes vertientes, de acuerdo con el punto en donde desembocan finalmente todos los ríos que atraviesan o nacen en el territorio nacional: la vertiente del Pacífico, la vertiente del Caribe (Atlántico o del Mar de las Antillas) y la vertiente del Golfo de México. Estas vertientes contienen 38 cuencas hidrográficas, 314 subcuencas y se han definido 2,391 microcuencas (Cuadro 1):

Cuadro 1. Datos generales de las microcuencas de Guatemala.

Vertientes Hidrográficas	Área (ha)	%	Cantidad de microcuencas	Extensión promedio (ha)	Área Máxima (ha)	Área Mínima (ha)
Caribe	3,342,546	31	742	4,505	114,085	3.6
Golfo México	5,077,339	47	769	6,603	315,601	2.8
Pacífico	2,407,687	22	880	2,736	124,341	2.5
Total General	10,827,572	100	2,391	4,528	315,601	2.5

Aunque existe una gran variabilidad de tamaños de microcuencas, se pueden considerar como un marco adecuado para priorizar las reservas de agua y como unidades territoriales de gestión.

Los recursos hídricos en Guatemala son abundantes, pero esto varía según la región en el país y la época del año (seca y lluviosa), de manera que el agua no se encuentra donde más se necesita ni cuando más se requiere. En consecuencia, la crisis vinculada a su disponibilidad y acceso aumentará en algunas regiones de Guatemala. Por lo tanto, se ha considerado que la delimitación, manejo y conservación de los ecosistemas importantes para las funciones hidrológicas (captación, regulación y recarga) son vitales y se deben impulsar en las agendas institucionales ambientales.

3.6. Oferta hídrica natural

3.6.1. Agua superficial

En total, Guatemala posee un escurrimiento superficial entre 1,760 y 3,190 metros cúbicos por segundo (m³/s), equivalente a 55.6 y 100.6 mil millones de m³/año, los cuales están concentrados en la época lluviosa que dura entre seis u ocho meses, según la región.

3.6.1. Agua subterránea

Según el balance hídrico elaborado por el INSIVUMEH, se estima que el volumen de agua subterránea en Guatemala es de 33,699 millones de metros cúbicos. Las planicies de inundación, los valles y las tierras bajas de Guatemala constituyen el 50% del país, pero contienen aproximadamente el 70% del volumen de agua subterránea disponible. Sin embargo, la disponibilidad de agua subterránea es sumamente variable.

3.7. Demanda de recursos hídricos

El Cuadro 2 presenta las estimaciones sobre la demanda de agua (en millones de metros cúbicos de agua) en Guatemala, según las actividades económicas y de consumo. Y en el Cuadro 3 se muestra el balance hídrico nacional por vertientes.

Cuadro 2. Distribución del uso del agua según las principales actividades económicas y de consumo (período 2006-2010) en Guatemala, expresada en millones de metros cúbicos.

Actividades económicas y de consumo	Año				
	2006	2007	2008	2009	2010
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	5,042.00	5,490.10	6,003.62	6,252.08	6,496.56
Pesca	427.06	535.24	527.52	511.9	514.62
Explotación de minas y canteras	6.13	6.93	6.22	6.34	6.19
Industrias manufactureras (incluye agroindustria)	7,473.39	8,185.24	8,296.74	7,604.04	7,643.17
Suministro de electricidad, gas y agua	4,765.13	5,184.56	5,516.04	5,110.16	5,057.33
Construcción	93.17	104.36	102.94	87.29	76.26
Comercio al por mayor y por menor	51.33	44.36	44.94	47.27	48.22
Servicios	52.33	51.71	59.30	68.16	69.85
Hogares	422.93	433.51	444.35	455.45	461.68
Total	18,333.48	20,036.00	21,001.66	20,142.69	20,373.88

Fuente: Elaboración propia, con base en IARNA-URL (2011).

Cuadro 3. Balance hídrico nacional por vertientes (IARNA-URL, 2015)

Vertiente	Disponibilidad		Consumo		Balance		Consumo / Disponibilidad	
	Actual	2020	Actual	2020	Actual	2020	Actual	2020
Pacífico	31,374	27,275	11,133	12,939	20,041	14,336	0.36	0.47
Golfo de México	48,725	42,109	5,720	6,917	43,005	35,195	0.12	0.16
Caribe	30,441	27,161	8,026	9,185	22,415	17,976	0.26	0.34
Total	110,340	96,545	24,879	29,041	85,461	67,504	0.22	0.30

3.8. Cambio climático

Se prevé que para el año 2025, la situación será conflictiva en la época de estiaje, especialmente para la vertiente del Pacífico, ya que en el mes más seco del año alcanzará un déficit de agua de 301 o 490 millones de metros cúbicos. La vertiente del mar Caribe también mostrará una situación moderadamente difícil, puesto que en el mes más seco del año se estaría utilizando el 88.2% del agua disponible en esa vertiente para consumo y para generación eléctrica. La vertiente del Golfo de México mostrará una situación manejable, pues las demandas de los distintos usos representarán cerca del 25% de la oferta hídrica.

³ Estiaje: periodo de tiempo en que la corriente o caudal de agua están más bajos, particularmente para Guatemala a finales de la época seca (marzo y abril, en algunos casos hasta mayo).

3.9. Caudal ecológico en el río Teculután

En 2017, WWF Guatemala/Mesoamérica, con el apoyo de WWF México, hizo una estimación directa del caudal ecológico del río Teculután, de 1,872 litros por segundo (l/s) (objetivo ambiental, con importancia ecológica muy alta y baja presión de uso) el límite máximo y 603 l/s (objetivo ambiental, con baja importancia ecológica y muy alta presión de uso) para el límite mínimo, de acuerdo los valores de la Cuadros 4 y 5. Este caudal ecológico de 1,872 l/s representa un volumen anual de 55.8 millones de metros cúbicos en una extensión de 20,033 hectáreas, el cual es esencial para la conservación de la biodiversidad, el régimen natural del recurso hídrico, la conectividad ecosistémica y los ecosistemas asociados en la cuenca del río Teculután. El agua del río Teculután, que proviene del área protegida Reserva de Biósfera Sierra de las Minas, se utiliza para consumo humano, agrícola y pecuario.

