



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**

Plan de protección y conservación
de la cuenca hidrográfica del río

———— **Suchiate** ————

Capítulo I. Caracterización biofísica



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**



Proyecto del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), denominado:
Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica
Central en Guatemala

Plan de protección y conservación de la cuenca hidrográfica del río Suchiate

Capítulo I

Caracterización biofísica

Guatemala, febrero de 2025

Citar: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2024). *Plan de protección y conservación de la cuenca hidrográfica del río Suchiate. Capítulo I: Caracterización biofísica*. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Global Environment Facility y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Autoridades

Ph. D. César Bernardo Arévalo De León

Presidente de la República de Guatemala

Ph. D. Karin Larissa Herrera Aguilar

Vicepresidenta de la República de Guatemala

MSc. Ana Patricia Orantes Thomas

Ministra de Ambiente y Recursos Naturales

MSc. Jaime Luis Carrera Campos

Viceministro del Agua

Dr. MSc. Edwin Josué Castellanos López

Viceministro de Recursos Naturales y Cambio Climático

Ing. José Rodrigo Rodas Ramos

Viceministro de Ambiente

Lic. Edwing Antonio Pérez Corzo

Viceministro Administrativo Financiero

Equipo técnico

MSc. José Juan Ochoa Quezada

director de la Dirección de Cuencas del Viceministerio del Agua

Ing. Maritza Yaneth Campos Fuentes

jefe a.i. Departamento para la Protección, Conservación y Mejoramiento Territorial del Recurso Hídrico de la Dirección de Cuencas del Viceministerio del Agua

Luis Pablo Palala Méndez

asesor técnico del Departamento para la Protección, Conservación y Mejoramiento Territorial del Recurso Hídrico

Pablo Eduardo Ponce Paiz

asesor técnico del Departamento para la Protección, Conservación y Mejoramiento Territorial del Recurso Hídrico

Néstor Fajardo Herrera

asesor técnico del Departamento de Control y Monitoreo del Recurso Hídrico

INSTITUTO PRIVADO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (ICC)

Apoyo técnico metodológico

Giovanni González-Celada

coordinador y especialista en cuencas hidrográficas

Nancy Soto

consultora especialista social y género

Alex Guerra, Luis Reyes, Juan Andrés Nelson y Oscar González

comité asesor del ICC

PROYECTO PROMOVRIENDO TERRITORIOS SOSTENIBLES Y RESILIENTES EN PAISAJES DE LA CADENA VOLCÁNICA CENTRAL EN GUATEMALA

Equipo técnico

Indira Ixquic Barreno Colindres

directora del Proyecto

Mario Samuel Buch

coordinador del Proyecto

Pedro López Velásquez

coordinador región 1

Keny Juárez

coordinador región 2

Juan Ernesto Celada

coordinador región 3

Este documento fue generado en el marco del Proyecto del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) denominado: "Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica Central en Guatemala", mediante el acuerdo colaborativo con el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC).

Nos gustaría reconocer al Proyecto del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN- (www.marn.gob.gt) denominado: Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica Central en Guatemala, Cooperación no reembolsable que es financiado con recursos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial -FMAM/GEF- (www.thegef.org), con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD- (www.undp.org). Por su apoyo y contribución financiera a esta publicación.



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**



TABLA DE CONTENIDO

SIGLAS, ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS	ix
INTRODUCCIÓN	1
1 METODOLOGÍA	2
2 LÍMITE, PARTES Y NIVELES DE CUENCA HIDROGRÁFICA	3
3 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	6
4 CLIMA	10
4.1 Precipitación pluvial	10
4.2 Temperatura	11
4.3 Evapotranspiración potencial	11
5 VARIABILIDAD CLIMÁTICA	13
5.1 Meteorología	13
5.2 Variabilidad de la época lluviosa	14
5.3 Canícula	16
6 CAMBIO CLIMÁTICO	19
6.1 Proyecciones de cambio climático	19
7 HIDROLOGÍA	25
7.1 Balance hidrológico	25
7.2 Caudales	26
7.3 Agua subterránea	27
7.4 Recarga hidrológica	28
7.5 Cuerpos de agua	30
8 FISIOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGÍA	32
9 TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE	34
10 GEOLOGÍA	35
11 SUELOS	37
12 COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA	38
13 CAPACIDAD DE USO DEL SUELO	43
14 INTENSIDAD DE USO DEL SUELO	45
15 EROSIÓN HÍDRICA	46
16 ZONAS DE VIDA Y ECOSISTEMAS	48
17 BIODIVERSIDAD Y ÁREAS PROTEGIDAS	51

18	RIESGO.....	53
18.1	Deslizamientos.....	53
18.2	Inundaciones	54
18.3	Amenazas volcánicas	54
18.4	Sequía	57
18.5	Vulnerabilidad sistémica	57
18.6	Amenazas climáticas.....	59
18.7	Riesgo a amenazas climáticas	60
18.8	Riesgo a desastres.....	61
19	TIRADEROS DE BASURA Y DESCARGA DE PLÁSTICOS AL MAR.....	65
20	SÍNTESIS DE LA CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA	66
	REFERENCIAS	68

Índice de tablas

Tabla 1. Aspectos morfológicos de la cuenca hidrográfica del río Suchiate	7
Tabla 2. Balance hidrológico anual de la cuenca del río Suchiate y sus cuencas de nivel 7	25
Tabla 3. Descripción del mapa fisiográfico-geomorfológico de la cuenca del río Suchiate	32
Tabla 4. Usos de la tierra y superficie ocupada en la cuenca del río Suchiate, año 2012	38
Tabla 5. Cobertura vegetal y uso de la tierra en la cuenca del río Suchiate, año 2020	40
Tabla 6. Distribución de la superficie de las categorías de capacidad de uso de la tierra.....	43
Tabla 7. Distribución por superficie ocupada de las zonas de vida en la cuenca del río Suchiate.....	48

Índice de figuras

Figura 1. Metodología general para la caracterización biofísica de cuencas hidrográficas.....	2
Figura 2. Límite y partes de la cuenca hidrográfica del río Suchiate	3
Figura 3. Cuencas de nivel 7 (Pfafstetter) de la cuenca hidrográfica del río Suchiate	4
Figura 4. Cuencas de nivel 8 (Pfafstetter) de la cuenca hidrográfica del río Suchiate	5
Figura 5. Límite y red hídrica de la cuenca hidrográfica del río Suchiate	6
Figura 6. Curva hipsométrica de la cuenca hidrográfica del río Suchiate	9
Figura 7. Perfil longitudinal del cauce principal de la cuenca del río Suchiate.....	9
Figura 8. Precipitación pluvial media anual e isoyetas, período 1991 a 2020	10
Figura 9. Temperatura media anual e isotermas en la cuenca del río Suchiate, período 1991 a 2020	11
Figura 10. Evapotranspiración potencial media anual en la cuenca del río Suchiate, periodo 2000-2013	12
Figura 11. Precipitación pluvial media anual en la cuenca del río Suchiate, período 2019-2020	13
Figura 12. Temperatura media anual en la cuenca del río Suchiate, período 2019-2020.....	14
Figura 13. Variabilidad del inicio de la época lluviosa en la cuenca del río Suchiate.....	15

Figura 14. Variabilidad del final de la época lluviosa en la cuenca del río Suchiate	16
Figura 15. Precipitación pluvial media mensual simulada mediante el modelo RegCM4 para el período de 2011 a 2017, donde también se muestra el límite departamental.....	17
Figura 16. Variabilidad de la intensidad de la canícula en la cuenca del río Suchiate	18
Figura 17. Variabilidad de la precipitación pluvial durante la canícula en la cuenca del río Suchiate	18
Figura 18. Precipitación pluvial media anual bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5, período 2010-2039	19
Figura 19. Precipitación pluvial media anual bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5, período 2040-2069	20
Figura 20. Temperatura media anual bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5, período 2010-2039	21
Figura 21. Temperatura media anual bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5, período 2040-2069	21
Figura 22. Precipitación pluvial media anual bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5, período 2010-2039	22
Figura 23. Precipitación pluvial media anual bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5, período 2040-2069	23
Figura 24. Temperatura media anual bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5, período 2010-2039	23
Figura 25. Temperatura media anual bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5, período 2040-2069	24
Figura 26. Disponibilidad hídrica específica ($m^3/km^2/año$) en la cuenca del río Suchiate.....	26
Figura 27. Hidrometría en la cuenca del río Suchiate	27
Figura 28. Potencial de aguas subterráneas en la cuenca del río Suchiate.....	28
Figura 29. Captación, regulación y recarga hidrológica en la cuenca del río Suchiate	29
Figura 30. Recarga hídrica en la cuenca del río Suchiate	30
Figura 31. Cuerpos de agua en la cuenca hidrográfica del río Suchiate	31
Figura 32. Fisiografía y geomorfología de la cuenca del río Suchiate	33
Figura 33. Pendiente del terreno en la cuenca hidrográfica del río Suchiate.....	34
Figura 34. Geología de la cuenca hidrográfica del río Suchiate	36
Figura 35. Taxonomía de los suelos (orden) de la cuenca del río Suchiate	37
Figura 36. Uso y cobertura de la tierra en la cuenca del río Suchiate, año 2012... 39	
Figura 37. Cobertura vegetal y uso de la tierra en la cuenca del río Suchiate, año 2020.....	41
Figura 38. Dinámica de la cobertura forestal en la cuenca del río Suchiate, periodo 2010-2016	42
Figura 39. Capacidad de uso de la tierra en la cuenca del río Suchiate según la metodología del INAB.....	44
Figura 40. Intensidad de uso de la tierra en la cuenca del río Suchiate.....	45

Figura 41. Erosión hídrica potencial en la cuenca del río Suchiate.....	47
Figura 42. Zonas de vida de la cuenca del río Suchiate según el sistema de clasificación de Holdridge.....	49
Figura 43. Biodiversidad en la cuenca del río Suchiate según el Sistema Nacional de Información sobre Diversidad Biológica.....	51
Figura 44. Áreas protegidas en la cuenca del río Suchiate	52
Figura 45. Riesgo a deslizamientos en la cuenca del río Suchiate.....	53
Figura 46. Amenaza por inundación en la cuenca del río Suchiate.....	54
Figura 47. Probabilidad de contorno para el riesgo de caída de ceniza de 100 kg/m ² del volcán Tacaná.....	55
Figura 48. Mapa integrado de amenaza volcánica ante un escenario de colapso del domo volcánico: (a) Considerando que el evento suceda en época seca, (b) Considerando que el evento suceda en época lluviosa	56
Figura 49. Amenaza por sequía en la cuenca del río Suchiate.....	57
Figura 50. Vulnerabilidad sistémica en la cuenca del río Suchiate	58
Figura 51. Amenazas climáticas por categorías en la cuenca del río Suchiate	59
Figura 52. Riesgo a amenazas climáticas en la cuenca del río Suchiate	60
Figura 53. Índice de peligro y exposición a desastres para la cuenca del río Suchiate	61
Figura 54. Índice de vulnerabilidad a desastres en la cuenca del río Suchiate.....	62
Figura 55. Índice de falta de capacidad de respuesta a desastres en la cuenca del río Suchiate	63
Figura 56. Índice de riesgo a desastres en la cuenca del río Suchiate.....	64
Figura 57. Tiraderos de basura y descarga de plásticos al mar en la cuenca del río Suchiate.....	65

SIGLAS, ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

Cathalac	Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y El Caribe
Conagua	Comisión Nacional del Agua
Conap	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
Conred	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres
Digegr	Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos
FAO	Food and Agriculture Organization (Organización para las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)
Gimbot	Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra
Iarna	Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad
ICC	Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático
IEV	índice de explosividad volcánica
INAB	Instituto Nacional de Bosques
Insivumeh	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
LEA	lista de especies amenazadas
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
Modis	<i>moderate resolution imaging spectroradiometer</i> (espectrorradiómetro de imágenes de resolución media)
NASA	National Aeronautics and Space Administration (Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio)
NTSG-UM	Numerical Terradynamic Simulation Group of University of Montana (Grupo de Simulación Numérica Terradinámica de la Universidad de Montana)

RCP	<i>representative concentration pathways</i> (trayectorias de concentración representativas)
RegCM	Regional Climate Model System (Sistema de Modelo de Clima Regional)
Sismicede	Sistema de Manejo de Información en Caso de Emergencia o Desastres
SNIBgt	Sistema Nacional de Información de Diversidad Biológica de Guatemala
URL	Universidad Rafael Landívar
WEAP	Water Evaluation and Planning System (Sistema de Evaluación y Planificación del Agua)

INTRODUCCIÓN

El Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Suchiate se elaboró en cuatro fases, publicadas en documentos individuales, tal como se describe a continuación:

Capítulo I	Caracterización biofísica
Capítulo II	Caracterización socioeconómica
Capítulo III	Mapeo de actores de la cuenca
Capítulo IV	Diagnóstico, línea base, zonificación territorial y plan de manejo integral de la cuenca

El presente documento corresponde al capítulo I y describe variables o características tales como los parámetros morfológicos de la cuenca, el clima, la hidrología, los suelos, el uso y la cobertura de la tierra, los riesgos, la biodiversidad, entre otros.

1 METODOLOGÍA

La caracterización biofísica de la cuenca hidrográfica del río Suchiate se realizó a partir de fuentes primarias y secundarias sobre las siguientes variables biofísicas: morfología de cuenca, variabilidad y cambio climático, hidrología, fisiografía-geomorfología, topografía, geología, suelos, cobertura y uso de la tierra, capacidad e intensidad de uso de los suelos, erosión, zonas de vida y ecosistemas, biodiversidad y áreas protegidas, riesgo, basureros y aprovechamiento energético. La información recopilada fue tratada para su sistematización, análisis y procesamiento espacial a través de la herramienta de sistemas de información geográfica (SIG), y con ello fue posible obtener la distribución espacial de las variables (mapas), gráficos y/o tablas; que soportan la descripción de variables (Figura 1). Los parámetros morfológicos de la cuenca se calcularon a través del programa QGIS v. 3.10.11 A Coruña (QGIS Development Team, 2019).

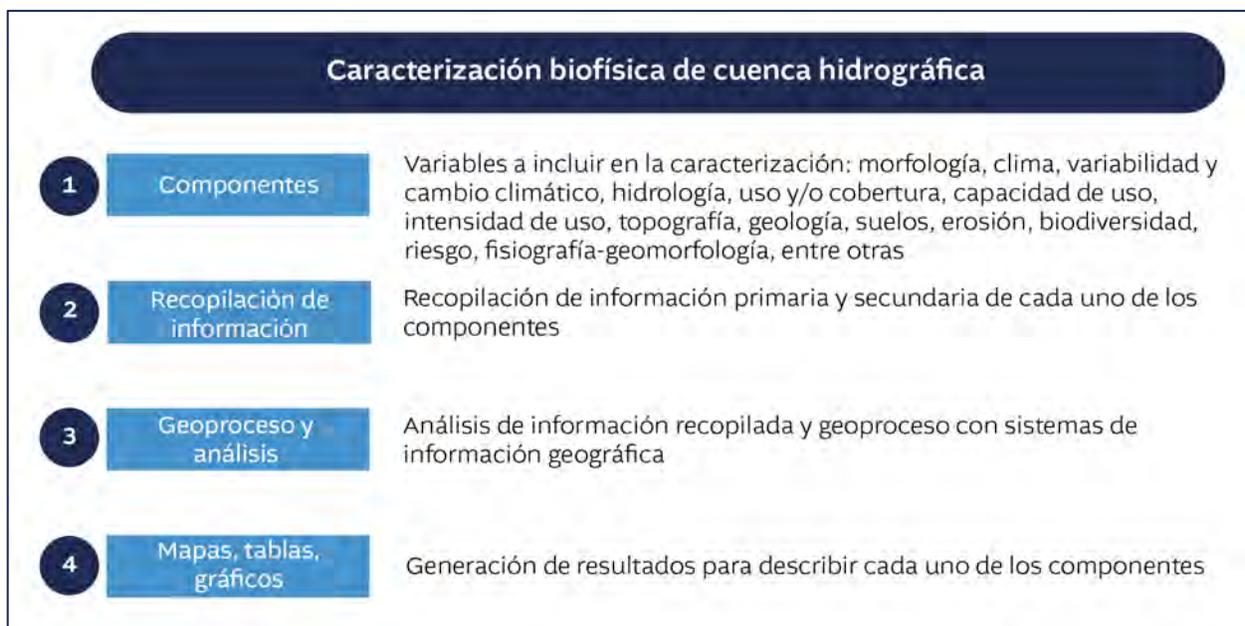


Figura 1. Metodología general para la caracterización biofísica de cuencas hidrográficas

Fuente: elaboración propia (2022).

2 LÍMITE, PARTES Y NIVELES DE CUENCA HIDROGRÁFICA

El límite de la cuenca hidrográfica del río Naranjo corresponde al nivel 6, según la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (UPGGR) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) (2009), el cual fue definido a través del método Pfafstetter (1989) y su código es 957558. Sin embargo, se realizó un ajuste con la cuenca vecina del río Naranjo para poder delimitar la salida al océano Pacífico. La cuenca del río Suchiate es binacional; sin embargo, la presente caracterización solo aborda la porción correspondiente a Guatemala que, según García (2011), es del 83 %. La mayor parte de la trayectoria del cauce principal del río Suchiate (la parte más profunda del canal) corresponde al soporte físico que marca el límite territorial internacional entre Guatemala y México (Hernández *et al.*, 2009).

Según la clasificación del Instituto Nacional de Bosques (2017a), la cuenca alta del río Suchiate tiene correspondencia espacial parcial con los municipios de San Marcos, Tacaná, Sibinal, Tajumulco, Nuevo Progreso, La Reforma, San Pablo e Ixchiguán (Figura 2).

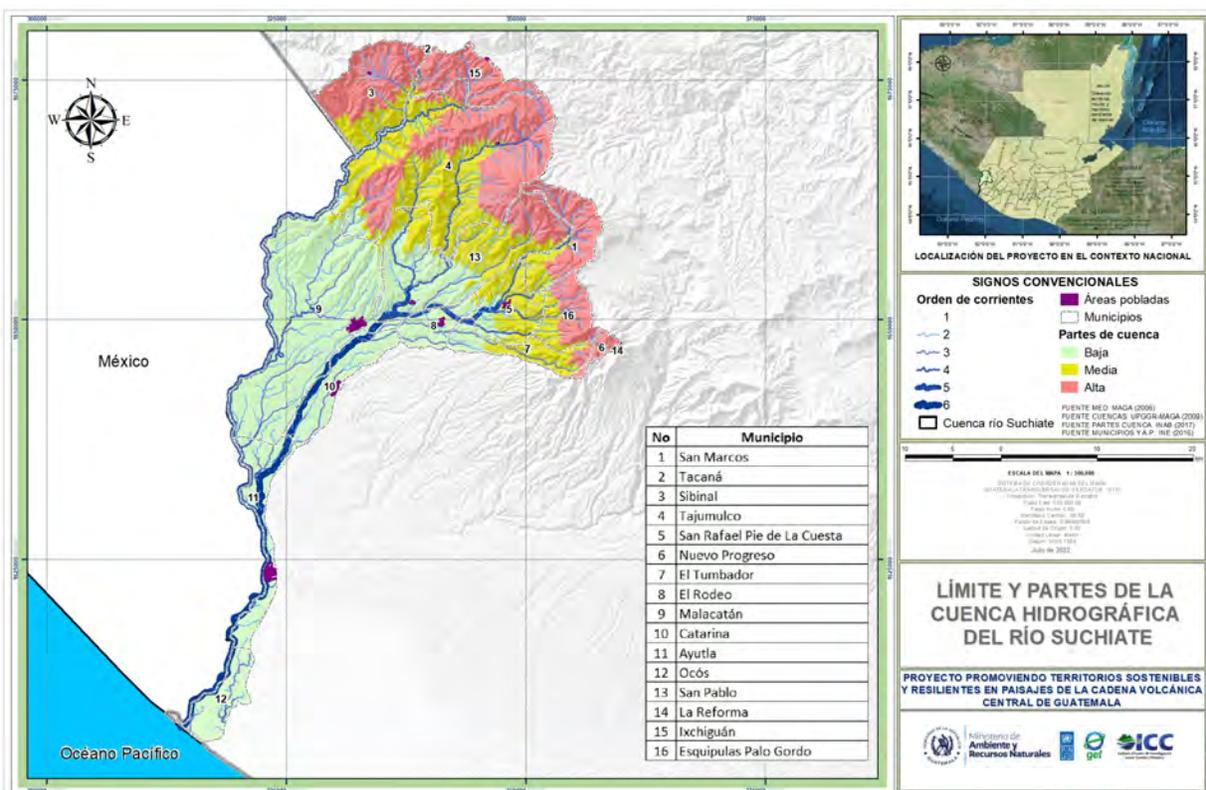


Figura 2. Límite y partes de la cuenca hidrográfica del río Suchiate

Fuente: elaboración propia con base en información cartográfica de la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (2009); Instituto Nacional de Bosques (2017a).

La cuenca media comprende la superficie parcial de los municipios de El Tumbador, San Rafael Pie de la Cuesta, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos, San Pablo, Tajumulco y Sibinal; y la cuenca baja principalmente corresponde a los municipios de El Rodeo, Malacatán, Catarina, Ayutla y Ocos (Figura 2).

Como se mencionó anteriormente, la cuenca del río Suchiate es de nivel 6 (957558) según el método de Pfafstetter (1989). Se divide en nueve cuencas de nivel 7, de las cuales la cartografía nombra cuatro: Gramal, Cabuz, Petacalapa y Sibinal). De las restantes se nombraron dos (Suchiate bajo y Suchiate alto) con base en el análisis cartográfico realizado (Figura 3).

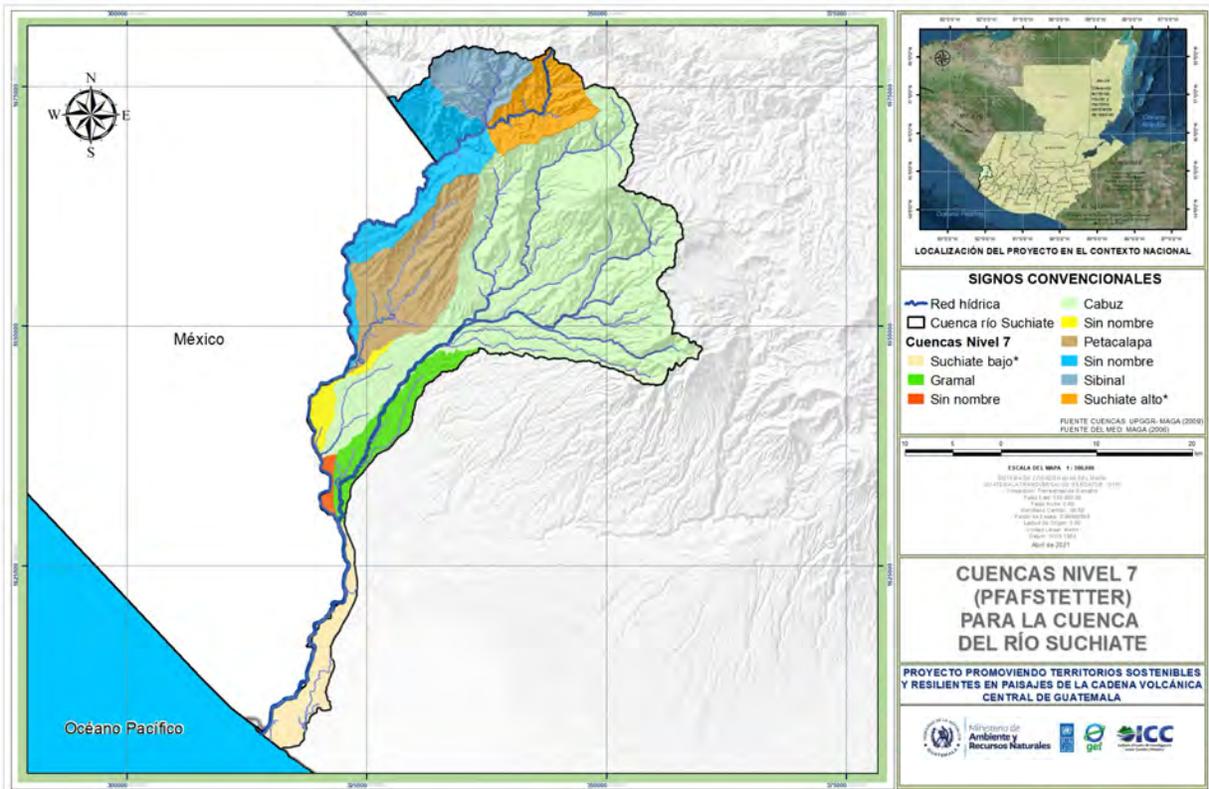


Figura 3. Cuencas de nivel 7 (Pfafstetter) de la cuenca hidrográfica del río Suchiate

Fuente: elaboración propia con base en información cartográfica de la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (2009).

Se identificaron 48 cuencas de nivel 8, de las cuales solo 13 están nombradas en la cartografía, dentro de las cuales se pueden mencionar las de los ríos Ricardo Chávez, La Barranca, Mopá, Cotzulchimá, Malacate, Amá, entre otras. De las cuencas sin nombre se nombraron tres con base en el análisis cartográfico realizado: Suchiate bajo, Ixlamá y Cabuz Alto (Figura 4).

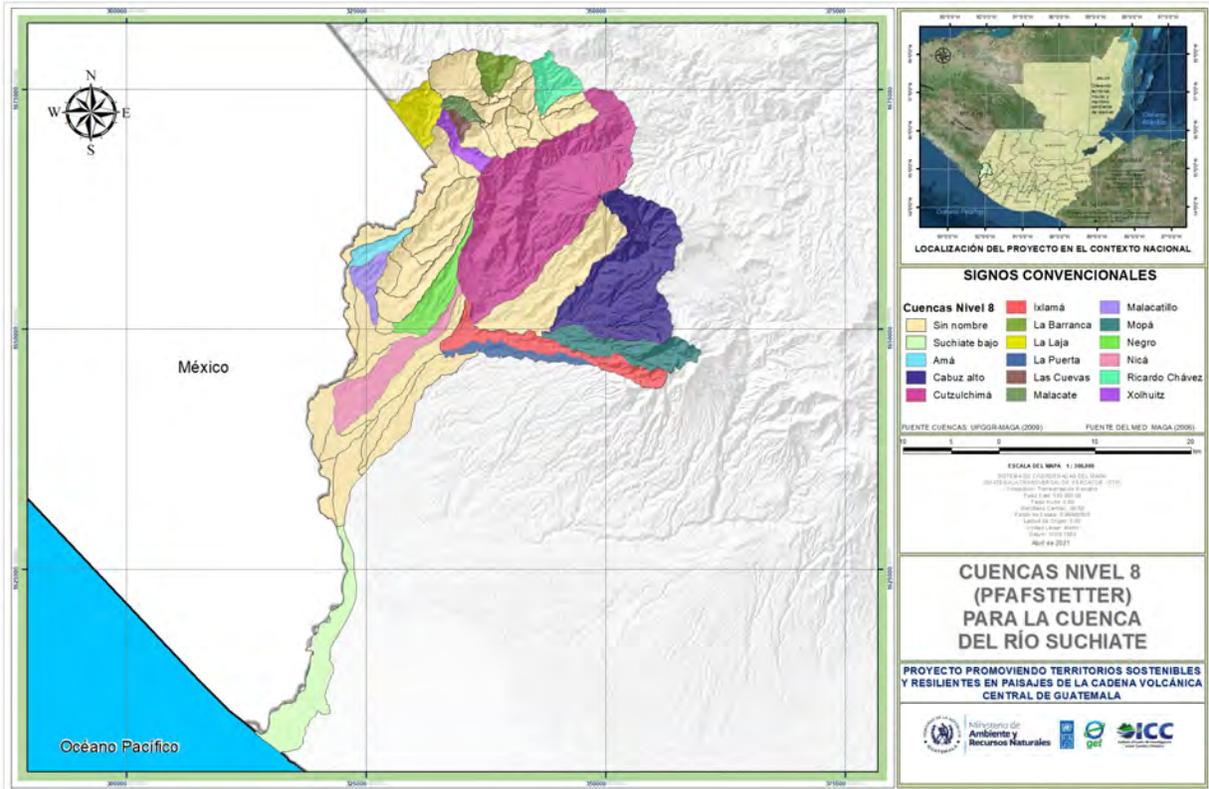


Figura 4. Cuencas de nivel 8 (Pfafstetter) de la cuenca hidrográfica del río Suchiate

Fuente: elaboración propia con base en información cartográfica de la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (2009).

3 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Las coordenadas planas locales (GTM) del centro de gravedad de la cuenca hidrográfica del río Suchiate en el territorio guatemalteco, corresponde a 1 655 541.5 metros norte y 337 932.2 metros oeste. El soporte físico que marca el límite entre ambos países es la parte más profunda del canal o río principal, cuya extensión es de 81.2 km (Hernández *et al.*, 2009) (Figura 5). La superficie y perímetro que le corresponde a Guatemala equivalen a 1054.4 kilómetros cuadrados (km²) y 254.5 kilómetros (km), respectivamente.

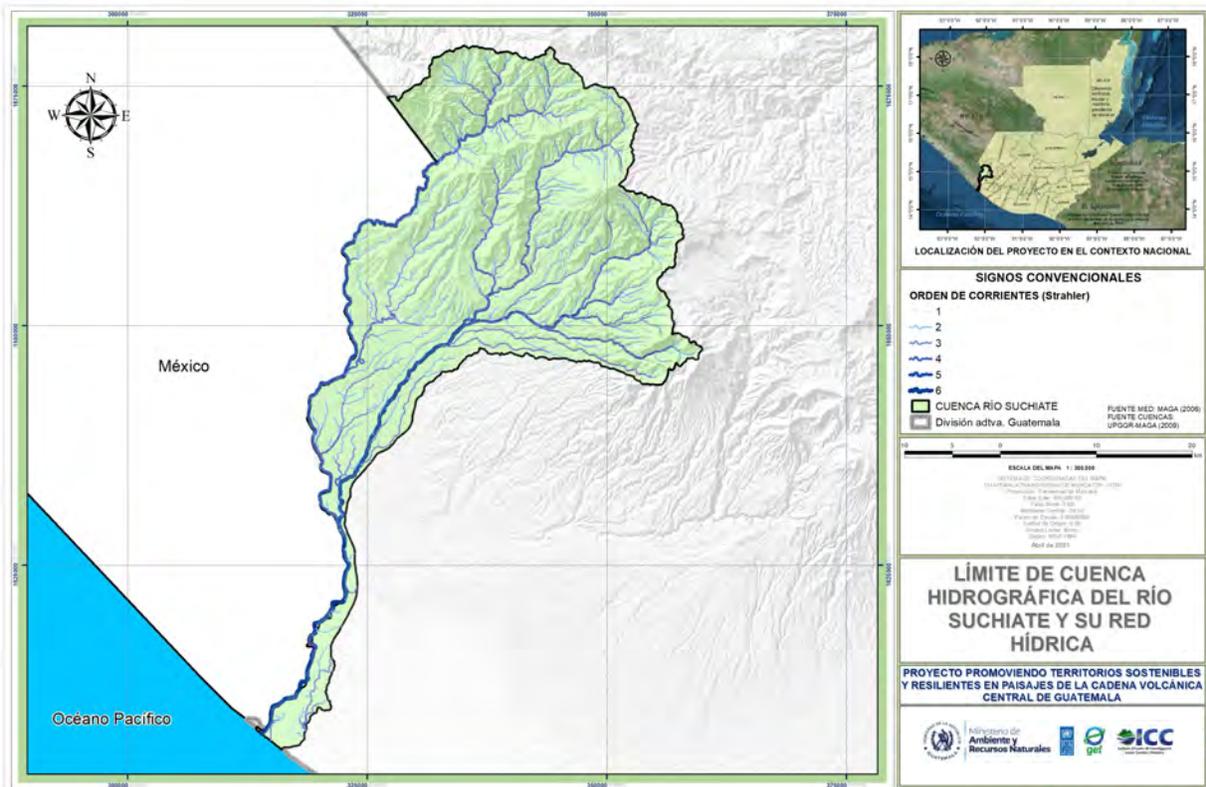


Figura 5. Límite y red hídrica de la cuenca hidrográfica del río Suchiate

Fuente: elaboración propia con base en información cartográfica de la Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos (2006); Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (2009).

La cuenca del río Suchiate tiene forma alargada en dirección del río principal, tal y como lo revelan los parámetros de factor de forma, el coeficiente de compacidad, la relación circular y el radio de elongación. Según su frecuencia de corrientes (F_c), densidad de drenaje (D_d), número de infiltración (N_{inf}) y textura de drenaje (T_d), es una cuenca con alto drenaje, baja permeabilidad y alto potencial de escorrentía superficial, con material textural muy fino, lo

que se manifiesta por la rápida respuesta hidrológica a crecidas de 9.9 horas y tiende a alcanzar su caudal pico en corto tiempo (Tabla 1).

El desarrollo geológico y litológico de la cuenca es variado, con predominancia de materiales homogéneos y resistentes. Existe un alto número de corrientes que tienden a generar caudales de alta magnitud según los patrones de drenaje típicos, dendrítico y radial, alto orden de corrientes y variación del radio de bifurcación. El almacenamiento hidrológico en la red de drenaje es alto en los primeros órdenes de corriente después de los eventos de lluvia, mientras que las corrientes de sexto orden en la cuenca baja son las más vulnerables a inundaciones y erosión (Tabla 1).

Es una cuenca muy montañosa según su coeficiente de masividad, con un terreno moderadamente escarpado que le brinda mayor o alta energía para el transporte de sedimentos y agua pendiente abajo. Esto la hace vulnerable a procesos de erosión, alta escorrentía y baja recarga hídrica; según lo revela su pendiente media, los coeficientes orográficos y de relieve, y la densidad de drenaje. Su relieve y número de rugosidad indican que el recorrido que debe hacer el agua es relativamente corto en un relieve muy irregular y escarpado (Tabla 1).

Tabla 1. Aspectos morfológicos de la cuenca hidrográfica del río Suchiate

Aspectos lineales		
Parámetro	Unidad	Valor
Perímetro (P)	km	250.2
Orden de corrientes (u)	Orden jerárquico	6
Radio de bifurcación medio ($\overline{R_b}$)	Adimensional	26.1
Longitud media de corrientes ($\overline{L_u}$)	km	0.7
Radio de longitud medio ($\overline{R_L}$)	Adimensional	0.6
Longitud del cauce principal (L_c)	km	110.0
Longitud axial o máxima de la cuenca (L_b)	km	77.6
Longitud acumulada de corrientes (L_a)	km	2158.2
Textura de drenaje (T_d)		11.6
Coeficiente de almacenamiento hidrológico (ρ)	Adimensional	0.23
Aspectos de superficie		
Área (A)	km ²	1054.4
Factor de forma (F)	Adimensional	0.09
Coeficiente de compacidad (C)	Adimensional	2.17
Relación circular (R_c)	Adimensional	0.21
Radio de elongación (R_e)	Adimensional	0.47

Aspectos lineales		
Densidad de drenaje (D_d)	km/km ²	2.05
Frecuencia de corrientes (F_c)	Corrientes/km ²	2.75
Coeficiente de torrencialidad (C_t)	U ₁ / km ²	1.41
Número de infiltración (N_{inf})	Adimensional	5.64
Aspectos de relieve		
Relieve de la cuenca (R)	m s.n.m.	4,221
Pendiente media de la cuenca (S)	Porcentaje	42.42
Pendiente media del cauce principal (S_c)	Porcentaje	12.43
Elevación media de la cuenca (E_m)	m s.n.m.	1381
Coeficiente de masividad (K_m)	km	1.31
Coeficiente de relieve (C_r)	Adimensional	0.05
Coeficiente orográfico (C_o)	Adimensional	0.00181
Número de rugosidad (N_r)	Adimensional	8.64
Tiempo de concentración		
Tiempo de concentración (T_c)	Minutos	565

Fuente: elaboración propia con base en información cartográfica de la Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos (2006); Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (2009).

La elevación media es de 1381 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.) y su elevación más frecuente se presenta en el intervalo de 0 y 110 m s.n.m. La forma de la curva hipsométrica relativa muestra que la cuenca se encuentra en un estado transitorio entre su equilibrio y vejez temprana. Además, existe una casi planicie en la parte baja formada por la deposición de sedimentos que hace a las zonas adyacentes al río principal vulnerables a inundaciones. La cuenca tiene un potencial medio a alto a la erosión hídrica en la parte media y alta (Figura 6).

El cauce principal tiene un gradiente de pendiente inclinado a fuertemente inclinado, que se muestra en su perfil longitudinal, y que a su vez es indicador de altas velocidades de la corriente. Esto incrementa el potencial erosivo y el transporte de sedimentos dado el relieve inclinado e irregular (Figura 7). Morfológicamente, la cuenca del río Suchiate revela una alta tendencia a la escorrentía superficial e inundaciones, y bajo potencial a la permeabilidad y recarga hídrica. Presenta un potencial bajo a medio de erosión según la evolución de su paisaje, y un alto nivel energético para el transporte de sedimentos y agua en un relieve inclinado e irregular. El material geológico donde se desarrolló es frecuentemente homogéneo y uniforme.

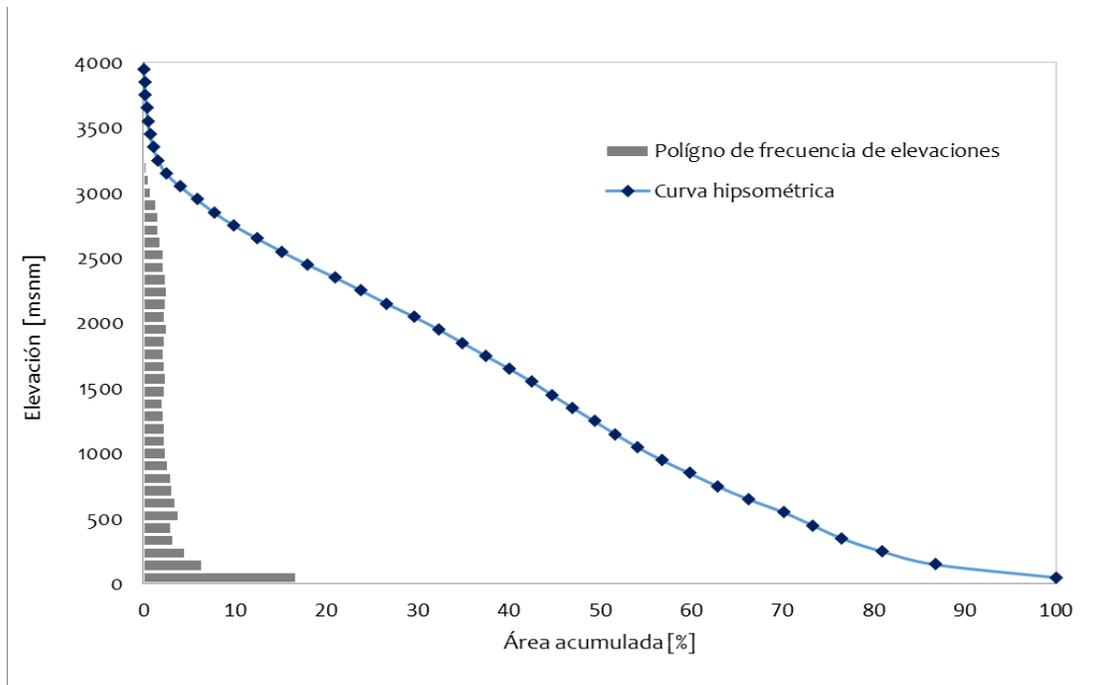


Figura 6. Curva hipsométrica de la cuenca hidrográfica del río Suchiate

Fuente: elaboración propia con base en información cartográfica de la Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos (2006); Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (2009).

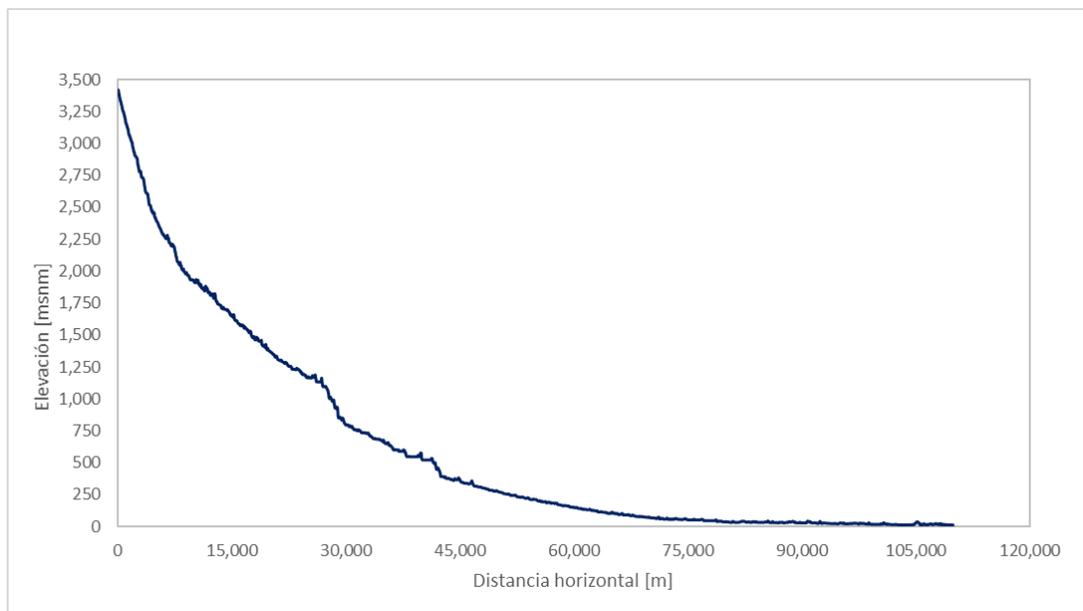


Figura 7. Perfil longitudinal del cauce principal de la cuenca del río Suchiate

Fuente: elaboración propia con base en información cartográfica de la Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos (2006); Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (2009).

4 CLIMA

4.1 Precipitación pluvial

Esta variable climática fue calculada para la vertiente del Pacífico por el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2022), con base en datos del registro meteorológico del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2022) a los que se les aplicó control de calidad, interpolación espacial y otros procesos asociados.

Con base en dicha información, se estimó que la precipitación pluvial media anual en la cuenca hidrográfica del río Suchiate fue igual a 2422.1 ± 825.8 mm durante el período 1991-2020. La variabilidad espacial de la precipitación presentó mayores magnitudes anuales en la parte baja de la cuenca (3000–4000 mm), donde se encuentra la banda de 2000 a 3000 mm anuales en la zona adyacente a la línea costera. Por el contrario, entre la parte media y alta se identificaron bandas de 2000-3000 mm y 1000-2000 mm. Las menores tasas de precipitación anual ocurren en su cabecera (Figura 8).

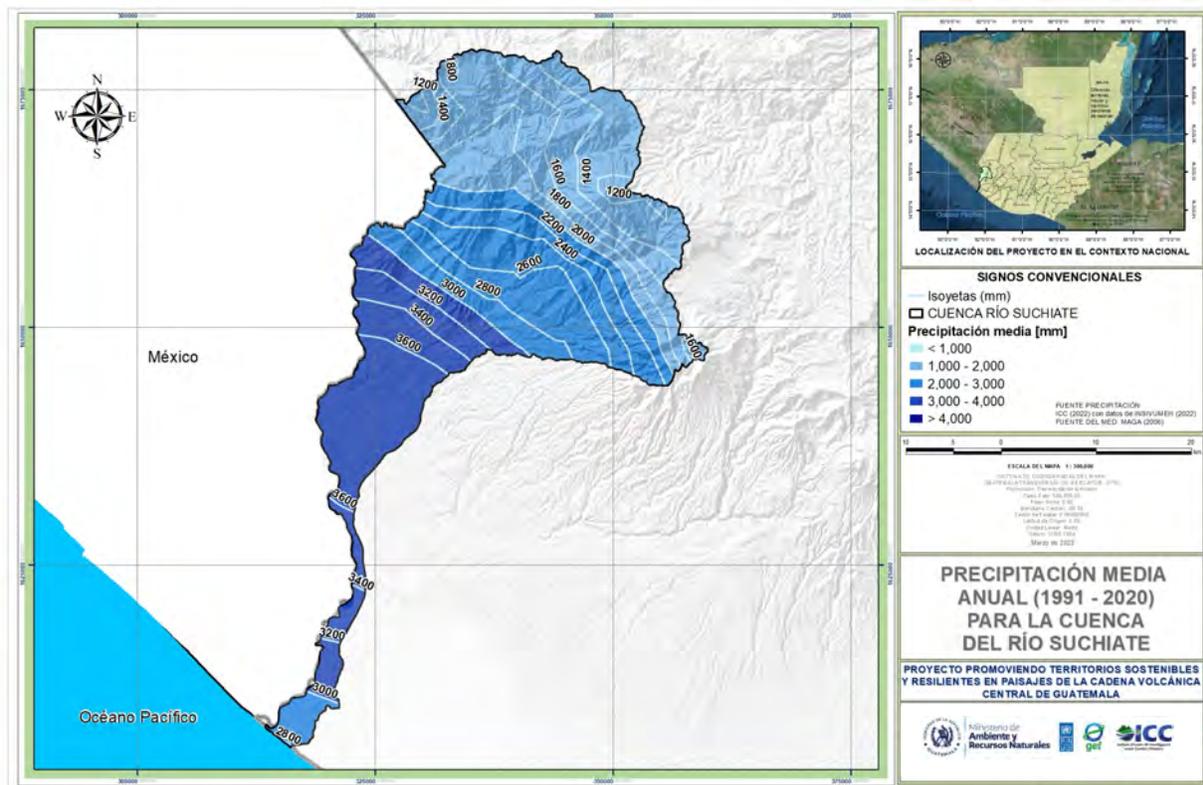


Figura 8. Precipitación pluvial media anual e isoyetas, período 1991 a 2020
Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2022) con datos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2022).

4.2 Temperatura

La temperatura media anual multianual (1991-2020) en la cuenca hidrográfica del río Suchiate es de $19.9\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 4.6\text{ }^{\circ}\text{C}$. En la cuenca alta, correspondiente a la cadena volcánica, esta variable climática está por debajo de los $23\text{ }^{\circ}\text{C}$. En el caso de los volcanes Tacaná y Tajumulco se alcanzan hasta $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ de media anual. Opuestamente, en la cuenca baja las temperaturas anuales están comprendidas entre los $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ a los $29\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 9). Esta información fue obtenida por el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2022) a partir de datos de las estaciones meteorológicas del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2022).

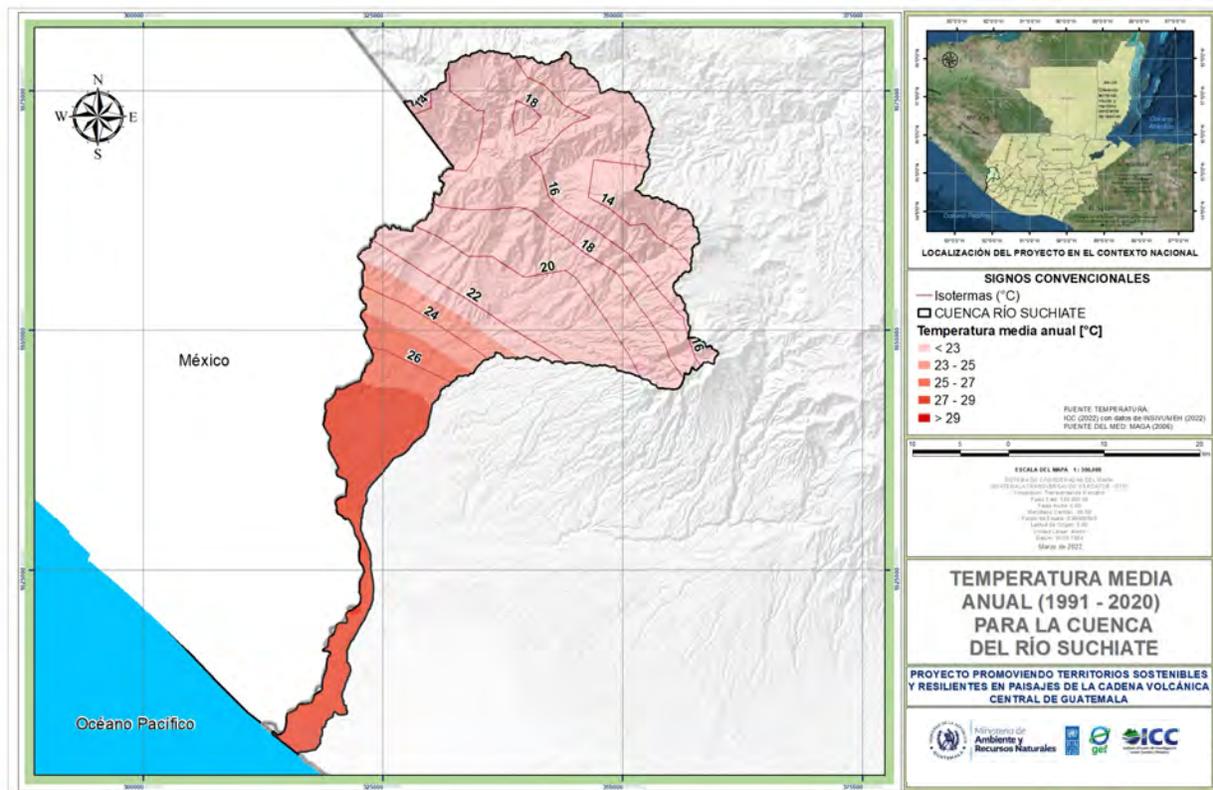


Figura 9. Temperatura media anual e isotermas en la cuenca del río Suchiate, período 1991 a 2020

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2022) con datos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2022).

4.3 Evapotranspiración potencial

Especialmente, la evapotranspiración potencial en la cuenca hidrográfica del río Suchiate en su mayoría es inferior a los 2000 milímetros (mm). La media anual para el período 2000-2013 fue igual a $1906 \pm 86\text{ mm}$, según datos del satélite Modis (*moderate resolution imaging spectroradiometer*), el cual utiliza

información a partir de teledetección y datos meteorológicos observados. Entre las variables utilizadas están el albedo, el área foliar, el índice de vegetación mejorado, los datos meteorológicos de la NASA y la cobertura terrestre (Mu *et al.*, 2011). La evapotranspiración potencial es de 2000-2500 mm en la parte más baja de elevación de esta cuenca (Figura 10).