Cuadro 4. Matriz de objetivos ambientales

IMPORTANCIA ECOLÓGICA	MUY ALTA	A	A	B	C
	ALTA	A	B	C	D
	MEDIA	B	C	C	D
	BAJA	B	C	D	D
		BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
PRESIÓN DE USO					

Cuadro 5. Caudales ecológicos según el objetivo ambiental

hm ³	OBJETIVO AMBIENTAL			
	A	B	C	D
TOTAL	105.8	81.0	69.9	60.0
% EMA Esguerrimiento Medio Anual	55.8	42.8	36.9	31.7
Caudales m ³ /s	1.872	1.099	0.818	0.603



CAPÍTULO 4
OBJETIVO

El objetivo general es establecer la metodología y la base técnica para las reservas de agua estratégicas para Guatemala.

Adicionalmente, también se considera determinar los atributos para identificar y priorizar las unidades territoriales importantes para la captación, la regulación y la recarga hídrica, la biodiversidad y la conectividad de los ecosistemas a escala de microcuenca, que son básicas para la gestión hídrica en Guatemala. Además, se presentará el mapa preliminar de las reservas de agua estratégicas para Guatemala.



CAPÍTULO 5 **METODOLOGÍA**

5.1. Categorización y priorización de microcuencas de acuerdo con sus atributos de captación, regulación y recarga hídrica

Se recopiló o actualizó la información pertinente para definir el marco biofísico de los recursos hídricos en Guatemala con base en la información secundaria geográfica y cartográfica básica oficial, a fin de identificar los sitios importantes de captación, regulación y recarga hídrica.

Las principales fuentes de información fueron publicaciones de las universidades Rafael Landívar y San Carlos de Guatemala, la base nacional de datos climáticos del Instituto Nacional de Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) y la base de datos del laboratorio de Sistemas de Información Geográfica del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (SIG-MAGA) y otros laboratorios institucionales. Se consultaron bases de datos cartográficas y temáticas y los análisis de información pertinentes a la delimitación de cuencas hidrológicas de Guatemala.

Para las reservas de agua estratégicas de Guatemala, la microcuenca se define como la unidad hidrológica más pequeña, delimitada por un borde exterior o parteaguas y la existencia de un punto de drenaje o aforo. Se caracteriza por la acumulación de corrientes de agua, temporal o permanentemente. De acuerdo con la nomenclatura del mapa de cuencas elaborado por el SIG-MAGA, son aquellas clasificadas con el Nivel 8.

La metodología para definir las reservas de agua estratégicas para Guatemala se fundamenta en el análisis de tres componentes hidrológicos, además del componente de conservación. También se incluyen los factores vinculados a cada componente (Cuadro 3):

1. CAPTACIÓN	
BASE DE ANÁLISIS	Se refiere a la precipitación anual promedio mayor o igual a 1,500 mm a nivel de microcuenca. Es importante considerar que este aporte de lluvia se incorpora al suelo (infiltración) y al manto freático (recarga hídrica) de acuerdo con el uso del suelo y la cobertura vegetal, lo que favorece a este proceso. Esto significa flujo hídrico de ciclo largo.
FACTOR 1.1.	Determinación de las principales zonas críticas de captación hídrica
	Para delimitar las principales zonas de captación hídrica y la disponibilidad de agua natural, se obtuvo la precipitación pluvial anual (Pp). Para las reservas de agua, son importantes aquellas áreas donde la lluvia promedio anual es mayor que 1,500 mm.
2. RECARGA HÍDRICA POTENCIAL	
BASE DE ANÁLISIS	Hace referencia a las microcuencas que tienen más del 90% de su extensión con una lámina de agua anual igual o mayor a 300 mm de recarga hídrica.
FACTOR 2.1.	Clasificación del territorio en función de capacidad de recarga hídrica de los suelos
	Se basa en la recarga hídrica, que a su vez está en función de la textura del suelo y la precipitación promedio anual. Se consideran áreas de alta recarga hídrica aquellas que favorezcan la infiltración en más del 90% de su extensión y donde los valores de recarga hídrica promedio anual son mayores o igual a 300 mm/año.
3. REGULACIÓN DE FLUJO HÍDRICO INSTANTÁNEO	
BASE DE ANÁLISIS	Se analizó la pendiente del terreno, para lo que es importante considerar aquellos territorios con pendiente igual o mayor que 32%, donde su uso debería de tener cobertura forestal (particularmente, bosques).
FACTOR 3.1.	Delimitación de zonas críticas para mantener procesos de regulación hídrica
	El principal factor que determina la capacidad física del terreno para la regulación hidrológica es la pendiente superficial. Las microcuencas con pendiente mayor o igual que 32%, y donde más del 25% de su extensión presenta estas características de pendiente, se definieron como las zonas críticas para la regulación hidrológica.

1. CONSERVACIÓN Y CONECTIVIDAD

BASE DE ANÁLISIS	Se basó en las áreas protegidas del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) y los sitios Ramsar.
FACTOR 4.1.	Gestión ambiental relacionada con la conservación y flujo hídrico natural
	Estas áreas protegidas cuentan con los requisitos necesarios para ser considerados como los principales sitios de regulación hidrológica por su contribución a la biodiversidad y la conservación del patrimonio natural de Guatemala y a nivel regional.

5.2. Delimitación y priorización de las reservas de agua estratégicas para Guatemala

Para delimitar las reservas de agua en Guatemala, se consideraron varios aspectos: a) que constituyeran unidades territoriales de respuesta hidrológica, como cuencas; b) que la delimitación en campo fuera factible y que fuera de un tamaño técnicamente considerado como adecuado para su gestión, y c) que existiera información confiable y preferiblemente oficial. Otro atributo para la determinación de un sitio como reserva de agua de prioridad 1 es que el sitio esté categorizado dentro de áreas protegidas y sitios Ramsar.

Con base en lo anterior, se utilizó el mapa de cuencas de Guatemala elaborado y publicado por el MAGA. Las cuencas de nivel 8 se definieron como la unidad de análisis, comúnmente conocidas como microcuencas, las cuales suman 2,391 y presentan un tamaño promedio de 4,600 hectáreas. Es importante mencionar que se determinó que las reservas de agua potenciales para Guatemala son aquellas microcuencas definidas con una prioridad moderada y alta.

⁴ Lámina de agua: espesor de capa de agua cuyo volumen cubre una superficie a nivel, usualmente expresada en milímetros (mm).



CAPÍTULO 6 RESULTADOS

La Figura 1 muestra el “Mapa intermedio de reservas de agua potenciales”, que es el resultado de la sobreposición de los factores 1.1, 2.1 y 3.1 y del primer análisis de los tres atributos de microcuencas hidrográficas (Nivel 8). La categoría alta incluye aquellos territorios de color azul que cuentan con los tres atributos (captación, recarga y regulación hidrológica), y la categoría moderada incluye las microcuencas en color celeste que solamente cumplen con dos de los tres atributos. Estas microcuencas se ubican en la región occidental (cadena volcánica), noroccidente (Sierra de los Cuchumatanes), oriental (montaña de Mataquesuintla) y región norte (Sierra del Chuacús) y nororiental (sistema Sierra de las Minas y Yalijux, así como la parte baja de Izabal, correspondiente a los ríos Sarstún y Dulce).

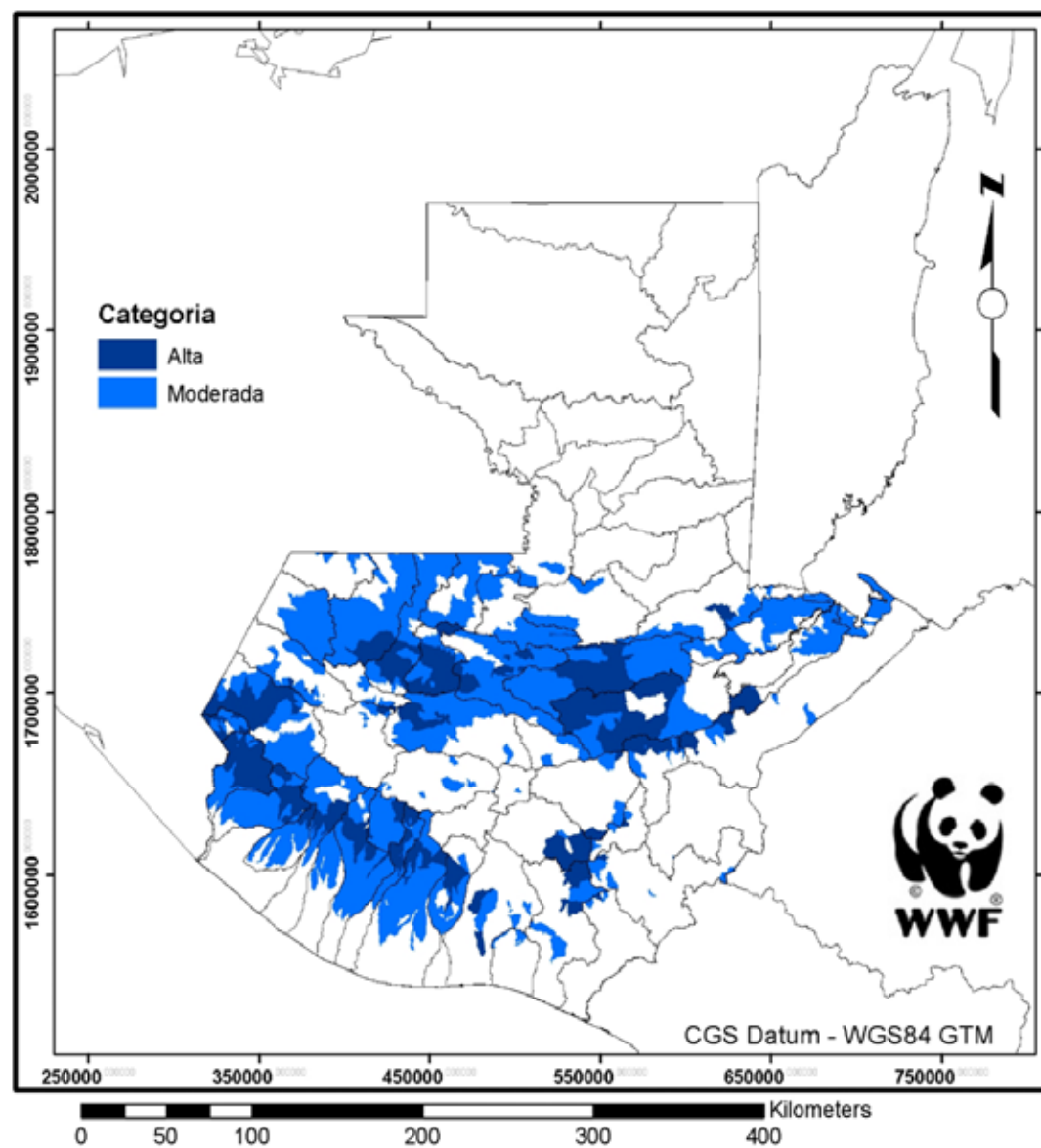


Figura 1. Mapa intermedio de clasificación de áreas de alta captación, recarga y regulación hidrológica.