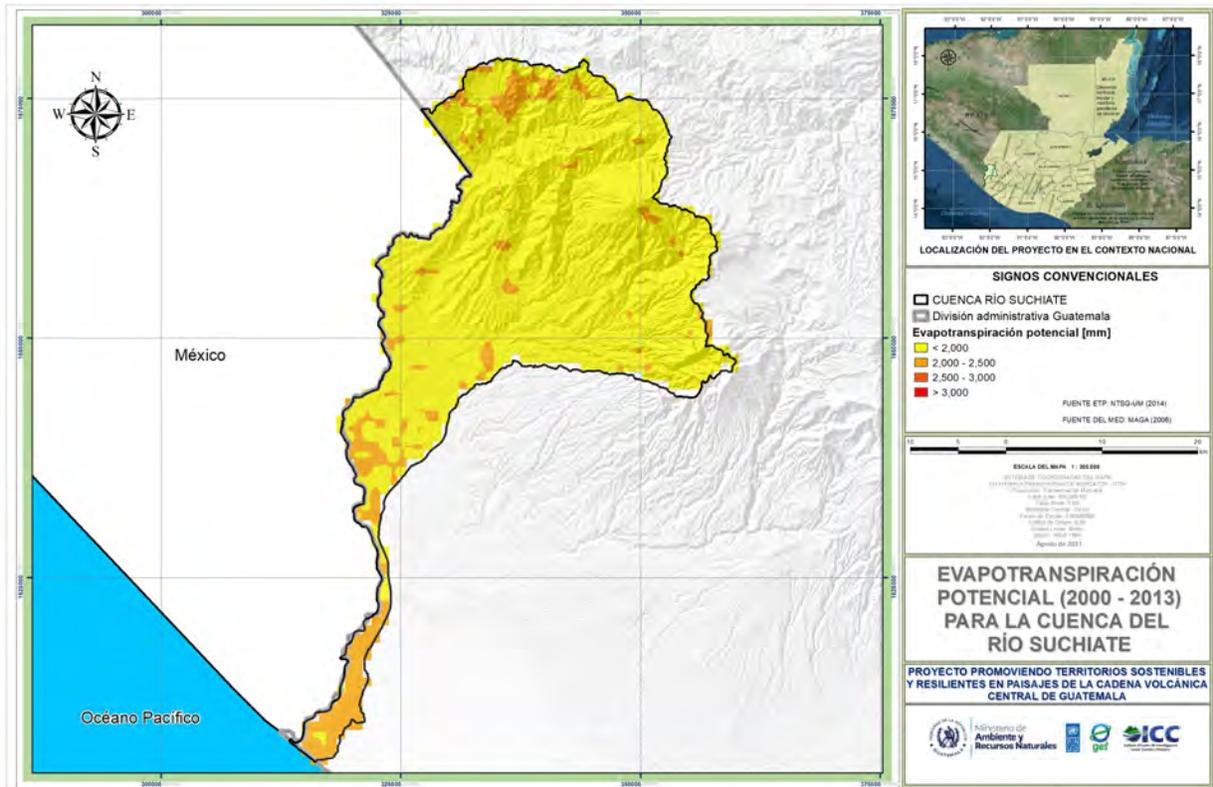


Figura 10. Evapotranspiración potencial media anual en la cuenca del río Suchiate, periodo 2000-2013
Fuente: elaboración propia con datos de Numerical Terradynamic Simulation Group (2014).

5 VARIABILIDAD CLIMÁTICA

5.1 Meteorología

5.1.1 Precipitación pluvial y temperatura media anual (2019-2020)

La precipitación pluvial media anual fue de 3494 milímetros (mm) durante el período 2019-2020. En cuanto a su distribución espacial, en la parte baja de la cuenca predominan las lluvias inferiores a los 2000 mm anuales, mientras que en la sección próxima a la desembocadura del río Suchiate al Pacífico los valores se encuentran por debajo de los 1000 mm. En la parte media y alta, que corresponde a la mayor parte de la superficie de la cuenca, las lluvias anuales son superiores a los 4000 mm (Figura 11) (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2020b, 2021b).

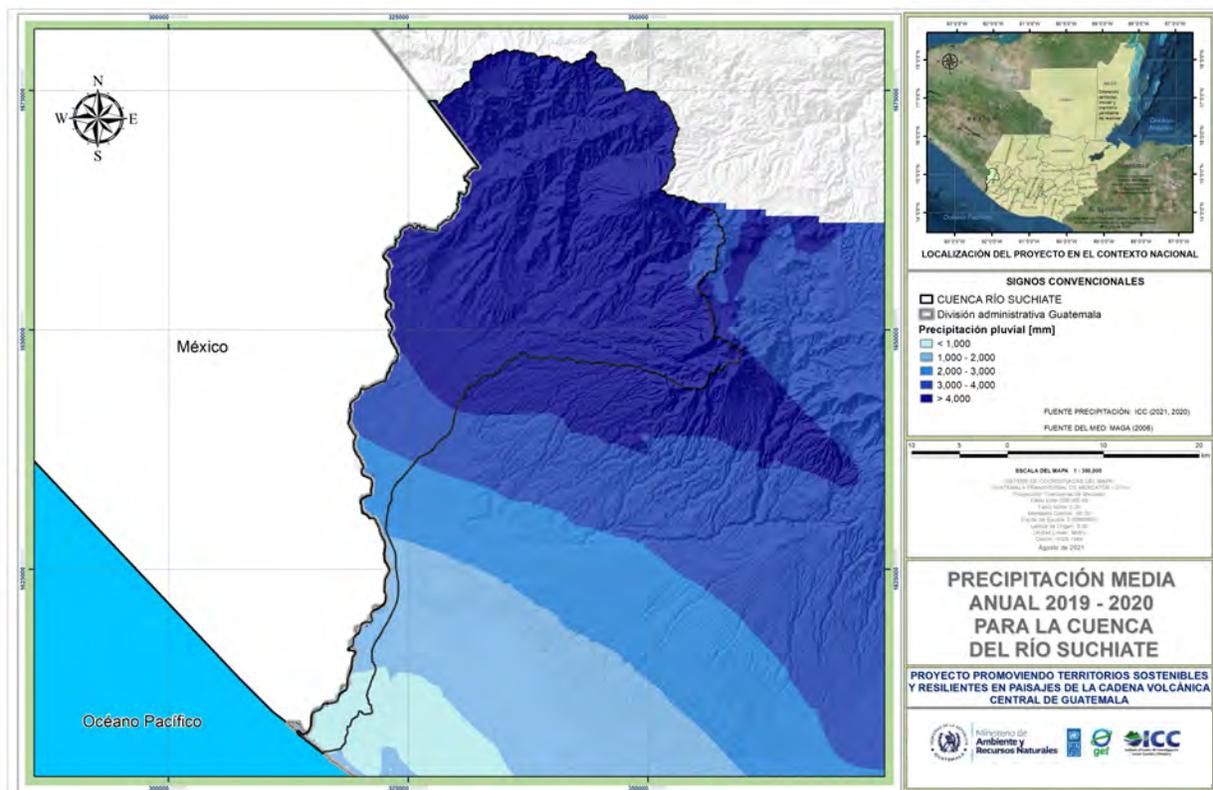


Figura 11. Precipitación pluvial media anual en la cuenca del río Suchiate, período 2019-2020

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020b, 2021b).

La temperatura media anual en esta cuenca fue de 24.36 °C durante el período 2019-2020, según los resúmenes meteorológicos de estos años publicados por el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020b, 2021b). En la cabecera de la cuenca, al norte del cráter del volcán Tajumulco,

las temperaturas son inferiores a los 23 °C; mientras que en el piso térmico que va de 23 °C a 25 °C se incluye al volcán Tacaná y las faldas del sur del volcán Tajumulco. A medida que disminuye la elevación, se encuentra el piso térmico comprendido entre los 25 °C a los 27 °C, que se extiende hasta la parte baja de la cuenca. Finalmente, en la zona adyacente al océano Pacífico las temperaturas son de entre 27 °C a 29 °C (Figura 12).

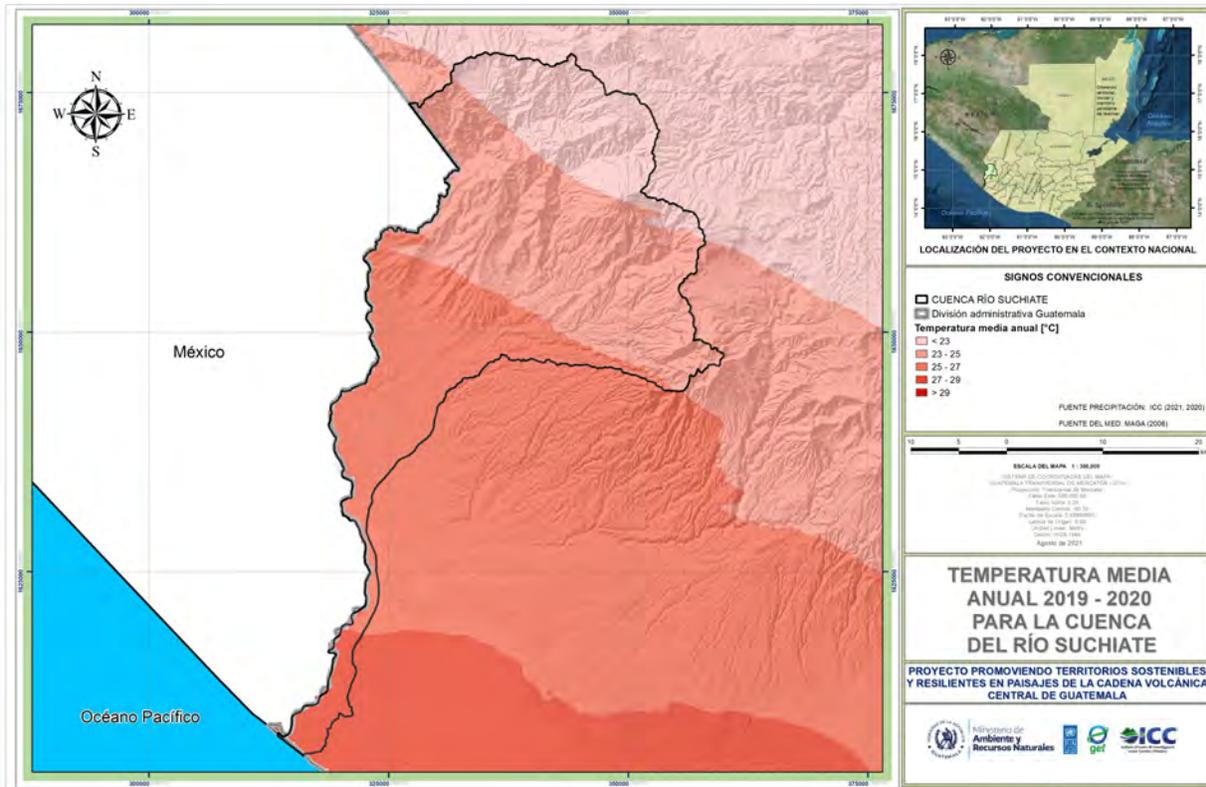


Figura 12. Temperatura media anual en la cuenca del río Suchiate, período 2019-2020

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020b, 2021b).

5.2 Variabilidad de la época lluviosa

Considerando únicamente el territorio guatemalteco, la época lluviosa en la cuenca hidrográfica del río Suchiate presentó cierta variabilidad en cuanto a las fechas de inicio y final entre 1980 y 2018, según lo estudiaron Orrego León *et al.* (2021) para la República de Guatemala utilizando las estaciones meteorológicas del Insivumeh.

El inicio de la época lluviosa en esta cuenca hidrográfica ha ocurrido en dos períodos. El primero comprende desde el 25 de abril al 17 de mayo, y espacialmente se presenta casi en la totalidad de la parte baja. El segundo

sucede entre el 18 al 27 de mayo en la mayor parte de la superficie de la cuenca, desde la parte baja hasta su cabecera. Se considera que para este último período la tendencia es hacia un adelanto significativo (Figura 13).

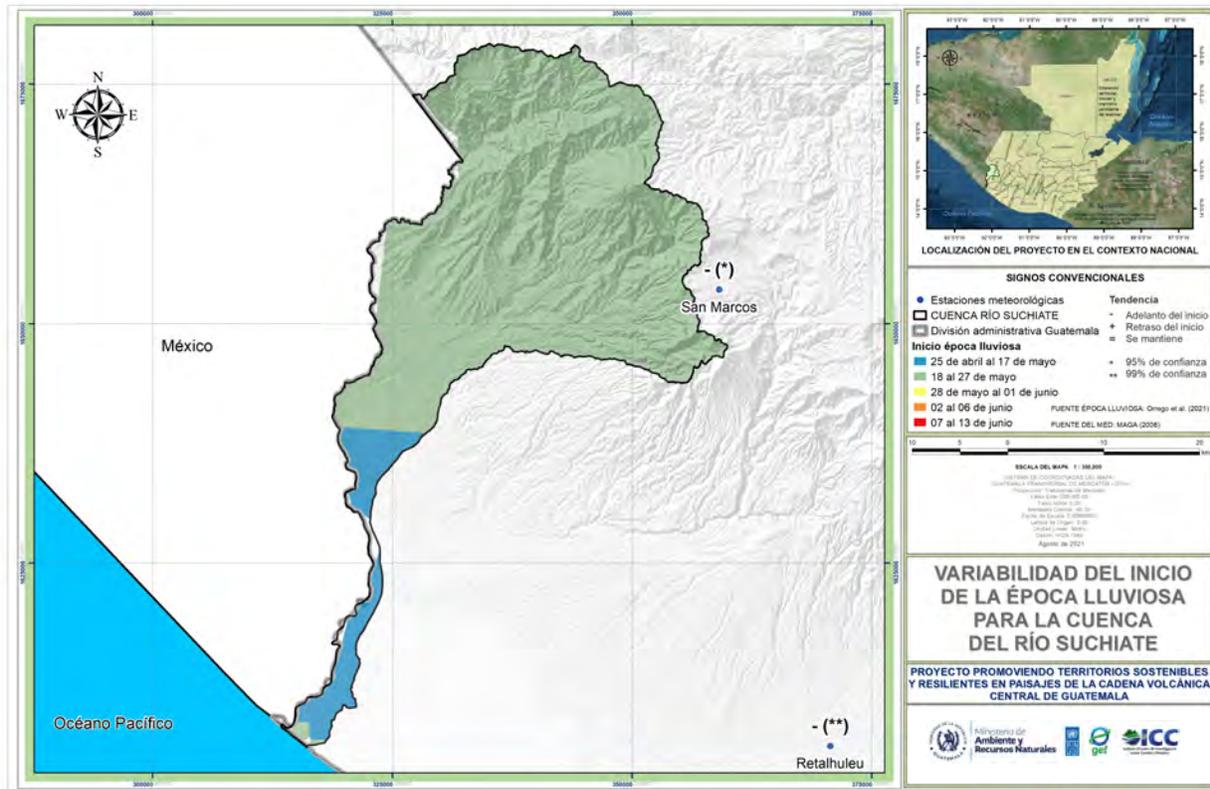


Figura 13. Variabilidad del inicio de la época lluviosa en la cuenca del río Suchiate

Fuente: Orrego León et al. (2021).

El final de la época lluviosa también ha presentado variabilidad temporal, y se han identificado dos períodos (Figura 14). El primero ocurre desde la parte media hasta la cabecera de la cuenca, donde las lluvias finalizan más temprano, entre el 10 al 24 de octubre. El segundo sucede en la parte baja de la cuenca, donde la finalización es tardía (entre el 25 de octubre al 13 de noviembre). La tendencia es a que haya un adelanto en la finalización de la época lluviosa en ambos períodos.

Durante el periodo 1980-2018 la duración de la época lluviosa no presentó variabilidad, diferenciándose únicamente un período que va de 150 a 175 días.

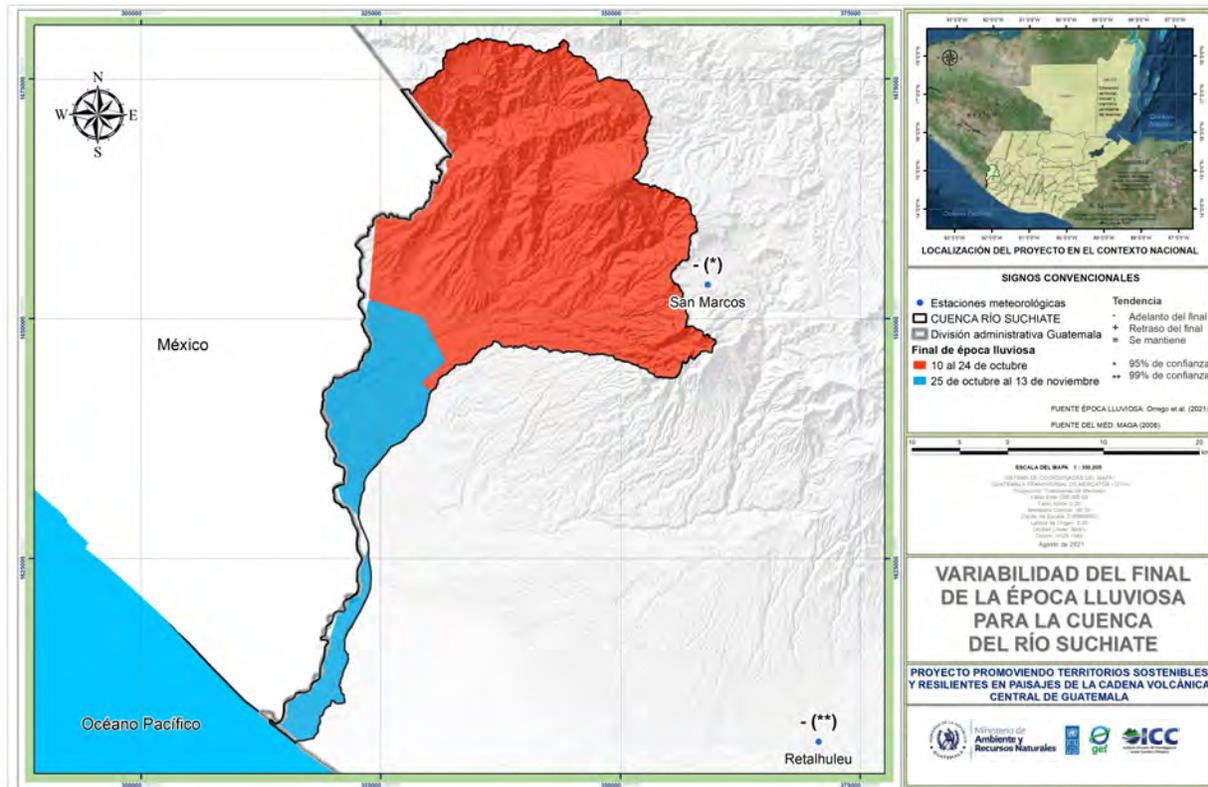


Figura 14. Variabilidad del final de la época lluviosa en la cuenca del río Suchiate

Fuente: Orrego León *et al.* (2021).

5.3 Canícula

Según el estudio realizado por García-Oliva y Pazos (2021), la canícula¹ fue pronunciada en la cuenca hidrográfica del río Suchiate durante el período 2011 a 2017, según muestra el cuadrante 14 de la Figura 15. Estos autores simularon la precipitación pluvial media mensual mediante el modelo RegCM4 para analizar la variabilidad espacial de la canícula en Mesoamérica, con una grilla de resolución horizontal de 12.5 kilómetros.

¹ Disminución de la cantidad de lluvia que ocurre entre los meses de julio y agosto.

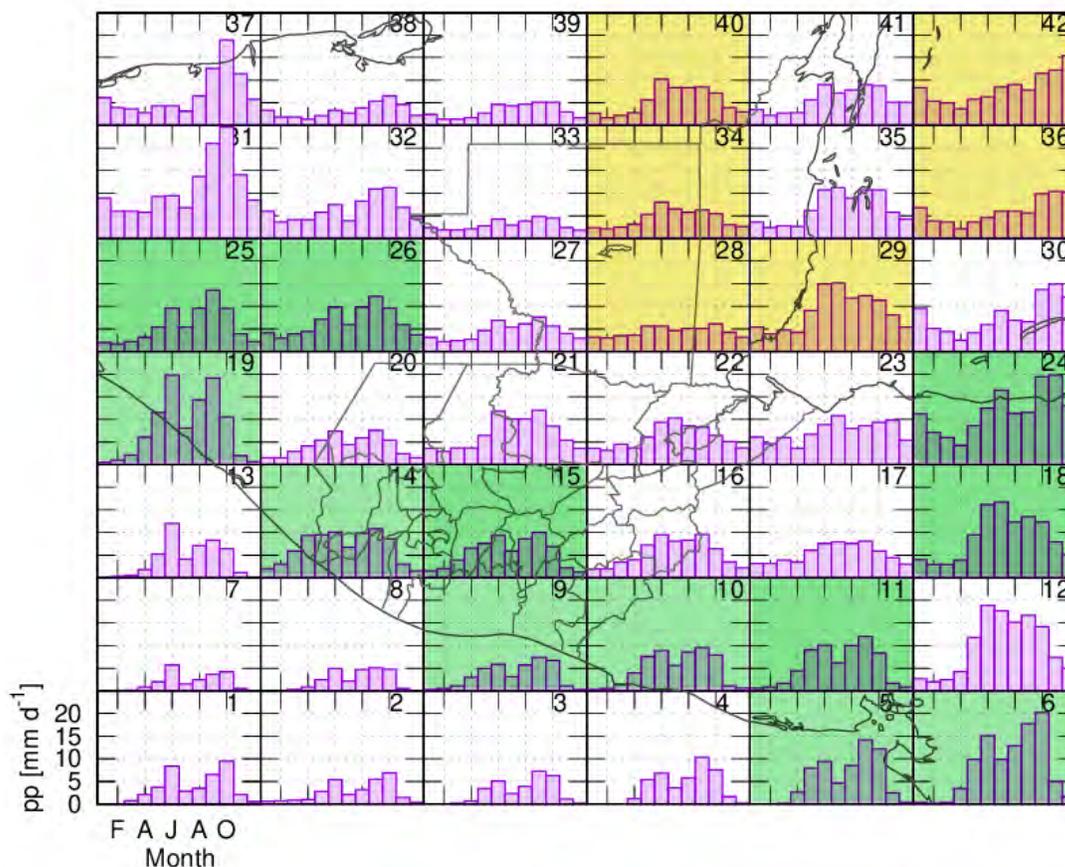


Figura 15. Precipitación pluvial media mensual simulada mediante el modelo RegCM4 para el período de 2011 a 2017, donde también se muestra el límite departamental

Fuente: García-Oliva y Pazos (2021).

El comportamiento de la canícula en Guatemala entre los años 1980 y 2019 fue estudiado por Orrego León *et al.* (2022). Como resultado, se determinó que la canícula en la cuenca hidrográfica del río Suchiate tuvo una duración dentro del rango de los 26 a los 35 días, con tendencia a mantenerse. Por otro lado, su intensidad², estuvo principalmente entre los -50 a 50 mm (Figura 16). La precipitación pluvial media predominante en cuanto a superficie fue de 100-200 mm durante la canícula, pero fue menor en la cabecera de la cuenca (< 100 mm) (Figura 17).

² Relación entre la precipitación pluvial y la evapotranspiración potencial.

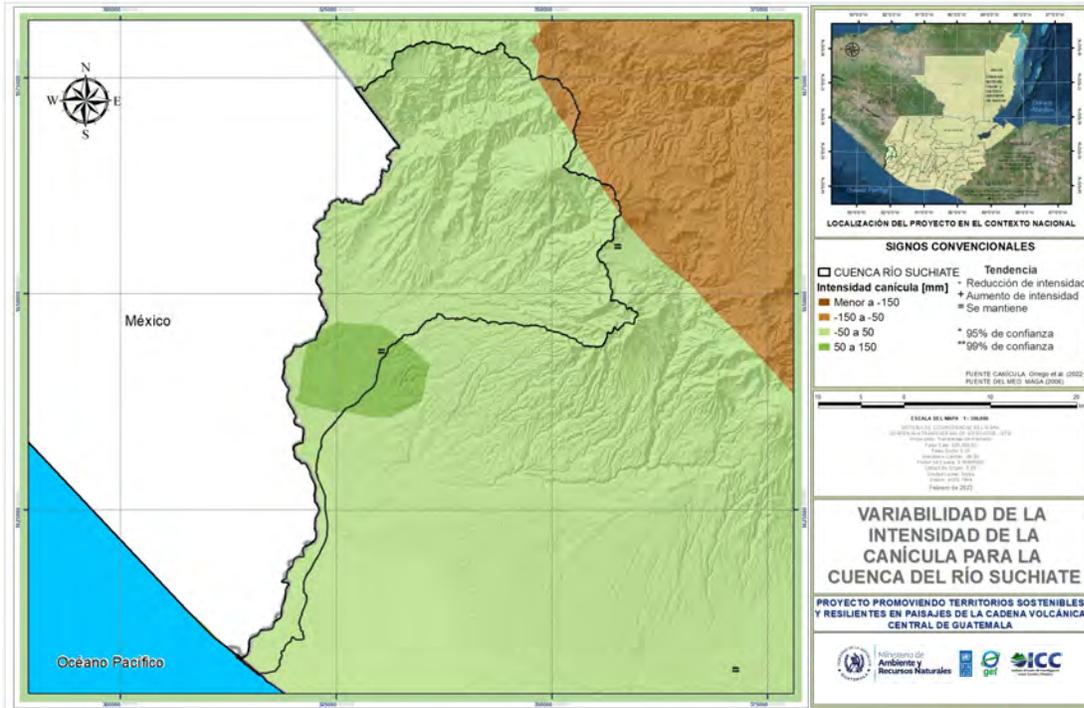


Figura 16. Variabilidad de la intensidad de la canícula en la cuenca del río Suchiate

Fuente: Orrego León et al. (2022).

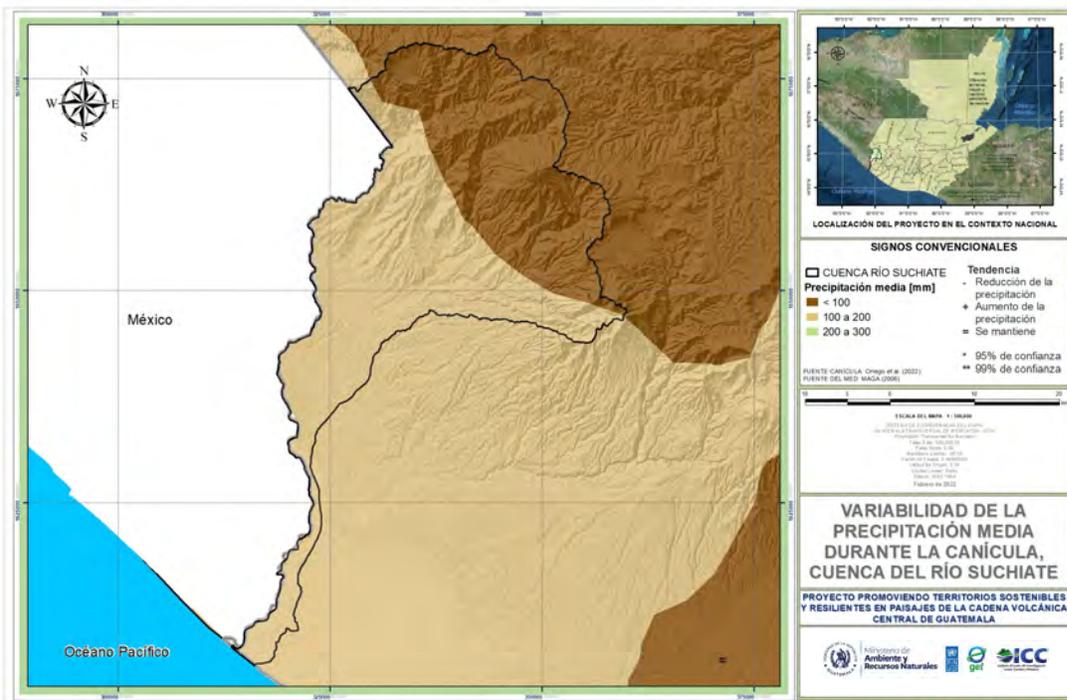


Figura 17. Variabilidad de la precipitación pluvial durante la canícula en la cuenca del río Suchiate

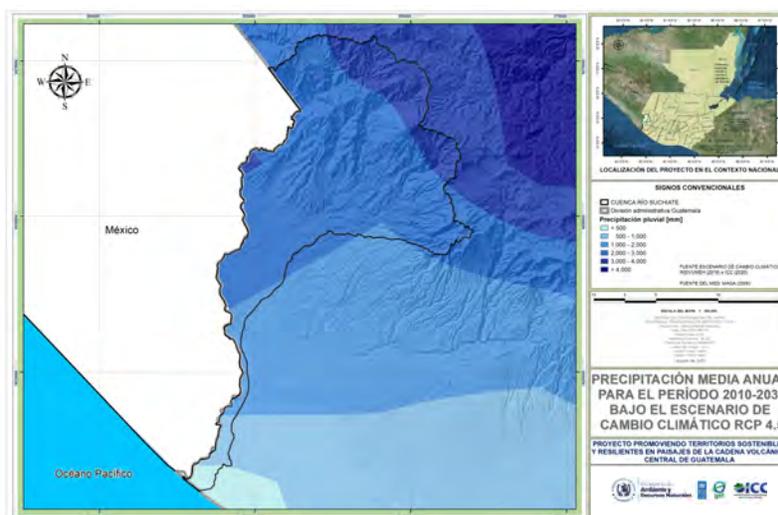
Fuente: Orrego León et al. (2022).

6 CAMBIO CLIMÁTICO

6.1 Proyecciones de cambio climático

El Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2019b) realizó proyecciones sobre cambio climático para la República de Guatemala con reducción de la escala dinámica, utilizando el modelo climático regional RegCM y los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5³ del Quinto Informe (AR5) del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 2019a). A partir ello, se elaboraron mapas para las variables de precipitación media y temperatura media anual de los períodos 2010-2039 y 2040-2069 (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2020a), que fueron utilizados como insumo para describir los cambios espaciales que a continuación se describen para la cuenca hidrográfica del río Suchiate.

El escenario RCP 4.5 prevé el incremento del área de la banda de precipitación pluvial comprendida entre los 3000 a 4000 mm para el periodo 2040-2069, y la desaparición del área de influencia para dar lugar a la banda de menor precipitación (< 500 mm). En la parte baja de la cuenca la precipitación pluvial anual sería inferior a los 1000 mm, mientras que en la parte media y alta será superior a los 2000 mm. En este segundo período, se prevé que las bandas de 1000-2000 y 2000-3000 no cambien extensamente en cuanto a su distribución espacial dentro de la cuenca (Figura 18 y Figura 19).



Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020a) con datos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2019a).

³ Los cuales son denominados en español como rutas de concentración representativas.

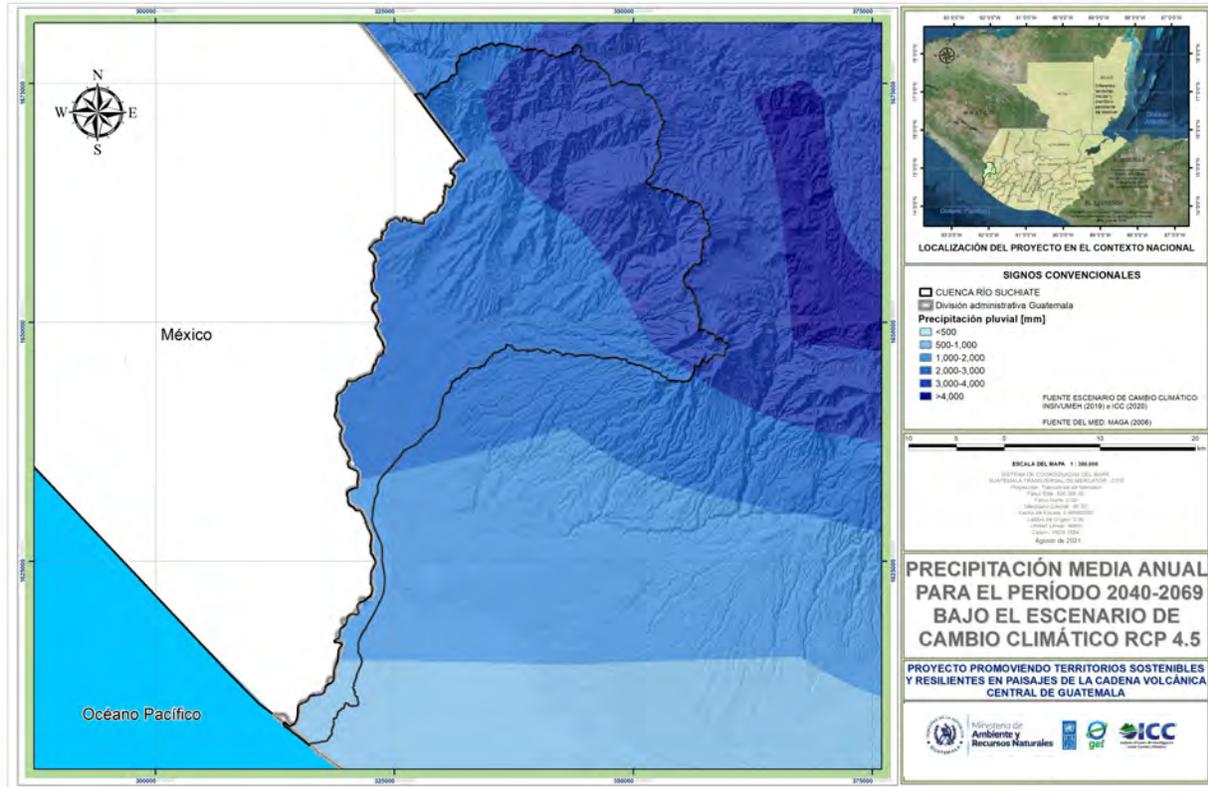


Figura 19. Precipitación pluvial media anual bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5, período 2040-2069

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020a) con datos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2019a).

En cuanto a la temperatura media anual, el escenario RCP 4.5 prevé que durante el segundo período (2040-2069) se incremente la superficie del piso térmico que va de los 27 °C a los 29 °C, por lo que los siguientes tres pisos térmicos de menor temperatura se desplazarían a favor del incremento de la elevación, culminando con la disminución del área de influencia del piso térmico inferior a 21 °C. Así, en la cabecera de la cuenca se mantendrán las temperaturas (Figura 20 y Figura 21).

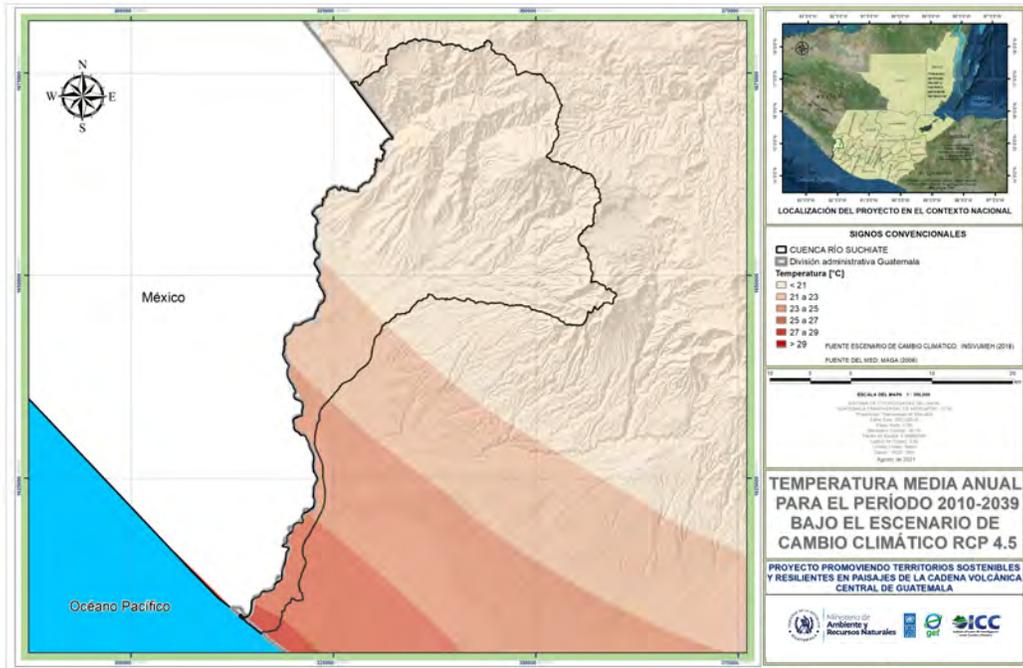


Figura 20. Temperatura media anual bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5, período 2010-2039

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020a) con datos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2019a).

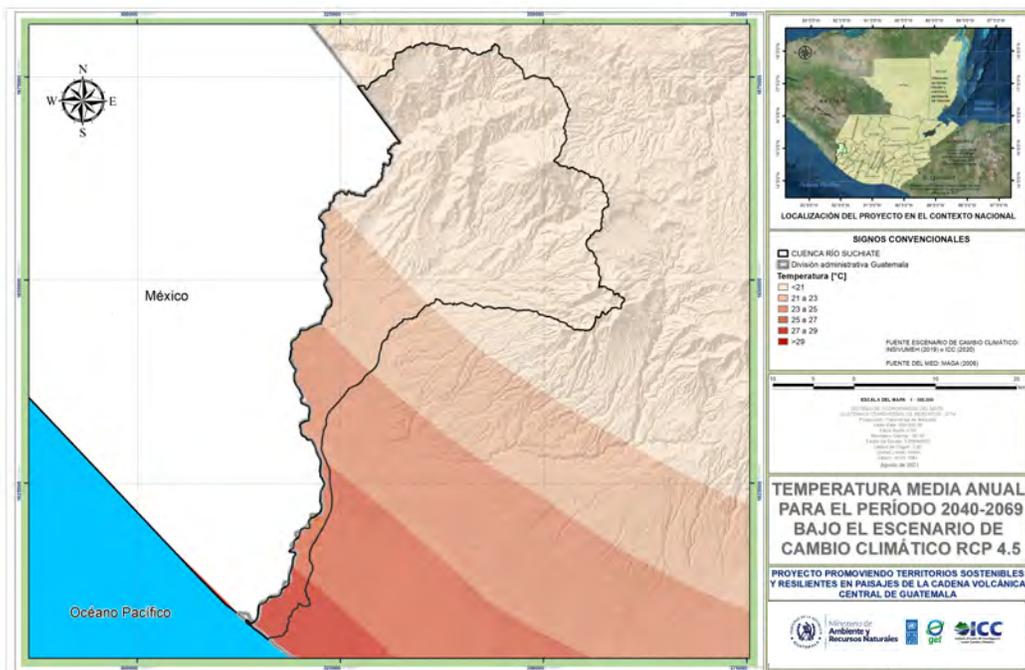


Figura 21. Temperatura media anual bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5, período 2040-2069

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020a) con datos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2019a).

El escenario más severo —el RCP 8.5—, prevé que para el segundo período de análisis (2040-2069) se incremente el área de influencia de la banda de precipitación pluvial media anual en la cabecera de la cuenca, de 3000 a 4000 mm, con respecto al período 2010-2039. Lo mismo sucedería con la banda de 500-1000 mm en la desembocadura del río Suchiate al mar Pacífico; mientras que las bandas al medio de las dos anteriores, disminuirían su área de influencia a lo mínimo (Figura 22 y Figura 23).

La temperatura media anual tendría un comportamiento similar al que ocurriría en el escenario RCP 4.5, donde los pisos térmicos se desplazarían a favor del aumento de la elevación, incrementándose el área del piso térmico de 25 °C a 27 °C, y disminuyendo la del piso térmico de < 21 °C (Figura 24 y Figura 25).

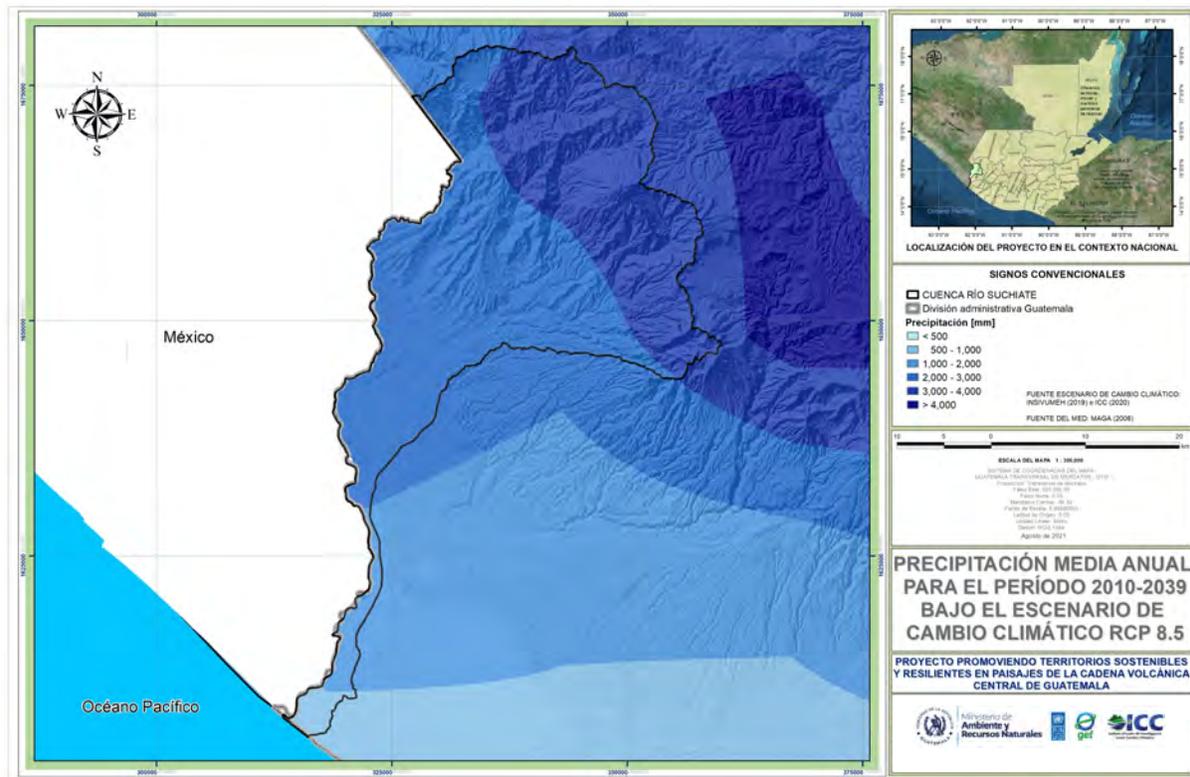


Figura 22. Precipitación pluvial media anual bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5, período 2010-2039

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020a) con datos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2019a).

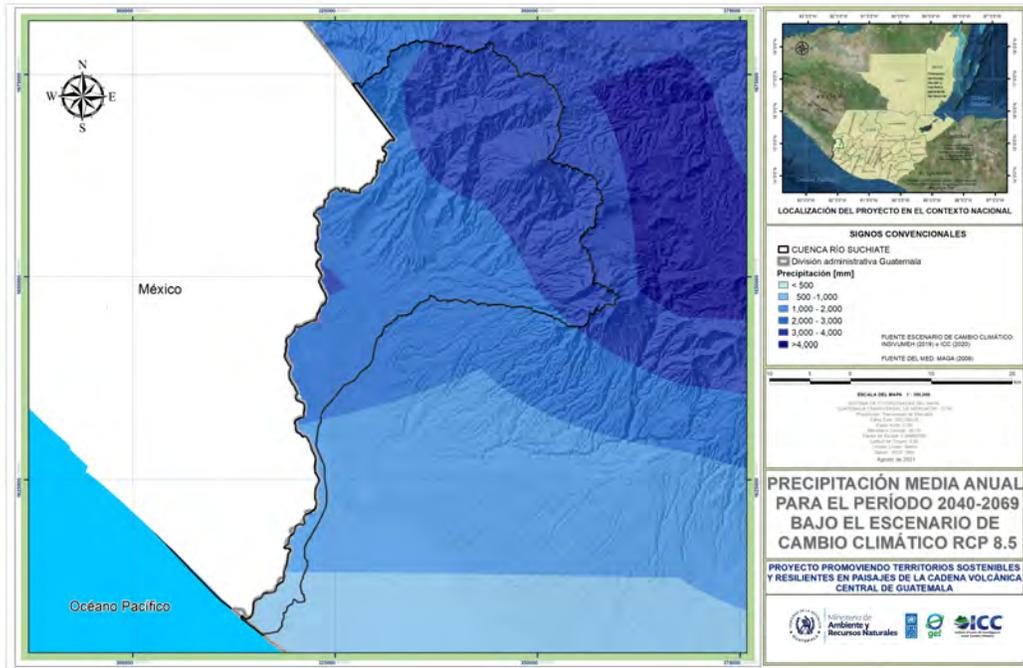


Figura 23. Precipitación pluvial media anual bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5, período 2040-2069

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020a) con datos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2019a).

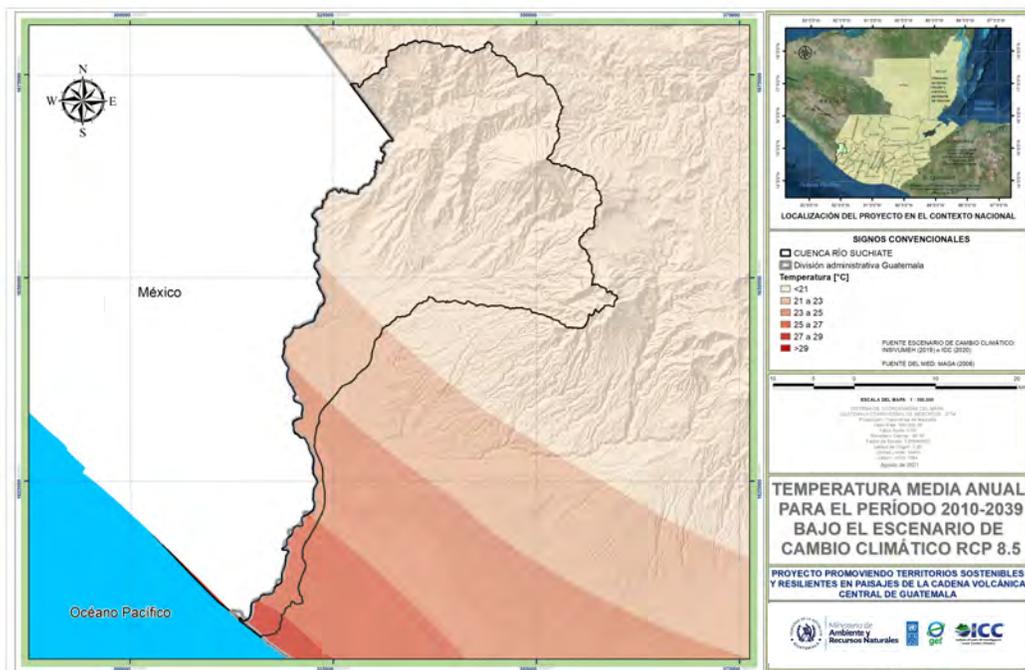


Figura 24. Temperatura media anual bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5, período 2010-2039

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020a) con datos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2019a).

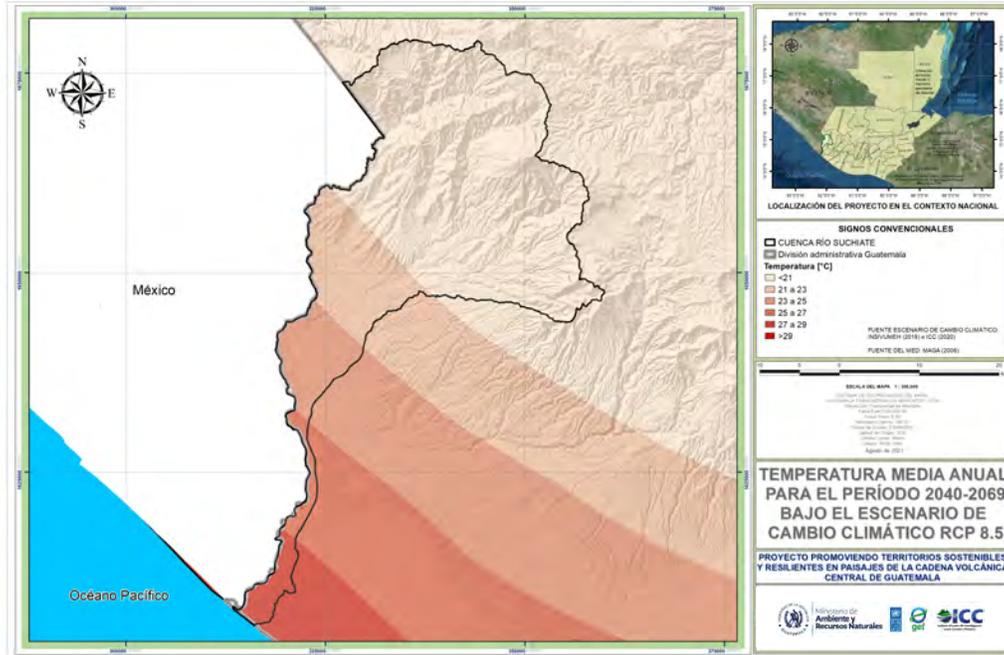


Figura 25. Temperatura media anual bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5, período 2040-2069

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020a) con datos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2019a).

7 HIDROLOGÍA

7.1 Balance hidrológico

A continuación se presenta el balance hidrológico de la cuenca del río Suchiate y sus cuencas de nivel 7 según el método de Pfafstetter (1989), con base en el estudio llevado a cabo para la República de Guatemala por el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar (2015), a través de la modelación hidrológica realizada con la herramienta WEAP (Sistema de Evaluación y Planificación del Agua).

La disponibilidad hídrica anual en esta cuenca es de 2144 millones de metros cúbicos. Los flujos de salida con mayor proporción son la escorrentía superficial (40 %) y la evapotranspiración (34 %). El coeficiente de escorrentía superficial es de 0.43 y un 17 % de la lluvia recarga los acuíferos. De las cuencas de nivel 7, las que presentan mayor coeficiente de escorrentía son la de los ríos Petacalapa (0.52) y Cabuz (0.42); mientras que la del río Cabuz tiene la mayor escorrentía superficial, recarga hidrológica y evapotranspiración (Tabla 2).