A partir del “Mapa intermedio de reservas de agua potenciales (microcuencas Nivel 8) de Guatemala”, se obtuvo la priorización de 958 microcuencas, las cuales suman una extensión territorial de 3.083 millones de hectáreas, equivalente al 28% del territorio nacional.

Asimismo, se estimó que, si este territorio se maneja adecuadamente, es posible proteger un volumen aproximado de al menos 25% de la oferta hídrica nacional en las condiciones climáticas actuales. Esto es equivalente a 23,000 millones de metros cúbicos de agua.

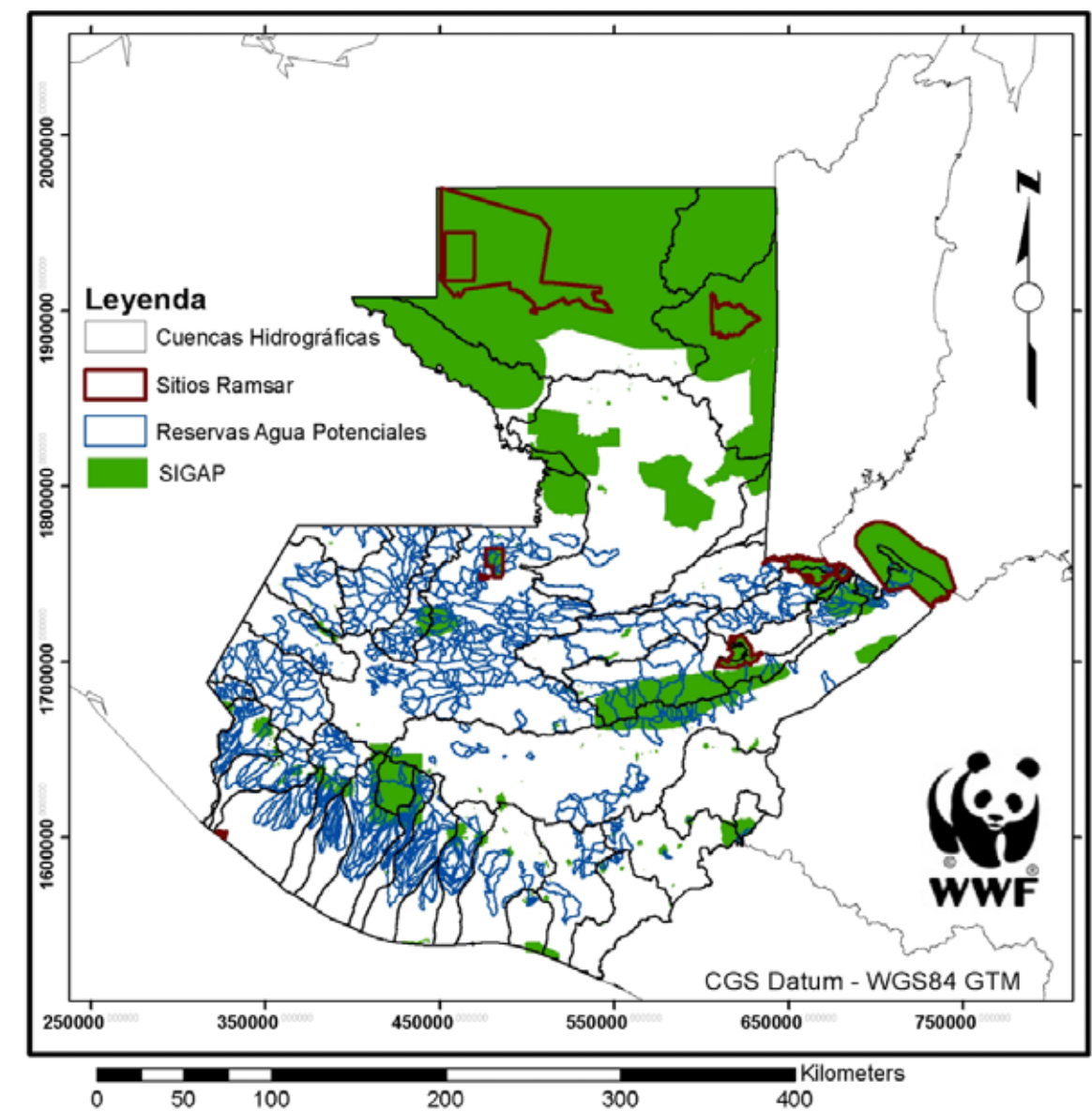


Figura 2. Mapa de “Reservas de agua potenciales de Guatemala”, basado en las microcuencas, el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) y los sitios Ramsar.

Con un análisis basado en las áreas protegidas y los sitios Ramsar, se obtuvo la priorización final para obtener el “Mapa de reservas de agua potenciales para Guatemala” (Figura 2). Este análisis se hizo sobreponiendo el “Mapa intermedio de reservas de agua potenciales” (Figura 1) sobre el mapa de 336 áreas protegidas del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP), que se redujo a 326 microcuencas, con 531,770 hectáreas en áreas protegidas de diversas categorías.

El análisis de los sitios Ramsar delimita 32 microcuencas adicionales, con una superficie de 430,264 hectáreas, correspondiente al 3.97% del territorio. Los sitios Ramsar son áreas protegidas, y cuatro de estos sitios destacan como reservas de agua por ser ecosistemas importantes debido a su conectividad ecológica y biodiversidad.

La gestión adecuada de estas 958 microcuencas también se considera estratégica para la regulación del flujo hídrico de ciclo corto y para mantener la capacidad productiva de los suelos, puesto que se evita la pérdida de 350 toneladas métricas por hectárea por año (TM/ha/año) de suelo.

El Cuadro 4 muestra la cantidad de microcuencas por vertiente. La vertiente del Pacífico es la que cuenta con más reservas de agua, que representa el 41% de la vertiente. Las reservas de agua en esta vertiente son el 43% del total y les corresponde el 31% de la extensión de todas las reservas.

Vertiente	No. de microcuencas	Área (ha)	% área de la vertiente	% país
Caribe	156	883,485.34	26.44	8.20
Golfo de México	392	1,235,448.33	24.37	11.47
Pacífico	410	964,289.64	40.92	8.95
Total	958	3,083,223.31		28.63

En resumen, las reservas de agua estratégicas para Guatemala (Figura 3) son el resultado del análisis de la sobreposición de los mapas de los atributos de captación, regulación y recarga hídrica, áreas protegidas (SIGAP) y los sitios Ramsar, que prioriza 358 microcuencas con un área de 959,856 hectáreas, y que representan aproximadamente el 8.8% del país. Esto significa una estimación de la oferta hídrica anual de 7,215 millones de metros cúbicos al año (agua subterránea y superficial).

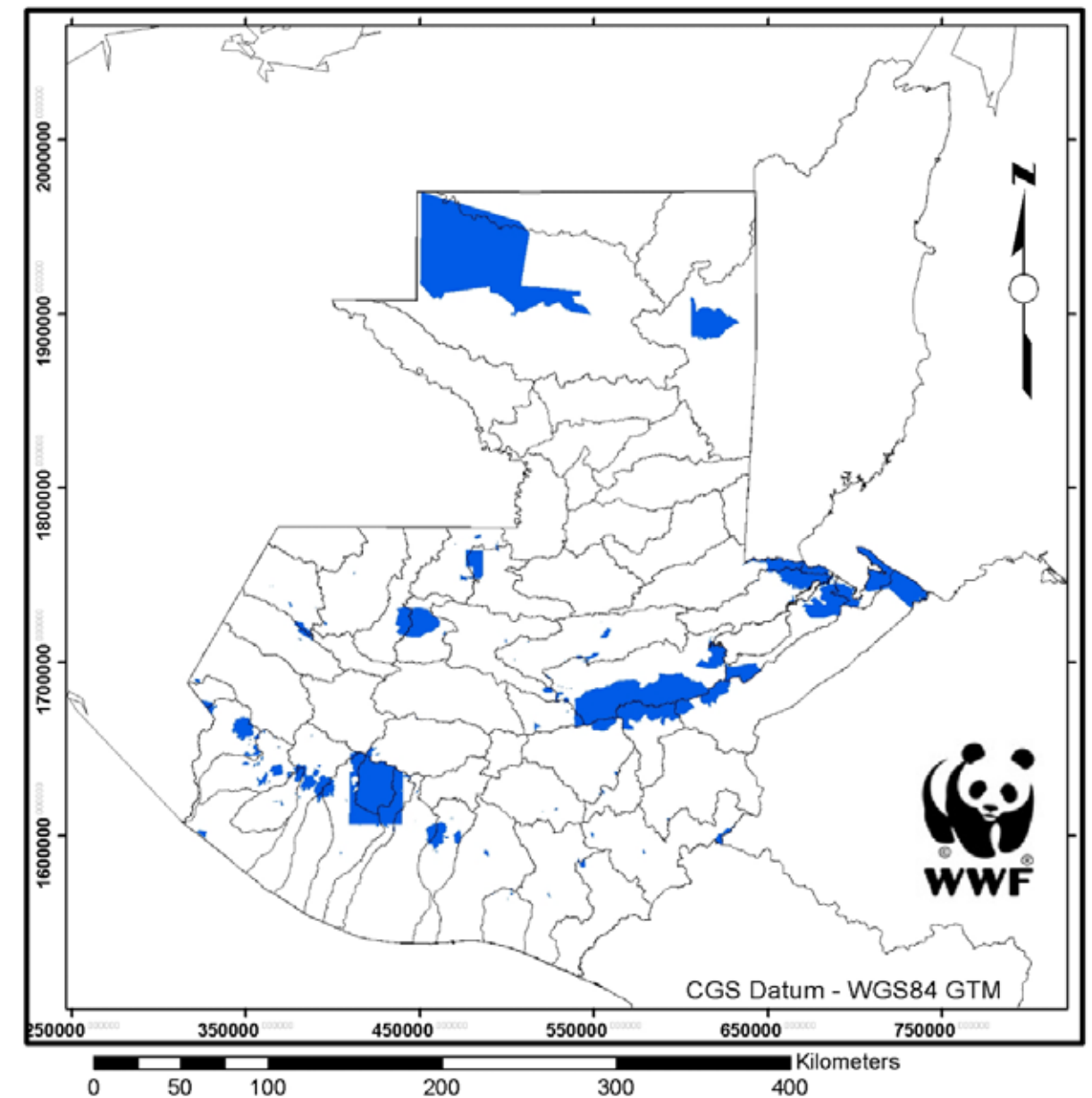


Figura 3. Mapa de las reservas de agua estratégicas para Guatemala 2019.

Los análisis realizados entre los tres atributos hídricos (captación, regulación y recarga hídrica) y la importancia de la conservación y la conectividad (áreas protegidas y sitios Ramsar) definieron tres prioridades de las reservas de agua para Guatemala. La prioridad 1 (reservas de agua estratégicas) incluye las microcuencas que tienen los tres atributos hidrológicos, áreas protegidas y sitios Ramsar. La prioridad 2 incluye las microcuencas que cumplen solamente con los tres atributos hídricos. Y la prioridad 3 representa las microcuencas cuyos dos de los tres atributos hídricos están presentes.

Cuadro 5. Niveles de priorización de las reservas de agua para Guatemala.