Tabla 2. Balance hidrológico anual de la cuenca del río Suchiate y sus cuencas de nivel 7

Balance hidrológico anual (millones de metros cúbicos)						
Variable	Cuenca Suchiate	Cuencas nivel 7				
		Cabuz	Gramal	Petacalapa	Sibinal	Suchiate
Entradas						
Precipitación	3034.3	1724.6	152.5	535.6	108.8	512.8
Almacenamiento del año anterior	234.4	115.4	14.0	41.7	11.9	51.5
Salidas						
Evapotranspiración	1124.7	603.5	61.3	186.9	48.7	224.2
Escorrentía superficial	1306.0	721.8	62.5	275.9	40.5	205.2
Escorrentía subsuperficial	90.6	59.9	4.3	10.9	2.9	12.5
Recarga hídrica	513.1	339.4	24.3	61.8	16.7	70.9
Almacenamiento en el suelo	234.4	115.4	14.0	41.7	11.9	51.5
Disponibilidad hídrica	2144.1	1236.5	105.2	390.3	72.0	340.1

Fuente: adaptado del Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (2015).

Espacialmente, la cuenca hidrográfica del río Suchiate es variable. La media de disponibilidad hídrica específica es mayor a 2 millones de $m^3/km^2/año$, pero en una zona adyacente al volcán Tacaná y desembocadura del río Gramal es de entre 1 a 1.5 millones de $m^3/km^2/año$. La menor disponibilidad se observa en la mayor parte de la cuenca baja, entre 0.5 a 1 millones de $m^3/km^2/año$;

mientras que en la mayor parte de la cuenca media y alta se presentan disponibilidades por arriba de los 1.5 millones de $m^3/km^2/año$ (Figura 26).

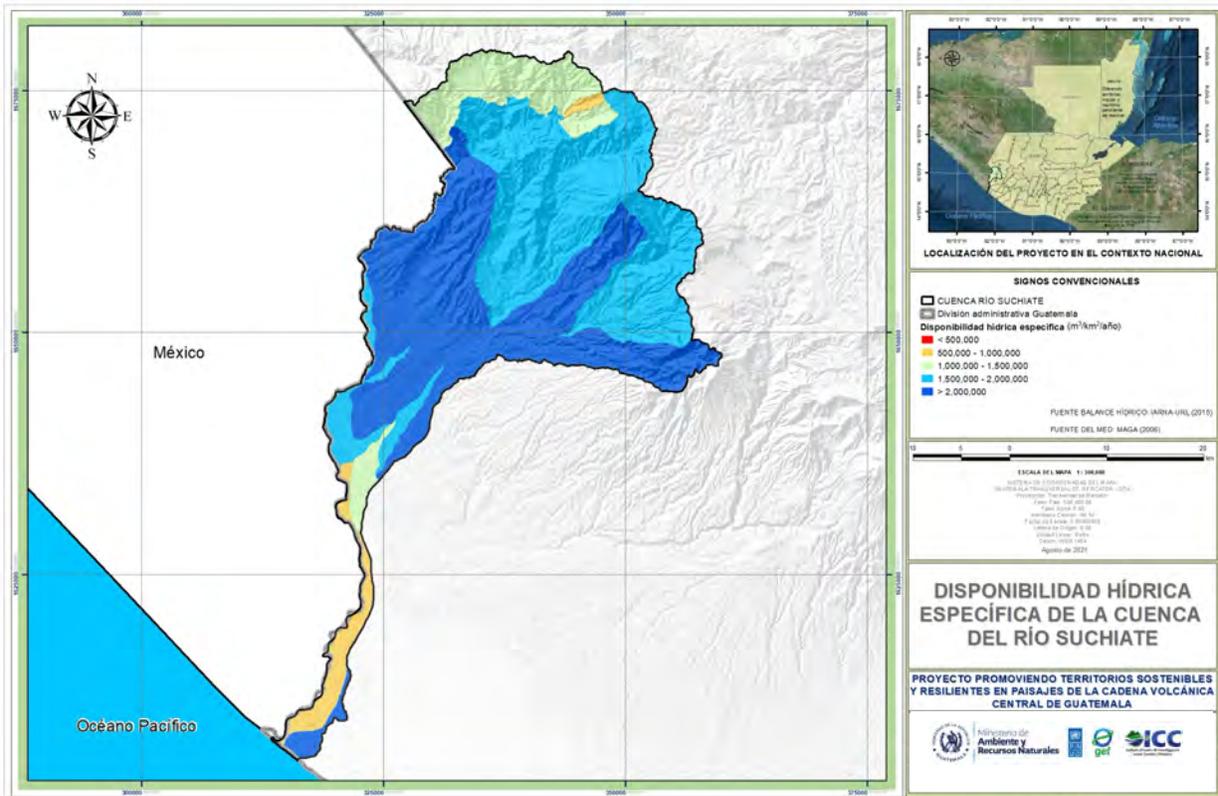


Figura 26. Disponibilidad hídrica específica ($m^3/km^2/año$) en la cuenca del río Suchiate

Fuente: elaboración propia con datos del Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (2015).

7.2 Caudales

En la cuenca hidrográfica del río Suchiate, el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2021) monitorea el caudal del río Cabuz, tributario del río Suchiate, por medio de la estación hidrométrica Malacatán (Figura 27). Según el atlas hidrológico del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2003a), hasta el año 2003 el caudal medio anual de la estación Malacatán era de $21.49 m^3/s$.

Del lado de México han existido varias estaciones hidrométricas sobre el río Suchiate, pero la mayoría están suspendidas. La estación Talismán III reportó que el caudal medio anual en 2009 y 2010 fue de 285.7 y $106.9 m^3/s$, respectivamente. En la estación Suchiate II, actualmente suspendida, el último reporte de caudal medio anual para el año 1992 fue de $49.03 m^3/s$ (Comisión Nacional del Agua, 2021).

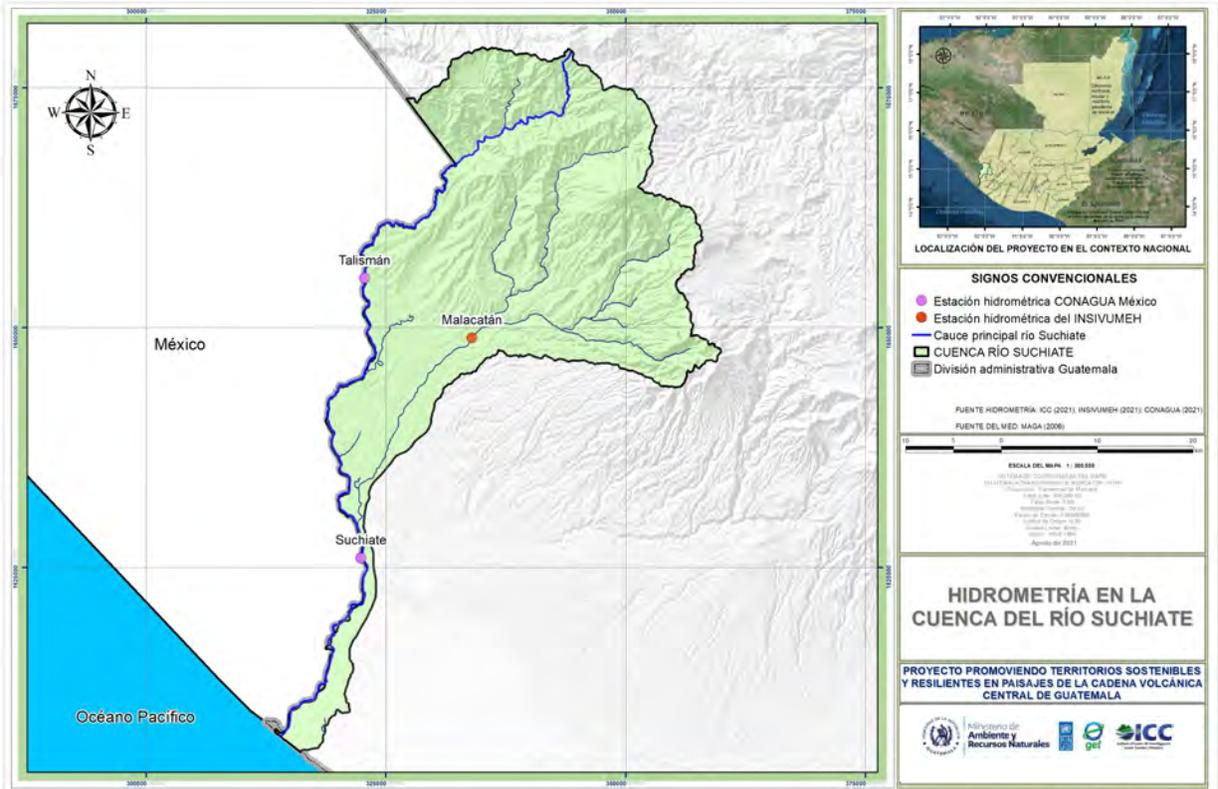


Figura 27. Hidrometría en la cuenca del río Suchiate

Fuente: Comisión Nacional del Agua (2021); Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2003b).

7.3 Agua subterránea

Las categorías del potencial de aguas subterráneas de la cuenca hidrográfica del río Suchiate, en orden de importancia según la superficie relativa que representan, se detallan a continuación: (a) potencial moderado (29.7 %) y bajo (28.1 %), que se localizan espacialmente concentradas en la parte media y alta de la cuenca; (b) potencial alto (22.3 %), principalmente presente en la parte baja; (c) potencial muy alto (10.2%) en la zona media de la cuenca; y (d) muy bajo (9.7%) en zonas dispersas de la parte alta (Figura 28).

La información descrita anteriormente fue estimada con base en el mapa de potencial de aguas subterráneas que realizó Cordillera S.A. *et al.* (2010), a través de un análisis de superposición de variables que se relacionan con la ocurrencia del agua subterránea, entre las que destacan el tipo de roca, la densidad de drenaje, la geología, la pendiente del terreno y el balance climático.

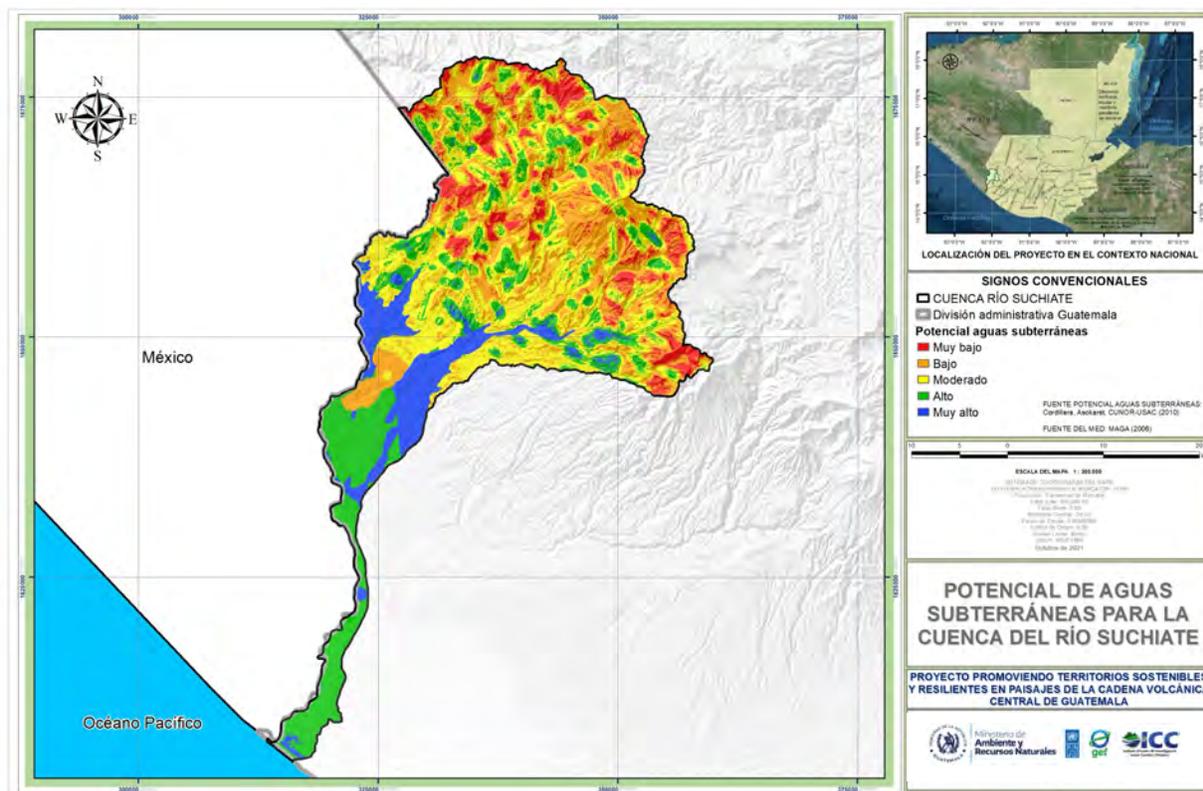


Figura 28. Potencial de aguas subterráneas en la cuenca del río Suchiate
Fuente: Cordillera S.A. et al. (2010).

7.4 Recarga hidrológica

Según el mapa de tierras de captación, regulación y recarga hidrológica realizado por el Instituto Nacional de Bosques⁴ (2017b), el 52.27 % del territorio de la cuenca hidrográfica del río Suchiate tiene recarga hidrológica muy alta; principalmente en su parte alta. Las categorías de recarga alta y media representan el 29.86 % y el 12.79 % de la cuenca, respectivamente, y se ubican entre la zona baja superior y la zona media de esta cuenca. Las categorías baja y muy baja, con el 5.05 % y 0.003 %, respectivamente, se ubican en la zona más baja de la cuenca y adyacente a la línea costera (Figura 29).

⁴ Según este mapa, las tierras forestales de captación y regulación hidrológica tienen aptitud forestal acorde a la capacidad de uso de la tierra. Es por ello que tienen alta importancia como zonas de regulación hidrológica local, además de su capacidad de captación (Instituto Nacional de Bosques, 2005). Adicionalmente, las categorías ordinarias mayores de este mapa están definidas por la presencia de texturas y formaciones geológicas que favorecen la percolación profunda, así como por excedentes del balance hídrico climático (Instituto Nacional de Bosques, 2017c).

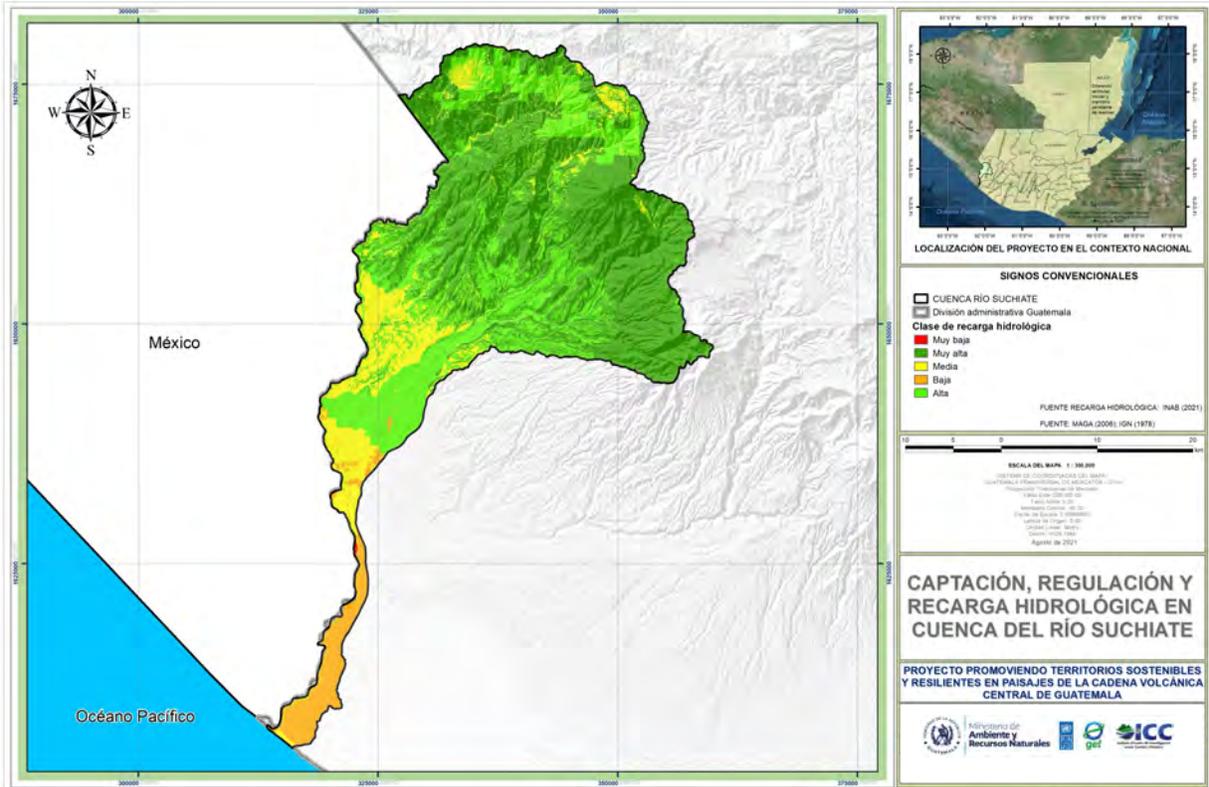


Figura 29. Captación, regulación y recarga hidrológica en la cuenca del río Suchiate

Fuente: Instituto Nacional de Bosques (2017b).

Según datos cuantitativos obtenidos a partir del balance hidrológico realizado por el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar (2015), el valor de la mediana de la recarga anual es igual a 462.6 mm, mientras que su primer (25 %) y tercer (75 %) cuartil equivalen a 296.4 mm y 575.8 mm, respectivamente. Especialmente, en la parte alta de la cuenca, con dirección este, la magnitud de la recarga está por arriba de los 575.8 mm. En la misma zona, pero en dirección norte, los valores se encuentran por debajo de los 296.4 mm. Por el contrario, en la parte baja de la cuenca la recarga es mayoritariamente menor a 296.4 mm (Figura 30).

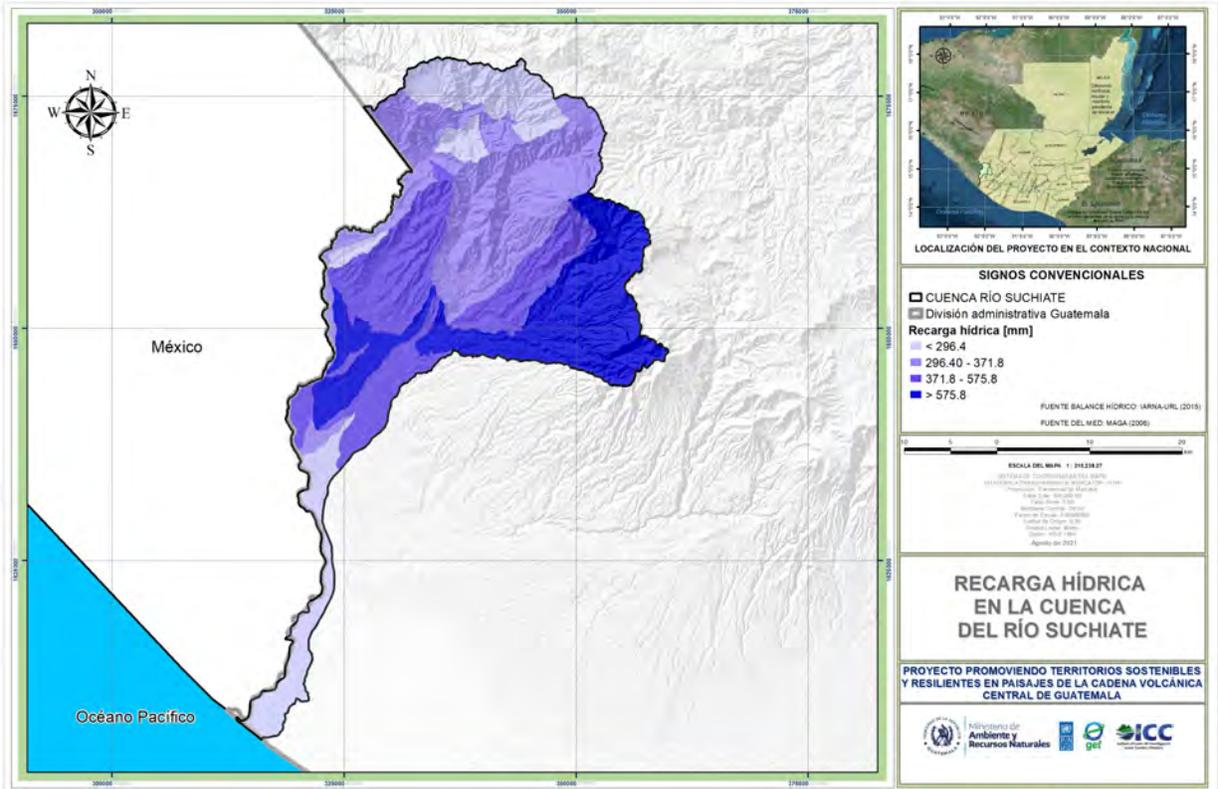


Figura 30. Recarga hídrica en la cuenca del río Suchiate

Fuente: elaboración propia con datos del Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (2015).

7.5 Cuerpos de agua

Los cuerpos de agua de la cuenca hidrográfica del río Suchiate corresponden principalmente a ríos permanentes, entre los que se pueden mencionar el Suchiate, Cabuz, Nicá, Mopá, La Barranca, Ricardo Chávez, Cutzulchimá, Sibinal, Salá, entre otros (Figura 31). Estos fueron definidos con base en la cartografía de hidrografía lineal y las masas de agua del Instituto Geográfico Nacional (2016a, 2016b) a escala 1:250 000; así como en la cartografía de cobertura y uso de la tierra (Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos, 2021). Esta última referencia fue utilizada para definir a los humedales (bosque de manglar) y a las praderas pantanosas.

8 FISIOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGÍA

La mayor parte de la superficie de la cuenca hidrográfica del río Suchiate se encuentra ubicada en la región fisiográfica de las tierras altas volcánicas (58 %), seguida por la pendiente volcánica reciente (22 %) y la llanura costera del Pacífico (20 %) (Tabla 3 y Figura 32). En las tierras altas volcánicas predominan los paisajes de los cerros de Tajumulco (ubicados entre los volcanes Tacaná y Tajumulco, que se formaron por la acumulación de diferentes tipos de rocas volcánicas, y de flujos y lahares) y las montañas volcánicas altas de occidente, originadas a partir de la actividad volcánica ocurrida durante el Terciario superior (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación *et al.*, 2001).

En la pendiente volcánica reciente, el paisaje de relleno lahárico que se encuentra al pie del volcán Tajumulco se extiende hasta las faldas en sentido suroeste hasta encontrar a los ríos Cabuz y Suchiate. Este paisaje se formó por el aporte de los fragmentos rocosos de erupciones de este volcán que se mezclaron con depósitos lodosos y fluviales (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación *et al.*, 2001).

En la parte baja de la cuenca y en la región fisiográfica denominada como llanura costera del Pacífico, predomina el paisaje de abanico aluvial del río Cabuz, el cual se ha formado por los aportes laháricos y de lodos provenientes de las faldas del volcán Tajumulco, que luego fueron transportados por la corriente de los ríos Cabuz y Cramal. Este paisaje se extiende entre los municipios de Catarina, Malacatán y la parte norte de Ayutla (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación *et al.*, 2001).

Tabla 3. Descripción del mapa fisiográfico-geomorfológico de la cuenca del río Suchiate

Región fisiográfica	Subregión fisiográfica	Gran paisaje	Área (%)
Tierras altas volcánicas	Zona montañosa occidental (Tacaná - Tecpán)	Cerros de Tajumulco	23.6
		Montañas volcánicas altas de occidente	22.0
		Planicies onduladas	0.0
		Volcán Tacaná	4.7
		Volcán Tajumulco	7.1
Pendiente volcánica reciente	Pendiente volcánica central (Atitlán - Pacaya)	Relleno volcánico de El Tumbador - Coatepeque - Nuevo San Carlos	6.1
	Pendiente volcánica reciente occidental (Tajumulco - Atitlán)	Relleno lahárico al pie del volcán Tajumulco	16.3

Región fisiográfica	Subregión fisiográfica	Gran paisaje	Área (%)
Llanura costera del Pacífico	Planicie aluvial costera (Suchiate - Madre Vieja)	Abanico aluvial del río Cabús	11.3
		Abanico de los ríos Petacalapa - Negro - Ixpil	3.6
		Planicie aluvial de los ríos Suchiate - Ocosito	5.3
		Superficie de inundación	0.1

Fuente: adaptado del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación *et al.* (2001).

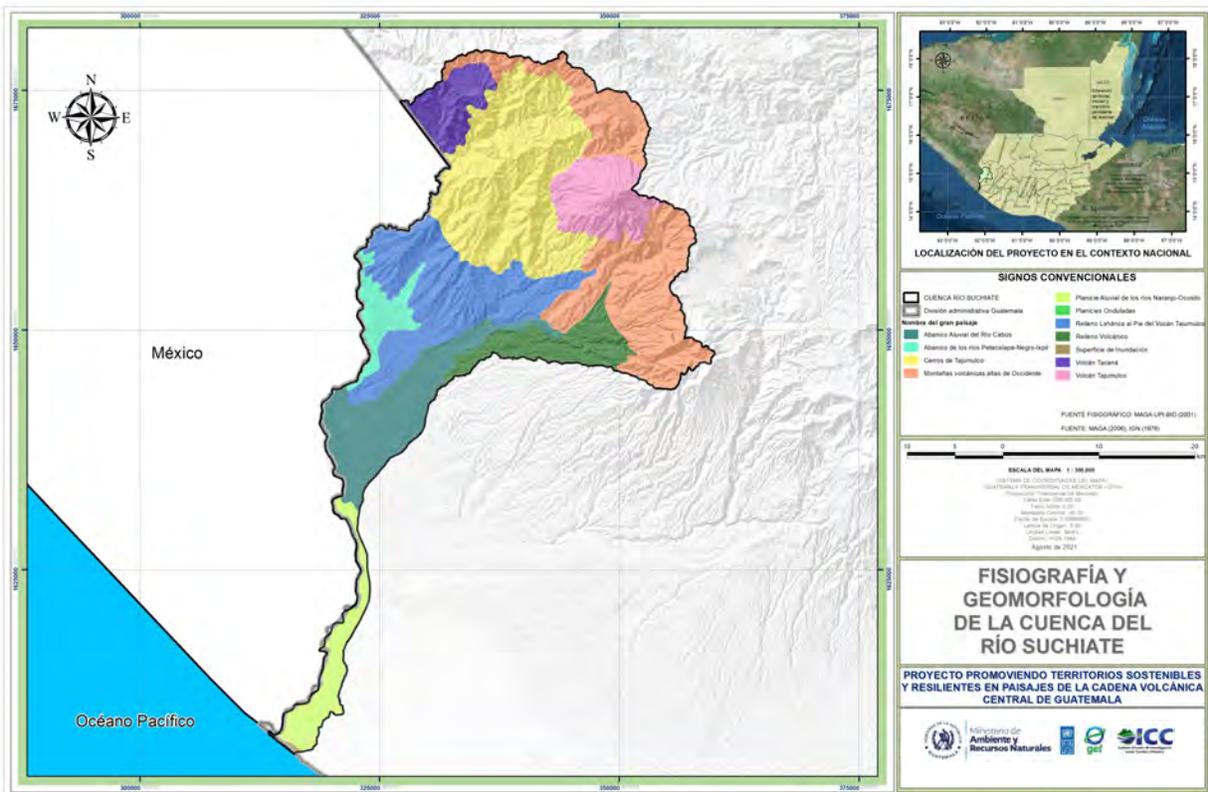


Figura 32. Fisiografía y geomorfología de la cuenca del río Suchiate

Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación *et al.* (2001).

9 TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE

En la cuenca hidrográfica del río Suchiate predominan los terrenos muy escarpados (29.3 %), que tienen pendientes superiores al 60 % y están localizados en la cabecera de la cuenca en las zonas de los paisajes de cerros de Tajumulco y montañas volcánicas altas de occidente, y en los volcanes Tacaná y Tajumulco. En segundo lugar, se encuentran los terrenos escarpados, que ocupan el 25.2 % del área de la cuenca y tienen pendientes que comprenden entre el 30 % al 60 %; y están localizados en las mismas zonas que las áreas muy escarpadas.

En la parte baja de la cuenca los terrenos son planos a ligeramente inclinados, con pendientes inferiores al 5 % y representan el 20.2 % de la superficie total de la cuenca. Estos corresponden con la planicie aluvial de los ríos Naranjo y Ocosito, el abanico aluvial del río Cabuz, y el abanico aluvial de los ríos Petacalapa, Negro e Ixpil. Por último, los terrenos moderadamente escarpados (15-30 %) ocupan el 14.0 % de la superficie de la cuenca; mientras que los inclinados a fuertemente inclinados (5-15 %) se encuentran en el 11.3 % de la misma (Figura 33).

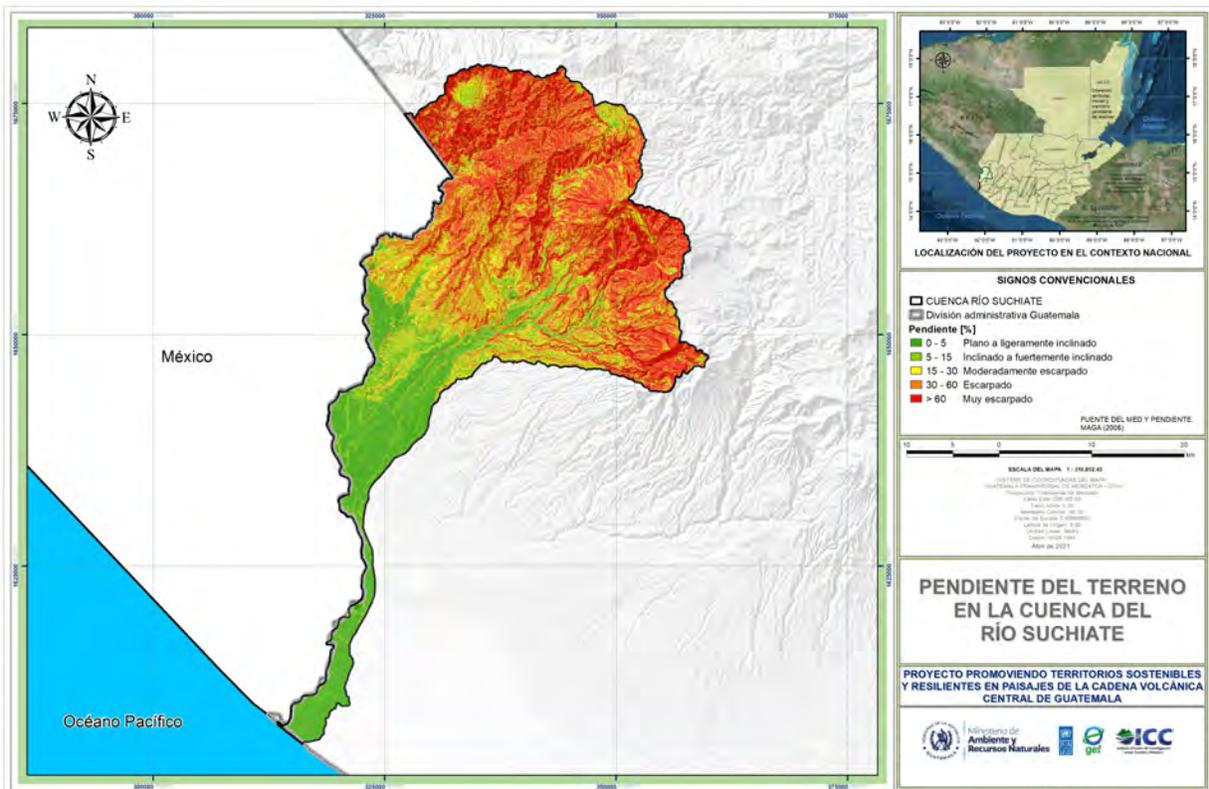


Figura 33. Pendiente del terreno en la cuenca hidrográfica del río Suchiate
Fuente: Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos (2006).

10 GEOLOGÍA

Según el mapa geológico de Guatemala que realizó el Instituto Geográfico Nacional (1970), el 35 % de la superficie de la cuenca del río Suchiate corresponde a rocas volcánicas del Cuaternario (Qv), principalmente ígneas y metamórficas. Esta área abarca las zonas de los volcanes Tacaná y Tajumulco, el relleno lahárico de este último, y los rellenos volcánicos al este de la cuenca (lavas, lahares y tobas).

En segundo lugar, se encuentran las rocas volcánicas del Terciario (Tv) (ígneas y metamórficas), principalmente sin dividir, así como materiales como tobas, coladas de lava y material lahárico. Esta área se traslapa con el paisaje de montañas volcánicas altas de occidente.

En tercera posición en cuanto a la superficie ocupada, están los aluviones del Cuaternario (Qa), que principalmente corresponden a rocas sedimentarias y se encuentran en la parte baja de la cuenca, incluyendo a los paisajes de planicie aluvial de los ríos Naranjo y Ocosito; abanico aluvial de los ríos Cabuz, Petacalapa, Negro e Ixpil; y una porción del relleno lahárico al pie del volcán Tajumulco.

Las rocas volcánicas del Terciario (I) ocupan el 17 % del área y corresponden a rocas plutónicas sin dividir, entre las cuales se pueden encontrar granitos y dioritas. Esta unidad es parte del paisaje de cerros del Tajumulco, principalmente. Por último, en la cabecera de la cuenca se ubican las rocas volcánicas del Terciario (Pzm) (3 %), que también forman parte del paisaje de los cerros del Tajumulco, y corresponden a rocas metamórficas sin dividir, como las filitas, esquistos cloráticos y granáticos, gneis de cuarzo/mica/feldespatos, mármol y migmatitas (Instituto Geográfico Nacional, 1970) (Figura 34).

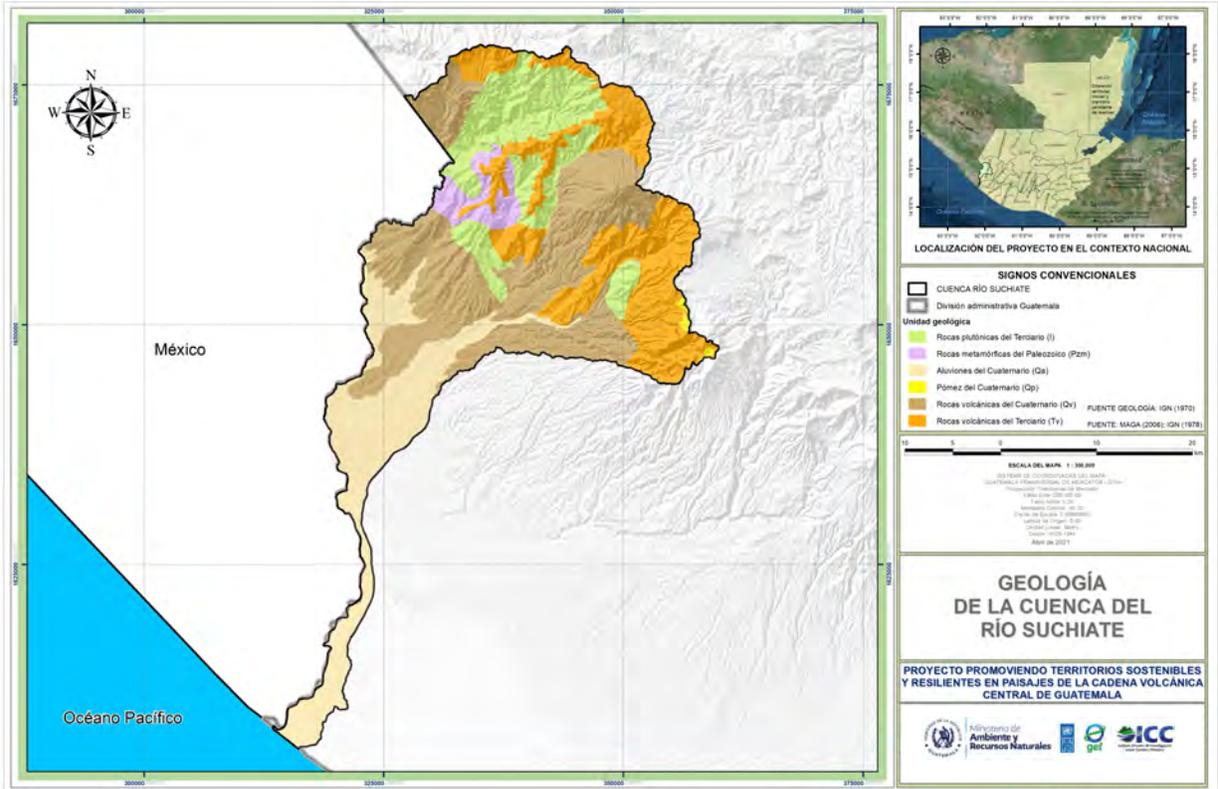


Figura 34. Geología de la cuenca hidrográfica del río Suchiate
Fuente: Instituto Geográfico Nacional (1970).

11 SUELOS

De acuerdo con la clasificación taxonómica de suelos para la República de Guatemala (primera aproximación), el 72 % de la superficie la cuenca hidrográfica del río Suchiate corresponde al orden andisol, principalmente en la parte alta y media de la cuenca (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y Programa de Emergencia por Desastres Naturales, 2005). Los suelos de orden entisol ocupan el 14 % y se ubican en el paisaje del volcán Tajumulco y una porción del abanico aluvial del río Cabuz. Los molisoles se encuentran en el 5 % del área de la cuenca, y se ubican en la parte baja de la cuenca, que corresponde a la planicie aluvial de los ríos Naranjo y Ocosito. Los ultisoles ocupan el 4 % y se localizan en una porción entre el abanico aluvial del río Cabuz y el relleno lahárico al pie del volcán Tajumulco. Por último, están los inceptisoles (3 %) y alfisoles (2 %), los primeros localizados en el abanico aluvial del río Petacalapa y los segundos entre la planicie aluvial de los ríos Naranjo y Ocosito y el abanico aluvial del río Cabuz (Figura 35).

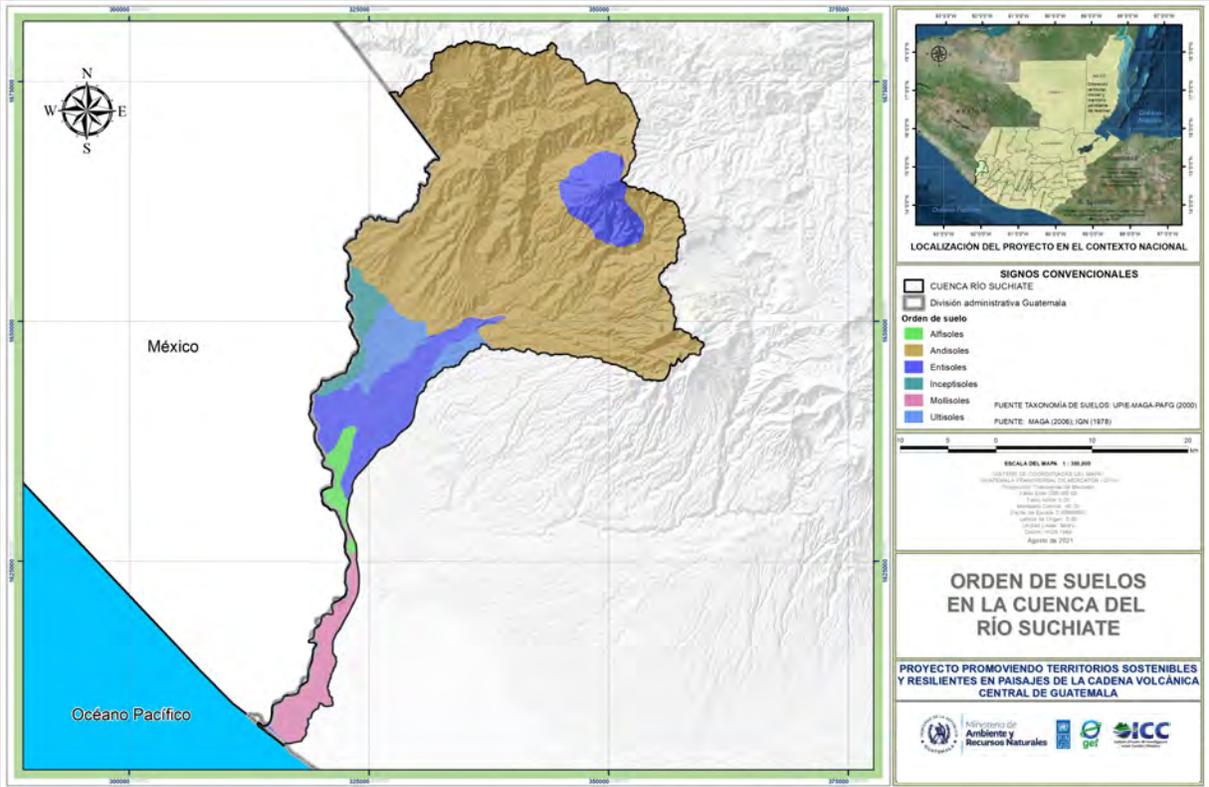


Figura 35. Taxonomía de los suelos (orden) de la cuenca del río Suchiate
Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y Programa de Emergencias por Desastres Naturales (2005).

12 COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA

Según el *Mapa de bosques y uso de la tierra*, al año 2012 la superficie de la cuenca hidrográfica del río Suchiate estaba ocupada por bosques (31.3 %) principalmente en la cabecera de la cuenca; cultivo de café (27.4 %) en la parte alta de la cuenca y en un piso altitudinal inferior de donde se localizaban los bosques; y vegetación arbustiva baja (14.4 %) también localizada en la cabecera de la cuenca. En la parte baja de la cuenca predomina la agricultura anual (9.4 %) entre los municipios de Malacatán, Catarina y Ayutla. También los pastizales (5.8 %) en Catarina y Malacatán, y el cultivo de banano-plátano (3.0 %) en la parte más baja de la cuenca, cubriendo los municipios de Ocosingo y Ayutla (Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra, 2014) (Tabla 4 y Figura 36).

Tabla 4. Usos de la tierra y superficie ocupada en la cuenca del río Suchiate, año 2012

Categoría de uso de la tierra	Área (km²)	Área (%)
Urbano	20.5	2.0
Bosques	325.6	31.3
Zonas húmedas	0.4	0.0
Cuerpos de agua	12.9	1.2
Agricultura anual	97.8	9.4
Pastizales	60.2	5.8
Zonas agrícolas heterogéneas	8.8	0.8
Espacios abiertos, sin o con poca vegetación	13.5	1.3
Cultivos permanentes herbáceos	2.6	0.3
Cultivos permanentes arbóreos	1.5	0.1
Vegetación arbustiva baja (guamil-matorral)	149.9	14.4
Árboles dispersos	0.0	0.0
Banano-plátano	30.8	3.0
Café	284.9	27.4
Hule	17.4	1.7
Palma africana	12.2	1.2
Caña de azúcar	1.5	0.1

Fuente: adaptado de Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra (2014).

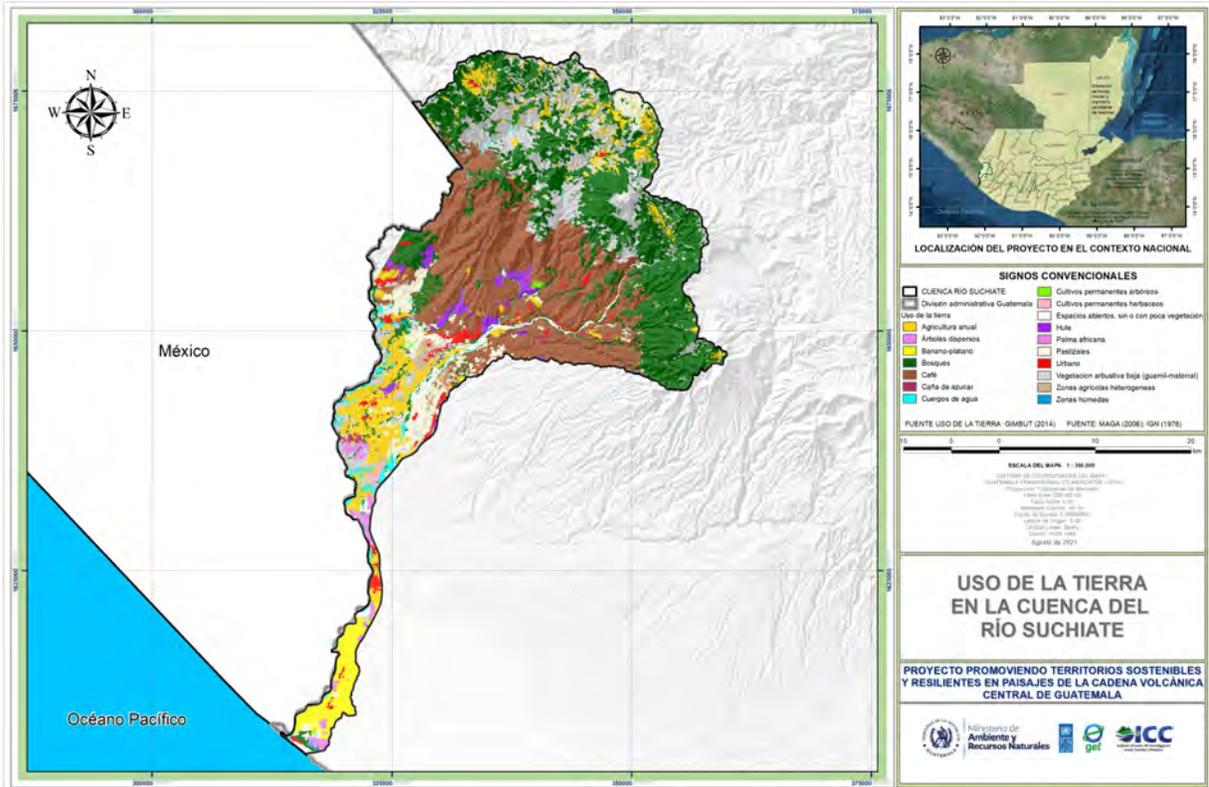


Figura 36. Uso y cobertura de la tierra en la cuenca del río Suchiate, año 2012
Fuente: Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra (2014).

En el año 2020, el uso de la tierra con mayor superficie ocupada en la cuenca correspondió al café (27.85 %); seguido de la cobertura boscosa (26.93%), donde predominó el bosque de coníferas (10.22 %) y el latifoliado (9.14 %). La vegetación arbustiva baja (matorral y/o guamil) representó el 13.22 %, seguida por los granos básicos (maíz y frijol) y los pastos (naturales y cultivados) con el 7.70 % y 6.35%, respectivamente. Las plantaciones forestales (conífera y latifoliadas) y los árboles dispersos sumaron el 0.67 %. En total, los anteriores suman el 82.72 % del área de la cuenca, mientras que el resto de las categorías de uso suman por separado menos del 4 % (Tabla 5 y Figura 37). Esta información fue obtenida a través del procesamiento de datos del mapa publicado por la Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos (Digegr) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) (2021).

Tabla 5. Cobertura vegetal y uso de la tierra en la cuenca del río Suchiate, año 2020

Código y cobertura vegetal y uso de la tierra	Área (%)
1.1.1. Tejido urbano continuo	0.551
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	2.042
1.1.3. Lotificaciones	0.044
1.3.1. Zonas de extracción minera (canteras)	0.002
1.4.2. Instalación deportiva y recreativa	0.047
2.1.1. Granos básicos (maíz y frijol)	7.697
2.1.8. Tabaco	0.210
2.3.1. Pasto cultivado	2.397
2.3.2. Pasto natural	3.950
2.4.3. Huerto	0.434
3.1.1. Bosque latifoliado	9.137
3.1.3. Bosque mixto	7.396
3.1.4. Bosque de manglar	0.178
3.2.2. Árboles dispersos	0.561
3.3.1. Vegetación arbustiva baja (matorral y /o guamil)	13.222
3.4.1. Playas, dunas o arenales	0.807
5.1.1. Río	0.632
1.2.1.1. Agroindustria	0.031
1.2.1.2. Beneficios	0.010
1.2.2.6. Cementerio	0.013
1.2.4.2. Pista de aterrizaje	0.006
2.1.3.2 Otras hortalizas (papa, cebolla, repollo, zanahoria, lechuga y otros)	1.185
2.2.2.1. Café	27.855
2.2.3.1. Palma de aceite	1.537
2.2.3.6. Hule	2.958
2.2.3.7. Aguacate	0.008
2.2.3.8. Mango	0.196
2.2.3.9. Cítricos	0.010
2.4.2.3. Café y macadamia	0.199
3.2.1.2. Plantación de latifoliadas	0.018
2.2.3.10. Macadamia	0.032
2.2.3.11. Rambután	0.012
1.2.2.2. Hospital	0.002
2.2.3.5. Cacao	0.113
2.1.2. Arroz	0.670
2.2.1.1. Banano-plátano	3.757

Código y cobertura vegetal y uso de la tierra	Área (%)
3.1.2. Bosque de coníferas	10.216
3.4.2. Rocoso o lavas	0.159
3.4.3. Espacio con vegetación escasa (tierras desnudas y degradadas)	0.821
2.4.1. Mosaico de cultivos	0.766
4.1.1. Pradera pantanosa	0.028
3.2.1.1. Plantación de coníferas	0.095

Fuente: adaptado de la Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos (2021).