Categoría	Área (ha)	% Área de reservas agua	Microcuencas	% Área de País
Prioridad 1	959,856.07	27.44	358	8.86
Prioridad 2	669,945.18	19.15	134	6.19
Prioridad 3	1,868,810.18	53.42	498	17.26
Total	3,498,611.44	100.00	990	32.31

Los resultados anteriormente descritos se presentaron en el año 2019 a las diferentes entidades gubernamentales y no gubernamentales para su validación.

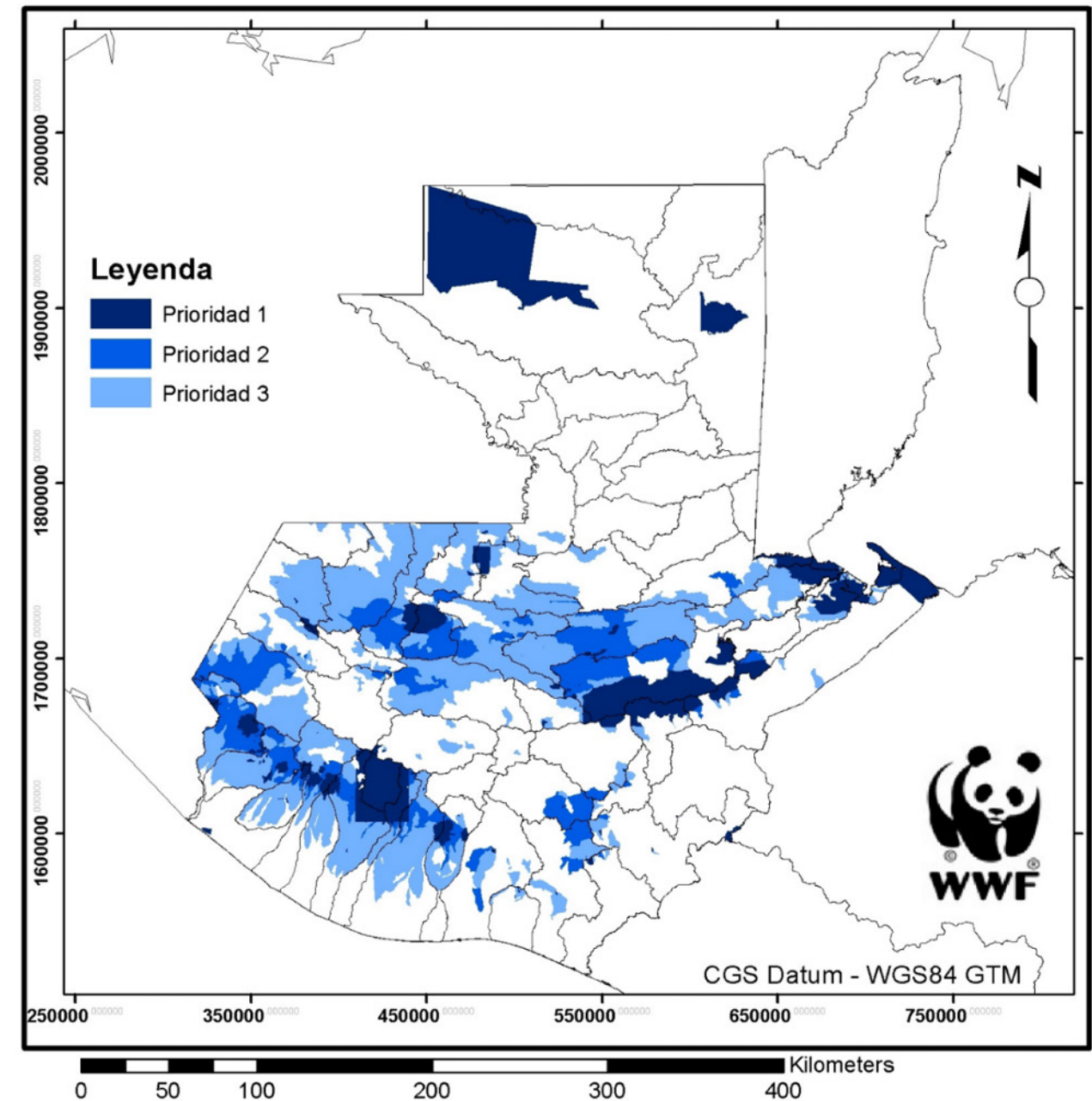


Figura 4. Mapa de priorización de reservas de agua para Guatemala.

7. Revisión

Se llevaron a cabo cinco talleres con representantes del MARN, INAB, IGN, INSIVUMEH, CONAP y MAGA que incluyeron la presentación del objetivo, la metodología, los atributos, las variables y otros aspectos para determinar los sitios potenciales, priorizar las reservas de agua y elaborar la primera aproximación del mapa. Los diferentes insumos de los participantes fueron incorporados a la metodología y el mapa.

Al mismo tiempo, se realizaron reuniones de alto nivel con los tomadores de decisiones del MARN y otras instituciones vinculadas al tema de reservas de agua sobre la importancia de apoyar y reconocer el aporte que WWF Guatemala/Mesoamérica ha tenido en esta herramienta de gestión hídrica para el país.

Finalmente, WWF Guatemala/Mesoamérica sostuvo reuniones con el equipo técnico de los departamentos, direcciones o unidades de los sistemas de información geográfica (SIG), cuencas y otros programas en las instituciones mencionadas para validar y obtener insumos técnicos, los cuales fueron integrados a esta memoria técnica.

8. Opinión Técnica

Dada la importancia de contar con elementos e información basados en la ciencia para la toma de decisiones, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) liderará el proceso para generar una opinión técnica interinstitucional entre el MARN, CONAP, INAB, INSIVUMEH e IGN del aporte técnico-científico de WWF Guatemala/Mesoamérica, para trabajar en conjunto e iniciar un proceso de institucionalización de las reservas de agua estratégicas para Guatemala y su mapa, que permita desarrollar instrumentos técnicos y normativos para su aplicación.