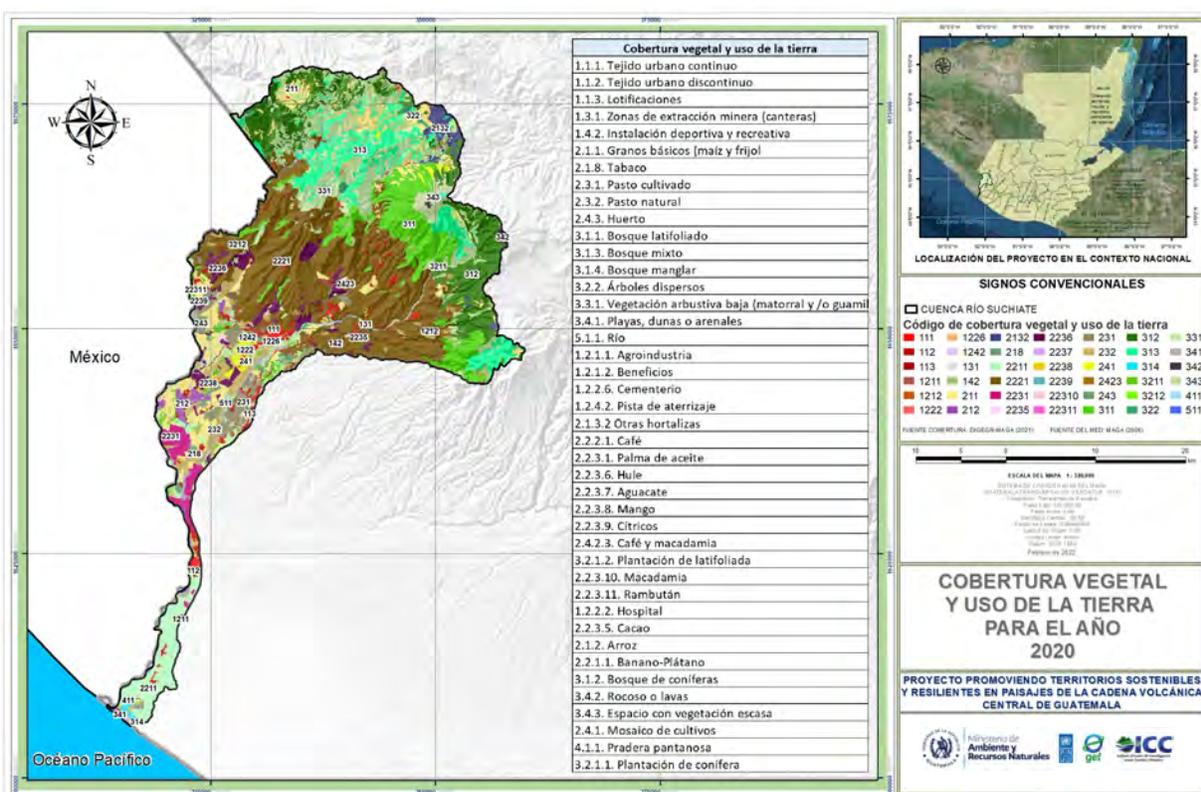


Figura 37. Cobertura vegetal y uso de la tierra en la cuenca del río Suchiate, año 2020

Fuente: Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos (2021).

Para el año 2016, el 29.1 % de la superficie de esta cuenca estaba ocupada por cobertura forestal. Durante el periodo 2010-2016, la dinámica de la cobertura forestal presentó una ganancia del 7.3 % y una pérdida de 5.4 %, y su distribución espacial se localizaba en la cuenca alta (Figura 38).

El presente análisis tomó como base el mapa de cobertura forestal y dinámica de la cobertura forestal para el período 2010-2016, elaborado por el Instituto Nacional de Bosques *et al.* (2019).

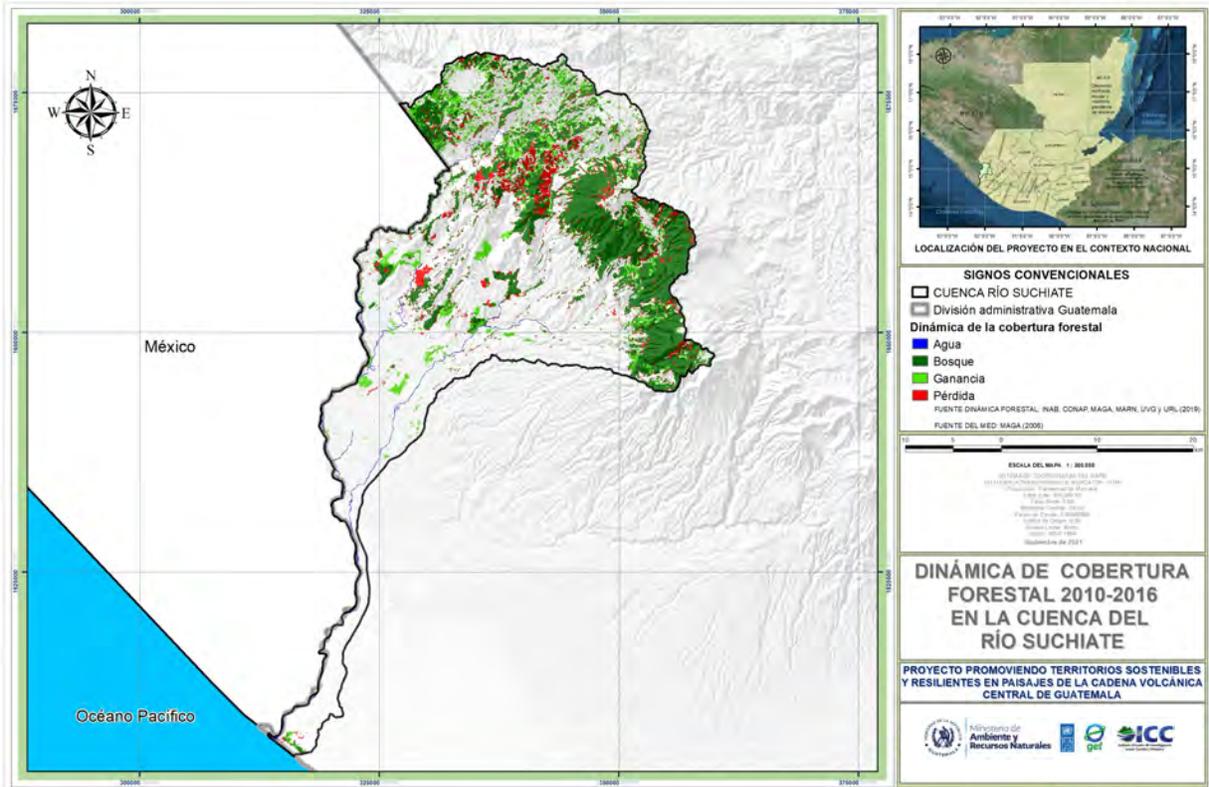


Figura 38. Dinámica de la cobertura forestal en la cuenca del río Suchiate, periodo 2010-2016

Fuente: Instituto Nacional de Bosques *et al.* (2019).

13 CAPACIDAD DE USO DEL SUELO

La mayor parte de la cuenca hidrográfica del río Suchiate (57.6 %) tiene aptitud forestal (producción y protección). El 26.8 % tiene capacidad para el desarrollo de agroforestería y/o sistemas silvopastoriles; y únicamente el 14.5 % presenta aptitud para el desarrollo agrícola (sin limitaciones y con mejoras) (Tabla 6).

La capacidad de uso de la tierra para esta cuenca se estableció con base en la cartografía realizada por la Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad de la Universidad Rafael (2016), bajo el enfoque del Instituto Nacional de Bosques (2000).

Tabla 6. Distribución de la superficie de las categorías de capacidad de uso de la tierra

Símbolo	Categoría de capacidad de uso	Área (%)
A	Agricultura sin limitaciones	9.0
Am	Agricultura con mejoras	5.5
Aa	Agroforestería con cultivos anuales	5.2
Ss	Sistemas silvopastoriles	19.6
Ap	Agroforestería con cultivos permanentes	2.0
F	Tierras forestales de producción	28.1
Fp	Tierras forestales de protección	29.5
Ag	Agua	1.2

Fuente: Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (2016).

Las tierras con aptitud forestal, producción y protección se localizan en la parte alta de la cuenca, donde predominan las pendientes mayores al 30 % y hay presencia de terrenos escarpados. Estas corresponden a los municipios de Tacaná, Ixchiguán, Sibinal, Tajumulco, San Marcos, San Pablo, San Rafael Pie de la Cuesta, Esquipulas Palo Gordo, El Rodeo, El Tumbador y Nuevo Progreso.

Las tierras con aptitud para agroforestería y/o sistemas silvopastoriles se localizan principalmente en el abanico aluvial del río Cabuz y el relleno lahárico al pie del volcán Tajumulco, lo cual corresponde con los municipios El Tumbador, Catarina y Ayutla. Por su lado, las tierras con aptitud agrícola, sin limitaciones y/o con mejoras, se extienden principalmente en la parte baja de la cuenca, entre Ayutla, Ocós y El Tumbador, y en las zonas de la cabecera de la cuenca con pendientes inferiores al 15 % (Figura 39).

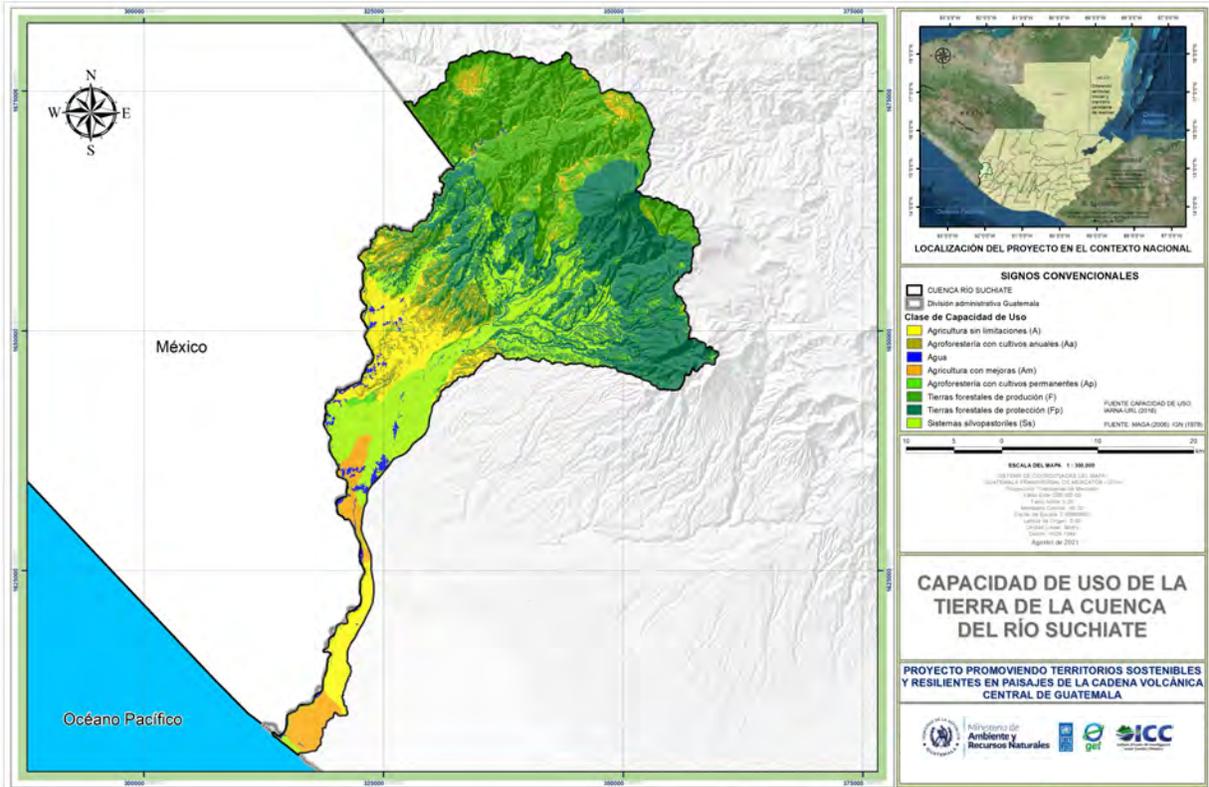


Figura 39. Capacidad de uso de la tierra en la cuenca del río Suchiate según la metodología del INAB

Fuente: Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (2016).

14 INTENSIDAD DE USO DEL SUELO

En la superficie de la cuenca hidrográfica del río Suchiate la mayor parte de las tierras se encuentra en sobreuso (52.5 %), seguidas de las tierras con uso adecuado (39.3 %) y subuso (3.6 %). El resto de la superficie (4.9 %) se refiere a zonas con agua y uso urbano. La dominancia de tierras con sobreuso se debe a que los usos de café, agricultura anual, pastizales y vegetación arbustiva baja se ubican en zonas con aptitud forestal y de sistemas silvopastoriles. Las áreas con uso correcto son aquellas donde hay presencia de bosque y su aptitud es forestal (producción y/o protección) (Figura 40).

La intensidad o conflicto de uso de la tierra para la República de Guatemala se estimó a través del análisis cartográfico⁵ del uso de la tierra al 2012 (Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra, 2014) y la capacidad de uso de la tierra según la metodología del Instituto Nacional de Bosques (2000) (Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2016).

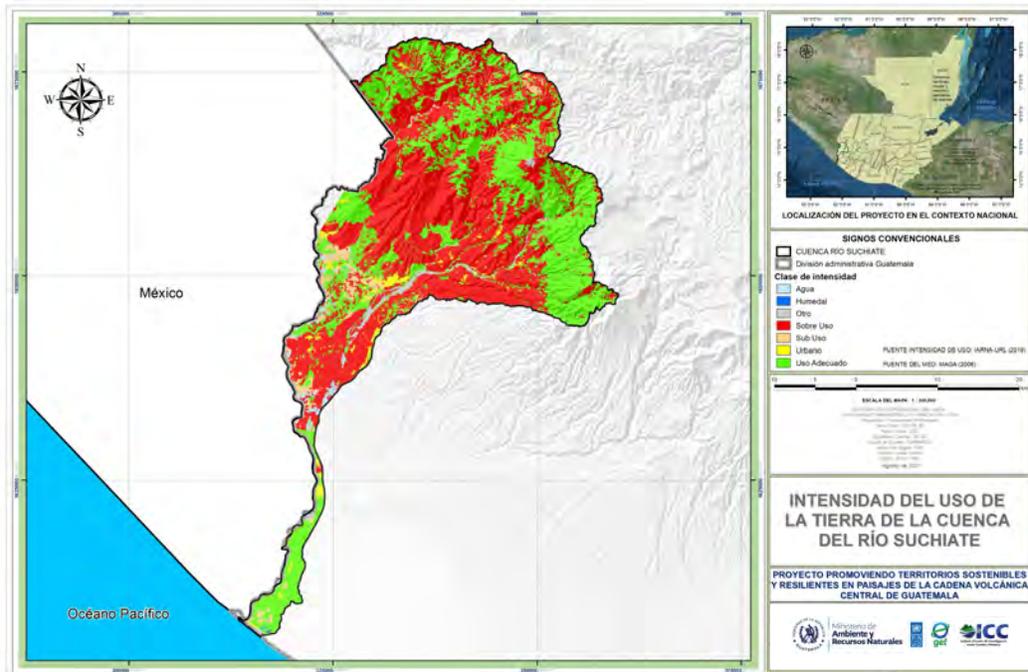


Figura 40. Intensidad de uso de la tierra en la cuenca del río Suchiate

Fuente: Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (2019b).

⁵ El mapa de intensidad de uso considera como sobreuso y subuso aquellas áreas donde existe discrepancia entre el mapa de uso actual y la capacidad de uso. Por ejemplo, el sobreuso ocurre cuando en la misma área existe un uso de mayor intensidad que su capacidad (Richters, 1995). Adicionalmente, los usos en áreas protegidas y en zonas de alta y muy alta recarga hidrológica se clasificaron como adecuados y, en contraste, su ausencia se categorizó como subuso (Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección y Pérez, 2019).

15 EROSIÓN HÍDRICA

Según la estimación de erosión hídrica que realizó el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2021a) utilizando la ecuación universal de pérdida de suelos (USLE, por sus siglas en inglés), la erosión media anual en la cuenca hidrográfica del río Suchiate es de 348 toneladas por hectárea por año (t/ha/año), lo cual se clasifica como muy alta según el criterio de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (1980).

Dentro de los usos de la tierra con tasas de erosión superiores a los 500 t/ha/año están: agricultura anual, árboles dispersos, espacios abiertos y vegetación arbustiva baja que, en conjunto, aportan el 73 % de las pérdidas de suelo o sedimentos en esta cuenca. Esto se debe a que el uso de la vegetación arbustiva baja se localiza en terrenos escarpados, donde las pendientes son superiores al 30 %, incluyendo las faldas del volcán Tajumulco y otras zonas en la cabecera de la cuenca. Por otro lado, la agricultura aporta el 18 % de los sedimentos producidos en la cuenca.

Los usos de café, cultivos permanentes arbóreos, hule y zonas agrícolas heterogéneas tienen tasas de erosión entre los 100 y 500 t/ha/año; y aportan el 17 % de los sedimentos que se generan en la cuenca, donde destaca el café con el 15 %. Por último, se encuentran los cultivos donde la erosión es de 50 y 100 t/ha/año, dentro de los cuales se encuentran el bosque, la caña de azúcar, los cultivos permanentes herbáceos, la palma africana y los pastizales, que aportan el 10 % de los sedimentos.

La mayor parte de la superficie de la cuenca hidrográfica del río Suchiate (37 %) tiene erosión moderada (10-50 t/ha/año); mientras que en el 28 % es muy fuerte (> 200 t/ha/año) y en el 25 % es fuerte (50-200 t/ha/año). El restante 10 % de la cuenca presenta erosión leve o nula (< 10 t/ha/año) (Figura 41).

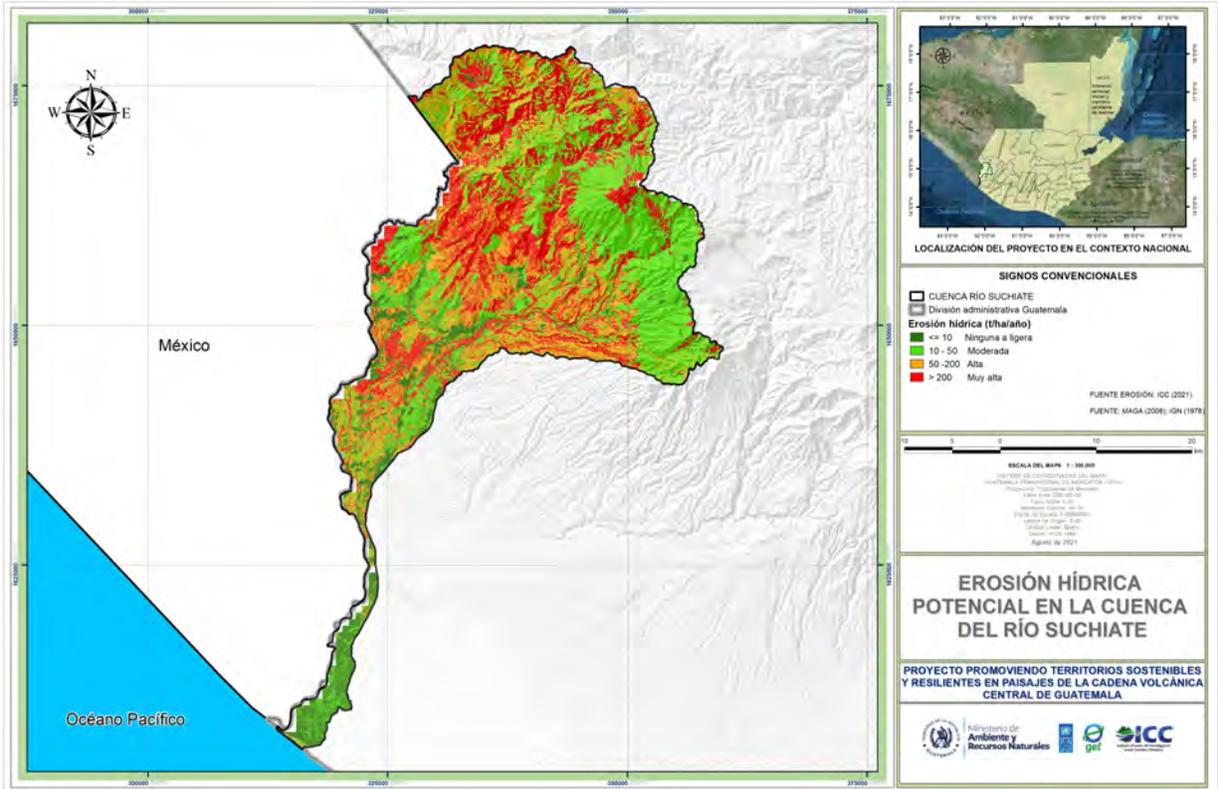


Figura 41. Erosión hídrica potencial en la cuenca del río Suchiate
 Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2021a).

16 ZONAS DE VIDA Y ECOSISTEMAS

Con base en la clasificación de zonas de vida según Holdridge, en la cuenca hidrográfica del río Suchiate existen ocho zonas de vida, de las cuales son mayoritarias (en cuanto a superficie ocupada), las siguientes: bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PMT) (25.0 %) y bosque muy húmedo tropical (bmh-T) (24.3 %). Las que ocupan menos superficie son el bosque húmedo tropical (bh-T), el bosque seco tropical (bs-T) y el bosque pluvial subandino tropical (bp-SAT), este último ubicado en la cima de los volcanes Tacaná y Tajumulco (Tabla 7 y Figura 42) (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2015).

Tabla 7. Distribución por superficie ocupada de las zonas de vida en la cuenca del río Suchiate

Zona de vida	Área (km ²)	Área (%)
Bosque húmedo montano bajo tropical (bh-MBT)	123	11.7
Bosque húmedo tropical (bh-T)	87	8.3
Bosque muy húmedo montano tropical (bmh-MT)	159	15.2
Bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PMT)	261	25.0
Bosque muy húmedo tropical (bmh-T)	255	24.3
Bosque seco tropical (bs-T)	53	5.1
Bosque muy húmedo montano bajo tropical (bmh-MBT)	109	10.4
Bosque pluvial subandino tropical (bp-SAT)	3	0.3

Fuente: Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (2015).

El bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PMT) se extiende desde los 63 hasta los 2188 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m). Con base en su balance hídrico climático, es un ecosistema que produce excedentes de agua. Su temperatura y precipitación pluvial media anual son de 21.44 °C y 3380 mm, respectivamente (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2018). Algunas de las especies de flora presentes son: *Pinus maximinoi*, *Pinus oocarpa*, *Pinus tecunumanii*, *Podocarpus guatemalensis*, *Pourouma bicolor*, *Psychotria elata*, *Quercus corrugata*, *Quercus peduncularis*, *Quercus purulhana*, *Quercus sapotifolia*, *Inga leptaloba*, *Juniperus comitana*, *Liquidambar styraciflua*, *Myrica cerifera*, *Pachyrrizus erosus*, *Pinus caribaea*, entre otras (Instituto Nacional de Bosques, 2001).

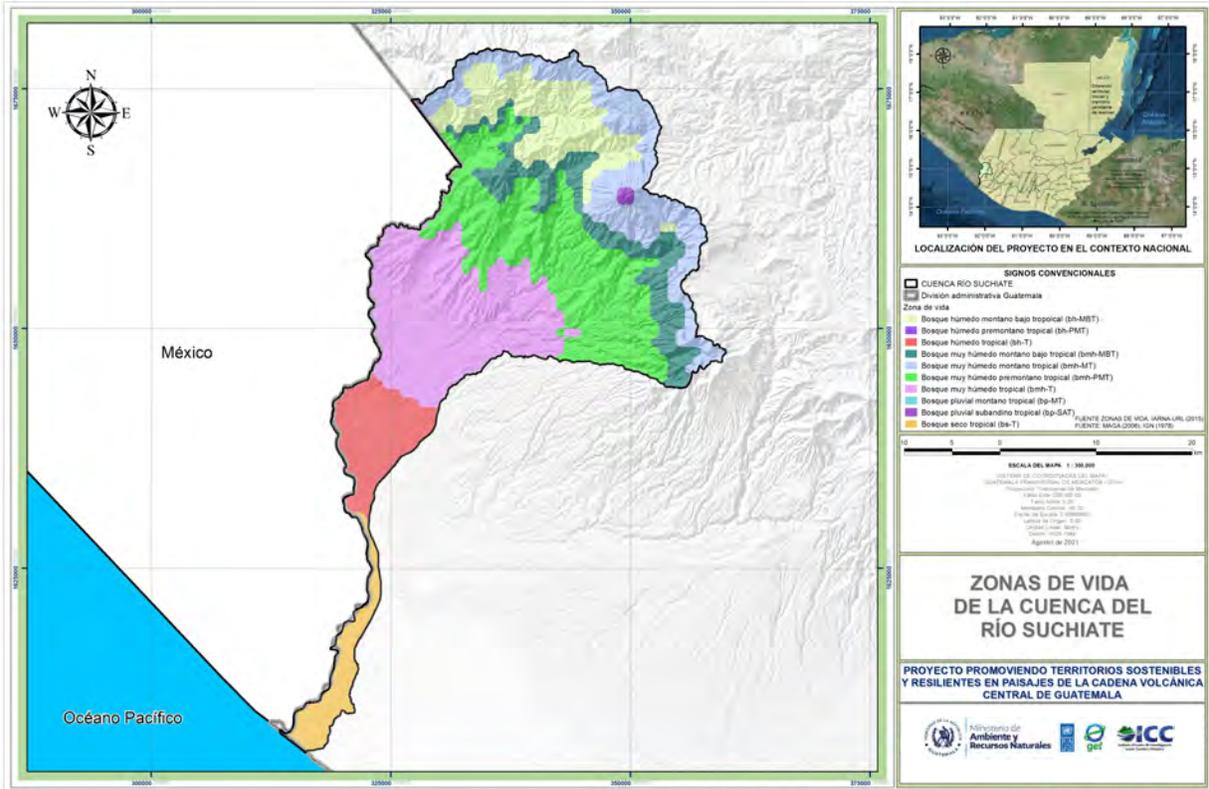


Figura 42. Zonas de vida de la cuenca del río Suchiate según el sistema de clasificación de Holdridge
Fuente: Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (2015).

El bosque muy húmedo tropical (bmh-T) comprende elevaciones desde 0 hasta 1003 m s.n.m. El balance hídrico climático muestra que existen excedentes de agua, considerando que su relación de evapotranspiración potencial y precipitación pluvial es de 0.42. La lluvia y la temperatura media anual son de 3583 mm y 25.3 °C, respectivamente (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2018). Entre las especies de flora que se pueden encontrar están: *Astronium graveolens*, *Bactris trichophylla*, *Bourreria oxyphylla*, *Brosimum allicastrum*, *Bursera simaruba*, *Calophyllum brasiliense*, *Cedrela odorata*, *Ceiba pentandra*, *Chrysobalanus icaco*, *Aspidosperma cruentum*, *Chrysophyllum mexicanum*, *Coccoloba schiediana*, *Cochlospermum vitifolium*, *Cordia gerescanthus*, *Cupania belizensis*, *Dalbergia ecastaphyllum*, *Desmonchus orthacantos*, *Dialium guianensis*, *Dracaena americana*, entre otras (Instituto Nacional de Bosques, 2001).

El bosque muy húmedo montano tropical (bmh-MT) se puede encontrar en elevaciones comprendidas entre los 1943 y 3960 m s.n.m. También es un

ecosistema productor de excedentes de agua, según su balance hídrico climático (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2018). La precipitación pluvial media anual es de 1468 mm. Su temperatura media anual es de 10.40 °C. Algunas de las especies de flora en esta zona de vida son: *Cavendishia guatemalensis*, *Ceanothus coeruleus*, *Cestrum aurantiacum*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Clethra suaveolens*, *Cleyera theaeoides*, *Coriaria thymifolia*, *Cuphea cyanea*, *Cupressus lusitanica*, *Abies guatemalensis*, *Acaena elongata*, *Alnus jorullensis*, *Alsophila salvinii*, *Arbutus xalapensis*, *Arctostaphylos pyrifolia*, *Baccharis vaccinioides*, *Billia hippocastanum*, *Buddleia nitida*, entre otras (Instituto Nacional de Bosques, 2001).

El bosque pluvial subandino tropical (bp-SAT) se ubica en la cima de los volcanes Tajumulco y Tacaná a una altitud media de 3178 m s.n.m. Según su balance hídrico climático, es un alto productor de excedentes de agua (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2018). Su precipitación pluvial y temperatura media anual equivalen a 1812 mm y 6.45 °C, respectivamente. Algunas especies frecuentes de flora son: *Juniperus standleyii*, *Pinus hartwegii*, *Ranunculus geoide*, *Valeriana prionophylla*; así como los géneros *Cirsium*, *Lupinus*, *Saxifraga*, *Sedum*, *Senecio*, *Stipa* y *Werneria* (Instituto Nacional de Bosques, 2001).

17 BIODIVERSIDAD Y ÁREAS PROTEGIDAS

Según el registro de la base de datos del Sistema Nacional de Información sobre Diversidad Biológica de Guatemala (2021), durante el periodo 2010 a 2021, se cuantificaron más de diez mil avistamientos de flora y fauna en la cuenca del río Suchiate, de los cuales predominaron las de fauna (99.9 %). De las 420 especies de fauna observadas, el 31 % corresponde a avifauna, el 33 % a insectos, y el resto se distribuye en mamíferos, anfibios y reptiles (Figura 43). Destaca una concentración de observaciones en la cabecera de la cuenca, en el municipio de Esquipulas Palo Gordo, donde predomina la cobertura boscosa.

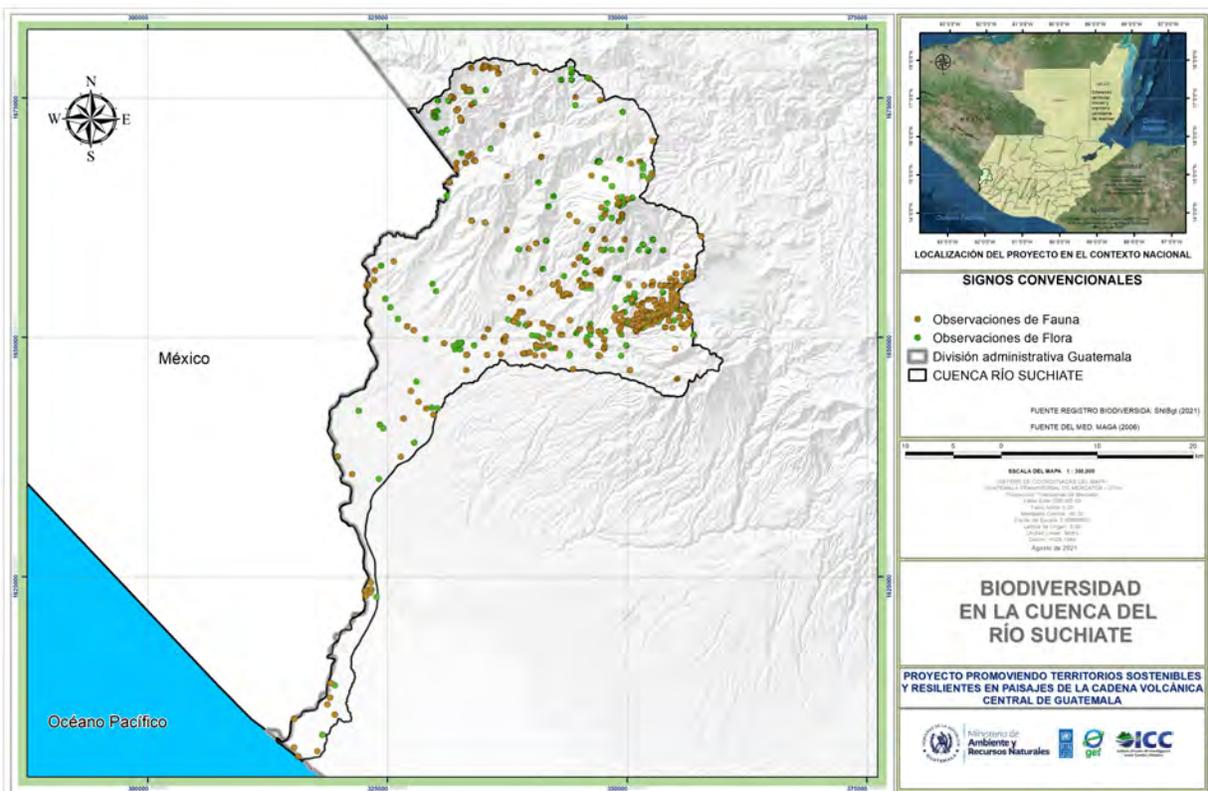


Figura 43. Biodiversidad en la cuenca del río Suchiate según el Sistema Nacional de Información sobre Diversidad Biológica

Fuente: Sistema Nacional de Información sobre Diversidad Biológica de Guatemala (2021).

El 15 % de la extensión territorial de la cuenca del río Suchiate corresponde a áreas protegidas, que son sitios ideales para la conservación y protección de la biodiversidad. La mayor parte de estas áreas están dentro de la categoría de zonas de veda definitiva (79 %) de los volcanes Tacaná y Tajumulco; seguidas de los parques regionales municipales (17 %), dentro de los cuales se pueden mencionar los astilleros municipales de San Pedro Sacatepéquez y

San Marcos, Esquipulas Palo Gordo, así como los parques de San Rafael Pie de la Cuesta y Sibinal. Por último, el 4 % corresponde a las reservas privadas Australia y La Igualdad (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2020) (Figura 44).

La zona de veda definitiva del volcán Tacaná es hábitat de la especie endémica pavo de cacho (*Oreophasis derbianus*), de la chacha negra (*Penelopina nigra*) y de salamandras de la familia Plethodontidae. En cuanto a flora endémica destaca la presencia de las especies *Pscaliopsis púdica*, *Bidens nana* y *Gentiana pumilio*, así como del pinabete (*Abies guatemalensis*). Se reportan 183 especies de flora y fauna que se incluyen en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), y setenta especies con algún tipo de amenaza con base en la Lista de Especies Amenazadas (LEA) (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2020).

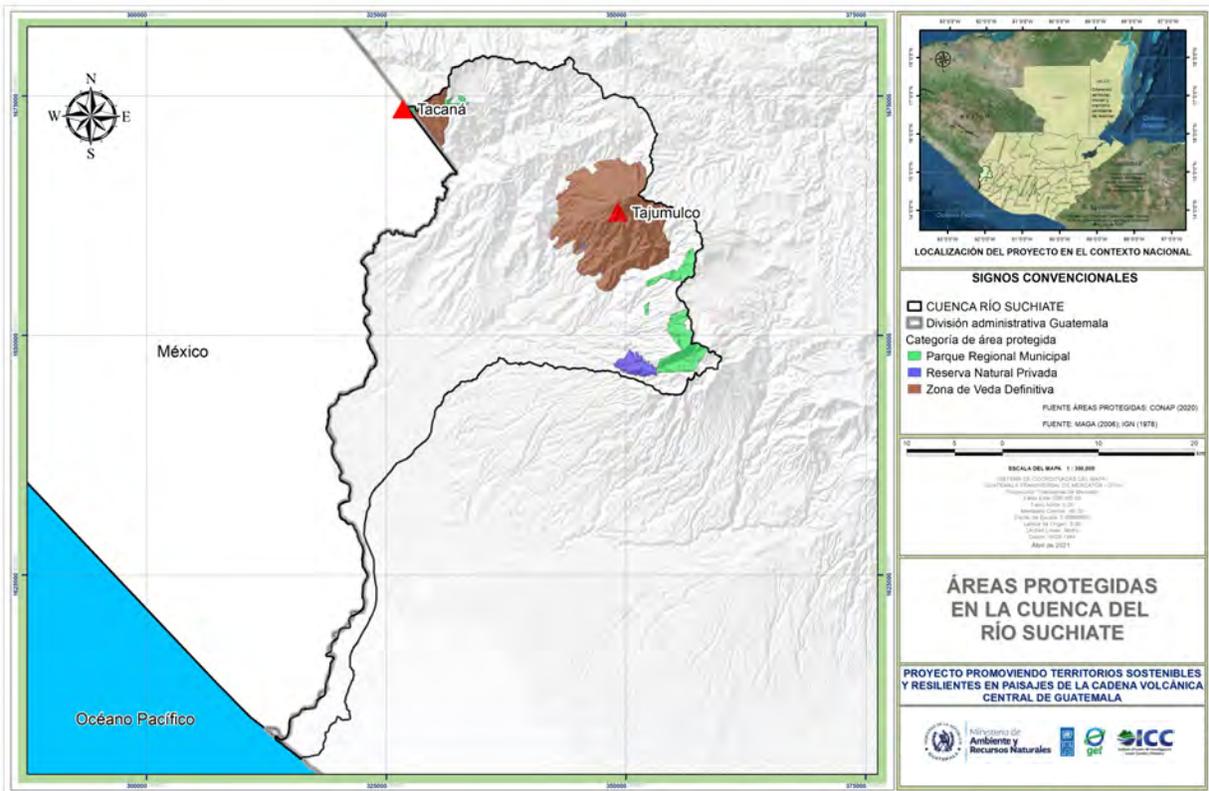


Figura 44. Áreas protegidas en la cuenca del río Suchiate
Fuente: Consejo Nacional de Áreas Protegidas (2020).

18 RIESGO

18.1 Deslizamientos

El 34 % de la superficie de la cuenca hidrográfica del río Suchiate presenta algún tipo de riesgo por deslizamientos, según lo muestra el mapa que se realizó tomando como referencia la tormenta tropical Agatha, ocurrida en mayo de 2010 (Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y El Caribe y Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio, 2010). En la cabecera de la cuenca se localizan las áreas de riesgo por deslizamientos, donde se cuantifican 165 lugares poblados ubicados en los municipios de Catarina, El Tumbador, Esquipulas Palo Gordo, Ixchiguán, Malacatán, San Lorenzo, San Marcos, San Pablo, San Pedro Sacatepéquez, San Rafael Pie de la Cuesta, Sibinal y Tajumulco. El 71 % de estos poblados se concentra en Tajumulco, Sibinal y San Rafael Pie de la Cuesta (Figura 45).

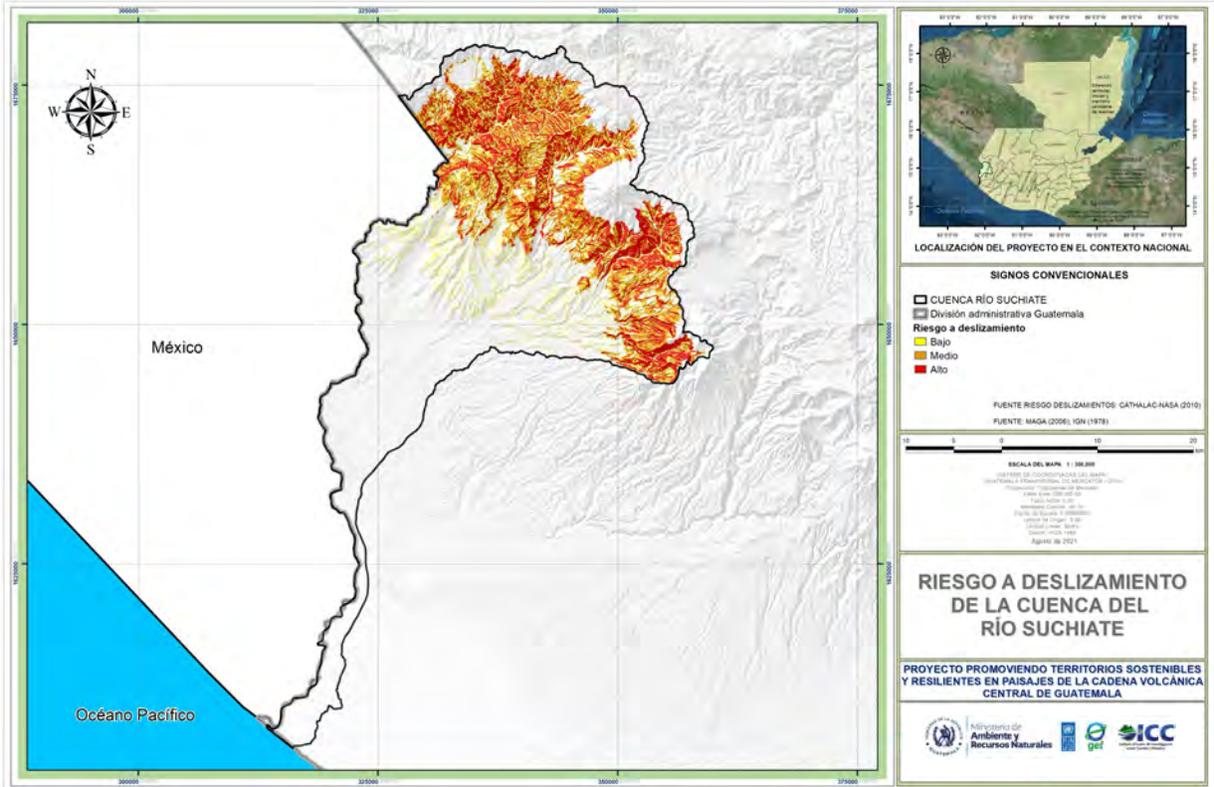
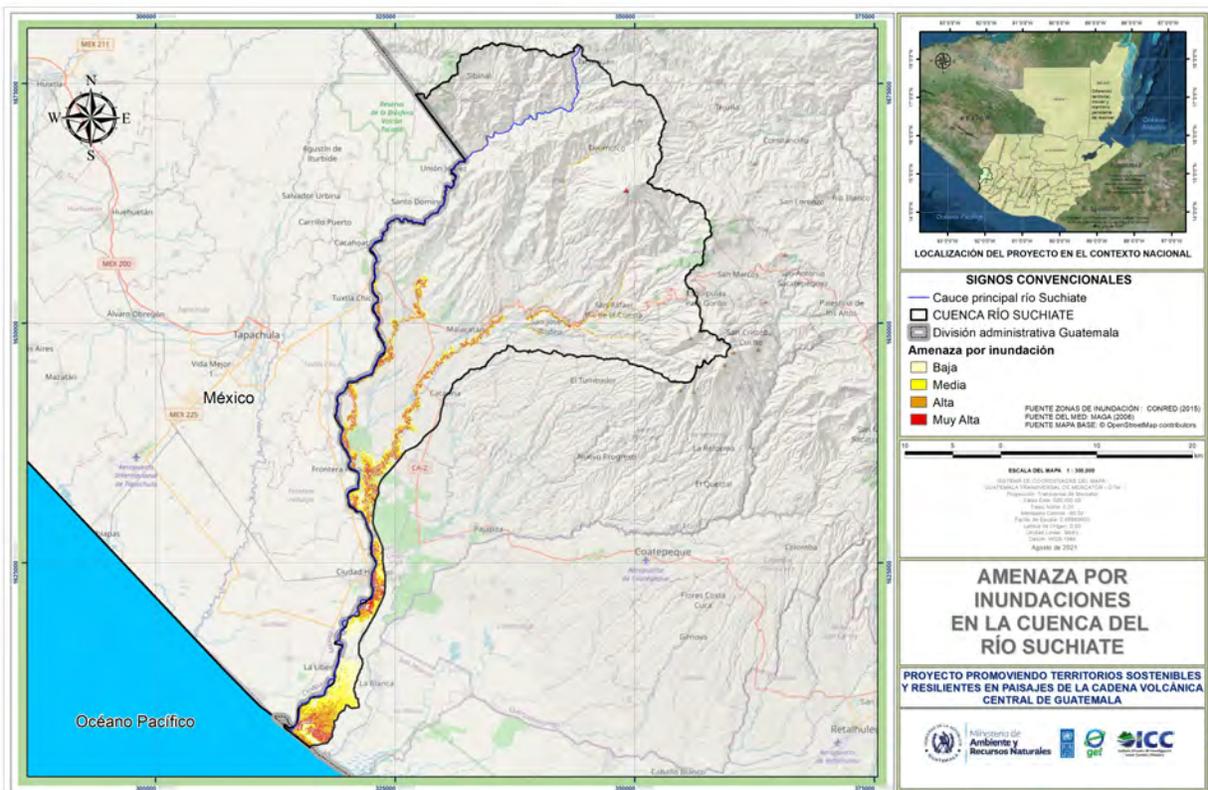


Figura 45. Riesgo a deslizamientos en la cuenca del río Suchiate
Fuente: Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe y Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (2010).

18.2 Inundaciones

El mapa de amenaza por inundaciones realizado por la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (2015), muestra que las principales zonas con esta amenaza dentro de la cuenca hidrográfica del río Suchiate se localizan en la parte baja, casi en la totalidad de la superficie ubicada dentro de la cuenca de los municipios de Ocosingo y Ayutla. También establece que la zona de riesgo se ubica en la franja ribereña de los ríos Suchiate, Cabuz y Petacalapa. En total existen 57 lugares poblados bajo esta amenaza, de los cuales la mayoría pertenecen a Ayutla (32 %), Malacatán (26 %) y Ocosingo (25 %). El 18 % restante se distribuyen en los municipios de San Rafael Pie de la Cuesta, El Rodeo y Catarina (Figura 46).



18.3 Amenazas volcánicas

En la cuenca hidrográfica del río Suchiate están presentes dos volcanes, el Tajumulco y el Tacaná, este último se encuentra en el límite internacional entre Guatemala y México y se considera como un volcán activo y uno de los más peligrosos para el país vecino, considerando que habitan más de 300 mil

personas en un radio de 35 kilómetros desde su cráter (Macías, 2005; Macías *et al.*, 2018). Las últimas tres erupciones de este volcán ocurrieron en 1881, 1949 y 1986 (Macías, 2005; Smithsonian Institute Global Volcanism Program, 2021). Esta última produjo daños en las construcciones de Ixchiguán y produjo columnas de gases y agua de hasta 1 kilómetro de altura (Macías, 2005). Sin embargo, otros autores lo consideran como un volcán inactivo (Vázquez *et al.*, 2019).

Según Nieto-Torres *et al.* (2021), el volcán Tacaná tiene las mayores calificaciones de amenaza, exposición y vulnerabilidad del *ranking* de riesgo volcánico de los volcanes de México, junto con el Popocatepetl y el Colima. De acuerdo con el mapa de amenazas volcánicas de este volcán (Vázquez *et al.*, 2021), la caída de ceniza en la zona de mayor probabilidad (80 %) puede superar los 100 kg/m² de ceniza, lo que significaría una altura de más de 10 cm de ceniza en la superficie, con producción de lahares de hasta 0.025 km³ (Figura 47).

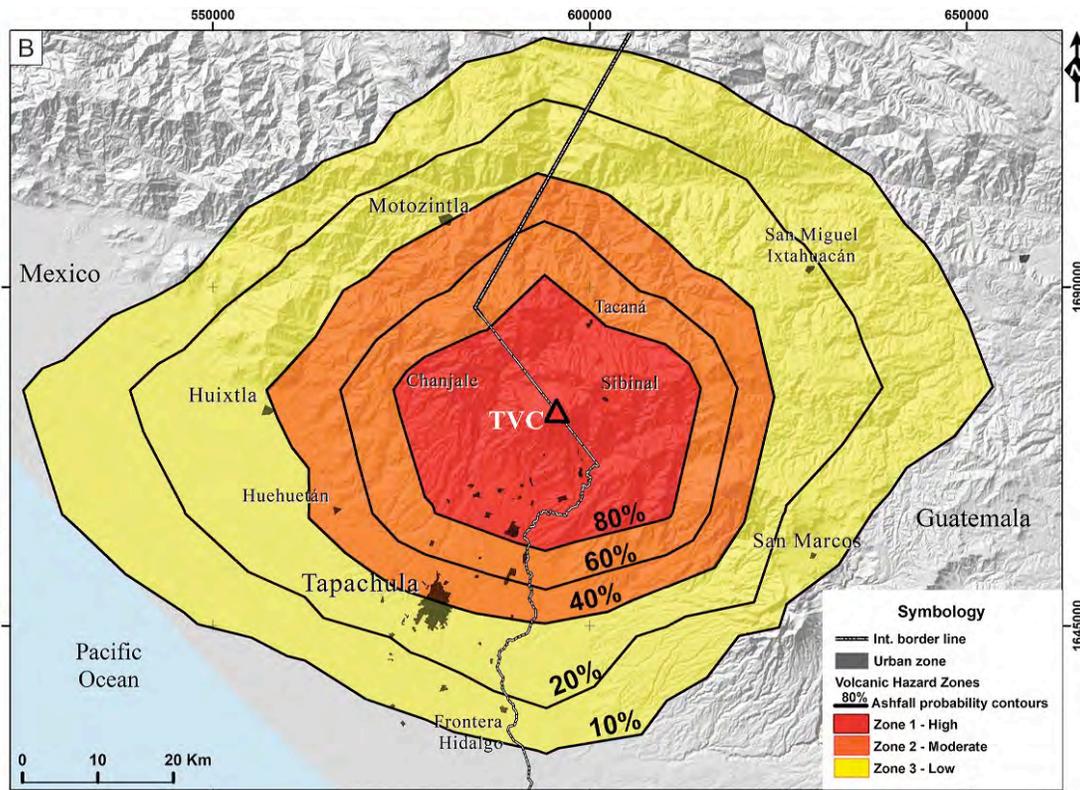


Figura 47. Probabilidad de contorno para el riesgo de caída de ceniza de 100 kg/m² del volcán Tacaná

Fuente: tomado de Vázquez *et al.* (2021, p. 9).

Se sugiere que el descenso de lahares llegaría 50 kilómetros aguas abajo a través de los ríos Coatán, Cahoacán y Suchiate, además de inundar principalmente a centros poblados de México. El mapa de amenaza integrada

muestra que, si el domo volcánico colapsara, se formaría una zona de alto riesgo (color rojo) por la caída de bloques y cenizas. Además, se establecerían zonas de inundación provocadas por el descenso de lahares, lo cual, si sucediera en época seca o lluviosa, produciría un volumen de 0.030 km³ y 0.045 km³, respectivamente; con una concentración del 50 % de sedimentos del volumen (Figura 48). Vázquez *et al.* (2021) consideran que el inicio de la actividad eruptiva podría ser catastrófico, debido a las pérdidas humanas, en cultivos y en los sistemas de comunicación del área de influencia entre Guatemala y México.

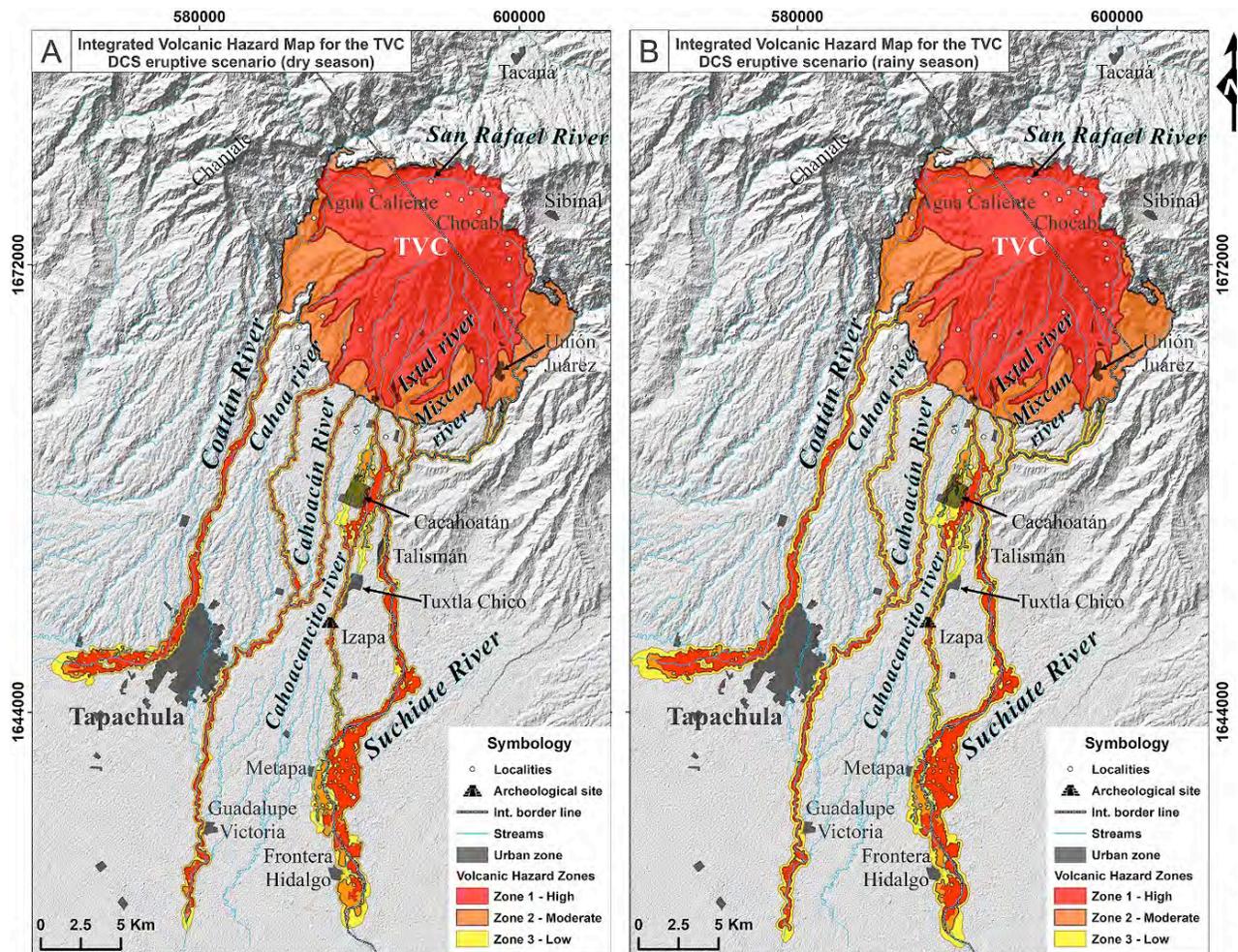


Figura 48. Mapa integrado de amenaza volcánica ante un escenario de colapso del domo volcánico: (a) Considerando que el evento suceda en época seca, (b) Considerando que el evento suceda en época lluviosa

Fuente: Tomado de Vázquez *et al.* (2021, p. 9).

18.4 Sequía

En el 86 % de la superficie de la cuenca hidrográfica del río Suchiate (parte media y alta) la amenaza por sequía es principalmente muy baja. En la cuenca baja son frecuentes las categorías de amenaza mediana-baja (6 %), baja (3 %), media (1 %), alta (1 %) y muy alta (3 %) (Figura 49). La dominancia de amenaza muy baja se debe a la alta presencia de ecosistemas con excedentes de agua según su balance hídrico climático.

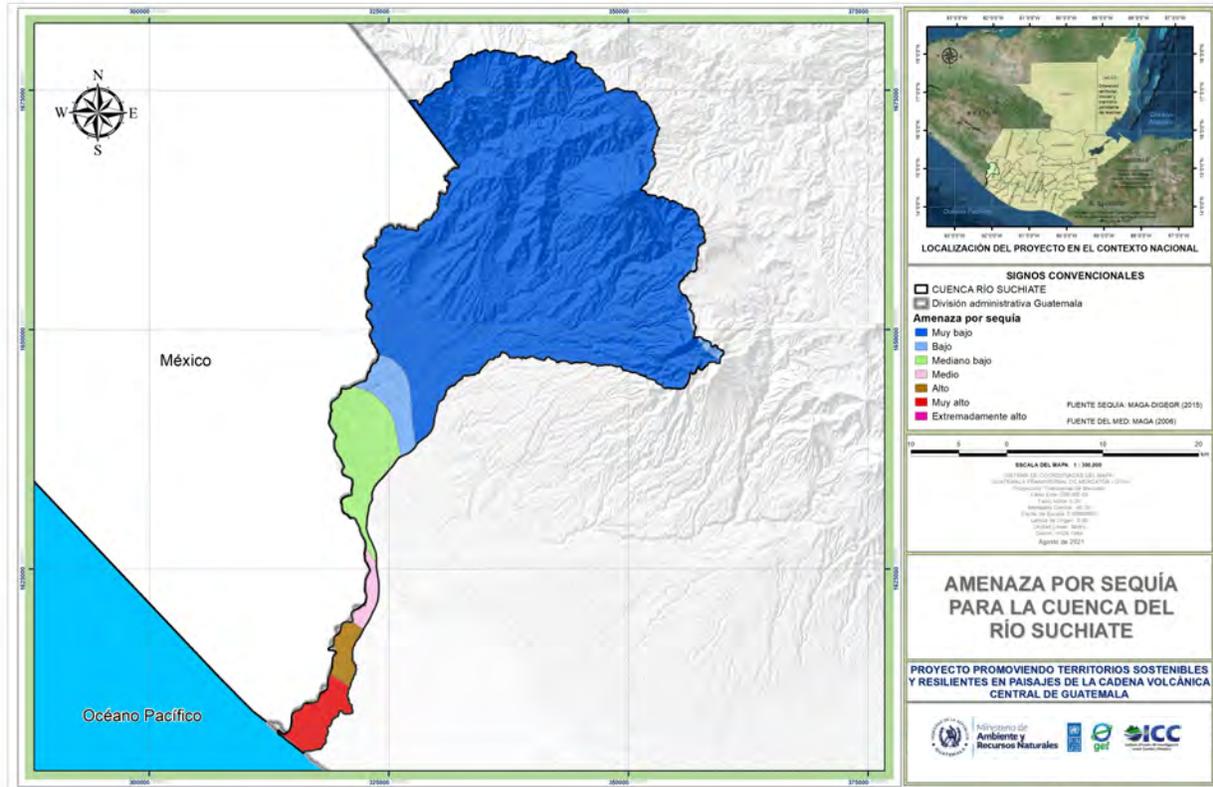


Figura 49. Amenaza por sequía en la cuenca del río Suchiate
Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (2015).

18.5 Vulnerabilidad sistémica

La vulnerabilidad sistémica considera las cuatro dimensiones del sistema socioecológico, que son la social, natural, económica e institucional (Gallopín 2006). Con dicha base, y a raíz de una serie de indicadores establecidos por Pérez y Gálvez (2020), la Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (2019d), elaboró el mapa sobre esta temática para Guatemala.

Según dicho mapa, la mayor parte de la superficie de la cuenca hidrográfica del río Suchiate (55 %) presenta una vulnerabilidad sistémica alta (parte media y alta), donde sobresale el municipio de Tajumulco. En el 30 % de la cuenca la vulnerabilidad es media, desde su parte más baja hasta los municipios ubicados en su cabecera como Ixchiguán (Figura 50).

Por otro lado, en el 50 % de los 16 municipios con área dentro de la cuenca, la mayor proporción de la superficie tiene vulnerabilidad alta, estos son: Tacaná, Ixchiguán, Sibinal, Tajumulco, San Pablo, El Rodeo, El Tumbador y Catarina. Mientras que en el 38 % de los municipios, la mayor parte de su área tiene vulnerabilidad media, dentro de los que se encuentran Malacatán, San Rafael Pie de la Cuesta, Nuevo Progreso, La Reforma, Ayutla y Ocosingo. En el resto de los municipios (13 %) la mayor proporción de su superficie tiene vulnerabilidad baja.

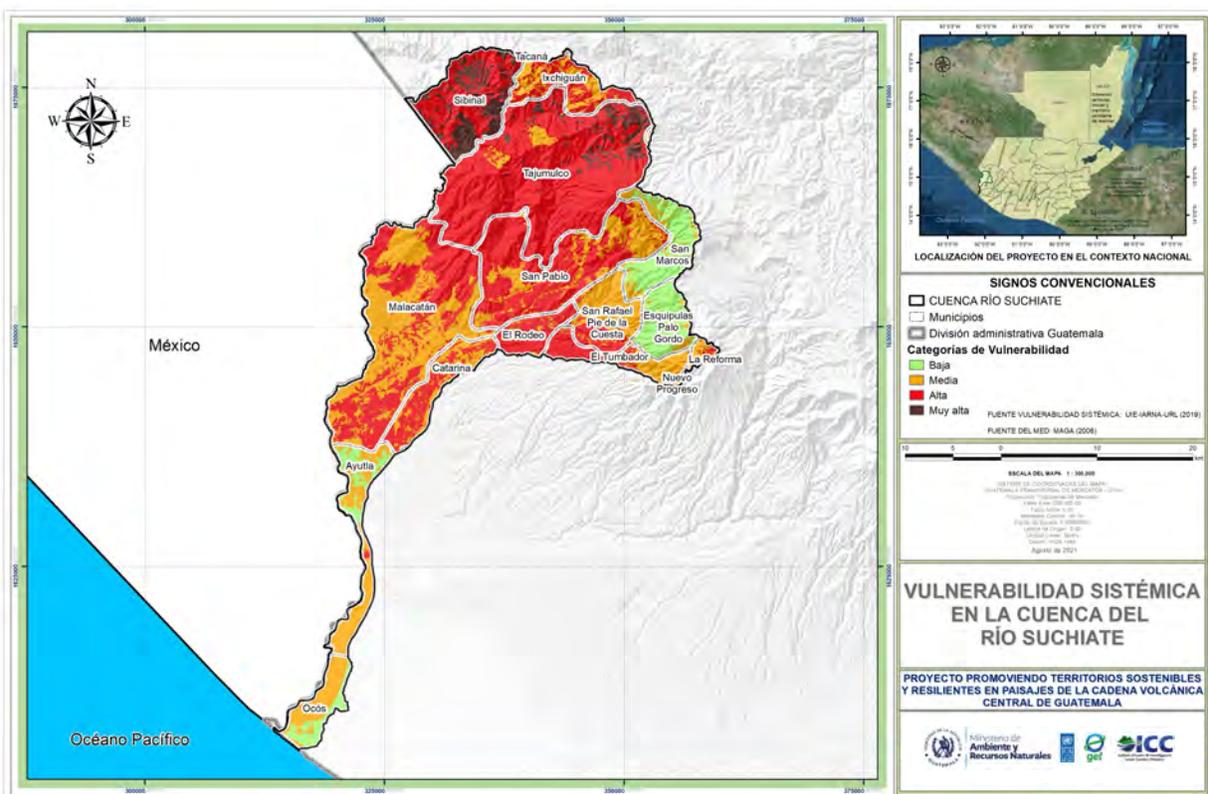


Figura 50. Vulnerabilidad sistémica en la cuenca del río Suchiate

Fuente: Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (2019b).

18.6 Amenazas climáticas

El mapa de amenazas climáticas de la República de Guatemala (Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad 2019a) define las siguientes categorías: (a) baja o nula, que corresponde a la ausencia de amenazas, (b) media, que se debe a las heladas, (c) alta, debida a la ocurrencia de deslizamientos, inundaciones o sequía, y (d) muy alta, por la presencia de dos o más amenazas de las anteriores.

La mayor proporción de la superficie de la cuenca hidrográfica del río Suchiate se encuentra afecta a amenazas climáticas dentro de la categoría alta (38 %), seguida de las categorías baja o nula (32 %), media (19 %) y muy alta (11 %).

En el 38 % de los 16 municipios presentes en la cuenca hidrográfica del río Suchiate, la mayor parte de su superficie se encuentra bajo amenaza alta, entre ellos están: San Pablo, San Rafael Pie de la Cuesta, Esquipulas Palo Gordo, El Tumbador, Catarina y Ayutla. En el 25 % la categoría es principalmente media (Tacaná, Ixchigán, Sibinal y San Marcos). Y con igual número de municipios se encuentran aquellos donde la mayor parte de su área está bajo amenaza nula y muy alta (Figura 51).

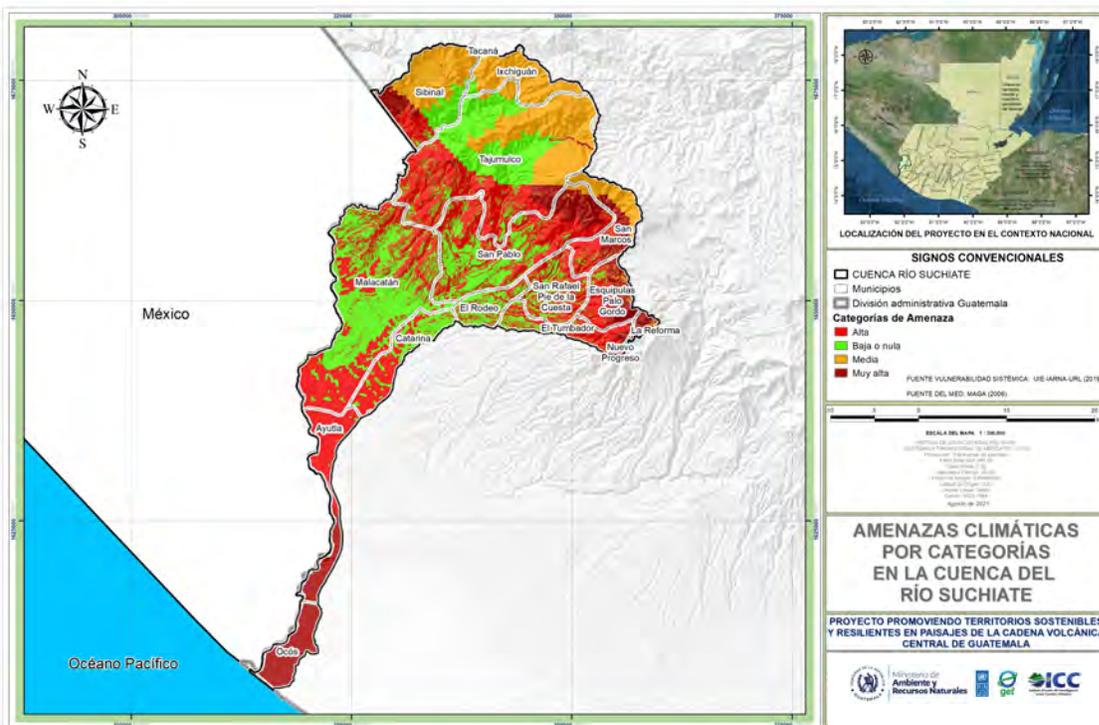
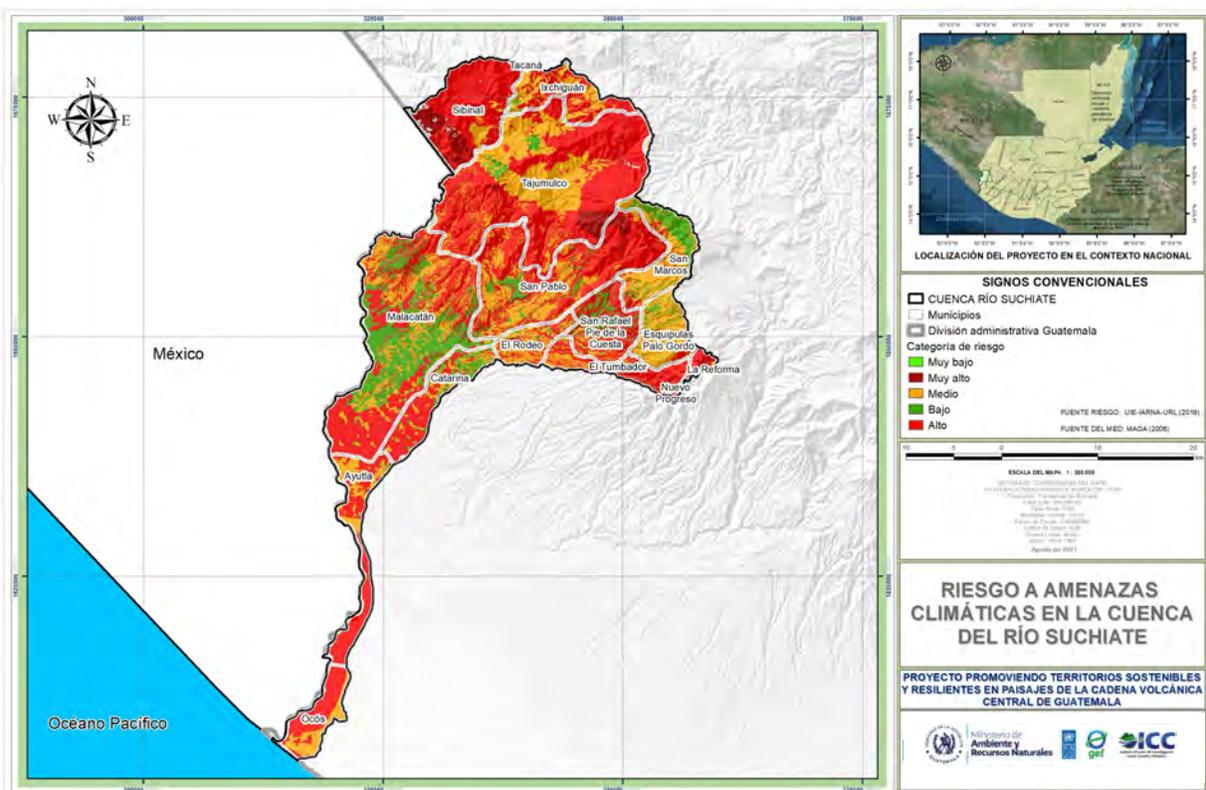


Figura 51. Amenazas climáticas por categorías en la cuenca del río Suchiate
Fuente: Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (2019a).

18.7 Riesgo a amenazas climáticas

El riesgo se definió con base en el producto de las amenazas climáticas por categoría y la vulnerabilidad sistémica, acorde al mapa de riesgo a amenazas climáticas de Guatemala (Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2019c). Por ejemplo, el producto entre una vulnerabilidad muy baja y una amenaza muy alta resulta en un riesgo a amenazas climáticas.

Con base en dicha información, se determinó que en el 55 % de la superficie de la cuenca hidrográfica del río Suchiate predomina la categoría de riesgo alto (desde su parte baja hasta su cabecera) y en el 19 % la media. En el 81 % de los municipios la mayor proporción de su superficie tiene riesgo alto, mientras que en el restante 19 % el riesgo es principalmente medio (San Marcos, Esquipulas Palo Gordo y El Rodeo) (Figura 52).



18.8 Riesgo a desastres

El riesgo a desastres para Guatemala se calculó con base en la metodología del índice para la gestión de riesgo (*Inform*, por sus siglas en inglés) de acuerdo al marco metodológico planteado por las Naciones Unidas y la Unión Europea (De Groeve *et al.*, 2014). En el caso nacional, el estudio estuvo a cargo del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia *et al.*, (2018). Este índice considera 29 indicadores contenidos en seis categorías (socioeconómica, natural, humana, grupos vulnerables, infraestructura e institucional) y tres dimensiones (peligro y exposición, vulnerabilidad y falta de capacidad de respuesta).

El índice de peligro y exposición promedio de la cuenca hidrográfica del río Suchiate es de categoría media (5.6). Al discretizar la cuenca entre las categorías, se muestra que el 62.5 % del territorio tiene un índice medio, 23.3 % alto, 5.1 % bajo, 4.7 % muy alto y 4.4 % muy bajo. En cuanto a los municipios ubicados dentro de la cuenca, el 56 % tiene un índice medio, 19 % bajo, 13 % alto, y por igual 6 % para muy alto (San Marcos) y muy bajo (Ixchiguán) (Figura 53).

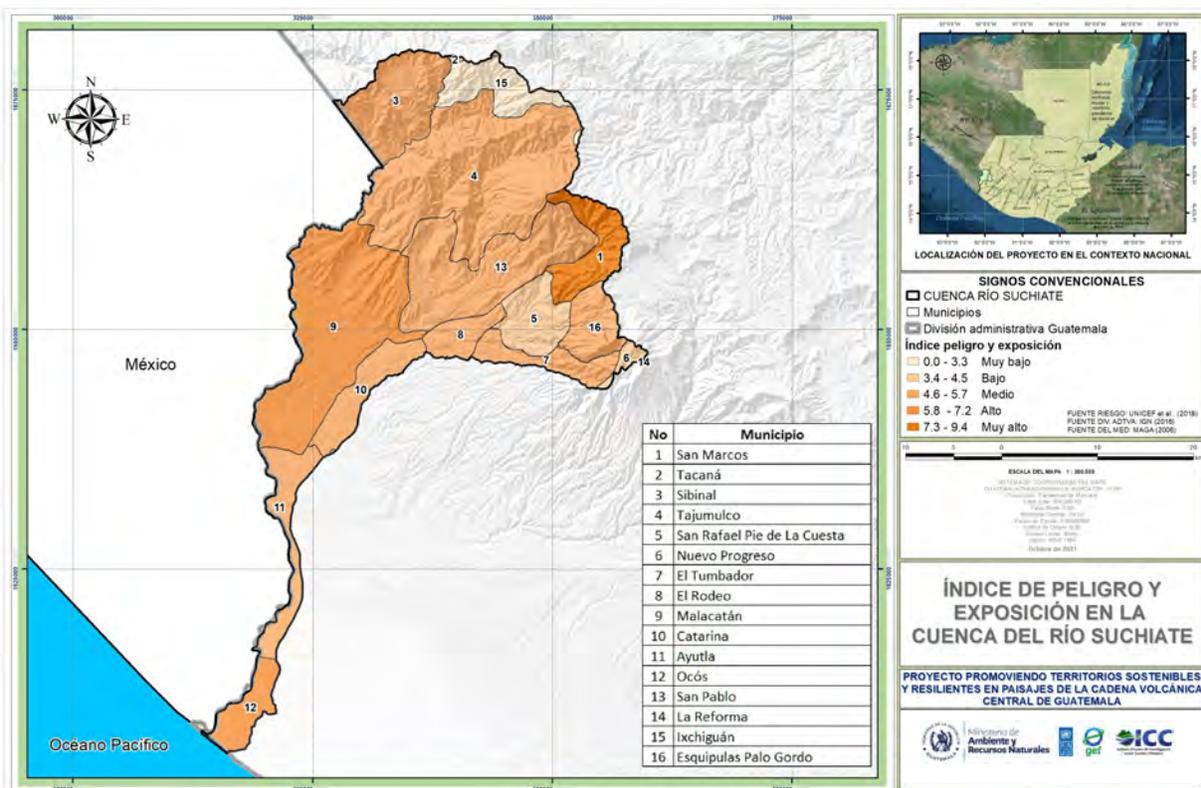


Figura 53. Índice de peligro y exposición a desastres para la cuenca del río Suchiate

Fuente: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia *et al.* (2018).

El índice de vulnerabilidad promedio en esta cuenca es de 4.3, por lo tanto, es de categoría media. En el 40.0 % de la superficie de esta cuenca el índice de vulnerabilidad es medio, en el 38.7 % es alto, en el 16.9 % es bajo y en el 4.4 % es muy bajo. Entre los municipios con mayor vulnerabilidad están El Rodeo, Tacaná, Ixchiguán, Sibinal y Tajumulco; que representan el 31.3 % de los municipios ubicados dentro de la cuenca. Por otro lado, Ayutla, Ocós, Nuevo Progreso, San Marcos, San Rafael Pie de La Cuesta y Catarina representan el 37.5 %. Los municipios con mayor vulnerabilidad están localizados al norte y en la cabecera de la cuenca, mientras que los de menor vulnerabilidad están en la parte baja y hacia el este de esta (Figura 54).

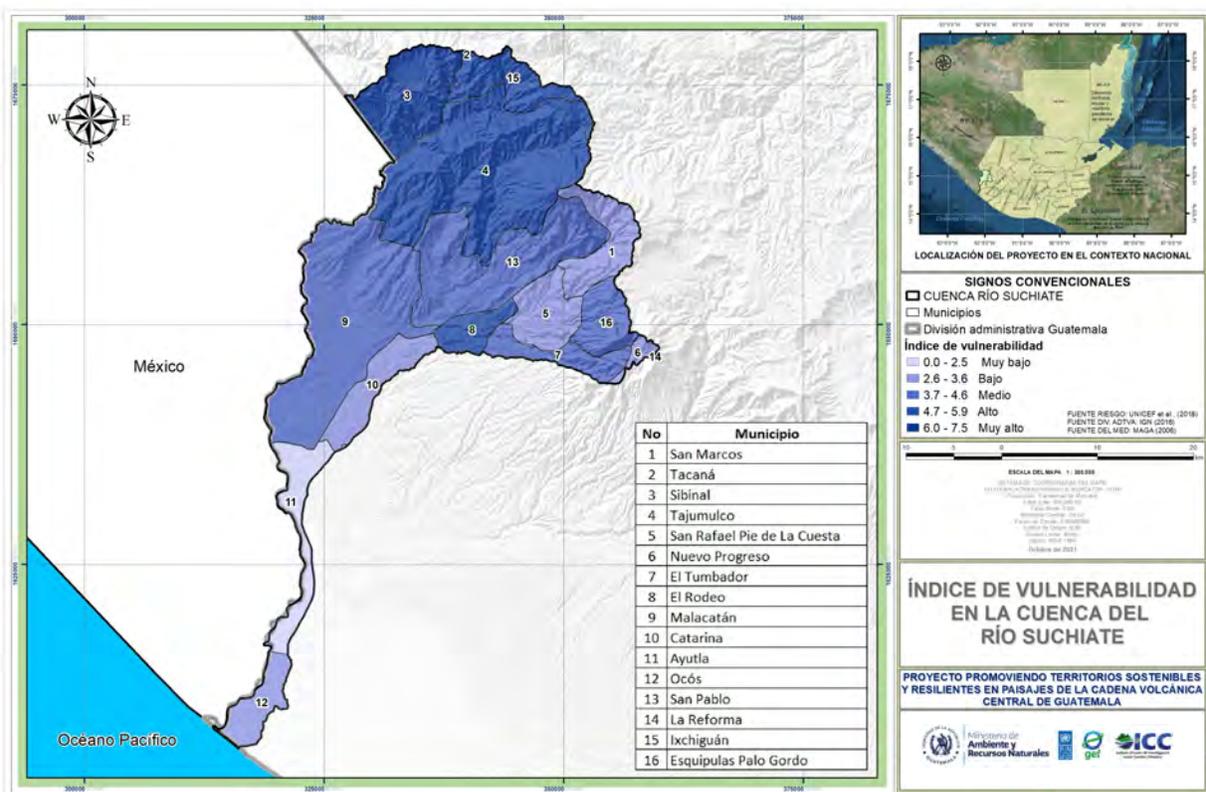


Figura 54. Índice de vulnerabilidad a desastres en la cuenca del río Suchiate Fuente: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia et al. (2018).

Con relación a la dimensión de falta de capacidad de respuesta, esta cuenca presenta un índice promedio cercano al límite superior de la categoría media (5.4). El 73.0 % de su extensión superficial tiene un índice medio, mientras que en el 11.5 % es alto, en el 8.0 % es bajo, en el 4.4 % es muy bajo y en el 3.1 % es muy alto. En cuanto a los municipios, el 43.8 % tiene índice medio, en el 31.3 % es alto, en el 12.5 % es bajo, en el 6.3 % es muy bajo y en el

6.3 % es muy alto. Los municipios con menor capacidad de respuesta son Ocos, El Rodeo, Nuevo Progreso, San Rafael Pie de La Cuesta, Catarina y La Reforma; mientras que los que tienen mayor capacidad son Tacaná, Ixchiguán y Sibinal (Figura 55).

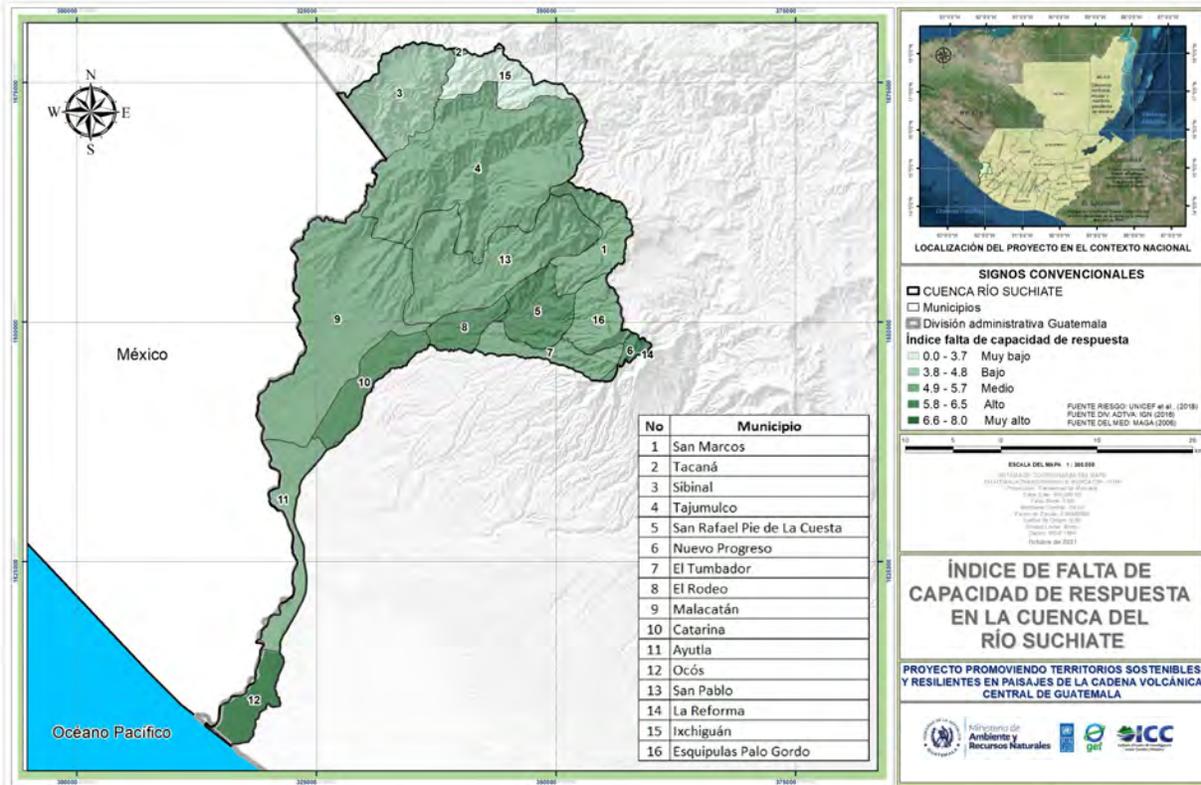


Figura 55. Índice de falta de capacidad de respuesta a desastres en la cuenca del río Suchiate
 Fuente: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia *et al.* (2018).

Considerando las tres dimensiones anteriores, el índice de riesgo promedio de la cuenca del río Suchiate es de 5.0, lo cual corresponde al extremo derecho del intervalo de la categoría media. El 54.4 % de la cuenca está expuesta a un riesgo alto, el 27.5 % a medio, el 13.7 % a bajo y el 4.4 % a muy bajo. En el 37.5 % de los municipios presentes en la cuenca el riesgo es medio, en el 31.3 % es bajo, en el 25.0 % es alto y en el 6.3 % es muy bajo. Los municipios con mayor riesgo se distribuyen desde la cuenca media hacia la alta, y algunos de estos son El Rodeo, Malacatán, Sibinal y Tajumulco. Mientras que los que tienen un riesgo bajo son Ayutla, Nuevo Progreso, San Rafael Pie de La Cuesta, Tacaná y Catarina. En la cabecera de la cuenca resalta el municipio de Ixchiguán con riesgo muy bajo (Figura 56).

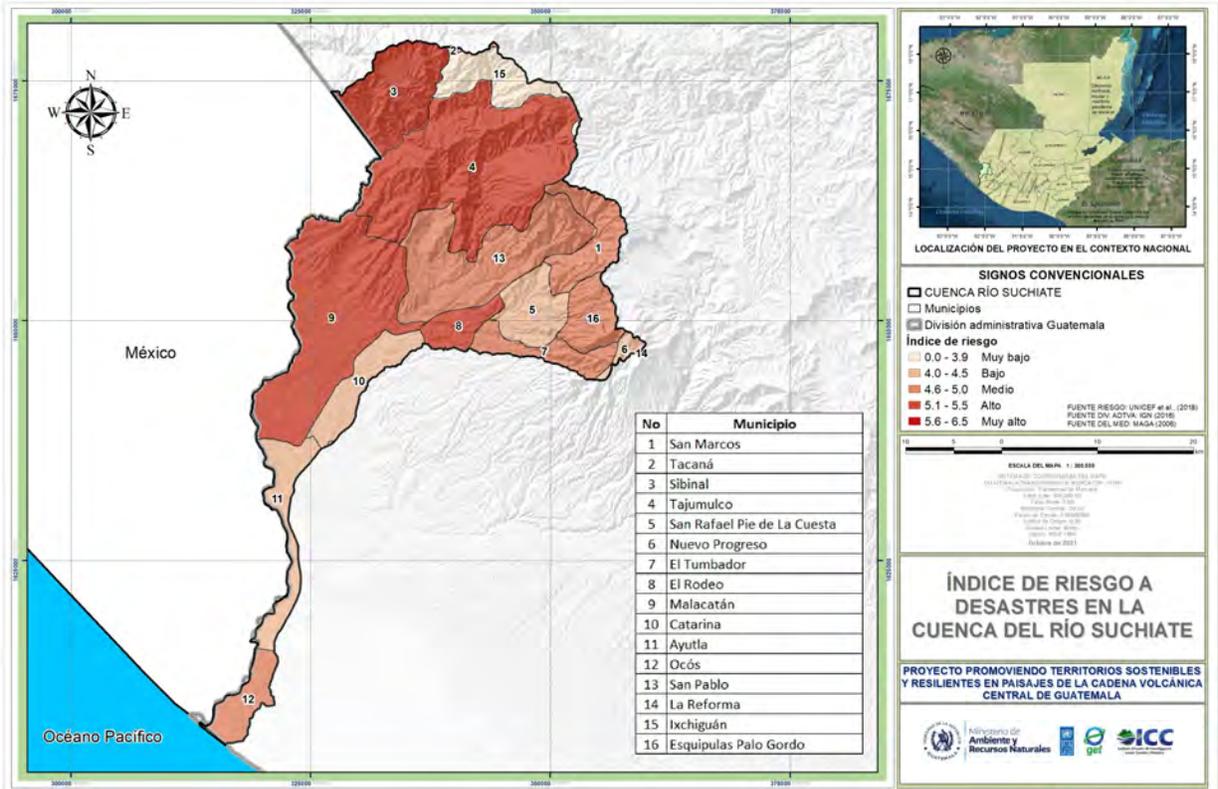


Figura 56. Índice de riesgo a desastres en la cuenca del río Suchiate
Fuente: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia et al. (2018).

19 TIRADEROS DE BASURA Y DESCARGA DE PLÁSTICOS AL MAR

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2021) identificó 29 tiraderos de desechos sólidos dentro de la cuenca hidrográfica del río Suchiate, de los cuales 21 son clandestinos, seis municipales y dos privados. De estos, únicamente el tiradero municipal de Esquipulas Palo Gordo cuenta con instrumento ambiental.

Se estima que los plásticos mal manejados en la cuenca suman 5990 toneladas métricas al año, de las cuales 413.3 t/año llegan al mar a través del cauce principal del río Suchiate (Figura 57).



Figura 57. Tiraderos de basura y descarga de plásticos al mar en la cuenca del río Suchiate

Fuente: Meijer et al. (2021); Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2021).

20 SÍNTESIS DE LA CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA

El 83 % del área total de la cuenca hidrográfica del río Suchiate se encuentra en territorio guatemalteco (1054.4 km²), mientras que el resto se ubica en México. El soporte físico que marca el límite entre ambos países es la parte más profunda del canal o río principal, cuya extensión es de 81.2 km. Morfológicamente, esta cuenca tiene alta tendencia a la ocurrencia de escorrentía superficial e inundaciones, y bajo potencial a la permeabilidad y recarga hídrica. Su potencial de erosión es bajo a medio, según la evolución de su paisaje, y el nivel energético para el transporte de sedimentos y agua es alto por su relieve inclinado e irregular. El material geológico donde se desarrolló es frecuentemente homogéneo y uniforme.

Las variables de precipitación pluvial y temperatura media anual multianual para el periodo 1991-2020 corresponden a 2422.1 ± 825.8 mm y 19.9 ± 4.6 °C, respectivamente. La evapotranspiración potencial (2000-2013) estimada es de 1906 ± 86 mm. La temporada lluviosa (1980-2018) varió espacialmente en su inicio (25 abril-17 mayo y 18-27 mayo) y en su fin (10-24 octubre y 25 octubre-13 noviembre), con una duración uniforme entre los 150 a 175 días. La amenaza por sequía es principalmente muy baja. La canícula mantuvo una duración en el rango de los 26 a 35 días durante el periodo 1980-2019, con intensidad entre -50 a 50 mm, y la precipitación pluvial media fue inferior a los 200 mm. Al comparar el período 1991-2020, las proyecciones climáticas bajo los escenarios RCP 4.5 y 8.5, prevén la disminución de la precipitación pluvial media anual en la cuenca baja y el incremento en su cabecera. La temperatura podría disminuir en una zona de la cuenca baja, y mantenerse en la cuenca media-alta por debajo de los 23 °C.

La disponibilidad hídrica específica en una sección considerable de la cuenca media y alta es superior a los 2 millones de metros cúbicos por kilómetro cuadrado al año. En cuanto a sus caudales, hasta el 2003, el caudal medio anual del río Cabuz (Malacatán) era de 21.49 m³/s. Mientras, en el río Suchiate, México registró 285.7 m³/s en 2009 y 106.9 m³/s en 2010. El potencial de aguas subterráneas es moderado (29.7 %) y bajo (28.1 %). La recarga hidrológica es muy alta en el 52.27 % del territorio. La mediana de la recarga hídrica anual es igual a 462.6 mm, y su primer y tercer cuartil equivalen a 296.4 mm y 575.8 mm, correspondientemente.

El uso de la tierra en el año 2020 muestra que en su superficie predomina el café (27.85 %), seguido del bosque (26.93 %), matorrales (13.22 %), granos básicos (7.70 %) y pastos (6.35 %). La dinámica forestal del período 2010-2016 reveló un cambio neto de +1.9 %, que representó cobertura forestal en el 29.1 % de su superficie. Es una cuenca mayoritariamente de aptitud forestal

(57.6 %) y minoritariamente de aptitud agrícola (14.5 %). Existe dominancia de tierras en sobreuso (52.5 %), seguidas de uso adecuado (39.3 %) y subuso (3.6 %). La erosión media anual es de 348 t/ha/año.

Las zonas susceptibles a inundación se ubican en la parte baja de la cuenca, principalmente en los municipios de Ocosingo y Ayutla. Existe cierta vulnerabilidad a amenazas volcánicas, dado que en su territorio se ubica el volcán Tacaná (límite entre Guatemala y México), que se cataloga como un volcán activo y uno de los más peligrosos en México, considerando que en un radio de 35 km habitan más de 300 mil personas. Las últimas erupciones ocurrieron en 1986, durante las cuales se produjeron daños en las construcciones de Ixchiguán, y se formaron columnas de gases y agua de hasta 1 kilómetro de altura. De allí que según simulaciones (lahares y piroclastos), el colapso del domo volcánico resultaría catastrófico para las poblaciones de esta cuenca.

Al 2021 existían 29 tiraderos de basura, de los cuales únicamente el basurero municipal de Esquipulas Palo Gordo contaba con instrumento ambiental, mientras que el resto son principalmente clandestinos. Se estima que 413.3 t/año de plásticos llegan al mar a través de su red hídrica.

En cuanto a las zonas de vida y ecosistemas presentes en la cuenca hidrográfica del río Suchiate en Guatemala, predominan los siguientes: bosque muy húmedo premontano tropical (25.0 %), bosque muy húmedo tropical (24.3 %) y bosque muy húmedo montano tropical (15.2 %). La zona con menor presencia es el bosque pluvial subandino tropical (0.3 %), que corresponde a la zona del cráter del volcán Tajumulco. El 15 % del territorio de esta cuenca está bajo alguna categoría de área protegida, principalmente las zonas de veda definitiva (79 %) de los volcanes Tacaná y Tajumulco; así como parques regionales municipales (astilleros municipales de San Pedro Sacatepéquez y San Marcos, Esquipulas Palo Gordo, y los parques de San Rafael Pie de la Cuesta y Sibinal). En la zona de veda definitiva del volcán Tacaná habita la especie endémica pavo de cacho (*Oreophasis derbianus*), la chacha negra (*Penelopina nigra*) y salamandras de la familia Plethodontidae.

REFERENCIAS

- Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe y Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio. (2010). *Áreas con riesgo a deslizamientos República de Guatemala* [mapa digital].
- Comisión Nacional del Agua. (2021). *Banco nacional de datos de aguas superficiales* [conjunto de datos].
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2020). *Capa digital del Sistema guatemalteco de áreas protegidas* [mapa digital].
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. (2015). *Amenaza por inundaciones TERRAHYDRO 4.2.2* [mapa digital].
- Cordillera S. A., Asociación para el Manejo Sostenible de los Recursos Kársticos y Espeleológicos y Centro Universitario del Norte de la Universidad de San Carlos de Guatemala. (2010). *Evaluación del potencial de aguas subterráneas de la República de Guatemala a escala (1:250,000), como apoyo al desarrollo del riego para la producción agrícola en comunidades de pequeños y medianos productores. Informe del proyecto*. Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.
- De Groeve, T., Vernaccini, L. y Poljanšek, K. (2014). *Index for risk management-INFORM: concept and methodology, version 2015*. EUR 26894. Publications Office of the European Union.
- Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos. (2006). *Modelo de elevación digital de Guatemala a 20 metros* [mapa digital]. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
- Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos. (2021). *Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra República de Guatemala año 2020* [mapa digital]. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Programa Mundial de Alimentos, Oficina de las Naciones Unidas para la Coordinación de Asuntos Humanitarios y Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. (2018). *Índice para la gestión de riesgo*.
- Gallopín, G. C. (2006). *Sostenibilidad del desarrollo en América Latina y el Caribe: cifras y tendencias, Honduras*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

- García, A. y Kauffer, M. (2011). Las cuencas compartidas entre México, Guatemala y Belice: un acercamiento a su delimitación y problemática general. *Frontera Norte* 23(45): 131-62.
- García-Oliva, L. C. y Pazos, E. (2021). The mid-summer drought spatial variability over Mesoamerica. *Atmósfera*, 34(2), 227-232.
- Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra. (2014). *Mapa de bosques y uso de la tierra 2012 y mapa de cambios en uso de la tierra 2001-2010 para estimación de emisiones de gases de efecto invernadero. Documento informativo.*
- Hernández, A., López, A. y Jiménez, A. (2009). *Gobernabilidad e instituciones en las cuencas transfronterizas de América Central y México.* Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.
- Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente. (2015). *Balance hidrológico de las subcuencas de la República de Guatemala: bases fundamentales para la gestión del agua con visión a largo plazo.* Universidad Rafael Landívar.
- Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad. (2015). *Mapa de ecosistemas de Guatemala basado en el sistema de clasificación de zonas de vida* [mapa digital]. Sistema de Información Estratégica. <https://sie.url.edu.gt/capas-geograficas/>
- Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad. (2018). *Ecosistemas de Guatemala basado en el sistema de clasificación de zonas de vida.* Universidad Rafael Landívar.
- Instituto Geográfico Nacional. (1970). *Mapa geológico de la República de Guatemala a escala 1:500,000* [material cartográfico].
- Instituto Geográfico Nacional. (2016a). *Hidrografía lineal que representa los ríos perennes o intermitentes de la República de Guatemala* [mapa digital].
- Instituto Geográfico Nacional. (2016b). *Las masas de agua y ríos de agua abierta* [mapa digital].
- Instituto Nacional de Bosques. (2000). *Clasificación de tierras por capacidad de uso. Aplicación de una metodología para tierras de la República de Guatemala.*
- Instituto Nacional de Bosques. (2001). *Especies vegetales frecuentes en los ecosistemas de Guatemala* [manuscrito sin publicar].
- Instituto Nacional de Bosques. (2005). *Programa de investigación de*

hidrología forestal.

Instituto Nacional de Bosques. (2017a). *Mapa de parte alta, media y baja de las cuencas de la República de Guatemala.*

Instituto Nacional de Bosques. (2017b). *Mapa de tierras forestales de captación, regulación y recarga hídrica de la República de Guatemala* [mapa digital].

Instituto Nacional de Bosques. (2017c). *Memoria técnica de actualización de mapa de tierras forestales de captación, regulación y recarga hídrica.*

Instituto Nacional de Bosques, Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Universidad del Valle de Guatemala y Universidad Rafael Landívar. (2019). *Mapa de cobertura forestal de Guatemala 2016 y dinámica de cobertura forestal 2010-2016, escala 1:50,000* [mapa digital].

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2003a). *Atlas hidrológico.*

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2003b). *Red Hidrométrica Nacional* [mapa digital].

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2019a). *Escenarios de cambio climático RCP 4.5 y 8.5 para los períodos 2010-2039 y 2040-2069* [conjunto de datos].

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2019b). *Proyecciones de cambio climático en Guatemala: reducción dinámica.*

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2021). *Caudales de estaciones hidrométricas* [conjunto de datos].

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2022). *Información de estaciones meteorológicas de la vertiente del Pacífico, para el período 1991 a 2020* [conjunto de datos].

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2020a). *Precipitación pluvial y temperatura media bajo los escenarios de cambio climático RCP 4.5 y 8.5 de los períodos 2010-2039 y 2040-2069* [mapas].

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2020b). *Resumen meteorológico 2019.*

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2021a). *Erosión*

- hídrica de la vertiente del Pacífico de Guatemala* [mapa digital].
- Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2021b). *Resumen meteorológico 2020 del sur de Guatemala*.
- Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2022). *Precipitación acumulada anual, temperatura media anual, isoyetas e isothermas para el período 1991-2020, para la vertiente del Pacífico* [mapa digital].
- Macías, J. L. (2005). Geología e historia eruptiva de algunos de los grandes volcanes activos de México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 57(3), 379-424.
- Macías, J. L., Arce, J. L., Capra, L., Saucedo, R. y Sánchez-Núñez, J. M. (2018). Late Formative flooding of Izapa after an eruption of Tacaná volcano. *Ancient Mesoamerica*, 29(2), 361-371.
- Meijer, L. J. J., van Emmerik, T., van der Ent, R., Schmidt, C. y Lebreton, L. (2021). More than 1000 rivers account for 80 % of global riverine plastic emissions into the ocean. *Science Advances*, 7(18), 1-13. doi: 10.1126/sciadv.aaz5803
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgo. (2015). *Mapa de amenaza por sequía, República de Guatemala*.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y Programa de Emergencias por Desastres Naturales. (2005). *Mapa de clasificación taxonómica de suelos, primera aproximación* [material cartográfico].
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Políticas e Información Estratégica y Programa de Emergencias por Desastres Naturales. (2001). *Memoria técnica del mapa fisiográfico-geomorfológico de la República de Guatemala, a escala 1:250,000*.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2020). *Estudio técnico para el proceso de categorización de la zona de veda definitiva del volcán Tacaná. Documentos del Proyecto Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica Central de Guatemala*.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2021). *Información de vertederos de las delegaciones de Sacatepéquez, Chimaltenango, Escuintla, Quetzaltenango, Retalhuleu, Suchitepéquez y San Marcos* [conjunto de datos].
- Mu, Qiaozhen, Maosheng Zhao, and Steven W. Running. (2011). Mu, Q., Zhao,

- M. y Running, S. W. (2011). Improvements to a MODIS global terrestrial evapotranspiration algorithm. *Remote Sensing of Environment*, 115(8), 1781-1800.
- Nieto-Torres, A., Freitas Guimarães, L., Bonadonna, C. y Frischknecht, C. (2021). A new inclusive volcanic risk ranking, part 1: methodology. *Frontiers in Earth Science*, 672.
- Numerical Terradynamic Simulation Group. (2014). *MODIS Global Evapotranspiration Project (MOD16): MOD16A3* [conjunto de datos]. University of Montana. <http://www.ntsug.umt.edu/project/mod16>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (1980). *Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos*.
- Orrego León, E. O., González Batres, N. C. y Hernández Quevedo, M. P. (2022). La canícula y su comportamiento en Guatemala (en prensa). *Revista Mesoamericana de Biodiversidad y Cambio Climático-Yu'am*.
- Orrego León, E. O., Hernández Quevedo, M. P. y Gómez Jordán, R. C. (2021). Variabilidad del inicio, final y duración de la época lluviosa en Guatemala y su tendencia. *Revista Mesoamericana de Biodiversidad y Cambio Climático-Yu'am*, 5(1).
- Pérez, G. y Gálvez, J. (2020). *Bases conceptuales y metodológicas para el análisis territorial del riesgo en Guatemala: énfasis en vulnerabilidad sistémica y amenazas climáticas*. Editorial Cara Parens, Universidad Rafael Landívar.
- Pfafstetter, O. (1989). *Classificação de bacias hidrográficas: metodologia de codificação* [manuscrito sin publicar]. Departamento Nacional de Obras de Saneamento.
- QGIS Development Team. (2019). *QGIS Geographic Information System (Version 3.10.11-A Coruña)*.
- Richters, E. J. (1995). *Manejo del uso de la tierra en América Central: hacia el aprovechamiento sostenible del recurso tierra*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Sistema Nacional de Información sobre Diversidad Biológica de Guatemala. (2021). *Registros de ocurrencia* [conjunto de datos]. <https://snib.conap.gob.gt/>
- Smithsonian Institution Global Volcanism Program. (2021). *Fuego volcano*.