9. Recomendaciones

- Es importante continuar con el fortalecimiento institucional de las instancias vinculadas a la conservación y restauración de sitios críticos para la regulación hidrológica, especialmente del INAB, CONAP, MARN, MAGA, IGN e INSIVUMEH, para que de manera conjunta contribuyan con información que respalde el estudio y actualización del “Mapa de reservas de agua estratégicas para Guatemala” en un futuro cercano.
- Organizar y establecer responsabilidades de las diversas instituciones para conservar los servicios ecosistémicos de las microcuencas priorizadas como reservas de agua estratégicas para Guatemala.
- Generar y aplicar los instrumentos técnicos y las directrices de manejo integrado de cuencas en las reservas de agua estratégicas para Guatemala. Estos instrumentos y directrices deben ser congruentes con la realidad socioeconómica de la población local.
- Promover la participación de la población y los actores relevantes vinculados a las reservas de agua estratégicas para Guatemala, para dar a conocer las tierras de mayor captación, recarga y regulación hidrológica y que se valore su importancia.
- Involucrar a la academia y el sector privado para que conozcan la importancia de las reservas de agua y que generen datos vitales para la actualización del “Mapa de las reservas de agua estratégicas para Guatemala”, así como para promover su manejo integrado.
- Impulsar la aprobación de la ley de aguas o de un documento legal que ampare la protección, conservación y manejo sostenible de las reservas de agua estratégicas para Guatemala.
- Desarrollar un sistema de información que integre los servicios ecosistémicos de regulación de ciclo largo, regulación de ciclo corto y provisión de agua. Para tal fin, es necesario desarrollar uno o varios protocolos que definan la recopilación de información con variables ecológicas, hidrológicas, hidrogeológicas, hidroquímicas (isótopos estables), climáticas y de contabilidad ambiental y económica integradas. Este último tema deberá evaluar los recursos hídricos y flujos de agua que el ambiente aporta a la economía, ya que las actividades económicas del país, tanto productivas (agricultura, pecuario, forestal) como de servicios, (caudal ecológico, agua para consumo humano, recreación e hidroenergía) dependen de los recursos hídricos.

10. Anexo 1

MARCO LEGAL

Leyes y artículos de Guatemala asociados a los recursos hídricos

- Ley Forestal de Guatemala (Decreto 101-96).
- Ley de Áreas Protegidas (Decreto 04-89).
- DECRETO 02-2015. INAB–Ley Probosque. Artículo 19. Mecanismos de compensación por servicios ecosistémicos y ambientales asociados a los bosques.
- Ley de creación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
- Instituto Nacional de Bosques: La gestión de incentivos para la conservación de las denominadas Tierras Forestales de Captación y Regulación Hidrológica, con base en el mapa de 2005. Esta iniciativa cuenta con incipientes instrumentos técnicos, por lo que se actualizó el mapa en el 2017 de Tierras Forestales de Captación, Regulación y Recarga Hídrica (TFCRR).
- Artículo 97: Establece que “el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico, por lo que se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente evitando su depredación”.
- Norma constitucional 64, que declara de

interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural y, para hacerlo viable, manda la creación de parques nacionales, reservas y refugios naturales, los cuales declara inalienables. La norma dicta asimismo la emisión de una ley para garantizar la protección de la biodiversidad y protección de los sistemas naturales.

- Artículo 127: Define el recurso hídrico como bienes de dominio público, inalienables e imprescriptibles y cuyo aprovechamiento, uso y goce debe otorgarse con base en las disposiciones legales y de acuerdo con el interés social. La norma manda la emisión de una ley para regular el acceso al recurso hídrico.
- Ley Forestal, el Decreto 101-96 del Congreso de la República, define el concepto de zonas de recarga hídrica como “áreas superficiales, asociadas a una cuenca determinada, que colectan y permiten la infiltración del agua hacia niveles freáticos y/o acuíferos”, “el valor estratégico de estas áreas se da en función del agua de saturación que es extraída eventualmente por el hombre para sus actividades productivas”.
- El Artículo 47 de la Ley Forestal y el Artículo 35 del Reglamento de la Ley Forestal propician la protección de cuencas hidrográficas y prohíben la eliminación de bosques en las partes altas de las cuencas, así como la conservación y restauración de bosque ubicados en zonas de recarga hídrica.
- Ley de Áreas Protegidas (Decreto Legislativo 4-89 del Congreso de la República y sus correspondientes reformas) ha declarado las áreas protegidas para proteger cuencas, ríos, lagos, manantiales y ecosistemas acuáticos en

general, que generó la institucionalidad para la administración del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP).

- Artículo 13: Crea el Subsistema de Conservación de los Bosques Pluviales, con el objetivo de asegurar un suministro de agua constante y de aceptable calidad para la comunidad guatemalteca.
 - Artículo 97: Medio ambiente y equilibrio ecológico: “El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación”.
 - Ley de Protección y Mejoramiento Ambiental (Decreto 68-86), el Artículo 11 indica “Velar por el mantenimiento del equilibrio ecológico y la calidad del medio ambiente para mejorar la calidad de vida de los habitantes del país”.
 - Ley PROBOSQUE
- Artículo 10. Modalidades a incentivar (Especialmente, literal e).
- a. Establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales con fines industriales. Incluye el manejo de plantaciones forestales voluntarias registradas como fuentes semilleras.
 - b. Establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales con fines energéticos.
 - c. Establecimiento y mantenimiento de sistemas agroforestales.
 - d. Manejo de bosques naturales con fines de

producción. Incluye bosques naturales con fines de producción de semillas forestales.

e. Manejo de bosques naturales para fines de protección y provisión de servicios ambientales. Esta modalidad incluye proyectos de protección de bosques para fuentes de agua, conservación de diversidad biológica, ecoturismo, conservación de germoplasma, protección de sitios sagrados y otros que sean calificados como bosques de protección por la Junta Directiva del Instituto Nacional de Bosques (INAB).

f. Restauración de tierras forestales degradadas.