<https://volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=342090>

Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad. (2016). *Mapa de capacidad de uso de la tierra de la República de Guatemala. Metodología INAB* [mapa digital]. Sistema de Información Estratégica. <https://sie.url.edu.gt/capas-geograficas/>

Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad. (2019a). *Mapa de amenazas climáticas* [mapa digital]. Sistema de Información Estratégica, Universidad Rafael Landívar. <https://sie.url.edu.gt/capas-geograficas/>

Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad. (2019b). *Mapa de intensidad de uso de la tierra* [mapa digital]. Sistema de Información Estratégica, Universidad Rafael Landívar. <https://sie.url.edu.gt/capas-geograficas/>

Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad. (2019c). *Mapa de riesgo a amenazas climáticas* [mapa digital]. Sistema de Información Estratégica, Universidad Rafael Landívar. <https://sie.url.edu.gt/capas-geograficas/>

Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad. (2019d). *Mapa de vulnerabilidad sistémica de Guatemala* [mapa digital]. Sistema de Información Estratégica, Universidad Rafael Landívar. <https://sie.url.edu.gt/capas-geograficas>

Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección y Pérez, G. (2019). *Ajustes y correcciones del mapa del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas-SIGAP*. Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, Universidad Rafael Landívar.

Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo. (2009). *Mapa de cuencas hidrográficas a escala 1:50,000, República de Guatemala, método Pfafstetter (primera aproximación)*. Instituto Geográfico Nacional.

Vázquez, R., Bonasia, R., Folch, A., Arce, J. L. y Macías, J. L. (2019). Tephra fallout hazard assessment at Tacaná volcano (México). *Journal of South American Earth Sciences*, 91, 253-259.

Vázquez, R., Macías, J. L. y Arce, J. L. (2021). Integrated hazards maps of the Tacaná Volcanic complex, México-Guatemala: ashfall, block-and-ash

flows, and lahars. *Journal of South American Earth Sciences*, 107, 103-146.



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**

Plan de protección y conservación
de la cuenca hidrográfica del río

———— **Suchiate** ————

Capítulo II. Caracterización socioeconómica



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**



Proyecto del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), denominado:
Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica
Central en Guatemala

Plan de protección y conservación de la cuenca hidrográfica del río Suchiate

Capítulo II

Caracterización socioeconómica

Guatemala, febrero de 2025

Citar: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2024). *Plan de protección y conservación de la cuenca hidrográfica del río Suchiate. Capítulo II: Caracterización socioeconómica*. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Global Environment Facility y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Autoridades

Ph. D. César Bernardo Arévalo De León

Presidente de la República de Guatemala

Ph. D. Karin Larissa Herrera Aguilar

Vicepresidenta de la República de Guatemala

MSc. Ana Patricia Orantes Thomas

Ministra de Ambiente y Recursos Naturales

MSc. Jaime Luis Carrera Campos

Viceministro del Agua

Dr. MSc. Edwin Josué Castellanos López

Viceministro de Recursos Naturales y Cambio Climático

Ing. José Rodrigo Rodas Ramos

Viceministro de Ambiente

Lic. Edwing Antonio Pérez Corzo

Viceministro Administrativo Financiero

Equipo técnico

MSc. José Juan Ochoa Quezada

director de la Dirección de Cuencas del Viceministerio del Agua

Ing. Maritza Yaneth Campos Fuentes

jefe a.i. Departamento para la Protección, Conservación y Mejoramiento Territorial del Recurso Hídrico de la Dirección de Cuencas del Viceministerio del Agua

Luis Pablo Palala Méndez

asesor técnico del Departamento para la Protección, Conservación y Mejoramiento Territorial del Recurso Hídrico

Pablo Eduardo Ponce Paiz

asesor técnico del Departamento para la Protección, Conservación y Mejoramiento Territorial del Recurso Hídrico

Néstor Fajardo Herrera

asesor técnico del Departamento de Control y Monitoreo del Recurso Hídrico

INSTITUTO PRIVADO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (ICC)

Apoyo técnico metodológico

Giovanni González-Celada

coordinador y especialista en cuencas hidrográficas

Nancy Soto

consultora especialista social y género

Alex Guerra, Luis Reyes, Juan Andrés Nelson y Oscar González

comité asesor del ICC

PROYECTO PROMOVRIENDO TERRITORIOS SOSTENIBLES Y RESILIENTES EN PAISAJES DE LA CADENA VOLCÁNICA CENTRAL EN GUATEMALA

Equipo técnico

Indira Ixquic Barreno Colindres

directora del Proyecto

Mario Samuel Buch

coordinador del Proyecto

Pedro López Velásquez

coordinador región 1

Keny Juárez

coordinador región 2

Juan Ernesto Celada

coordinador región 3

Este documento fue generado en el marco del Proyecto del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) denominado: "Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica Central en Guatemala", mediante el acuerdo colaborativo con el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC).

Nos gustaría reconocer al Proyecto del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN- (www.marn.gob.gt) denominado: Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica Central en Guatemala, Cooperación no reembolsable que es financiado con recursos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial -FMAM/GEF- (www.thegef.org), con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD- (www.undp.org). Por su apoyo y contribución financiera a esta publicación.



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**



TABLA DE CONTENIDO

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	viii
INTRODUCCIÓN	1
1. METODOLOGÍA.....	2
1.1 Métodos para realizar las estimaciones.....	3
2. TERRITORIO.....	5
3. COMPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN	6
3.1 Población urbana/rural	8
3.2 Población por pueblo: maya, garífuna, xinca, afrodescendiente, ladino y extranjero.....	9
3.3 Población maya por comunidades lingüísticas	9
3.4 Pobreza.....	10
4. SALUD.....	13
4.1 Natalidad y fecundidad	13
4.2 Defunciones.....	13
4.3 Morbilidad	14
4.4 Servicios externos e internos	14
4.5 Inmunizaciones	15
4.6 Desnutrición	15
4.7 Infraestructura de salud	16
5. EDUCACIÓN	17
5.1 Alfabetismo	18
5.2 Acceso y uso de dispositivos digitales e internet	18
5.3 Establecimientos educativos.....	19
6. HOGARES Y VIVIENDA.....	21
6.1 Hogares	21
6.2 Vivienda.....	23
7. SERVICIOS BÁSICOS.....	24
7.1 Servicio sanitario.....	24
7.2 Cobertura eléctrica	24
7.3 Fuentes de energía para cocinar	25
7.4 Formas de eliminación de la basura	27

8.	USO DEL AGUA.....	28
8.1	Fuente principal de agua para consumo en el hogar	28
9.	INFRAESTRUCTURA VIAL	30
10.	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	32
10.1	Actividades económicas del departamento de San Marcos	32
10.2	Empresas por tamaño	32
10.3	Parque vehicular	33
10.4	Ocupación hotelera	34
10.5	Migración	34
10.6	Remesas	34
10.7	Índice de precios al consumidor (IPC) de la región VI	35
10.8	Población en edad de trabajar	36
11.	INSTITUCIONALIDAD	38
11.1	Instituciones presentes	38
11.2	Aspectos de seguridad y justicia	38
12.	FORMAS DE ORGANIZACIÓN.....	40
12.1	Organizaciones sociales.....	40
12.2	Organización política.....	40
12.3	Sistema de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural.....	42
13.	GOBERNANZA	45
13.1	Agua.....	45
13.2	Bosques	46
13.3	Suelos	47
14.	HISTORIA Y ASPECTOS CULTURALES	50
14.1	Historia de San Marcos.....	50
14.2	Aspectos culturales.....	50
14.2.1	Visión indígena del agua	50
15.	SÍNTESIS DE LA CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA	52
	REFERENCIAS	54

Índice de tablas

Tabla 1. Composición de la población en la cuenca del río de Suchiate	8
Tabla 2. Población por pueblo en la cuenca del río Suchiate, año 2018	9
Tabla 3. Porcentaje de la población que vive en pobreza en el departamento de San Marcos	10
Tabla 4. Categoría socioeconómica según el Inform (2018) por total del municipio	11
Tabla 5. Causas principales de morbilidad general en las personas del departamento de San Marcos, año 2019	14
Tabla 6. Programas de vacunación en el departamento de San Marcos, año 2019.	15
Tabla 7. Tipo de servicio de salud en el departamento de San Marcos, año 2019 ..	16
Tabla 8. Población de cuatro años y más, según nivel educativo en la cuenca del río Suchiate en el año 2018	17
Tabla 9. Establecimientos educativos por niveles en el departamento de San Marcos, año 2010	20
Tabla 10. Longitud de las carreteras y caminos en el departamento de San Marcos, año 2010 (kilómetros)	31
Tabla 11. Número de empresas por tamaño en el departamento de San Marcos, año 2015	33
Tabla 12. Empadronamiento por sexo en el departamento de San Marcos en la cuenca del río Suchiate	40
Tabla 13. Diputados distritales en el departamento de San Marcos en la cuenca del río Suchiate	40
Tabla 14. Distribución de miembros de las corporaciones municipales por sexo y organizaciones políticas.....	41
Tabla 15. Marco legal del agua en Guatemala	45
Tabla 16. Marco legal forestal en Guatemala	46
Tabla 17. Marco legal de los suelos en Guatemala	47

Índice de figuras

Figura 1. División político-administrativa de la cuenca hidrográfica del río Suchiate	5
Figura 2. Población total por poblados en la cuenca del río Suchiate, año 2018	6
Figura 3. Población por sexo en los municipios de la cuenca del río Suchiate, año 2018	7
Figura 4. Población relativa por comunidad lingüística maya en la cuenca del río Suchiate, año 2018	10
Figura 5. Población que vive en pobreza en el departamento de San Marcos, año 2014 (en porcentaje)	11
Figura 6. Principales causas de muerte en el departamento de San Marcos, año 2020	13
Figura 7. Causas de inasistencia a establecimientos educativos en la población entre 4 y 29 años de la cuenca del río Suchiate, año 2018 (en porcentaje)....	17

Figura 8. Población de siete años o más por tasa de alfabetismo en la cuenca del río Suchiate, año 2018 (porcentaje)	18
Figura 9. Población de siete años o más que utiliza celular, computadora y/o internet en la cuenca del río Suchiate, año 2018 (en porcentaje)	19
Figura 10. Porcentaje de hogares por municipio presente en la cuenca del río Suchiate, año 2018.....	21
Figura 11. Tipo de hogares en los municipios presentes en la cuenca del río Suchiate, año 2018.....	22
Figura 12. Tipo de vivienda en los municipios con presencia en la cuenca del río Suchiate, año 2018 (en porcentaje)	23
Figura 13. Tipo y uso de servicio sanitario en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Suchiate, año 2018 (en porcentaje)	24
Figura 14. Cobertura eléctrica en los municipios con presencia en la cuenca del río Suchiate, año 2018 (en porcentaje)	25
Figura 15. Fuente principal de energía para cocinar en los hogares con presencia en la cuenca del río Suchiate, año 2018 (en porcentaje).....	26
Figura 16. Fuente principal de energía para cocinar en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Suchiate, año 2018 (en porcentaje).....	26
Figura 17. Principales formas de eliminación de la basura en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Suchiate, año 2018 (en porcentaje).....	27
Figura 18. Fuente principal de agua para consumo en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Suchiate, año 2018 (en porcentaje).....	28
Figura 19. Fuentes principales de agua para consumo por municipio con lugares poblados dentro de la cuenca del río Suchiate, año 2018 (en porcentaje)	29
Figura 20. Mapa vial del departamento de San Marcos.....	30
Figura 21. Número de empresas por actividad económica en el departamento de San Marcos, año 2015.....	33
Figura 22. Variación porcentual interanual del índice de precios al consumidor (IPC), región VI, serie histórica 2017-2021	35
Figura 23. Variación interanual del índice de precios al consumidor (IPC) por división de gasto, año 2021	36
Figura 24. Población en edad de trabajar activa (PEA) e inactiva (PEI) en los municipios de la cuenca del río Suchiate, año 2018	37
Figura 25. Tasa de víctimas a causa de la comisión de un delito en el departamento de San Marcos, año 2020 (por cada 100 000 habitantes)	39
Figura 26. Sistema de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural.....	43

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

CAP	Centro de Atención Permanente
CAT	comadronas adiestradas tradicionales
CDAG	Confederación Deportiva Autónoma de Guatemala
CIV	Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda
Cocode	consejo comunitario de desarrollo
Codede	consejo departamental de desarrollo
Codema	Comisión Departamental de Medio Ambiente
Codesán	Comisión Departamental de Seguridad Alimentaria y Nutricional
COE	centro de operaciones de emergencia
Comude	Consejo Municipal de Desarrollo
Conap	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
Conred	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres
Coredur	Consejo Regional de Desarrollo Urbano y Rural
DAS	Dirección de Área de Salud
Dinese	Directorio Nacional Estadístico de Empresas
DMP	Dirección Municipal de Planificación
EMA	Programa Enfermedad, Maternidad y Accidentes
IDH	índice de desarrollo humano
IGN	Instituto Geográfico Nacional
IGSS	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social
INAB	Instituto Nacional de Bosques
Inacop	Instituto Nacional de Cooperativas
INE	Instituto Nacional de Estadística
Infom	Instituto de Fomento Municipal
Inguat	Instituto Guatemalteco de Turismo

Insivumeh	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
Intecap	Instituto Técnico de Capacitación y Productividad
IPC	índice de precios del consumidor
IVS	Programa Invalidez, Vejez y Supervivencia
kWh	kilovatio hora
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MEM	Ministerio de Energía y Minas
Micude	Ministerio de Cultura y Deportes
Mindef	Ministerio de la Defensa
Mineco	Ministerio de Economía
Mineduc	Ministerio de Educación
Mingob	Ministerio de Gobernación
Mintrab	Ministerio de Trabajo
Mipyme	micro, pequeña y mediana empresa
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
ONG	organización no gubernamental
PDD	plan de desarrollo departamental
PDH	Procuraduría de los Derechos Humanos
PDM	plan de desarrollo municipal
PEA	población económicamente activa
PNC	Policía Nacional Civil
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
POT	plan de ordenamiento territorial
SAT	Superintendencia de Administración Tributaria
SCEP	Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia
Segeplán	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia

Seprem	Secretaría Presidencial de la Mujer
Sesán	Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional
Sigsa	Sistema de Información Gerencial en Salud
Unicef	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala
Usaid	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
VIH/SIDA	virus de inmunodeficiencia humana/síndrome de inmunodeficiencia adquirida

INTRODUCCIÓN

El Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del río Suchiate fue elaborado en cuatro fases, publicadas en documentos individuales, tal como se describe a continuación:

Capítulo I	Caracterización biofísica
Capítulo II	Caracterización socioeconómica
Capítulo III	Mapeo de actores
Capítulo IV	Diagnóstico, línea base, zonificación territorial y plan de manejo integral

El presente documento corresponde al capítulo II, que se refiere a la caracterización socioeconómica de la cuenca. Para ello, se utilizó información cuantitativa y cualitativa, obtenida principalmente de fuentes secundarias. Los componentes analizados fueron: territorio, composición de la población, salud, educación, hogar y vivienda, servicios básicos, uso del agua, estructura vial, actividades económicas, institucionalidad, formas de organización, conflictividad social, historia y aspectos culturales. Asimismo, se abordan aspectos de inclusión social y pueblos indígenas.

La caracterización socioeconómica de una cuenca hidrográfica es un elemento base que, en conjunto con otras descripciones, aporta a su planificación, ya que permite describir las condiciones de sus habitantes. De allí que proporciona información sobre la dimensión social, debido a que los cambios en la sociedad —que es constante y dinámica—, tienen una influencia directa o indirecta en el uso, estado y deterioro de los ecosistemas que interactúan en la cuenca hidrográfica, donde el agua es aquel recurso estrechamente relacionado con el desarrollo sostenible. Además, se complementa con la descripción de las siguientes dimensiones: económica, humana, cultural, política y construida.

1. METODOLOGÍA

Fase I:

Para la elaboración de la caracterización socioeconómica de la cuenca hidrográfica del río Suchiate se recopiló, sistematizó y analizó información primaria y secundaria; utilizando un enfoque de género, inclusión social y participación de pueblos indígenas. Se usó información disponible de fuentes oficiales como el Instituto Nacional de Estadística (INE), la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (Segeplán), el Tribunal Supremo Electoral (TSE), entre otras.

Fase II:

Para poder sistematizar y analizar la información recopilada durante la fase I, se obtuvieron las bases de datos de los censos de población 2002 y 2018 y sus informes finales, y se clasificaron según la temática considerada para la caracterización. Posteriormente, se filtraron y adecuaron según los territorios delimitados y se aplicaron los métodos definidos para realizar una interpolación y las estimaciones correspondientes. Los resultados obtenidos se complementaron con información proveniente de las caracterizaciones departamentales generadas por el INE en el 2013, de los planes de desarrollo departamental y de ordenamiento municipal, y otros documentos.

Fase III:

La unidad de estudio utilizada fue la cuenca hidrográfica y fue abordada de manera integral, ya que sustenta la vida de las comunidades y sus habitantes. El enfoque de cuenca es otra forma de observar cómo las actividades del ser humano intervienen con el funcionamiento hidrológico y se interrelacionan en su parte alta, media y baja.

Se realizó una revisión bibliográfica que permitió definir 14 aspectos que brindan una visión de los lugares poblados, las actividades económicas que se desarrollan y otros temas. La descripción de las variables de cada subtema se consignó de manera que mostrara su interrelación con la cuenca hidrográfica en cuanto al nivel de uso de los recursos naturales, administración y toma de decisiones, se abordan a nivel de región, departamento, municipio, lugar poblado y cuenca según la disponibilidad de información, y resaltando datos encontrados en el proceso. En cada apartado se describen los datos, se explican conceptos, y se presentan mapas, gráficas y tablas.

La delimitación del territorio se basó en lo establecido en el marco legal vigente, el cual señala que Guatemala ha organizado su territorio administrativamente en regiones conformadas por uno o más departamentos que reúnen características similares. Como primer orden de división se han demarcado departamentos, que están integrados por municipios (Congreso de la República de Guatemala, 1985), en los que se han registrado lugares poblados que, según el Instituto Nacional de Estadística (2018), se han categorizado como aldeas y caseríos, y se definen como: “toda localidad, urbana o rural, que responde a un nombre localmente conocido por autoridades y vecinos y que, al momento del Censo, fue nombrado por el informante; forma parte de un municipio; no tiene límites diferenciados reconocidos; y es habitado por personas” (Instituto Nacional de Estadística, 2002).

Además, para las descripciones específicas del departamento se utilizará la subdivisión departamental que elaboró la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (Segeplán) en el 2007, para abordar algunos aspectos de salud, actividades económicas, educación, infraestructura vial y otros. La distribución de los municipios en el departamento de San Marcos es la siguiente:

- Altiplano: San Lorenzo, Río Blanco, Comitancillo, Ixchiguán, Tajumulco, San José Ojetenam, Sibinal, Tacaná, Tejutla, Concepción Tutuapa, San Miguel Ixtahuacán y Sipacapa.
- Valle: San Marcos, San Pedro Sacatepéquez, San Antonio Sacatepéquez, San Cristóbal Cucho y Esquipulas Palo Gordo.
- Bocacosta: San Rafael Pie de la Cuesta, San José El Rodeo, San Pablo, El Tumbador, Nuevo Progreso, El Quetzal y La Reforma.
- Costa: Malacatán, Catarina, Ayutla, Ocós y Pajapita (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011).

1.1 Métodos para realizar las estimaciones

El método utilizado para estimar la población en la cuenca hidrográfica del río Suchiate partió del *XI Censo de Población* que realizó el Instituto Nacional de Estadística (2002), que contabiliza un total de 684 poblados en la cuenca, donde habitaban 237 462 personas al año 2002. Debido a que el *XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda* presenta datos a nivel municipal (y no de lugares poblados), fue necesario realizar una interpolación intercensal con los datos de los dos últimos censos, con el fin de estimar la población a escala de lugar poblado al año 2018. Se utilizaron diferentes modelos

matemáticos para poder estimar la población total de los municipios con mayor exactitud.

Mediante un modelo aritmético se calculó la tasa de crecimiento anual, la cual fue aplicada por igual todos los lugares poblados de un municipio. La estimación se validó cuando al sumar la población de los lugares poblados de algunos municipios, la población total era igual a la reportada para el municipio en el último censo (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

Para calcular el porcentaje de población por categoría (edad, sexo, pueblo, etc.) a nivel de municipio se utilizó la información del Censo 2018. La tasa obtenida se aplicó a la población de los municipios presentes en la superficie de la cuenca, con lo cual se logró tener una aproximación de la población por cualquiera de sus categorías. Ejemplo de lo antes expuesto es la estimación por sexo para el municipio de Ixchiguán, en el que la población total de mujeres es de 11 831, lo cual representa un 53 %. Al aplicar esta tasa a la población de la cuenca del río Suchiate, se estimó que la población femenina es de 4657.

Por último, el Censo 2018 recopiló información sobre los hogares y sus diversas características. Esta información fue procesada para todo el municipio, omitiendo en los que la población de la cuenca fuera de cero, lo cual permitió obtener una aproximación general.

2. TERRITORIO

El departamento que tiene superficie o área en la cuenca hidrográfica del río Suchiate es San Marcos de la región VI (Figura 1), donde 16 municipios tienen superficie parcial o total en la cuenca, y se identificaron 684 poblados según el listado de lugares poblados del *XI Censo de Población* (Instituto Nacional de Estadística, 2002).

El 100 % del área de la cuenca hidrográfica del río Suchiate se encuentra en el departamento de San Marcos, que incluye los municipios de: San Marcos, Tacaná, Sibinal, Tajumulco, San Rafael Pie de La Cuesta, Nuevo Progreso, El Tumbador, San José el Rodeo, Malacatán, Catarina, Ayutla, Ocós, San Pablo, La Reforma, Ixchiguán y Esquipulas Palo Gordo.

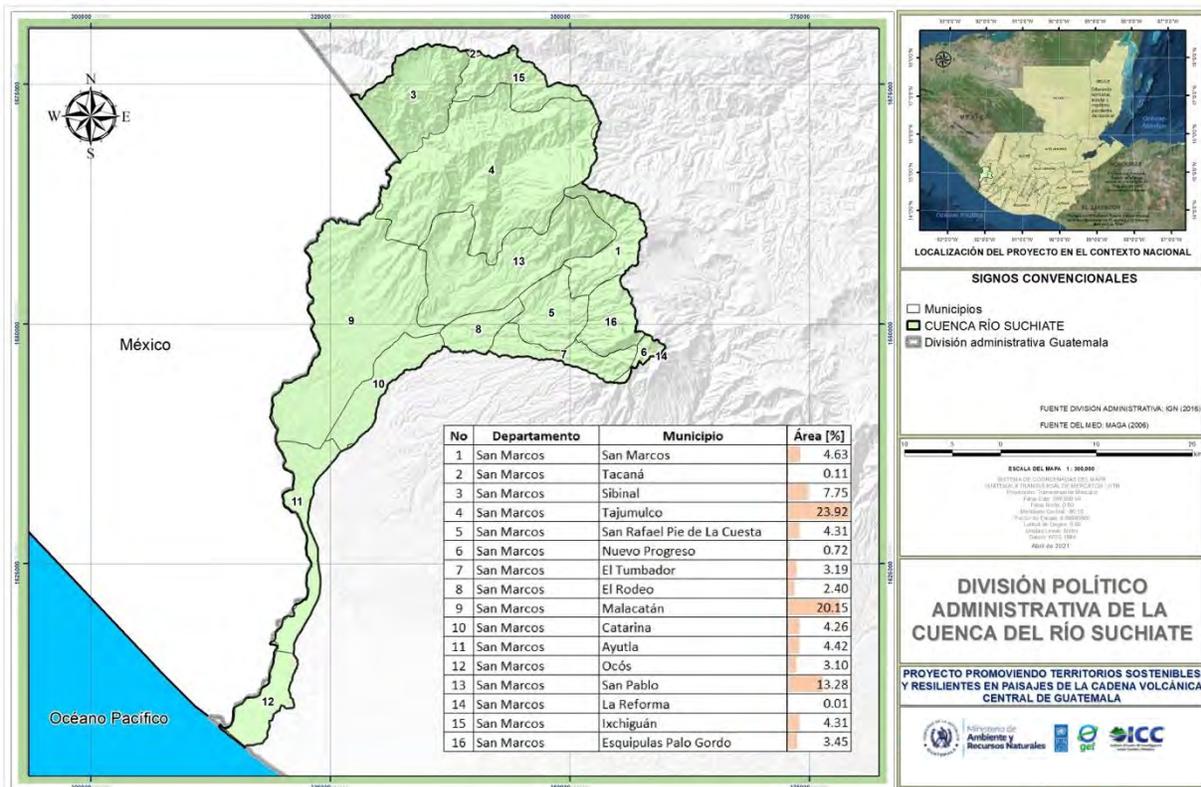


Figura 1. División político-administrativa de la cuenca hidrográfica del río Suchiate

Fuente: Instituto Geográfico Nacional (2003).

3. COMPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN

Con base en la interpolación realizada, se estima que la población que habitaba en esta cuenca en el 2018 era de 304 145 personas. Entre los años 2002 y 2018, la densidad poblacional pasó de 225 a 288 personas por kilómetro cuadrado (personas/km²).

Al 2018, el total de la población de la cuenca habitaba en el departamento de San Marcos. En los 16 municipios se encuentran 684 lugares poblados; sin embargo, en los municipios de Tacaná (área en la cuenca 0.11 %), Nuevo Progreso (área en la cuenca 0.72 %) y La Reforma (área en la cuenca 0.006 %) no se encontraron lugares poblados ubicados dentro de la cuenca (Figura 2) (Instituto Nacional de Estadística, 2002).

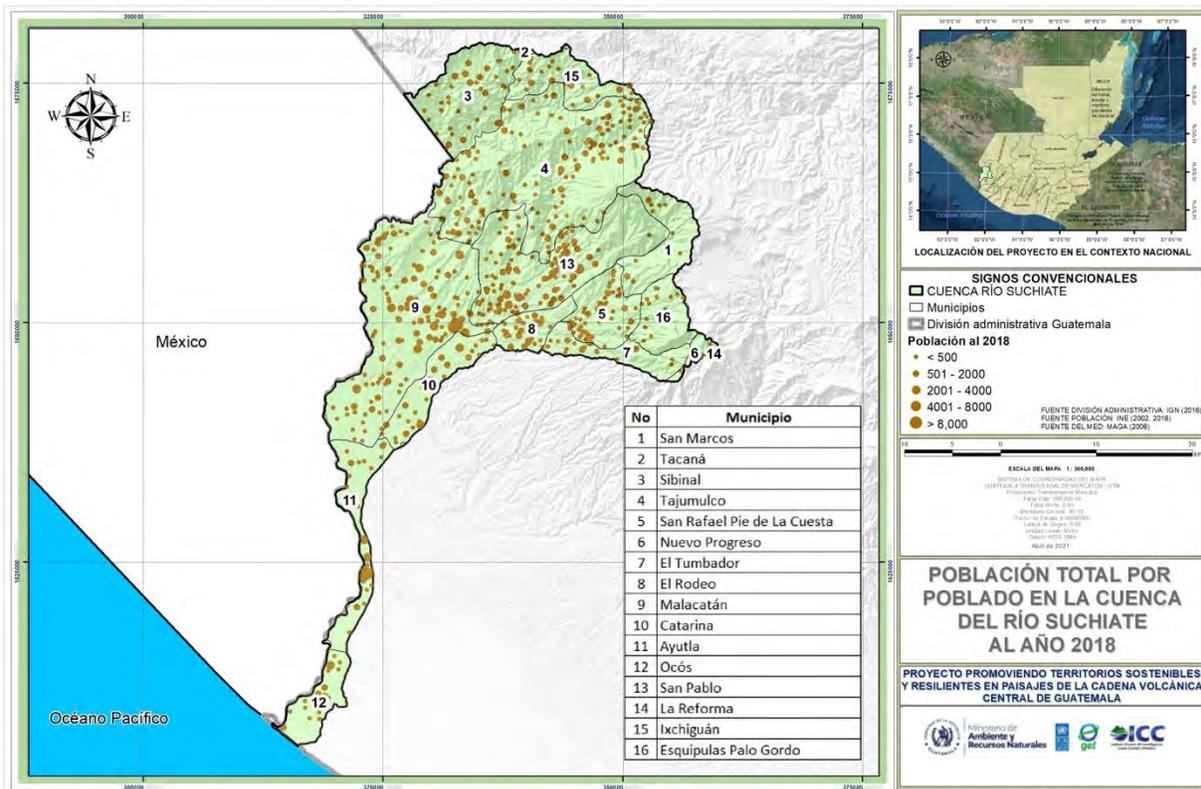


Figura 2. Población total por poblados en la cuenca del río Suchiate, año 2018 Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2002, 2018).

Para poder conocer las características de la población en la cuenca relacionadas con edad, sexo, estado conyugal, urbano/rural, pueblo y comunidad lingüística, se realizó una interpolación de la población utilizando el XXII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda (Instituto Nacional de Estadística, 2018), mediante el cual se obtuvieron aproximaciones por

municipio según los lugares poblados identificados en el *XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación* (Instituto Nacional de Estadística, 2002).

Los grupos etarios identificados en la cuenca del río Suchiate son los siguientes: (1) Menores de edad (19 años o menos): 48 %, (2) 20-34 años: 24 %, (3) 35-59 años: 21 % y (4) personas de la tercera edad (mayores de 60 años): 8 %. La población en la cuenca es altamente joven (72 %), conformada por menores de edad y adultos jóvenes.

Se estima que el 51 % de la población total en los 16 municipios del departamento de San Marcos es femenina, mientras que el 49 % es masculina (Instituto Nacional de Estadística, 2018). En la Figura 3 se observa la ocupación de hombres y mujeres en los municipios con lugares poblados en la cuenca.

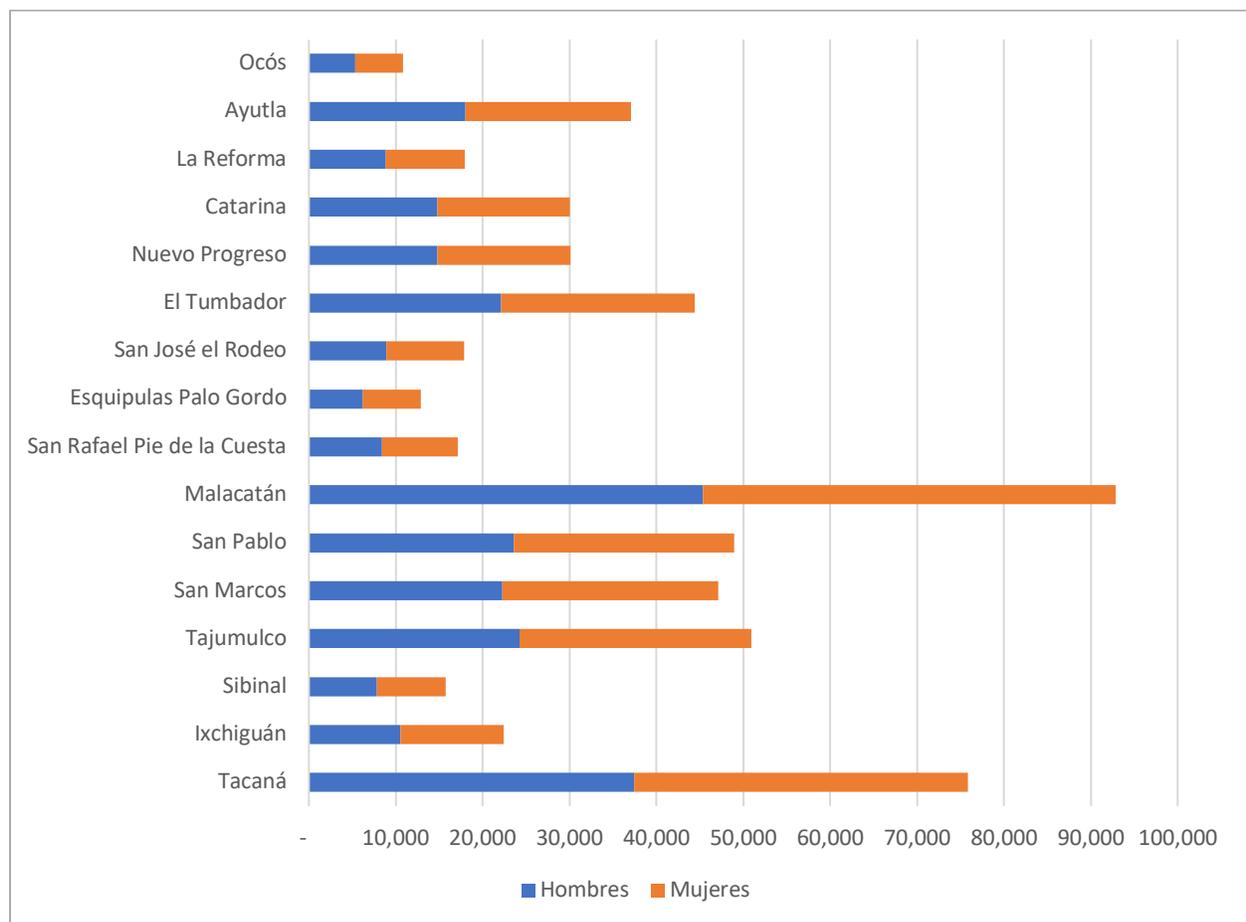


Figura 3. Población por sexo en los municipios de la cuenca del río Suchiate, año 2018

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

En cuanto al estado conyugal, el Censo 2018 considera la situación de la población de 10 años o más, lo que permitió identificar que: 43 % se declara estar soltero, 51 % se encuentra unido o casado, 2 % está separado o divorciado y 4 % es viudo.

3.1 Población urbana/rural

Según la categorización del último censo de población, se estima que el total de población urbana en la cuenca hidrográfica del río Suchiate es de 19 % y la rural de 81 %, considerando que solo 13 de los 16 municipios con superficie en la cuenca aportan población (Tabla 1) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

Tabla 1. Composición de la población en la cuenca del río de Suchiate

Departamento	Municipio	Área de la cuenca (%)	Población estimada al 2018*	Urbana (%)	Rural (%)
San Marcos	Tacaná	0.11	-	-	-
	Ixchiguán	4.31	8807	7	93
	Sibinal	7.75	14 671	16	84
	Tajumulco	23.92	50 882	1	99
	San Marcos	4.63	3659	100	-
	San Pablo	13.28	48 937	34	66
	Malacatán	20.15	92 773	9	91
	San Rafael Pie de la Cuesta	4.31	17 139	22	78
	Esquipulas Palo Gordo	3.45	1745	31	69
	San José el Rodeo	2.4	12 606	13	87
	El Tumbador	3.19	4152	20	80
	Nuevo Progreso	0.72	-	-	-
	Catarina	4.26	19 312	11	89
	La Reforma	0.01	-	-	-
	Ayutla	4.42	21 845	64	36
	Ocós	3.1	7617	41	59
Total		100	304 145	19	81

Nota. * Población estimada mediante interpolación intercensal con base en los lugares poblados por municipio. Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

3.2 Población por pueblo: maya, garífuna, xinca, afrodescendiente, ladino y extranjero

Según el Instituto Nacional de Estadística (2018), la población de Guatemala se clasifica en los siguientes pueblos: maya, garífuna, xinca, afrodescendiente, ladino y extranjero. En la Tabla 2 se observa el detalle correspondiente a la población que habita en la cuenca (Tabla 2).

Tabla 2. Población por pueblo en la cuenca del río Suchiate, año 2018

n.º	Pueblo	Población relativa (%)
1	Maya	22.0
2	Garífuna	0.06
3	Xinca	0.01
4	Afrodescendiente/creole/afromestizo	0.05
5	Ladino	77.8
6	Extranjero	0.11

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

3.3 Población maya por comunidades lingüísticas

El total de la población maya en la cuenca es de 22.0 %. De las 22 comunidades lingüísticas presentes en el país, las que están presentes en un porcentaje mayor al 1 % en los municipios que ocupan la cuenca son las siguientes: k'iche' (1.1 %) y mam (96.6 %) (Figura 4). Predomina la población hablante de mam, ya que se encuentra en 13 municipios de los 16 que tienen lugares poblados en la cuenca (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

Más del 83 % de la población maya de los siguientes municipios habla mam: Ixchiguán, Sibinal, Tajumulco, San Pablo, Malacatán, El Tumbador y Catarina; mientras que en el resto estos porcentajes se encuentran entre el 11 % al 71 %. La segunda mayor comunidad lingüística presente en la cuenca es la k'iche', y los municipios con mayores porcentajes de población que lo hablan son: Ayutla (54 %) y Ocos (43 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

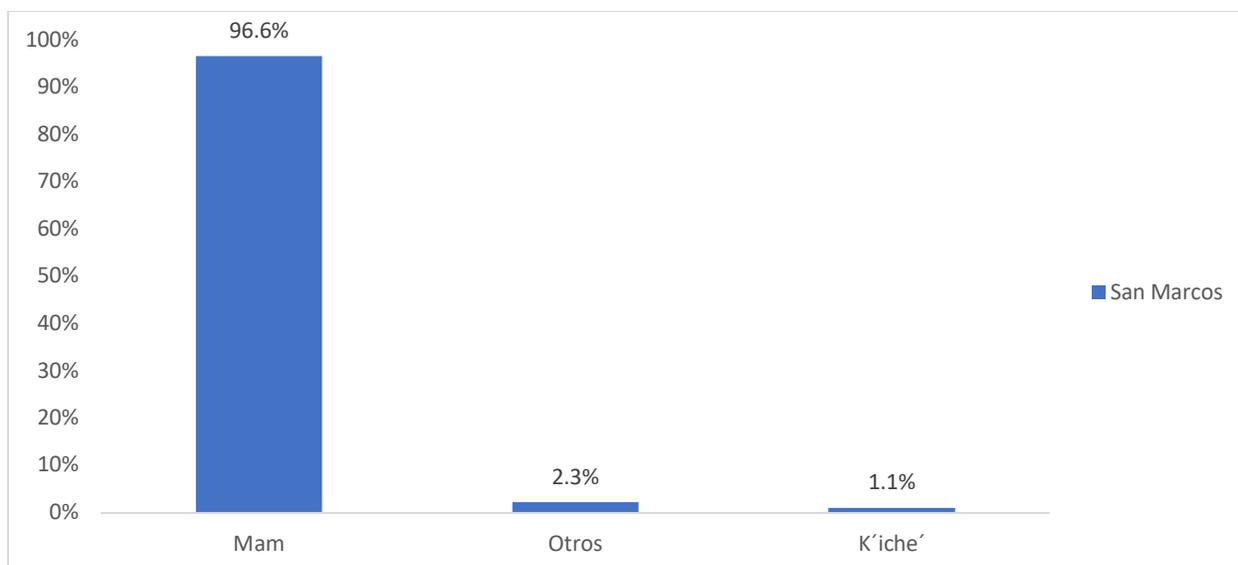


Figura 4. Población relativa por comunidad lingüística maya en la cuenca del río Suchiate, año 2018

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

3.4 Pobreza

Según la *Encuesta Nacional de Condiciones de Vida* (Encovi) (Instituto Nacional de Estadística, 2014), el 60.2 % de la población que habita en la cuenca es pobre (Tabla 3), de la cual el 22.0 % vive en pobreza extrema y 38.2 % en pobreza no extrema (Figura 5).

Tabla 3. Porcentaje de la población que vive en pobreza en el departamento de San Marcos

Departamento	Pobreza (%)		
	Extrema	No extrema	Total
San Marcos	22.0	38.2	60.2

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2014).

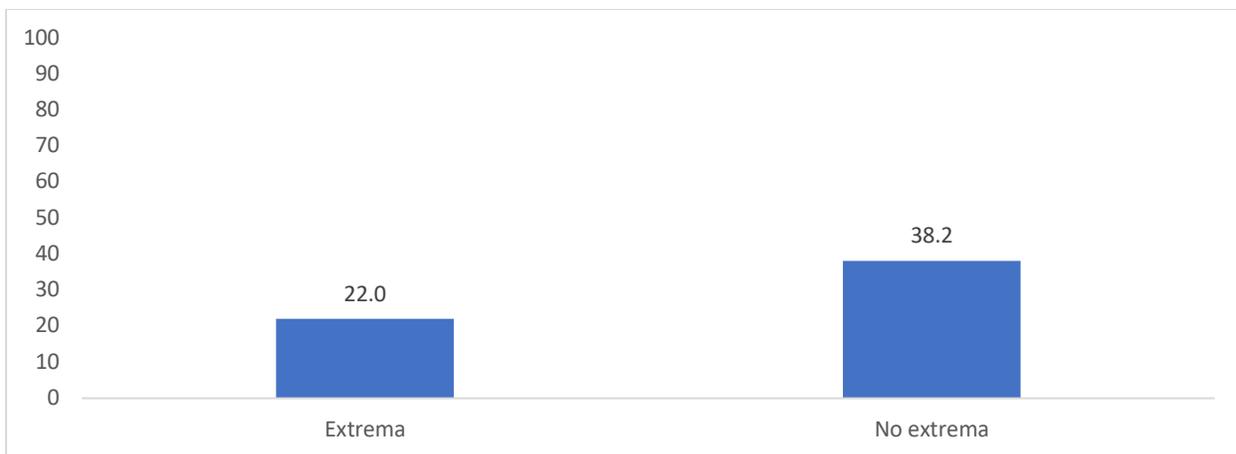


Figura 5. Población que vive en pobreza en el departamento de San Marcos, año 2014 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2014).

Según el componente de Desarrollo y Pobreza del Inform (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia *et al.*, 2018)¹, los municipios del departamento de San Marcos presentes en la cuenca del río Suchiate tienen un riesgo de categoría bajo, medio y alto. De los 16 municipios, 13 % tiene una condición de vulnerabilidad socioeconómica de bajo riesgo, 31 % de mediano riesgo y un 56 % está en alto riesgo.

Los municipios con lugares poblados en la cuenca que más llaman la atención por su situación socioeconómica de bajo riesgo son San Marcos y Ayutla. Mientras que con riesgo alto se encuentra un gran porcentaje de los municipios que se observan en la Tabla 4.

Tabla 4. Categoría socioeconómica según el Inform (2018) por total del municipio

n.º	Departamento	Municipio	Inform socio económico	Nivel de riesgo
1	San Marcos	San Marcos	3.2	Bajo
2		Ayutla	3.3	
3		San Rafael Pie de La Cuesta	3.6	Medio

¹ El informe del índice para la gestión del riesgo en Guatemala (Inform, por sus siglas en inglés) (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia *et al.*, 2018) se divide en tres dimensiones: peligro y exposición, vulnerabilidad y falta de capacidad de respuesta. Para este apartado se consideró la dimensión de *vulnerabilidad* en la categoría socioeconómica, que tiene los componentes de desarrollo y pobreza en la que los indicadores se convierten en índices (con rango 0 a 10). Esto significa que los rangos (0 = muy bajo, 10 = muy alto) permiten hacer una comparación entre los municipios. La categoría de vulnerabilidad socioeconómica es aquella en la que no se cuenta con condiciones de vida y bienestar seguro y resiliente. Los indicadores que se utilizan en el componente son: (a) índice de desarrollo humano (IDH), (b) condiciones de vida (vivienda) y (c) pobreza en Guatemala.

n.º	Departamento	Municipio	Inform socio económico	Nivel de riesgo
4		Esquipulas Palo Gordo	3.6	
5		Catarina	4.4	
6		Ocós	4.5	
7		Malacatán	4.6	
8		El Tumbador	4.7	Alto
9		San Pablo	4.7	
10		La Reforma	4.7	
11		San José El Rodeo	4.8	
12		Nuevo Progreso	4.9	
13		Tacaná	5.1	
14		Sibinal	5.3	
15		Tajumulco	5.4	
16		Ixchiguán	5.4	

Nota. Clasificación según su nivel de riesgo= 0-2.5: muy bajo, 2.6-3.5: bajo, 3.6-4.6: medio, 4.7-5.9: alto y 6-7.5: muy alto. Fuente: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia *et al.* (2018).

4. SALUD

4.1 Natalidad y fecundidad

El número de nacimientos registrados en el departamento de San Marcos fue de 26 191, con una variación del año anterior de -4.8 % (Instituto Nacional de Estadística, 2020d).

La fecundidad mide la cantidad de hijos (as) nacidos vivos que han tenido las mujeres. El promedio de hijos o hijas por mujer en edad fértil en el departamento de San Marcos fue de 2.7 (Instituto Nacional de Estadística, 2020f).

4.2 Defunciones

En el departamento de San Marcos se registraron 5654 defunciones. En promedio murieron 15.5 personas al día, y fallecieron más hombres (58.8 %) que mujeres. La principal causa de muerte fue por "otras causas" (46 %), y le siguieron en orden de importancia: infarto agudo de miocardio (11 %), y síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio no clasificados en otra parte (11 %) (Figura 6) (Instituto Nacional de Estadística, 2020c).

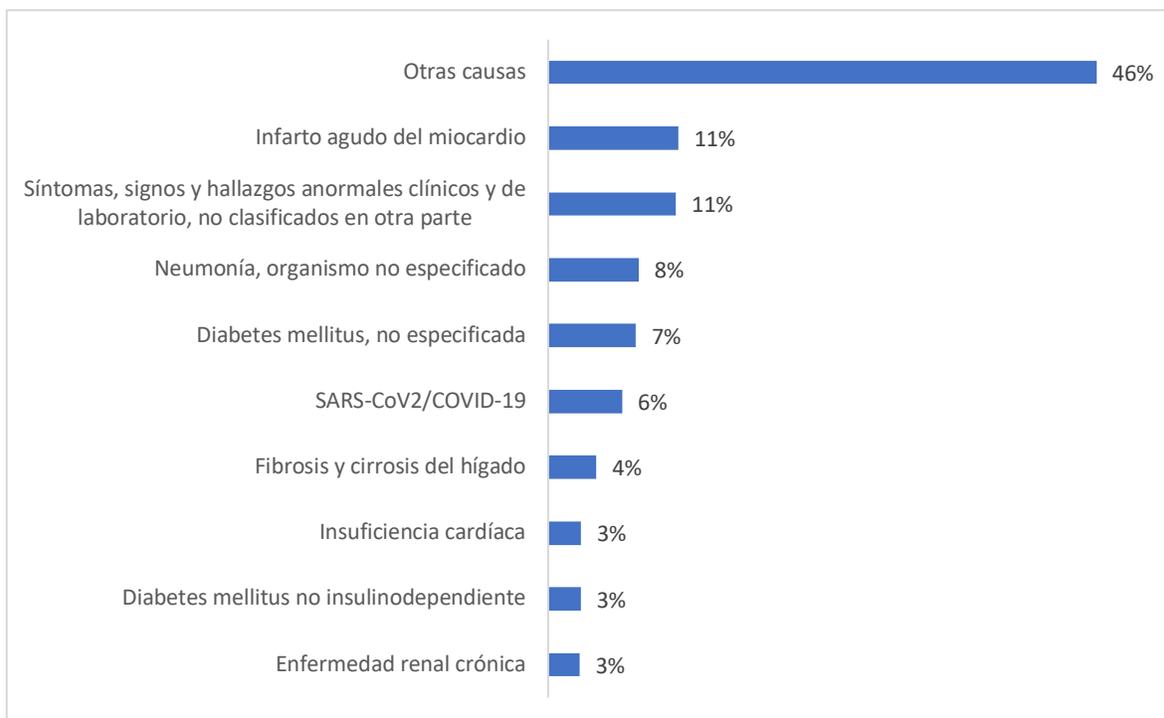


Figura 6. Principales causas de muerte en el departamento de San Marcos, año 2020

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2020c).

4.3 Morbilidad

La morbilidad se refiere a la cantidad de personas que enferman en un lugar y un período de tiempo determinados con relación al total de la población. Para el año 2019, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) identificó las siguientes causas principales de morbilidad, lo cual se consideró relevante porque se evidencian algunas enfermedades relacionadas con el consumo de agua (Tabla 5).

Tabla 5. Causas principales de morbilidad general en las personas del departamento de San Marcos, año 2019

n.º	Causa de morbilidad general	San Marcos
1	Rinofaringitis aguda (resfriado común)	204 172
2	Gastritis	73 130
3	Infección de vías urinarias	56 926

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2019).

Otras causas de morbilidad en San Marcos son: amigdalitis aguda (135 547 personas), parasitosis intestinal (90 216), trastornos de la piel y tejidos subcutáneos (80 158 personas) y diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso (77 298 personas) (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2019).

4.4 Servicios externos e internos

En cuanto a las consultas externas², los centros hospitalarios privados brindaron atención a 57 124 personas en el departamento de San Marcos. La mayor demanda de servicios fue por "otras causas" (29.8 % del total de casos atendidos); y le siguieron en orden de importancia: enfermedad renal crónica (14.9 %); síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio no clasificados en otra parte (7.9 %); supervisión de embarazo normal (4.8 %); otros exámenes especiales e investigaciones en personas sin quejas o sin diagnóstico informado (4.6 %) y otros (Instituto Nacional de Estadística, 2020a).

En cuanto a los servicios internos³, los centros hospitalarios privados del departamento de San Marcos brindaron atención a 9286 personas en 2020. La mayor demanda fue por "otras causas" (30.4 % del total de casos atendidos); y le siguieron en orden de importancia: parto único por cesárea

² Servicios externos: atención de pacientes ambulatorios, que asisten a consulta médica, fuera de las áreas de hospitalización.

³ Servicios internos: atención de pacientes que ingresan a una sala interna para ser atendidos médica, quirúrgica u obstétricamente.

(11.7 %) y nacidos vivos según lugar de nacimiento (10.9 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2020b).

4.5 Inmunizaciones

Con relación a los programas de inmunizaciones, la *Memoria de Estadísticas Vitales y Vigilancia Epidemiológica 2019* reportó las siguientes coberturas en el departamento de San Marcos (Tabla 6).

Tabla 6. Programas de vacunación en el departamento de San Marcos, año 2019

n.º	Departamento	San Marcos
	Población de 1 a < 6 años	25 002
	Vacunas	(%)
1	Tuberculosis	86
2	Hepatitis B	58
3	Pentavalente*	104 ⁴
4	Antipoliomielítica*	108 ⁵
5	Rotavirus**	103 ⁶
6	Influenza	66
7	Neumococo**	105 ⁷
8	Sarampión, paperas y rubéola***	86

Nota. *Aplicación de tres dosis. **Aplicación de dos dosis. ***Aplicación de dosis a niños entre 1 a 2 años. Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2019).

4.6 Desnutrición

Según el *Cuarto Censo Nacional de Talla en Escolares (2015)*, en la parte de la región VI que tiene presencia en la cuenca del río Suchiate (a la cual pertenece el departamento de San Marcos), se identificó que de 96 918 niños censados⁸, 58.4 % se encuentra en estado nutricional normal y 41.6 % tiene retardo de talla, de los cuales 31.5 % está en un estado nutricional moderado y 10.1 % en un estado nutricional severo, por lo que su categoría de vulnerabilidad nutricional se ubica en alta (Ministerio de Educación *et al.*, 2015).

⁴ Vacunación de pentavalente (tercera dosis) = (número de dosis aplicadas a niños de 1 a < 6 años / población de 1 a 6 años 2017) x 100

⁵ Vacunación de antipolio (primera dosis) = (número de dosis aplicadas a niños de 1 a < 6 años / población de 1 a 6 años 2017) x 100

⁶ Vacunación contra el rotavirus (segunda dosis) = (número de dosis aplicadas a niños de 1 a < 6 años / población de 1 a 6 años 2017) x 100

⁷ Vacunación contra el neumococo (segunda dosis) = (número de dosis aplicadas a niños de 1 a < 6 años / población de 1 a 6 años 2017) x 100

⁸ Niños censados: niños y niñas asistentes a primer grado del sector público, comprendidos entre las edades de seis años con cero meses a nueve años con once meses (niños nacidos entre julio de 2005 a julio 2009).

En lo que se refiere a la clasificación de vulnerabilidad nutricional según prevalencia de retardo en talla o desnutrición crónica, el departamento de San Marcos tiene valores muy altos, con 44.8 % (Ministerio de Educación *et al.*, 2015).

4.7 Infraestructura de salud

La distribución de infraestructura de salud en el departamento de San Marcos se describe en la Tabla 7.

Tabla 7. Tipo de servicio de salud en el departamento de San Marcos, año 2019

n.º	Tipo de servicio de salud	San Marcos
1	Hospitales	2
2	CAP	16
3	Caimi	2
4	Cenapa	0
5	Puesto de salud fortalecido	14
6	Centros de salud tipo "A"	0
7	Centros de salud tipo "B"	6
8	Puestos de salud	64
9	Maternidades cantonales	91
10	Centros de urgencias 24 horas	11
11	Clínicas periféricas	1
12	Centros de convergencia	244
13	Unidades notificadoras	193
14	Clínicas médicas particulares	144
15	Hospitales y/o sanatorios privados	8
16	Farmacias	101
17	IGSS	Institución presente en cada departamento de la cuenca, pero no se cuenta con información a detalle sobre sus instalaciones.

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2019).

5. EDUCACIÓN

Los porcentajes de cada nivel educativo de la población mayor de cuatro años en la cuenca hidrográfica del río Suchiate son los siguientes: (1) nivel preprimario: 4 %; (2) nivel primario: 49 %; (3) nivel medio: 22 % y (4) nivel superior: 2 % (licenciatura, maestría y doctorado). El restante 23 % de la población no cuenta con ningún nivel de formación educativa (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

Se estima que el 53 % de los pobladores que habita en los municipios ubicados en la cuenca ha estudiado el nivel preprimario y primario. El municipio de Tajumulco cuenta con el mayor porcentaje de población (36 %) que no tiene ningún nivel de formación educativa. Por el contrario, el municipio de San Marcos tiene el mayor porcentaje de población que cuenta con nivel educativo superior a nivel de licenciatura (11 %) (Tabla 8).

Tabla 8. Población de cuatro años y más, según nivel educativo en la cuenca del río Suchiate en el año 2018

Departamento	Población relativa (%)			
	Ninguno	Preprimario y primario	Medio	Superior
San Marcos	23	53	22	2

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

Del 23 % de la población que no ha recibido ninguna educación en la cuenca, los principales factores sociales que provocan su inasistencia a los establecimientos educativos son (Figura 7): falta de dinero (29 %), tener que trabajar (10 %) y falta de gusto o deseo de asistir (15 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

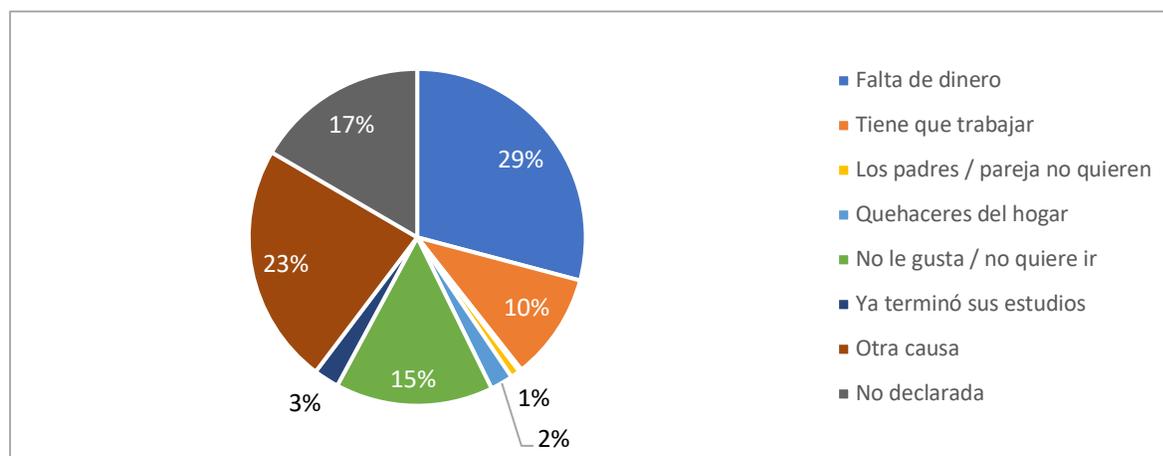


Figura 7. Causas de inasistencia a establecimientos educativos en la población entre 4 y 29 años de la cuenca del río Suchiate, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

5.1 Alfabetismo

El 83 % de la población que habita en la cuenca del río Suchiate es mayor de siete años, de la cual el 79 % es alfabeta (sabe leer y escribir) y el 21 % es analfabeta (Figura 9). Del 79 % de personas alfabetas, el 40 % corresponde a hombres y 39 % a mujeres. Se estima que 27 % asiste a un establecimiento educativo y 73 % no. De la población que asiste, 24 % estudia en su mismo municipio y el resto ha salido de este para acceder a educación. Sobresalen los municipios de San Marcos y San Rafael con los porcentajes más altos de alfabetismo, 90 % y 84 % respectivamente (Figura 8) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

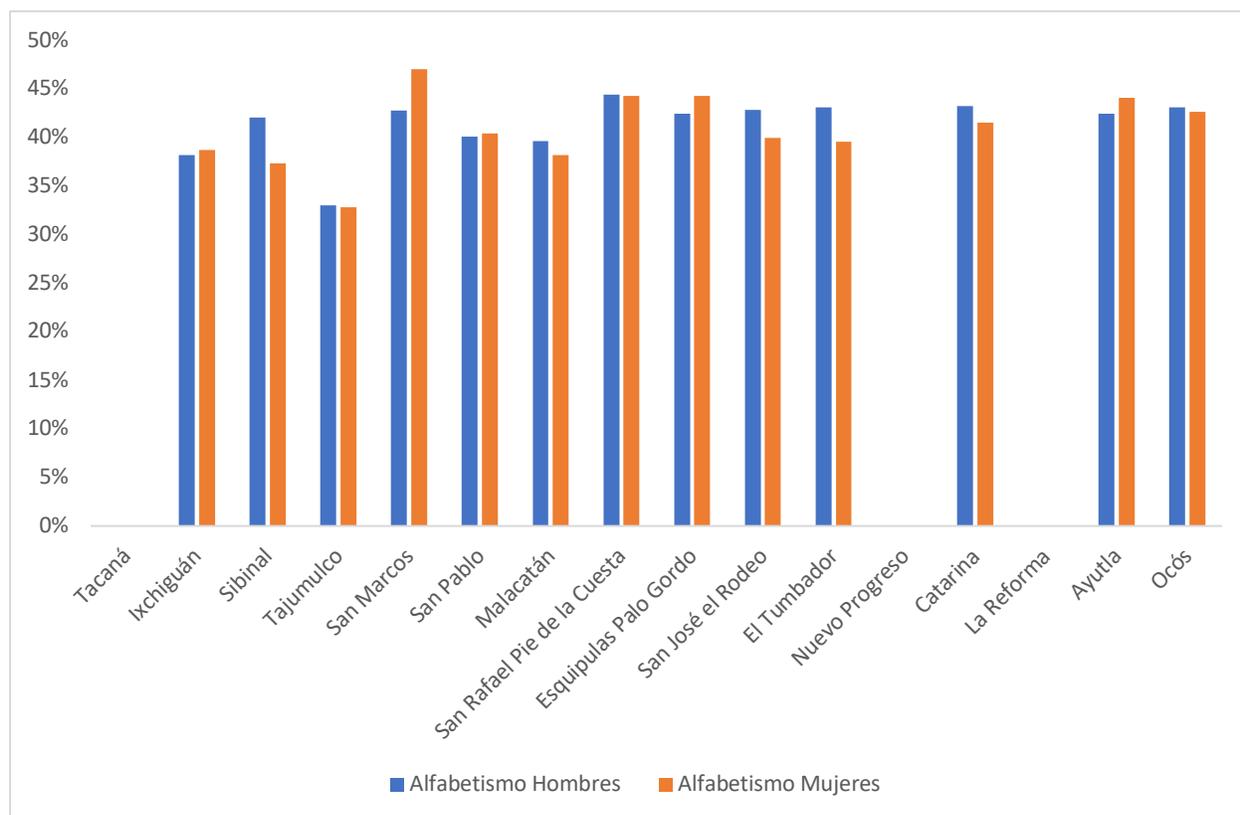


Figura 8. Población de siete años o más por tasa de alfabetismo en la cuenca del río Suchiate, año 2018 (porcentaje)
Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

5.2 Acceso y uso de dispositivos digitales e internet

El uso de nuevas tecnologías ha permitido acelerar el acceso a herramientas de estudio y ha agilizado la comunicación, con lo cual actualmente la población tiene a su disposición información de forma más ágil y directa. El uso del celular es el más común y un 55 % de la población relativa de la cuenca del río Suchiate mayor a siete años tiene acceso a dicho dispositivo. Sin embargo,

43 % de la población aún no lo utiliza en su diario vivir (Figura 9) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

La computadora es el segundo dispositivo más popular, 1 de cada 10 personas en la cuenca la utiliza, por lo que un 88 % de la población no tiene acceso o usa este dispositivo digital (Instituto Nacional de Estadística, 2018), a pesar de que es una importante herramienta de información, comunicación y estudio.

Guatemala cuenta con una red de internet nacional, pero el uso de dicho servicio implica tener un dispositivo digital. Al respecto, se ha estimado que, de la población mayor a siete años en la cuenca, solo un 20 % usa internet, 78 % no lo utiliza en su día a día y del 2 % restante no se conoce si tiene acceso y/o utiliza el servicio. Los municipios con mayor acceso y uso de internet son San Marcos, San Rafael Pie de la Cuesta, Esquipulas Palo Gordo y Ayutla (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

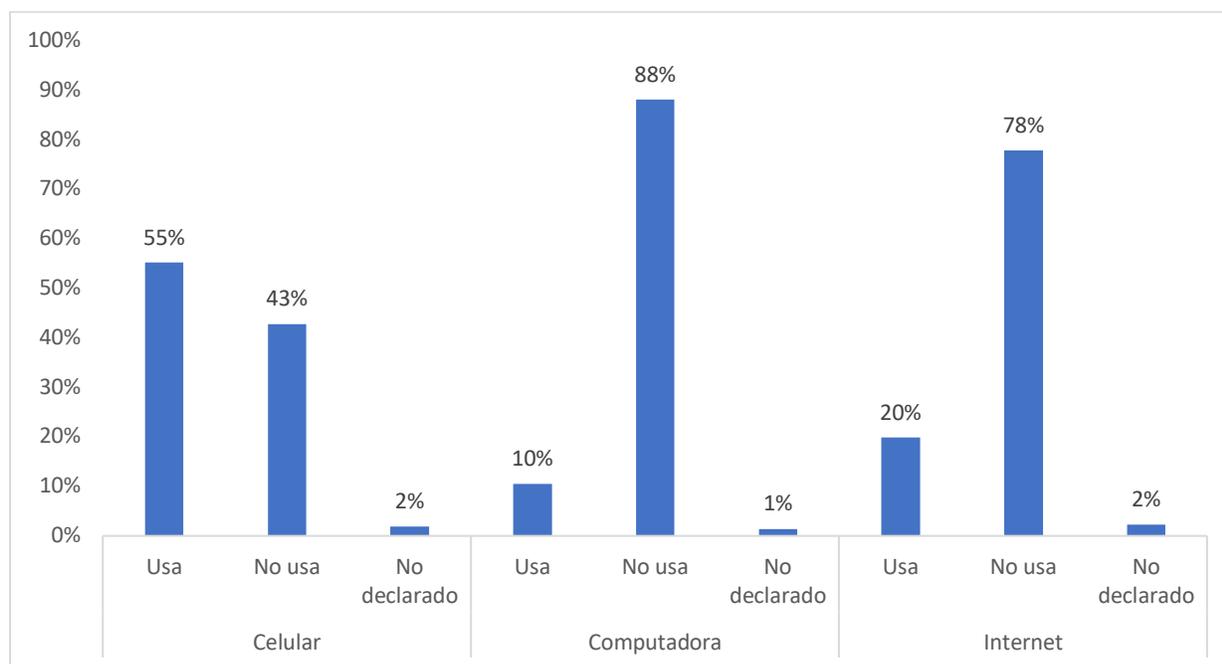


Figura 9. Población de siete años o más que utiliza celular, computadora y/o internet en la cuenca del río Suchiate, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

5.3 Establecimientos educativos

En el departamento de San Marcos se identificaron los establecimientos educativos indicados en la Tabla 9.

Tabla 9. Establecimientos educativos por niveles en el departamento de San Marcos, año 2010

n.º	Nivel	Públicos/Privados
1	Preprimaria bilingüe	136
2	Preprimaria	1047
3	Primaria	1523
4	Primaria adultos	13
5	Básico	482
6	Diversificado	142
Total		3343

Fuente: Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (2011).

6. HOGARES Y VIVIENDA

6.1 Hogares

En este caso no fue posible interpolar los datos sobre los hogares ubicados en todos los municipios del departamento de San Marcos que tienen lugares poblados ubicados dentro de la cuenca del río Suchiate según el Censo 2018, debido a que no se contó con información sobre el número de hogares de cada lugar poblado en la cuenca.

En el caso de los municipios que no tienen población dentro del área de la cuenca, los datos sobre hogares se dejaron a cero. Los municipios con más hogares en todo su territorio son (Figura 10): Malacatán (20 %), San Pablo (11 %) y San Marcos (11 %).

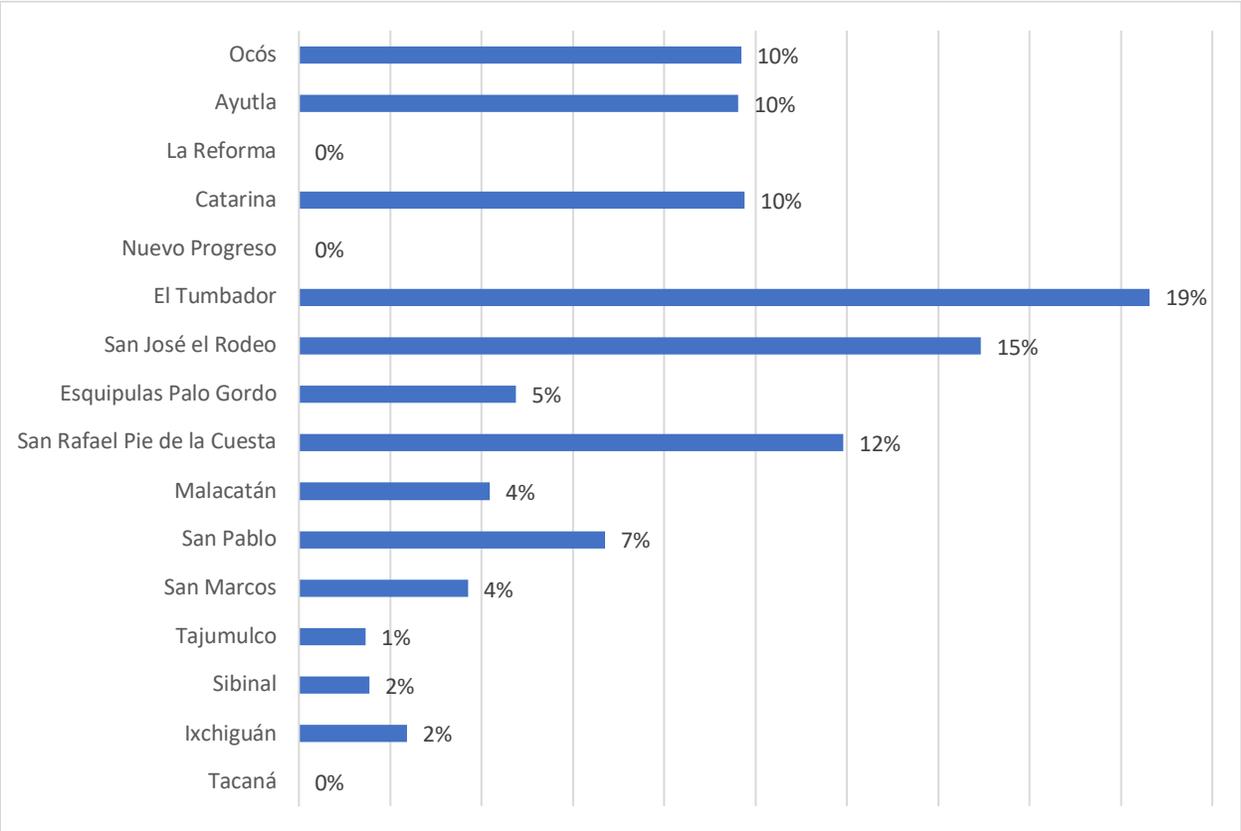


Figura 10. Porcentaje de hogares por municipio presente en la cuenca del río Suchiate, año 2018

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

Según el Censo 2018, los hogares poseen las siguientes características:

- a. Unipersonal: integrado por una sola persona (jefe de hogar), exclusivamente.

- b. Nuclear: conformado por un núcleo conyugal primario (jefe del hogar y cónyuge sin hijos, o jefe y cónyuge con hijos, o jefe con hijos), exclusivamente.
- c. Extensa: conformado por una familia nuclear más otros parientes no nucleares, exclusivamente.
- d. Compuesta: conformado por una familia nuclear o una familia extensa más otros no parientes.
- e. Coresidentes: conformado por el jefe de hogar y otros no parientes (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

En los municipios que tienen presencia en la cuenca del río Suchiate, el 56 % de los hogares es nuclear y el 37 % es extendido (Figura 11).

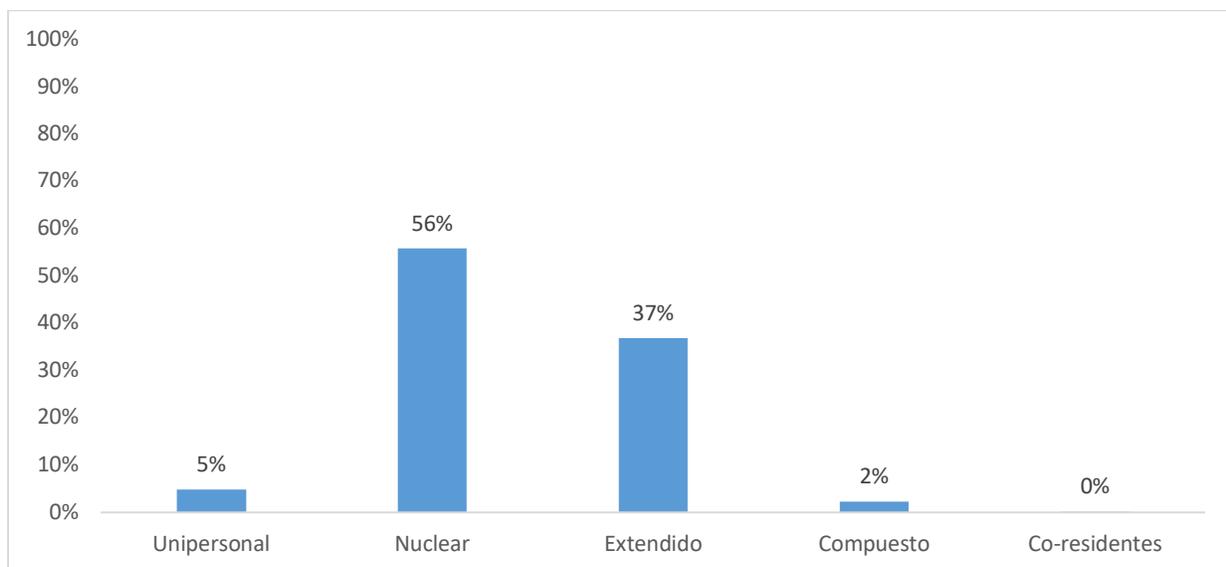


Figura 11. Tipo de hogares en los municipios presentes en la cuenca del río Suchiate, año 2018

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

Según el Censo 2018, la distribución de la tenencia de la vivienda en los municipios que tienen presencia en la cuenca del río Suchiate es la siguiente: 86 % de la población declara ser propietario, 6 % alquila, 7 % tiene vivienda cedida o prestada y 0.5 % tiene su hogar en propiedades comunales (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

En lo que se refiere al sexo del propietario de la vivienda, según el Censo 2018 el 55 % corresponde a hombres y 21 % a mujeres, un 9 % corresponde a ambos y el resto no quiso dar a conocer el sexo del propietario. En cuanto a la toma de decisiones en el hogar, 32 % es ejercida por hombres, 18 % por mujeres y 48 % por ambos (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

6.2 Vivienda

Según el Censo 2018, de las viviendas de los municipios que tienen lugares poblados en la cuenca del río Suchiate, el 97.7 % es formal, 0.2 % es apartamento, 0.5 % es cuarto en casa de vecindad, 0.5 % es rancho, 0.7 % es improvisada y el resto corresponde a otro tipo de vivienda. La condición de ocupación de las viviendas particulares es la siguiente: 77 % ocupada, 1.5 % de uso temporal y 21 % desocupada y otros (Instituto Nacional de Estadística, 2018) (Figura 12).

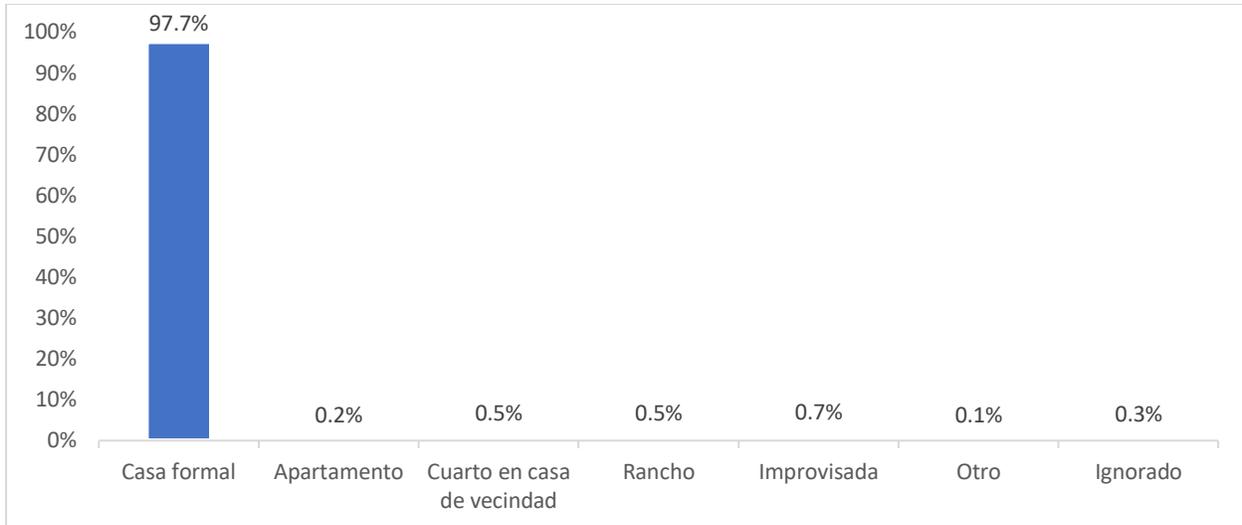


Figura 12. Tipo de vivienda en los municipios con presencia en la cuenca del río Suchiate, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

7. SERVICIOS BÁSICOS

7.1 Servicio sanitario

Los hogares ubicados en los municipios que tienen lugares poblados en la cuenca hidrográfica del río Suchiate en el departamento de San Marcos utilizan los siguientes tipos de servicio sanitario: inodoro conectado a red de drenajes (34 %), inodoro conectado a fosa séptica (9 %), excusado lavable (13 %), letrina o pozo ciego (42 %) y 1 % no tiene acceso a servicio sanitario (Figura 13) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

Se estima que los municipios con más altos porcentajes de uso de letrina o pozo ciego en la cuenca son: Ixchiguán (78 %), Sibinal (74 %), Tajumulco (72 %) y Esquipulas Palo Gordo (67 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

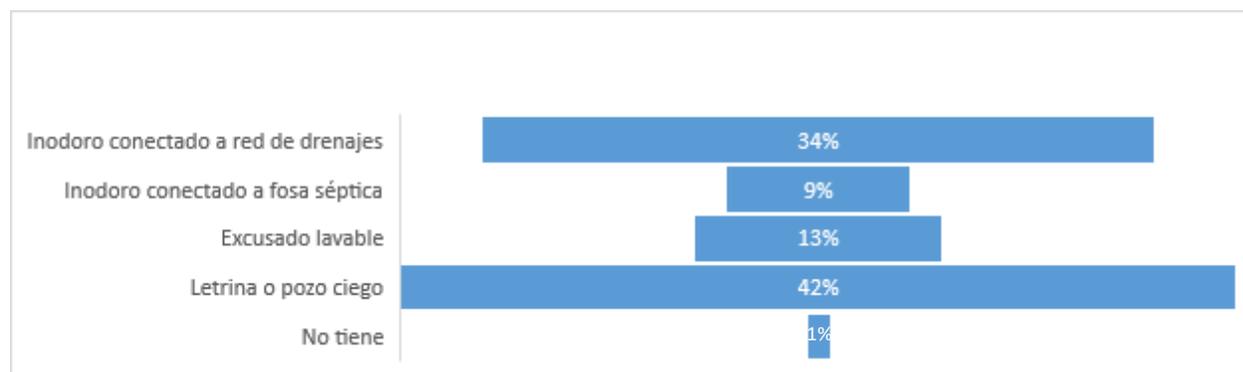


Figura 13. Tipo y uso de servicio sanitario en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Suchiate, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

7.2 Cobertura eléctrica

Los hogares en los municipios que tienen presencia en la cuenca del río Suchiate utilizan el siguiente tipo de alumbrado: red de energía eléctrica (93.5 %), panel solar o eólico (1.4 %), gas corriente (0.1 %), candela (4.8 %) y otros medios (0.2 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

Los municipios con menor cobertura de energía eléctrica son: Sibinal (78 %), Tajumulco (85 %) y La Reforma (89 %) (Figura 14). Los municipios con mayor uso de panel solar o eólico son: Sibinal (14 %), Tajumulco (5 %) e Ixchiguán (2 %). Los municipios que más utilizan candela son: Ixchiguán (8 %), Tajumulco (9 %), El Tumbador y La Reforma (9 %).

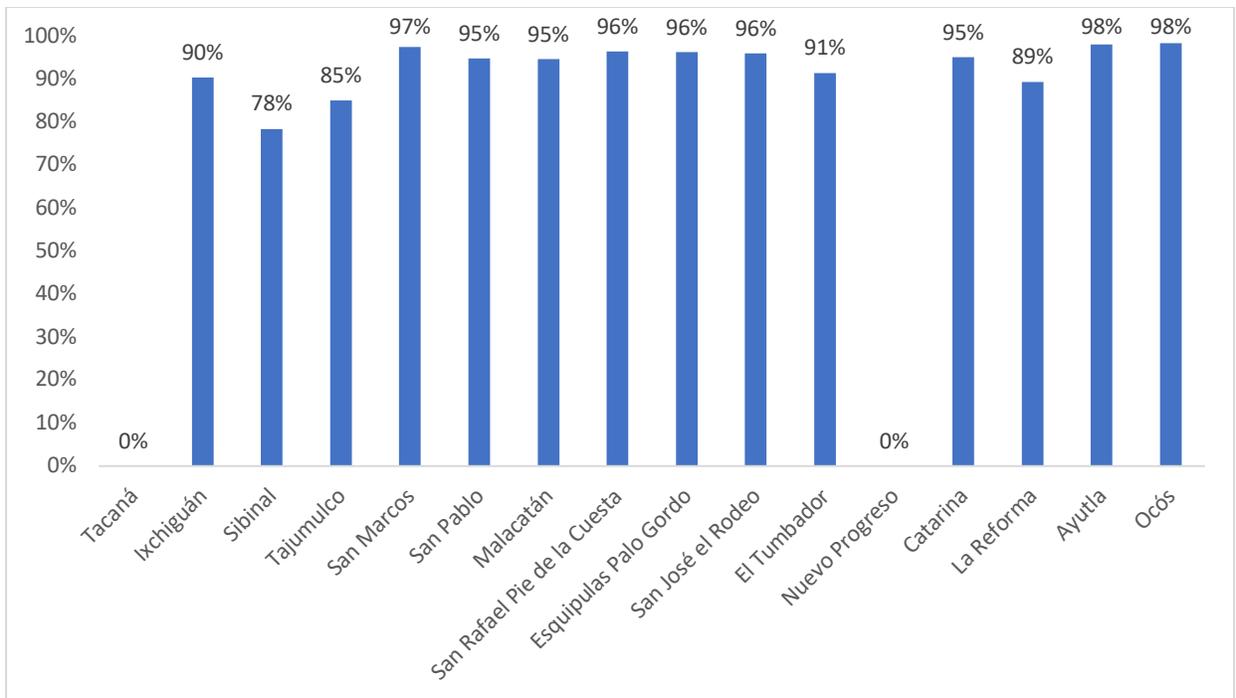


Figura 14. Cobertura eléctrica en los municipios con presencia en la cuenca del río Suchiate, año 2018 (en porcentaje)
 Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

7.3 Fuentes de energía para cocinar

En los hogares de los municipios que tienen presencia en la cuenca del río Suchiate, las principales fuentes de energía para cocinar son: leña (74 %), gas propano (26 %), electricidad (0.2 %) y 1 % no cocina. El 66 % de los hogares cuenta con un cuarto exclusivo para cocinar, mientras que el 34 % no, lo que implica que en un mismo espacio se realizan muchas actividades del hogar, incluyendo posiblemente dormir (Figura 15) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

Los municipios con los más altos porcentajes de hogares que usan leña para cocinar son: Ixchiguán (97 %), Sibinal (98 %), Tajumulco (98 %), San Pablo (81 %), San José el Rodeo (86 %), El Tumbador (83 %) y La Reforma (87 %) (Figura 16).

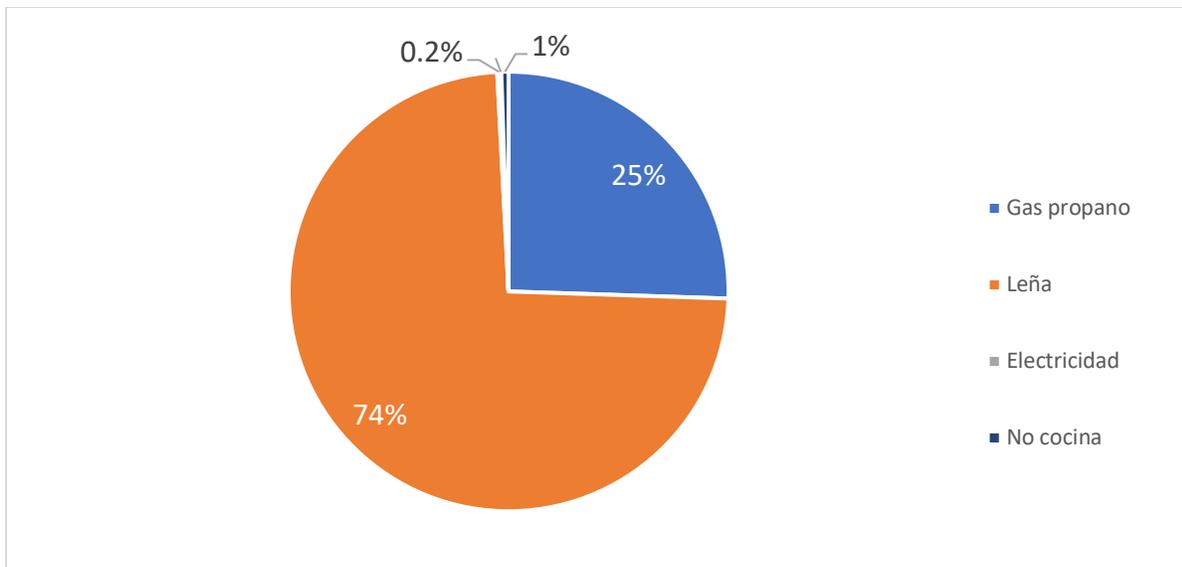


Figura 15. Fuente principal de energía para cocinar en los hogares con presencia en la cuenca del río Suchiate, año 2018 (en porcentaje)
Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

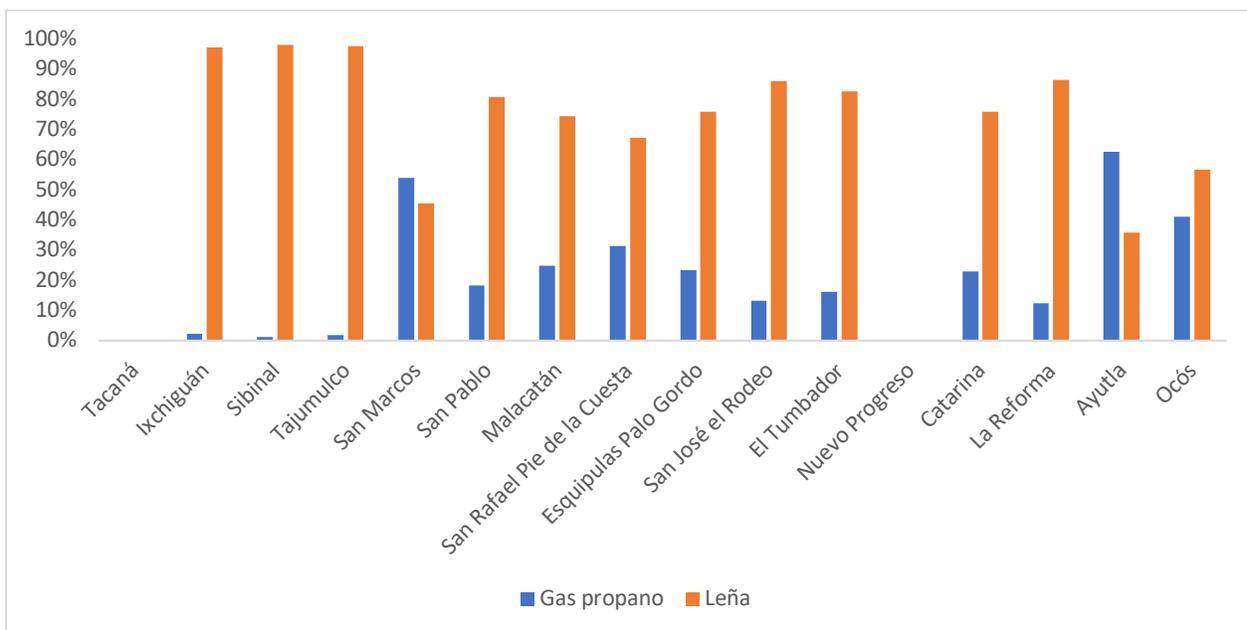


Figura 16. Fuente principal de energía para cocinar en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Suchiate, año 2018 (en porcentaje)
Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

7.4 Formas de eliminación de la basura

Se estima que los hogares de los municipios con presencia en la cuenca utilizan como principal forma de eliminación de basura la quema (57 %), el servicio municipal (14 %), abonera o reciclar (12 %), servicio privado (6 %), la entierran (5 %), la tiran en río, quebrada o mar (2 %) y el resto usa otros medios (Figura 17).

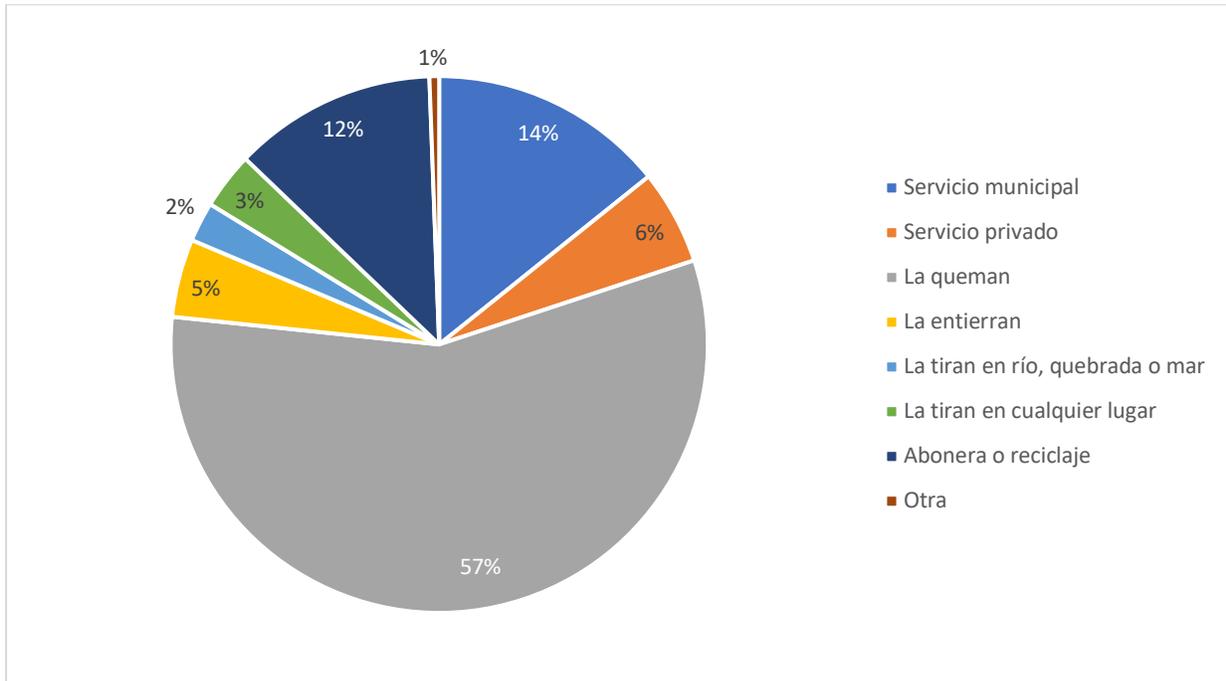


Figura 17. Principales formas de eliminación de la basura en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Suchiate, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

En el departamento de San Marcos únicamente el municipio de San Marcos cuenta con reglamento de desechos sólidos, que fue aplicado luego de haber sido aprobado por el concejo municipal y publicado en el diario oficial. En el departamento proliferan los basureros clandestinos a cielo abierto, debido a la falta de sistemas de recolección de basura y de lugares adecuados para su disposición final (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011).

8. USO DEL AGUA

8.1 Fuente principal de agua para consumo en el hogar

Con base en el Censo 2018, se procesó información sobre la fuente principal de agua para consumo en el total de los hogares del municipio, y se omitieron aquellos que no tenían población en la cuenca. El 54 % de los hogares en los municipios que tienen presencia en la cuenca declara como fuente principal de agua para consumo la que llega por medio de tubería en la vivienda, seguida de pozo perforado (22 %), tuberías fuera de la vivienda (12 %) y chorro público (2 %) (Figura 18) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

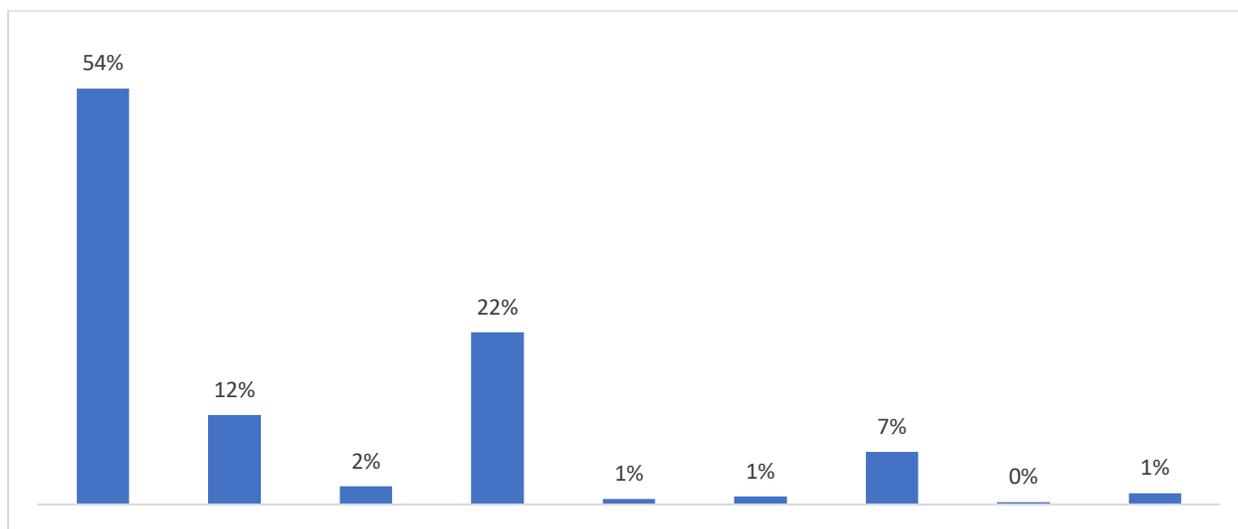


Figura 18. Fuente principal de agua para consumo en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Suchiate, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

Los municipios que tienen tuberías como fuente primaria de acceso a agua para consumo en la vivienda son: San Marcos (87 %), San Pablo (65 %), San Rafael Pie de la Cuesta (89 %), Esquipulas Palo Gordo (60 %), San José el Rodeo (67 %) y El Tumbador (62 %). Los municipios con los más altos porcentajes de uso de pozo perforado son: Malacatán (40 %), Catarina (75 %), Ocos (65 %) y Ayutla (43 %) (Figura 19) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

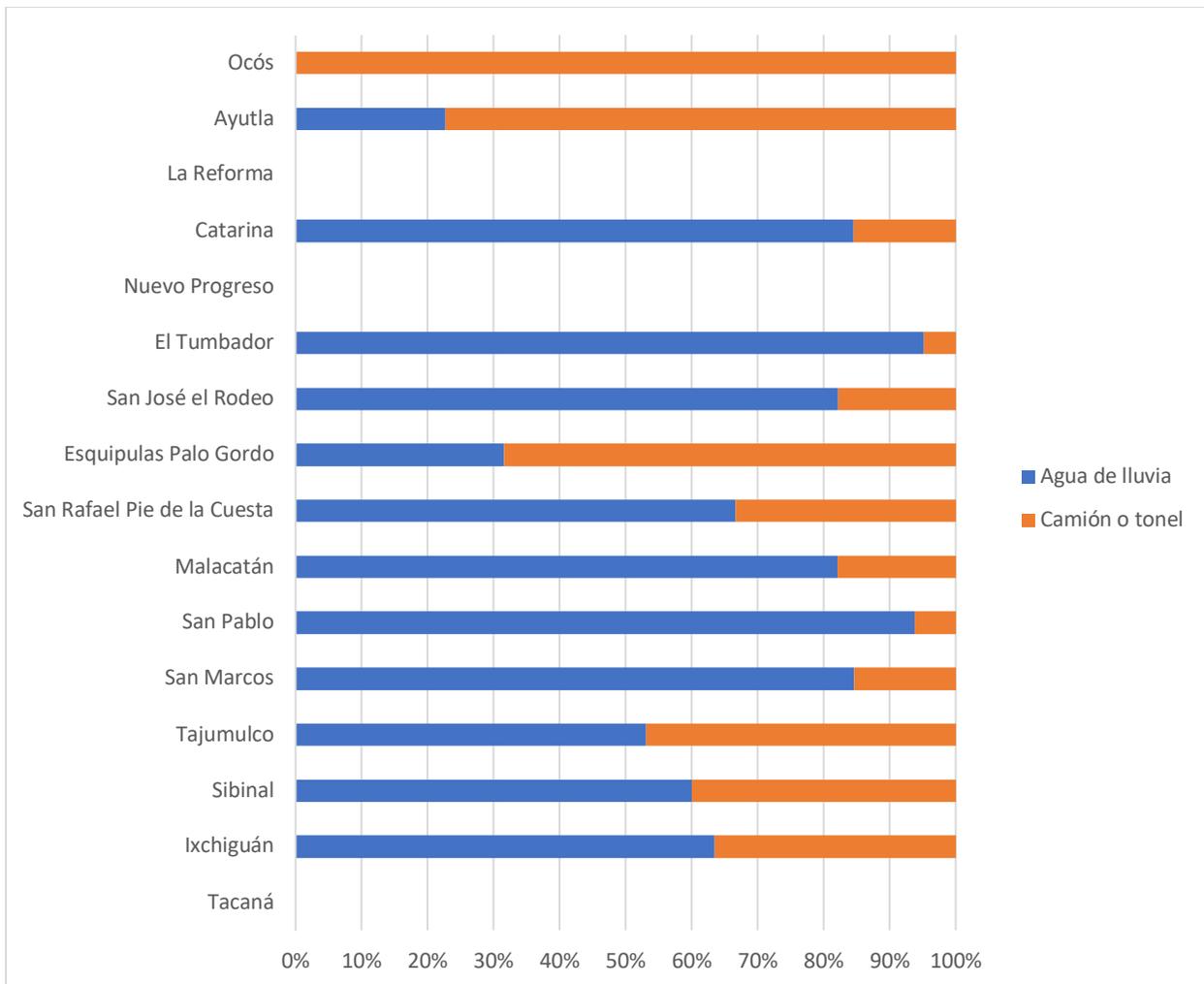


Figura 19. Fuentes principales de agua para consumo por municipio con lugares poblados dentro de la cuenca del río Suchiate, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

Al recorrer longitudinalmente la red vial que conecta los municipios —y, en la medida de lo posible de forma paralela al cauce principal de la cuenca—, se evidencia la dinámica del paisaje desde su cabecera hasta la desembocadura (Tabla 10).

Tabla 10. Longitud de las carreteras y caminos en el departamento de San Marcos, año 2010 (kilómetros)

Longitud según clasificación y tipo de rodadura					
Departamento	Clasificación	Asfalto	Pavimento	Terracería	Total
San Marcos	Centroamericanas	27 000	0	0	27 000
	Nacionales	72 000	0	0	72 000
	Departamentales	76 515	0	54 000	130 515
	Caminos rurales	0	0	71 200	71 200
Total		175 515	0	125 200	300 715

Fuente: Instituto Geográfico Nacional (2010).

10. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

10.1 Actividades económicas del departamento de San Marcos

En el departamento predomina el sector primario para el cultivo de café y banano destinados al mercado externo, principalmente en la costa y bocacosta. La industria está poco desarrollada en comparación con la cantidad que es absorbida por el sector primario. Los municipios con mayor desarrollo en este sector son San Pedro y San Marcos (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011).

El territorio marquense se distingue porque su dinámica está dividida en varias regiones. En el caso de la bocacosta, la producción de café sigue siendo importante porque la mayor parte se destina a su exportación. En el caso de la costa, la actividad económica está vinculada a la agroexportación, particularmente en los municipios de Malacatán, Catarina, Ayutla y Ocosingo; donde se produce banano, plátano, aceite (palma africana), hule y tabaco. También existe un sector dedicado a la ganadería. El principal mercado de destino de los productos es Estados Unidos de Norteamérica, como en el caso del banano de las marcas Dole y Chiquita (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011).

En las regiones del altiplano y el valle predomina la producción de granos básicos (como maíz, frijol, trigo), hortalizas, frutales deciduos y artesanías. También existe la producción pecuaria, y comercio al por mayor y menor.

Una característica importante en estas subregiones es que la mayor parte de las familias producen para el autoconsumo, mientras que los excedentes son comercializados en los días de plaza de cada municipio (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011).

10.2 Empresas por tamaño

En el 2015, el 98.1 % de las empresas registradas en la Oficina Coordinadora Sectorial de Estadísticas (OCSE-Mipyme) en el departamento de San Marcos se catalogó como micro (Tabla 11). Las empresas clasificadas como grandes y medianas tienen menos participación (Ministerio de Economía, 2015).

Tabla 11. Número de empresas por tamaño en el departamento de San Marcos, año 2015

n.º	Empresas por tamaño	San Marcos
1	Grandes	6
2	Medianas	27
3	Pequeñas	488
4	Micro	27 620
Total		28 141

Nota. Está definido por los factores de ingresos y capital reportados. Fuente: Ministerio de Economía (2015).

Al aplicar la tasa a nivel nacional, del total de empresas clasificadas en San Marcos se estima que el 32.5 % se dedicó a actividades inmobiliarias, empresariales y de alquileres; le siguieron en orden de importancia: comercio al por mayor y al por menor; y reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos (25.1 %); transporte, almacenamiento y comunicaciones (7.67 %); y el restante porcentaje corresponde a "otros" (Figura 21) (Ministerio de Economía, 2015).



Figura 21. Número de empresas por actividad económica en el departamento de San Marcos, año 2015

Fuente: Ministerio de Economía (2015).

10.3 Parque vehicular

El parque vehicular en el departamento de San Marcos durante el 2020 fue de 2 160 454, cifra que representó el 4.5 % del total nacional (Instituto Nacional de Estadística, 2020e).

10.4 Ocupación hotelera

En 2013, el mayor nivel de ocupación hotelera en el departamento de San Marcos se alcanzó en noviembre (27.7 %), mientras que el menor nivel fue en marzo (18.0 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2013).

10.5 Migración⁹

Según la *Encuesta sobre Migración Internacional de Personas Guatemaltecas y Remesas en Guatemala*, en el 2016 existían 5 532 683 personas mayores de siete años con familiares en el exterior con intención de emigrar, de las cuales el 9.50 % (con relación al total nacional) corresponde al departamento de San Marcos. El país de destino fue Estados Unidos.