El reglamento de esta Ley definirá las características generales de los proyectos que califican dentro de estas modalidades, así como los criterios y parámetros técnicos para su aprobación y certificación. Las plantaciones y los sistemas agroforestales incentivados al amparo de esta Ley se conceptúan como plantaciones voluntarias, las cuales deben inscribirse en el Registro Nacional Forestal.

Artículo 19. Mecanismos de compensación por servicios ecosistémicos y ambientales asociados a los bosques. El Instituto Nacional de Bosques (INAB), en colaboración con los beneficiarios y otros interesados, promoverá el funcionamiento de mecanismos de compensación dirigidos a los titulares de los proyectos que generan servicios ecosistémicos y ambientales asociados a los bosques.

Los aspectos relacionados con la planeación, organización, dirección y control de los distintos mecanismos de compensación serán establecidos en el reglamento de esta Ley.

• Reglamento PROBOSQUE

CAPÍTULO X: SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y AMBIENTALES

ARTICULO 59. Promoción de los mecanismos de compensación. El INAB a través del Departamento específico en colaboración con los beneficiarios y otros interesados, promoverá el establecimiento de mecanismos de compensación por servicios ecosistémicos y ambientales asociados a los bosques a nivel local y nacional, los cuales estarán regidos por el Manual de Lineamientos Técnicos.

ARTICULO 60. Planificación de mecanismos de compensación. Los beneficiarios en coordinación con el INAB, diseñarán y elaborarán los planes para el establecimiento de los mecanismos de compensación por servicios ecosistémicos, en aquellas áreas con cobertura forestal y/o potencial de restauración que reúnan las condiciones técnicas, económicas, sociales e institucionales mínimas que aseguren la provisión continua de dicho servicio, los cuales deben contemplar el marco legal del mecanismo y la reglamentación para la administración y ejecución de los fondos.

ARTICULO 61. Organización de mecanismos de compensación. Los beneficiarios en coordinación con el INAB, establecerán la estructura organizativa y los roles de dichos actores, para el funcionamiento de los mecanismos de compensación.

ARTICULO 62. Dirección y control de los mecanismos de compensación. El INAB acompañará el establecimiento y operación de sistemas de monitoreo, reporte y verificación, en los mecanismos de compensación que así lo requieran, a fin de asegurar la ejecución de las actividades estipuladas en los acuerdos de las partes interesadas.

ARTICULO 63. Administración de los mecanismos de compensación. Los ingresos económicos provenientes de la administración de los mecanismos de compensación por servicios ecosistémicos y ambientales asociados a los bosques, que así lo requieran o establezcan, ingresarán al FONABOSQUE. Para el efecto el INAB suscribirá un contrato con los beneficiarios para definir los mecanismos administrativos que proporcionen los lineamientos para la canalización y uso de los ingresos económicos.

ARTICULO 64. Cobro por gastos administrativos. El INAB establecerá un cobro por gastos administrativos por el manejo de los fondos provenientes de los mecanismos de compensación por servicios ecosistémicos y ambientales asociados a los bosques, que ingresen a FONABOSQUE, que incluye los costos de monitoreo, reporte y verificación. Para estos fines en el documento administrativo correspondiente, se establecerá un costo relativo al servicio ecosistémico al que se le aplique el mecanismo de compensación.

ARTICULO 65. Mesas Temáticas de Apoyo. Los ejes temáticos de servicios ecosistémicos, deben ser abordados, discutidos y consensuados a través de la participación de los diferentes actores relacionados a cada tema. El INAB será el responsable de la identificación y convocatoria de los actores a participar por Mesa Temática de Apoyo; dichas Mesas tendrán como funciones principales la gestión de recursos para los mecanismos de compensación económica, la generación de información estratégica y la coordinación de actividades que promuevan el establecimiento de mecanismos de compensación.

11. Anexo 2

- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN): Ente rector del recurso agua como un bien natural. Cuenta con una Dirección de Cuencas y Programas Estratégicos, que es la encargada de: a) impulsar la gestión integrada del recurso hídrico, coordinando con el sector público y privado, y b) emitir dictámenes y opiniones relacionadas con el manejo integrado de cuencas y programas estratégicos relacionados con ecosistemas, desertificación y sequía, así como cuencas hidrográficas dentro del ministerio.

- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), a través del Viceministerio de Desarrollo Económico Rural, debe velar por la reactivación y el desarrollo económico rural, a través de la promoción de estrategias, programas y proyectos productivos, especialmente aquellos relacionados con riego y cuencas.

- Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP): Es la entidad encargada de propiciar e impulsar la conservación de las áreas protegidas, la diversidad biológica, y los ecosistemas especiales, como humedales. Contribuye al crecimiento desarrollo sostenible del país por medio de la planificación, coordinación e implementación de políticas y modelos de conservación necesarios y trabajando conjuntamente con otros actores relevantes,

- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH): Es una institución técnico-científica que contribuye con la generación de información y datos asociados a las ciencias atmosféricas, geofísicas e hidrológicas, coordina servicios con el sector privado y actúa como asesor técnico del gobierno

en caso de desastres naturales.

- Instituto Geográfico Nacional (IGN): Es una dependencia técnico-científica del MAGA, encargada de demarcar los límites territoriales y generar información geográfica nacional oficial. Elabora información cartográfica para la investigación, planificación y monitoreo relacionado con el desarrollo del país.

- Instituto Nacional de Bosques (INAB): Es una institución descentralizada del MAGA, encargada de la gestión de la política forestal nacional, que contribuye al desarrollo sostenible del sector forestal en Guatemala, propiciar mejoras en la economía y en la calidad de vida de su población y aporta a la reducción de la vulnerabilidad al cambio climático.