El INE registró que la emigración de las personas guatemaltecas, según solicitud de pasaporte, fue de 33 560 personas, quienes tuvieron como principal país de destino Estados Unidos, seguido de México y Canadá (Instituto Nacional de Estadística, 2021).

Por otro lado, se registraron 123 213 personas retornadas de siete años y más de edad, de las cuales el siguiente porcentaje corresponde a la cuenca del río Suchiate: 14.51 % (San Marcos) (Organización Internacional para las Migraciones, 2017).

La migración en el departamento de San Marcos es de dos tipos: interna y externa. En el primer caso, la migración está ligada al ciclo agrícola y ocurre durante los meses de octubre a febrero con la cosecha de café; está dirigida hacia las fincas de la bocacosta y la costa, y parte hacia el Estado de Chiapas, México. La población que se moviliza proviene de las regiones del altiplano y el Valle. Esta mano de obra se inserta principalmente en el sector agrícola, servicios o comercio de los países a los que migran (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011).

10.6 Remesas

Según la *Encuesta sobre Migración Internacional de Personas Guatemaltecas y Remesas*, de las 1 860 287 personas residentes en el exterior de Guatemala que enviaron remesas a sus departamentos de origen, el 9.3 % corresponde a San Marcos (Organización Internacional para las Migraciones, 2017).

⁹ a) La migración es el desplazamiento de una persona producido por un cambio de residencia, b) la emigración es la migración de una persona desde un territorio hacia el exterior y c) la inmigración es la migración de una persona desde el exterior hacia este territorio.

De las 516 243 personas receptoras de remesas en Guatemala, 6.47 %, resultaron beneficiadas en el departamento de San Marcos (con relación al total nacional) (Organización Internacional para las Migraciones, 2017).

El volumen de remesas que se recibió en el país fue de USD 7 164 908 055 en el año 2016. A través de bancos el monto fue de USD 5 273 946 718, de los cuales el departamento de San Marcos recibió USD 449 962 361 (8.53 % del total nacional). La distribución del gasto del total del volumen recibido de remesas fue el siguiente: 34.68 % para consumo (alimentos, vestuario y calzados, equipamiento del hogar, mantenimiento de la vivienda y otros); 7.72 % para consumo intermedio (producción, alquiler de instalaciones y otros), 49.84 % para inversión y ahorro (compra, reparación o construcción de vivienda, terrenos, ahorro e inversión en seguros) y 7.74 % para inversión social (gastos en salud y gastos en educación) (Organización Internacional para las Migraciones, 2017).

10.7 Índice de precios al consumidor (IPC) de la región VI

El índice de precios al consumidor (IPC) se utiliza para medir el comportamiento del nivel general de precios de la economía del país. En la región VI (a la que pertenece el departamento de San Marcos), el IPC registró una variación interanual de 3.28 % en 2021. Durante el periodo 2017-2021 (Figura 22), la variación más alta se registró en 2017 cuando alcanzó 4.31 %, mientras que en 2018 se registró la variación más baja de la región (0.92 %) (Instituto Nacional de Estadística, enero de 2022).

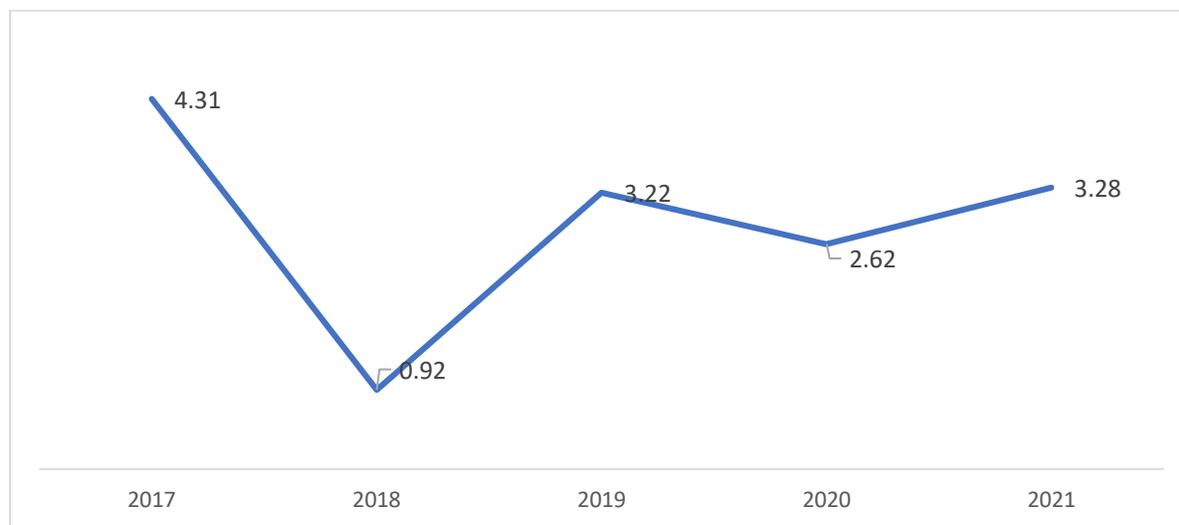


Figura 22. Variación porcentual interanual del índice de precios al consumidor (IPC), región VI, serie histórica 2017-2021

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (enero de 2022).

De las doce divisiones de gasto que integran el IPC (Figura 23), las mayores variaciones en 2021 las presentaron el transporte (7.38 %) y la vivienda, agua, gas y electricidad (4.47 %). Por otra parte, la división de educación presentó la variación negativa más baja, con -0.20 % (Instituto Nacional de Estadística, enero de 2022).

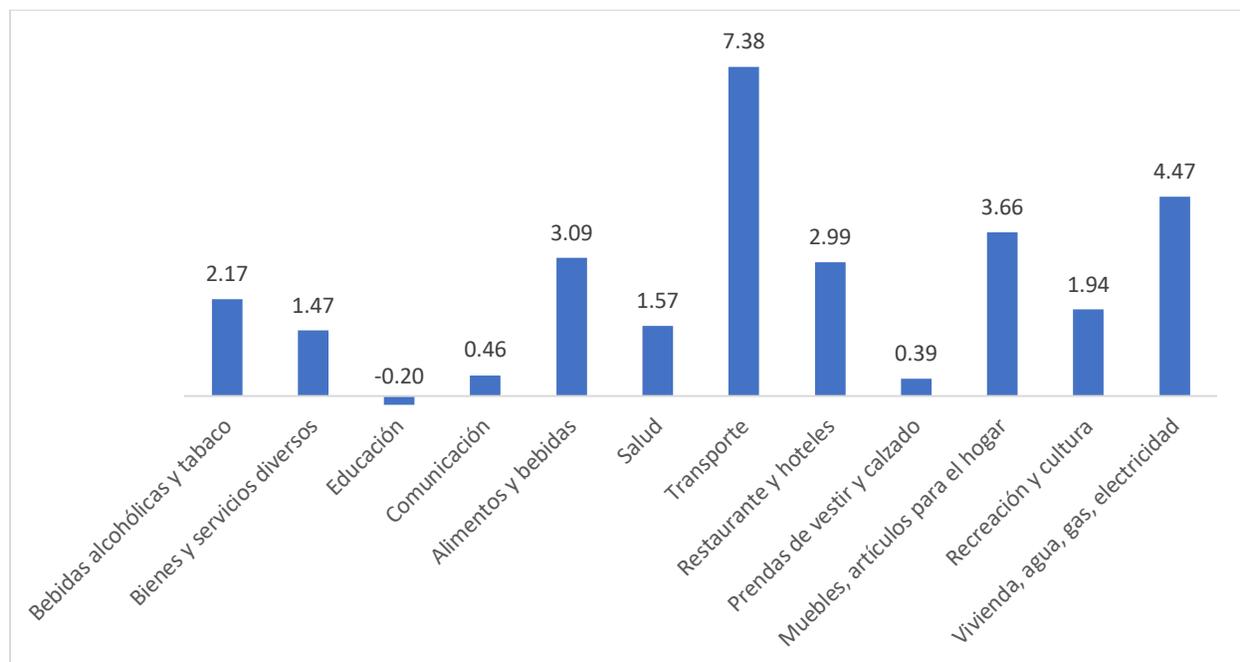


Figura 23. Variación interanual del índice de precios al consumidor (IPC) por división de gasto, año 2021

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (enero de 2022).

Según el informe de la canasta básica alimentaria (CBA) y ampliada (CA) (2022), a febrero de 2022 la tortilla presentó un precio promedio por libra de Q3.61, en comparación con diciembre de 2012, donde fue de Q3.62. En las mismas fechas, el precio medio por libra de pollo varió de Q13.06 a Q12.71, y el de la carne de res con hueso de Q17.13 a Q10.86 (Instituto Nacional de Estadística, febrero de 2022).

10.8 Población en edad de trabajar

Con base en el Censo 2018, se estimó que el 41 % de la población de 15 años o más en la cuenca hidrográfica del río Suchiate es económicamente activa

(PEA). La población se categoriza en: ocupada¹⁰ (40 %) y desocupada¹¹ (1 %), de esta última la población económicamente activa se estima como cesante¹² (0.6 %) y aspirante¹³ (0.4 %). Entre las otras categorías se estima que el 59 % de la población se califica como económicamente inactiva, de la cual el 8 % se encuentra estudiando, 37 % realiza quehaceres del hogar, 1 % corresponde a jubilados y el otro 13 % realiza otras actividades o se desconoce su actividad económica. El 32 % de las personas económicamente activas labora en el mismo municipio, 4 % fuera del municipio o país y el resto no declaró (Figura 24) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

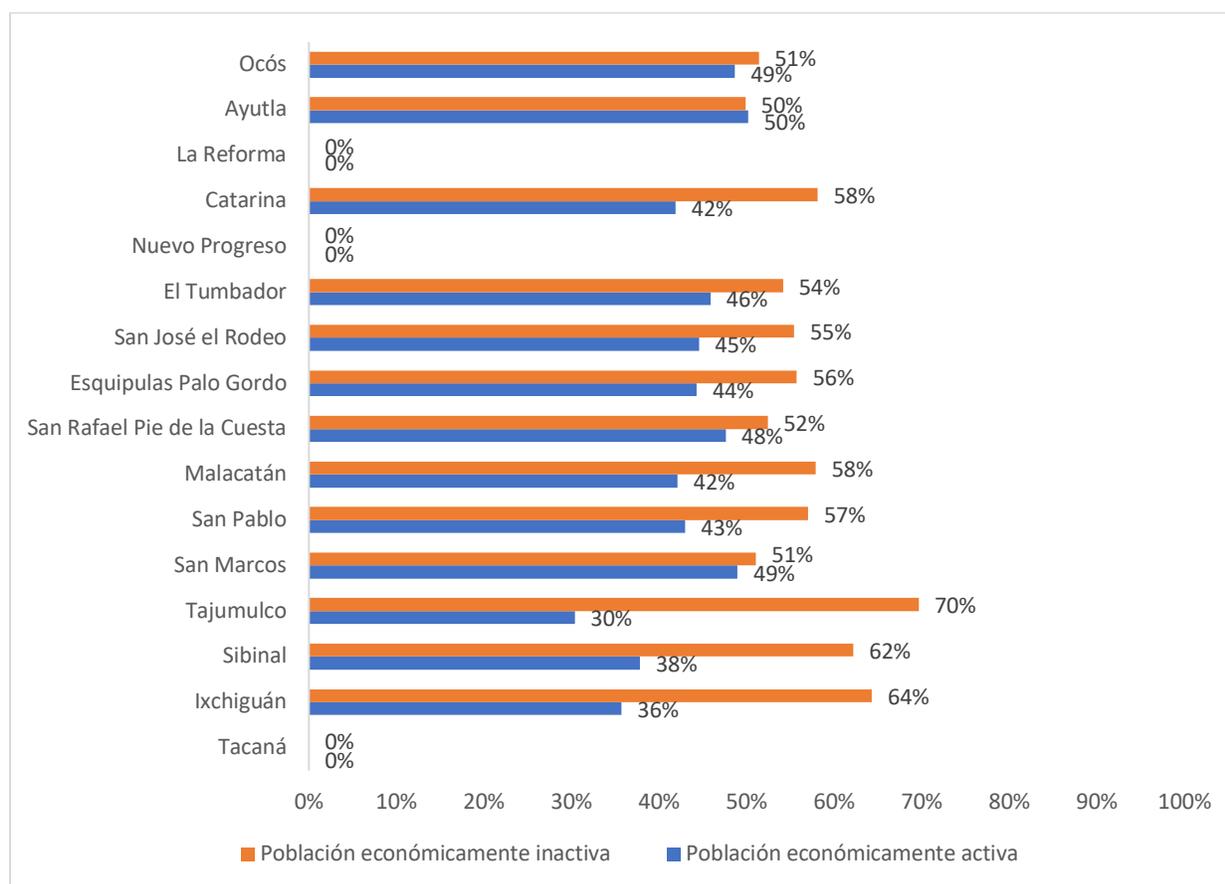


Figura 24. Población en edad de trabajar activa (PEA) e inactiva (PEI) en los municipios de la cuenca del río Suchiate, año 2018

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

¹⁰ Ocupada: población de 15 años o más que, durante la semana de referencia, y en al menos una hora al día llevaron a cabo alguna actividad económica a cambio de un ingreso, salario, ganancia u otro tipo de remuneración en dinero y/o especie, ya fuera de beneficio individual o familiar. Se consideraron también a las personas que, sin recibir remuneración, participaron o ayudaron en la elaboración o venta de productos agrícolas, ganaderas o de autoconsumo o en alguna otra actividad económica.

¹¹ Desocupada: personas disponibles para trabajar que hicieron gestiones para encontrar un trabajo.

¹² Cesante: quienes buscaron trabajo y ya tienen experiencia laboral.

¹³ Aspirante: quienes buscan trabajo por primera vez.

11. INSTITUCIONALIDAD

11.1 Instituciones presentes

En cuanto a la presencia de entidades públicas en San Marcos se han identificado delegaciones ubicadas en la cabecera departamental que les dan cobertura a los municipios. Las que se relacionan por su quehacer en el territorio con la cuenca hidrográfica del río Suchiate son:

Dirección Departamental del Ministerio de Salud y Asistencia Social (MSPAS); Delegación Departamental de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (Conred), quien además se encarga del Centro de Operaciones de Emergencia (COE); Instituto Nacional de Estadística (INE); Instituto Nacional de Bosques (INAB); Coordinación Departamental del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA); Delegación Departamental y Regional del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN); Delegación Regional del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap); Dirección Departamental del Ministerio de Educación (Dideduc); Inspección de Trabajo del Ministerio de Trabajo y Previsión Social (Mintrab); Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (Segeplán); Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia (SCEP); Secretaría Presidencial de la Mujer (Seprem); Ministerio de Gobernación (Mingob) por medio de Gobernación Departamental, la Unidad de Prevención del Delito y Violencia (UPCV) y otros; Instituto de Fomento Municipal (Infom); Delegación Departamental del Instituto Guatemalteco de Turismo (Inguat); Ministerio de Economía (Mineco) por medio de la Dirección de Atención al Consumidor (Diacó); Ministerio de Comunicaciones y Vivienda (CIV), a través de la zona vial 5, la Dirección General de Aeronáutica Civil y la Dirección General de Transportes (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011).

El Registro Nacional de las Personas (Renap), el Tribunal Supremo Electoral (TSE) y la Policía Nacional Civil (PNC) tienen presencia en todos los municipios.

11.2 Aspectos de seguridad y justicia

11.2.1 Sistema de Justicia

El departamento cuenta con una delegación del Ministerio Público (MP). El Organismo Judicial (OJ) opera por medio de una red de juzgados que abordan diferentes temas, se ubican en la cabecera departamental y en ocasiones en algunos municipios; además se cuenta con juzgados de paz en cada municipio.

El sistema de justicia se auxilia de las subestaciones de la PNC, el Instituto Nacional de Ciencias Forenses, la delegación de la Procuraduría General de la Nación (PGN) y la Auxiliatura de la Procuraduría de los Derechos Humanos (PDH) (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011).

11.2.2 Detenidos por cometer hechos delictivos

En 2020 la Policía Nacional Civil (PNC) detuvo a 3949 personas sospechosas de cometer algún hecho delictivo en San Marcos. Del total de delitos, el 57.0 % corresponde a otras causas, le siguieron en orden de importancia: amenazas (16.8 %) y hurto (6.1 %) (Figura 25) (Instituto Nacional de Estadística, enero de 2021).

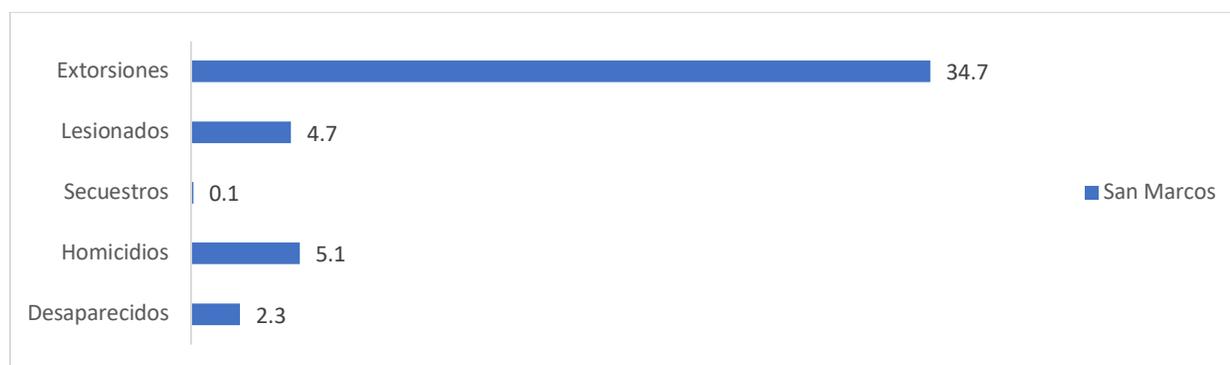


Figura 25. Tasa de víctimas a causa de la comisión de un delito en el departamento de San Marcos, año 2020 (por cada 100 000 habitantes)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (enero de 2021).

En el departamento de San Marcos la PNC reportó 714 víctimas de hechos delictivos en el 2020¹⁴, de los cuales el 65 % de los casos correspondió a hombres y el 35 % a mujeres. La tasa de homicidios fue de 5.1 por cada 100 000 habitantes (Instituto Nacional de Estadística, enero de 2021).

¹⁴ Datos de la Unidad de Estadísticas Socioculturales y de Seguridad del Instituto Nacional de Estadística (INE), con información de la Policía Nacional Civil (PNC).

12. FORMAS DE ORGANIZACIÓN

12.1 Organizaciones sociales

En el departamento de San Marcos existen organizaciones que han logrado construir espacios de incidencia, tales como las pastorales o el Movimiento de Trabajadores Campesinos (MTC). A nivel municipal se encuentran organizaciones como las asociaciones, cooperativas, comités y grupos organizados de la mujer y jóvenes (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011).

12.2 Organización política

Según la *Memoria de Elecciones 2019*, el padrón electoral de las últimas elecciones en el departamento de San Marcos fue de 53.4 % mujeres y 46.6 % hombres (Tabla 12) (Tribunal Supremo Electoral, 2020).

Tabla 12. Empadronamiento por sexo en el departamento de San Marcos en la cuenca del río Suchiate

n.º	Departamento	Mujeres empadronadas (%)	Hombres empadronados (%)
1	San Marcos	53.4	46.6

Fuente: Tribunal Supremo Electoral (2020).

En lo que se refiere a los diputados distritales del departamento de San Marcos se eligieron nueve representantes, de los cuales dos fueron mujeres. De los representantes elegidos, el 22 % corresponde al partido político UNE; mientras que el resto fueron electos por los partidos Vamos, PHG, FCN-Nación, CREO, UCN y BIEN (Tabla 13).

Tabla 13. Diputados distritales en el departamento de San Marcos en la cuenca del río Suchiate

n.º	San Marcos
1	Mario Ernesto Gálvez, Lesly Valenzuela de Paz y Ángel Iván Girón (UNE)
2	Guillermo Alberto Cifuentes (Vamos), Julio César Longo (FCN-Nación), Luis Alberto Contreras (CREO), Douglas Rivero Mérida (PHG), Vivian Beatriz Preciado (UCN) y Sabino Sebastián Velásquez (BIEN)

Fuente: Tribunal Supremo Electoral (2020).

Las dieciséis corporaciones municipales están integradas por 176 miembros distribuidos en los puestos de alcalde, síndicos, concejales y suplentes. De los alcaldes, 16 son hombres y ninguna es mujer, y del total de los electos el 11 % corresponde a mujeres y el 89 % a hombres.

Los partidos políticos predominantes en la elección del 2019 fueron CREO con cinco corporaciones municipales con presencia en la cuenca; BIEN y UCN con dos; y una para cada uno de los siguientes partidos: Vamos, UNE, CUM, CCNI, FCN-Nación, CCAM, CCC y CCLP, de los cuales cinco corresponden a comités cívicos (Tabla 14).

Tabla 14. Distribución de miembros de las corporaciones municipales por sexo y organizaciones políticas

Municipios	Miembros de la corporación	Género		Organización política electa para alcalde	Otras organizaciones
		Mujeres	Hombres		
		Número de personas			
Tacaná	14	0	14	BIEN	UNE, CREO, FCN-Nación
Ixchiguán	11	0	11	Vamos	Winaq-URNG-Libre, CREO, UCN
Sibinal	10	0	10	BIEN	PHG, Winaq-URNG, UNE
Tajumulco	11	0	11	UNE	BIEN
San Marcos	11	3	8	CUM	UNE, EG
San Pablo	11	0	11	UCN	Vamos, UNE
Malacatán	14	3	11	CREO	PHG, UNE
San Rafael Pie de la Cuesta	10	0	10	CCNI	FCN-Nación, UNE
Esquipulas Palo Gordo	10	2	8	FCN-Nación	VIVA
San José el Rodeo	10	0	10	CREO	FCN-Nación
El Tumbador	11	4	7	CREO	UCN
Nuevo Progreso	11	1	10	CCAM	UNE, Partido Comité Cívico Crecer, FCN-Nación
Catarina	11	1	10	CREO	PHG, FCN-Nación, UNE
La Reforma	10	1	9	UCN	PC, UNE
Ayutla	11	3	8	CCC	Vamos
Ocós	10	2	8	CCLP	UNE, Fuerza
Total	176	20	156		

Fuente: Tribunal Supremo Electoral (2020).

12.3 Sistema de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural

En el marco de la creación de la Ley del Sistema de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural se consideró que los artículos 119 y 224 de la Constitución Política de la República de Guatemala (1985) se refieren a la necesidad de promover sistemáticamente la descentralización económico-administrativa como medio para promover el desarrollo integral del país, por lo que era urgente propiciar una amplia participación de todos los pueblos y sectores de la población guatemalteca en la determinación y priorización de sus necesidades y las soluciones correspondientes.

Por tal razón, se creó el Sistema de Consejos de Desarrollo que tiene por naturaleza ser el espacio de participación de la población maya, xinca, garífuna y no indígena en el que la gestión pública lleve a cabo el proceso de planificación democrática para el desarrollo, el cual tiene como objetivo organizar y coordinar la administración pública mediante la formulación de políticas de desarrollo, planes y programas presupuestarios y el impulso de la coordinación interinstitucional, pública y privada (Congreso de la República de Guatemala, 2002).

Los principios generales del Sistema de Consejos de Desarrollo son:

- a. El respeto a las culturas de los pueblos que conviven en Guatemala.
- b. El fomento a la armonía en las relaciones interculturales.
- c. La optimización de la eficacia y eficiencia en todos los niveles de la administración pública.
- d. La constante atención porque se asigne a cada uno de los niveles de la administración pública las funciones que por su complejidad y características pueda realizar mejor que cualquier otro nivel. La promoción de procesos de democracia participativa, en condiciones de equidad e igualdad de oportunidades de los pueblos maya, xinca y garífuna y de la población no indígena, sin discriminación alguna.
- e. La conservación y el mantenimiento del equilibrio ambiental y el desarrollo humano, con base en las cosmovisiones de los pueblos maya, xinca y garífuna y de la población no indígena.
- f. La equidad de género, entendida como la no discriminación de la mujer y la participación efectiva, tanto del hombre como de la mujer (Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia, 2022).

Este sistema está integrado por cinco niveles, los cuales están previstos constitucionalmente. En lo que se refiere a lo municipal, se sustenta en el Código Municipal, y en lo comunitario, según lo contemplado en los Acuerdos de Paz —esto último debido a que en dichos acuerdos se asumieron

compromisos para superar las causas que le dieron origen, entre los cuales estaba la reforma a la Ley de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural—. En la Figura 26 se describen los niveles del sistema.



Figura 26. Sistema de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural

Fuente: Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia (2022).

El Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural (Conadur), que es coordinado por el presidente de la República, tiene a su cargo la formulación de las políticas de desarrollo, así como el ordenamiento territorial. Continuando con la jerarquía de este sistema escalonado se creó el Consejo Regional de Desarrollo Urbano y Rural (Coredur), presidido por el representante del presidente de la República e integrado por los gobernadores de los departamentos que forman la región, por un representante de las corporaciones municipales de cada uno de los departamentos incluidos en la misma y por representantes de entidades públicas y privadas (Congreso de la República de Guatemala, 2002).

Los gobernadores ejercen el gobierno de los departamentos. Dicho puesto es nombrado por el presidente de la República y es el encargado de presidir el

Consejo Departamental de Desarrollo Urbano y Rural (Codede) que está integrado por los alcaldes de todos los municipios y representantes del sector público y privado organizado. En un siguiente escalón se encuentran los consejos municipales de desarrollo (Comude), que están integrados por el alcalde municipal, quien lo coordina, así como por representantes de los consejos comunitarios de desarrollo y entidades públicas y civiles locales.

Por último, se encuentran los consejos comunitarios de desarrollo (Cocode) que están integrados por la Asamblea Comunitaria, la cual está formada por los residentes de una misma comunidad y son coordinados por un órgano integrado de acuerdo con lo que determine la comunidad o reglamentación municipal. Esta es la base del sistema de consejos de desarrollo, al cual se le delegan —entre sus muchas funciones— la de formular políticas, planes, programas y proyectos de desarrollo de la comunidad, con base en la priorización de sus necesidades, y proponerlos al Comude para su incorporación en los planes municipales.

Además, tiene la responsabilidad de ejercer auditoría social a los proyectos u obras que se ejecuten en sus comunidades, administrar y velar por el buen uso de los recursos técnicos, financieros y de otra índole que obtenga el Cocode, por lo que debe informar constantemente a la Asamblea Comunitaria. Los Cocode tienen la representatividad legal de su aldea, debido a que deberán registrarse e inscribirse en el libro respectivo del Registro Civil de la municipalidad de su jurisdicción, con lo cual obtienen personalidad jurídica (Congreso de la República de Guatemala, 2002).

La toma de decisiones en los consejos de desarrollo se realiza por consenso, pero cuando no se logre, se votará por mayoría simple. Todos los miembros participan *ad honorem* en las sesiones. Se pueden crear las comisiones de trabajo que se consideren necesarias. Sus funciones serán emitir opinión y desarrollar temas y asuntos por encargo del consejo correspondiente, ejemplo de ello son las comisiones de medio ambiente (Codema), que se han constituido en los Codede y son lideradas por los delegados del MARN.

13. GOBERNANZA

13.1 Agua

Según el Water Forum of the Americas (Serrano, 2011), la gobernanza del agua se refiere a la interacción de los sistemas políticos, sociales, económicos y administrativos que entran en juego para regular el desarrollo y gestión de los recursos hídricos y la provisión de servicios de agua a diferentes niveles de la sociedad. La gobernanza del agua existe donde las organizaciones estatales encargadas de la gestión del recurso establecen una política efectiva, junto con un marco legal apropiado para regular y gestionar el agua, de forma tal que responda a las necesidades ambientales, económicas, sociales y políticas del Estado, con la participación de todos los agentes sociales.

La gobernanza del agua en Guatemala se ve afectada principalmente por aspectos legales y las competencias que estas regulaciones otorgan a diferentes instituciones en el país, lo cual genera superposición de las competencias para la regulación de este recurso y, por tanto, para su gobernanza (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y Universidad del Valle de Guatemala, 2019).

De acuerdo con Salguero (2009), la legislación actual relativa a la gestión del recurso hídrico en Guatemala se encuentra dispersa en una serie de leyes y normas que no integran un sistema de derecho —entendido como el régimen que norma lo relativo al dominio, uso y aprovechamiento, conservación y administración del agua— (Tabla 15) (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y Universidad del Valle de Guatemala, 2019).

Tabla 15. Marco legal del agua en Guatemala

Enfoque	Institución	Legislación
Dominio	Registro General de la Propiedad Corte de Constitucionalidad Tribunales de Justicia	Código Procesal Civil (1992) Código Civil (1933 y 1963)
Uso común	Municipalidades MSPAS	Código Civil (1933 y 1963) Ordenanzas municipales Política Nacional del Sector Agua Potable y Saneamiento (2013)
Aprovechamientos especiales	Municipalidades MAGA MEM MSPAS	Código Municipal (2002) Reglamento de Riego (1972) Ley de Minería (1997) Código de Salud (1997)

Enfoque	Institución	Legislación
Protección de las personas	Conred	Código Civil (1933 y 1963) Ley de la Conred (1996)
Protección del recurso	MARN	Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (1986)
Zonas de producción de agua	INAB Conap	Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos (2006)

Fuente: Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y Universidad del Valle de Guatemala (2019).

Guatemala cuenta con legislación y reglamentos que atienden diferentes necesidades de sectores específicos para el uso del agua. Además, existen 36 políticas de Estado relacionadas con este tema, de las cuales no se conocen sus resultados. Tampoco se cuenta con una ley de aguas en particular, aunque sí se han discutido varios proyectos de ley en el Congreso de la República de Guatemala.

13.2 Bosques

Guatemala ha reconocido la importancia de los bosques para la sociedad y para su desarrollo económico, por lo cual ha declarado de urgencia nacional y de interés social, la reforestación del país y la conservación de los bosques (Congreso de la República de Guatemala, 1985). Esta declaración ha sido fortalecida con la promulgación de una serie de leyes ordinarias orientadas a este fin.

Tomando como referencia lo mencionado en el apartado de agua, a continuación se presenta el marco legal relativo al tema forestal (Tabla 16).

Tabla 16. Marco legal forestal en Guatemala

Enfoque	Institución	Legislación
Conservación de los bosques	INAB Conap MARN	Ley Forestal (Decreto 101-97) Ley de Áreas Protegidas (Decreto 4-89 y sus reformas) Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero, el cual propone la creación del Fondo Nacional de Cambio Climático (Decreto 7-2013)

Enfoque	Institución	Legislación
Beneficios relacionados con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	INAB MEM	Ley de Incentivos Forestales para Poseedores de Pequeñas Extensiones de Tierra de Vocación Forestal o Agroforestal (Pinpep) (Decreto 51-2010) Ley de Fomento al Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques en Guatemala (Probosque) (Decreto 2-2015) Reglamento del Pinfor Reglamento de la Ley Pinpep Reglamento de Ley Probosque Reglamento para la Fiscalización de Empresas Forestales Reglamento para el Aprovechamiento Forestal de Consumo Familiar Reglamento para el Transporte de Productos Forestales y su Procedencia Lícita Reglamento para el Manejo de Plantaciones y Áreas Productoras de Semilla de Pinabete Reglamento del Registro Nacional Forestal Reglamento para Técnicos y Profesionales que se dedican a la actividad forestal Ley Reguladora del Registro, Autorización y Uso de Motosierras Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable (52-2003)

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (s. f.).

13.3 Suelos

La gestión de los suelos se encuentra dispersa en una serie de cuerpos normativos relativos a temas como actividades productivas agrícolas e industriales, actividades para consumo interno o externo, minería, generación de energía y salud. En la Tabla 17 se incluyen algunas normas relacionadas con el ordenamiento territorial y leyes que refieren a las autoridades de manejo de lagos y cuencas, reservas territoriales, y protección y conservación de suelos.

Tabla 17. Marco legal de los suelos en Guatemala

Enfoque	Institución	Legislación
Actividades productivas	MAGA	Ley del Organismo Ejecutivo (Decreto 114-1997) y sus reformas en lo conducente al MAGA Corresponde al MAGA, la Dirección y Coordinación Superior del Sector Público

Enfoque	Institución	Legislación
		Agrícola, y por su medio el Gobierno de la República, aplicar la Política de Desarrollo Agrícola del País (Decreto 102-1970) y sus reformas Reglamento de Registro Genealógico de Ganado para los Países Centroamericanos suscrito en 1965 (Decreto Ley 4-1961)
Aspectos de salud	MAGA MARN MSPAS INAB Conap MEM Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional (Sesán)	Ley de Sanidad Vegetal y Animal Código de Salud Ley Forestal Ley de Áreas Protegidas Ley de Minería Ley del Sistema Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional
Ordenamiento territorial	Conred Ministerio de Finanzas (Minfin) Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia (SCEP) Municipalidades Segeplán MAGA MARN MSPAS INAB Conap MEM Sesán	Ley de creación de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres de Origen Natural o Provocado (Conred) Ley de Adjudicación de Bienes Inmuebles Propiedad del Estado, el Gobierno o la Nación, a favor de familias en situación de pobreza y extrema pobreza Ley de Desarrollo Social Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural Código Municipal Ley General de Descentralización Ley Preliminar de Urbanismo Ley de Vivienda y Asentamientos Humanos Ley de Parcelamientos Urbanos Reglamento Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural Reglamento de la Ley de Vivienda y Asentamientos Humanos Reglamento de la Ley de la Conred Reglamento de la Ley General de Descentralización Reglamento de la Ley Forestal Reglamento de la Ley de Áreas Protegidas Reglamento de la Ley de Minería Reglamento de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores
Autoridades del manejo de	MARN	Ley de creación de la Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago de Atitlán y su Entorno

Enfoque	Institución	Legislación
lagos y cuencas		Ley de creación de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Izabal, el Río Dulce y su Cuenca Ley de creación de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán
Reservas territoriales	MAGA Ocret	Ley Reguladora de las Áreas de Reservas Territoriales del Estado de Guatemala (Decreto 126-1997)
Proteger y conservar		Ley de Protección para el Cultivo del Plátano y el Banano en la República de Guatemala (Decreto 7-2020) Ley de Registro de Productos Agroquímicos (Decreto 5-2010) Donde se Acepta y Aprueba el Protocolo de Montreal Relativo a las Substancias Agotadoras de la Capa de Ozono, Suscrito en Montreal el 16 de septiembre de 1987 (Decreto 34-1989) y sus reformas (Decreto 17-2001) Ley de Sanidad Vegetal y Animal (Decreto 36-1998) Referido al Uso de Grasas para Uso Industrial que Deroga (Decreto 93-1995) Se Exonera del Pago de Derechos de Importación y Sobrecargos la Importación de Insecticidas, Fungicidas, Herbicidas y Fertilizantes Destinados a la Producción Agrícola y Ganadera (Decreto 24-1981) Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto 68-1986) Se Aprueba el Convenio Entre el Gobierno de Guatemala y el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos para Proteger las Cosechas de los Daños Causados por la Plaga de la Mosca del Mediterráneo, suscrito en la Ciudad de la Antigua Guatemala, el 15 de noviembre de 1975 (Decreto 21-1976) Aprobación de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria firmada por el representante de Gobierno en Roma, el 23 de abril de 1952, para Prevenir la Introducción de Difusión de Plagas y Enfermedades de Plantas y Productos Vegetales (Decreto 5-1955)

Fuente: Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (2005).

14. HISTORIA Y ASPECTOS CULTURALES

A continuación, se realiza una breve narrativa del departamento de San Marcos, ubicado dentro de la cuenca hidrográfica del río Suchiate.

14.1 Historia de San Marcos

En 1753, durante el régimen colonial, este departamento estaba poblado por ladinos y españoles, y era conocido como “el barrio de San Marcos Sacatepéquez”. En 1825, por Decreto Constituyente, le fue otorgado el título de Villa, y en su poblado principal fue levantado un templo dedicado a San Marcos Evangelista, por lo que le dieron ese nombre (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011).

Después de la independencia de 1821, formó parte del sexto Estado de Federación Centroamericana, también conocido como Estado de los Altos, el cual vivió períodos alternativos de unión y separación con la Real Audiencia de Guatemala, hasta su adhesión definitiva a la nación guatemalteca (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011).

En 1849 el territorio marquense quedó como distrito independiente y en 1866 se definió el estatus jurídico de San Marcos por medio de un decreto legislativo que estableció al departamento en forma definitiva. Algunos de sus poblados se asentaron sobre comunidades prehispánicas, mientras que otros se formaron durante el régimen colonial. Hasta el período comprendido de 1870 a 1920, los asentamientos no fueron estables en la bocacosta y la costa del océano Pacífico, debido al auge del café. Por el desarrollo alcanzado, en 1957 las cabeceras departamentales obtuvieron la categoría de ciudad por medio de un acuerdo gubernativo (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011).

14.2 Aspectos culturales

14.2.1 Visión indígena del agua

El total de la población maya que habita en la cuenca hidrográfica del río Suchiate es de 22 %. De las veintidós comunidades lingüísticas existentes en el país, se registra mayor presencia de población mam (96.6 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2018). Los aspectos culturales relacionados con el agua y las prácticas de su utilización, la tradición, el idioma y la forma de organización, son elementos para considerar durante el planteamiento del manejo de una cuenca (Lentini, 2010).

Debido a la concepción religioso-cultural que poseen los pueblos originarios sobre el agua, el desarrollo de los servicios para estos grupos se ha de basar en enfoques y metodologías especializadas adecuadas a las circunstancias. Según Mutz (2009), la concepción de agua para los indígenas mayas surge del hecho de que constituye un elemento sagrado dentro de la espiritualidad y consideran que el origen del agua es divino¹⁵. En la vida cotidiana no existe una separación entre la religión y el orden social, sino que la base de su comportamiento consiste en respetar el orden establecido desde el origen y, por lo tanto, el cuidado de la naturaleza constituye un compromiso sagrado. Así, rinden culto al ciclo del agua, a la relación entre los bosques y las fuentes superficiales y subterráneas de agua. Además, la cultura indígena tiene como principio el equilibrio con la naturaleza, y el establecimiento de un balance entre el aprovechamiento de los recursos y la protección del ambiente (Lentini, 2010).

El agua es uno de los cuatro elementos principales (fuego, tierra, agua y aire) de la naturaleza, por lo tanto, es sagrada y vital al mismo tiempo. Es un elemento sagrado que tiene vida y carácter propio, que se define mediante su espíritu o energía y tiene su guardián (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y Universidad del Valle de Guatemala, 2019).

Según su origen y ubicación, el agua posee diferentes energías como el agua de mar, de los lagos y lagunas, la subterránea, de los ríos, de lluvia, entre otras. Al mismo tiempo, tiene usos culturales diferentes, como su aplicación para renovar las energías de las personas, para la depresión, el susto, la regulación del sistema digestivo con la llegada de las lluvias en el mes de mayo, entre otros (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y Universidad del Valle de Guatemala, 2019).

¹⁵ Las aguas son consideradas como símbolo de unión entre el mundo de los vivos y los antepasados.

15. SÍNTESIS DE LA CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

Se estima que la población de la cuenca hidrográfica del río Suchiate es de 304 145 personas, distribuidas en 684 lugares poblados en el departamento de San Marcos (que representa el 100 % del área de la cuenca). La población es altamente joven debido a que alrededor del 72 % se encuentra entre los 0 a 34 años, y existe una ligera mayoría de mujeres (51 %) que de hombres (49 %). La población se distribuye principalmente en el área rural (81 %) en comparación con el área urbana (19 %). La mayor parte de la población corresponde al pueblo ladino (78 %) y un 22 % al maya. La comunidad lingüística predominante es la mam (97 %).

Alrededor de 38 % de la población vive en pobreza y 22 % vive en pobreza extrema, con niveles de riesgo socioeconómico entre medio y alto, principalmente. La tasa global de fecundidad se estima en 2.7 en el departamento. Entre las causas principales de muerte durante el año 2020 están: infarto agudo; síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio; así como neumonía, entre otras. Las principales causas de morbilidad general fueron: infecciones respiratorias agudas (resfriado común), gastritis e infección de vías urinarias. Otras causas de morbilidad son: amigdalitis aguda, diarrea, gastroenteritis de presunto origen infeccioso, parasitosis intestinal y trastornos de la piel y tejidos subcutáneos.

Aproximadamente el 53 % de la población ha recibido educación a nivel preprimario y primario, y alrededor de un 2 % cuenta con educación superior (licenciatura, maestría y doctorado). Entre las principales causas de inasistencia se pueden mencionar: falta de dinero, no le gusta/no quiere ir y necesidad de trabajar. La tasa de alfabetismo es de más del 79 %. De las personas alfabetas el 40 % corresponde a hombres y 39 % a mujeres.

La mayoría de los hogares de la cuenca hidrográfica están ubicados principalmente en la parte alta y media. Los tipos de servicio sanitario predominantes son: inodoro conectado a red de drenajes (34 %) y letrina o pozo ciego (42 %). El 94 % de los hogares en la cuenca tiene cobertura eléctrica. Las principales fuentes de energía para cocinar son gas propano (25 %) y leña (74 %). Entre las principales formas de eliminación de la basura se pueden mencionar: servicio municipal (14 %), servicio privado (6 %), abonera o reciclaje (12 %) y quema (57 %). Las fuentes principales de agua para consumo en el hogar son: tubería en la vivienda (54 %) y tubería fuera de la vivienda (12 %).

Entre las principales actividades económicas están: agricultura con café y banano; agricultura a gran escala con hule, palma, plátano, cacao, macadamia, tabaco y otros, y en general la agricultura para exportación y consumo local; ganadería; producción pecuaria; producción de frutas; y actividades comerciales formales e informales. El 98 % de las empresas registradas está catalogada como micro. Se estima que la población económicamente activa es de alrededor del 41 % y más del 59 % califica como económicamente inactiva.

En lo que se refiere a formas de organización, en el departamento existen algunas cámaras, asociaciones, mesas técnicas y organizaciones no gubernamentales (ONG) con fines educativos, etc. Las organizaciones políticas son diversas y las corporaciones municipales se distribuyen entre partidos políticos y comités cívicos. Los partidos políticos con mayor presencia en las corporaciones municipales son CREO (Compromiso, Renovación y Orden), BIEN (Bienestar Nacional) y UCN (Unidad de Cambio Nacional). Los puestos públicos están ocupados mayoritariamente por hombres (89 %).

Dentro de las instituciones que atienden aspectos relacionados con la cuenca hidrográfica destacan: Gobernación Departamental, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (Conred), Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) y Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap). Estas entidades tienen delegaciones departamentales y/o regionales ubicadas principalmente en la cabecera departamental, y de allí se movilizan a los municipios.

Finalmente, en lo que se refiere a la historia y aspectos culturales, se determinó que los pueblos mayas que habitan en la cuenca tienen una visión del agua que la considera de origen divino; además de que no existe una separación entre la vida cotidiana, la religión y el orden social, por lo que el cuidado de la naturaleza es un compromiso sagrado.

REFERENCIAS

- Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y Universidad del Valle de Guatemala. (Junio del 2019). *Gobernanza del agua desde la visión indígena*. Universidad del Valle de Guatemala.
- Congreso de la República de Guatemala. (1985). Constitución Política de la República de Guatemala.
- Congreso de la República de Guatemala. (2002). Decreto 11-2002. Ley de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural.
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Programa Mundial de Alimentos, Oficina de las Naciones Unidas para la Coordinación de Asuntos Humanitarios y Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. (2018). *Índice para la gestión de riesgo*.
- Instituto Geográfico Nacional. (2010). Mapa red vial. En *Red vial de Guatemala. Inventario vial de Guatemala*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2002). *Lugares poblados y vivienda. XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2013). *Caracterización departamental San Marcos*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2014). *Encuesta Nacional de Condiciones de Vida*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2018). *XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2020a). *Estadísticas hospitalarias año 2020: servicios externos*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2020b). *Estadísticas hospitalarias año 2020: servicios internos*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2020c). *Número de defunciones por departamento de residencia del difunto(a)*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2020d). *Número de nacimientos por departamento de residencia de la madre*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2020e). *Parque vehicular*.

- Instituto Nacional de Estadística. (2020f). *Tasa global de fecundidad por departamento*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2021). *Emigración internacional de personas guatemaltecas por país de destino*.
- Instituto Nacional de Estadística. (Enero del 2021). *Índice hechos delictivos de la Policía Nacional Civil*.
- Instituto Nacional de Estadística. (Enero del 2022). *Variación interanual por región*.
- Instituto Nacional de Estadística. (Febrero del 2022). *Canasta Básica Alimentaria (CBA) y Ampliada (CA)*.
- Lentini, E. (Julio del 2010). *Servicios de agua potable y saneamiento en Guatemala: beneficios potenciales y determinantes de éxito*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, M. (s. f.). *MARN*. [http://siredd.marn.gob.gt/marco-normativo#:~:text=Guatemala%20ha%20reconocido%20la%20importancia,bosques%20\(Constituci%C3%B3n%2C%201985\)](http://siredd.marn.gob.gt/marco-normativo#:~:text=Guatemala%20ha%20reconocido%20la%20importancia,bosques%20(Constituci%C3%B3n%2C%201985)).
- Ministerio de Economía. (2015). *Sistema Nacional de Información MIPYME Guatemala año base 2015*.
- Ministerio de Educación, Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional e Instituto Nacional de Estadística. (noviembre de 2015). *Cuarto censo nacional de talla*.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2019). *Memoria de estadísticas vitales y vigilancia epidemiológica*.
- Organización Internacional para las Migraciones. (2017). *Encuesta sobre migración internacional de personas guatemaltecas y remesas 2016*.
- Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia. (10 de junio del 2022). *Sistema de Consejos de Desarrollo*. <https://scep.gob.gt/consejos-de-desarrollo/>
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2005). *Análisis del marco normativo y legal relativo a la gestión de riesgo*.
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2011). *Plan de Desarrollo Departamental PDD del Departamento San Marcos*.

Serrano, J. D. (Diciembre del 2011). *Hacia una buena gobernanza para la gestión integrada de los recursos hídricos*. Water Forum of the Americas.

Tribunal Supremo Electoral. (2020). *Memoria de Elecciones 2019*.



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**

Plan de protección y conservación
de la cuenca hidrográfica del río

———— **Suchiate** ————

Capítulo III. Mapeo de actores



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**



Proyecto del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), denominado:
Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena
Volcánica Central en Guatemala

Plan de protección y conservación de la cuenca hidrográfica del río Suchiate

Capítulo III

Mapeo de actores

Guatemala, febrero de 2025

Citar: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2024). *Plan de protección y conservación de la cuenca hidrográfica del río Suchiate. Capítulo III: Mapeo de actores*. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Global Environment Facility y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Autoridades

Ph. D. César Bernardo Arévalo De León

Presidente de la República de Guatemala

Ph. D. Karin Larissa Herrera Aguilar

Vicepresidenta de la República de Guatemala

MSc. Ana Patricia Orantes Thomas

Ministra de Ambiente y Recursos Naturales

MSc. Jaime Luis Carrera Campos

Viceministro del Agua

Dr. MSc. Edwin Josué Castellanos López

Viceministro de Recursos Naturales y Cambio Climático

Ing. José Rodrigo Rodas Ramos

Viceministro de Ambiente

Lic. Edwing Antonio Pérez Corzo

Viceministro Administrativo Financiero

Equipo técnico

MSc. José Juan Ochoa Quezada

director de la Dirección de Cuencas del Viceministerio del Agua

Ing. Maritza Yaneth Campos Fuentes

jefe a.i. Departamento para la Protección, Conservación y Mejoramiento Territorial del Recurso Hídrico de la Dirección de Cuencas del Viceministerio del Agua

Luis Pablo Palala Méndez

asesor técnico del Departamento para la Protección, Conservación y Mejoramiento Territorial del Recurso Hídrico

Pablo Eduardo Ponce Paiz

asesor técnico del Departamento para la Protección, Conservación y Mejoramiento Territorial del Recurso Hídrico

Néstor Fajardo Herrera

asesor técnico del Departamento de Control y Monitoreo del Recurso Hídrico

INSTITUTO PRIVADO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (ICC)

Apoyo técnico metodológico

Giovanni González-Celada

coordinador y especialista en cuencas hidrográficas

Nancy Soto

consultora especialista social y género

Alex Guerra, Luis Reyes, Juan Andrés Nelson y Oscar González

comité asesor del ICC

PROYECTO PROMOVRIENDO TERRITORIOS SOSTENIBLES Y RESILIENTES EN PAISAJES DE LA CADENA VOLCÁNICA CENTRAL EN GUATEMALA

Equipo técnico

Indira Ixquic Barreno Colindres

directora del Proyecto

Mario Samuel Buch

coordinador del Proyecto

Pedro López Velásquez

coordinador región 1

Keny Juárez

coordinador región 2

Juan Ernesto Celada

coordinador región 3

Este documento fue generado en el marco del Proyecto del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) denominado: "Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica Central en Guatemala", mediante el acuerdo colaborativo con el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC).

Nos gustaría reconocer al Proyecto del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN- (www.marn.gob.gt) denominado: Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica Central en Guatemala, Cooperación no reembolsable que es financiado con recursos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial -FMAM/GEF- (www.thegef.org), con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD- (www.undp.org). Por su apoyo y contribución financiera a esta publicación.



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**



TABLA DE CONTENIDO

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	v
INTRODUCCIÓN	1
1 METODOLOGÍA.....	2
2 IDENTIFICACIÓN DE ACTORES	3
2.1 Clasificación de actores por área temática	3
2.2 Categorías de análisis	4
3 PRIORIZACIÓN DE ACTORES.....	5
3.1 Posición	5
3.2 Interés	6
3.3 Influencia.....	7
4 AGRUPACIÓN Y MAPEO DE ACTORES.....	9
REFERENCIAS.....	17

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de actores de la cuenca hidrográfica del río Suchiate del sector público, privado, sociedad civil, organismos internacionales y academia.....	11
--	----

Índice de figuras

Figura 1. Metodología para realizar el mapeo de actores	2
Figura 2. Posición de los actores identificados de la cuenca hidrográfica del río Suchiate	6
Figura 3. Interés de los actores de la cuenca hidrográfica del río Suchiate.....	7
Figura 4. Influencia de los actores de la cuenca hidrográfica del río Suchiate ..	8
Figura 5. Mapeo de actores de la cuenca hidrográfica del río Suchiate	10

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

CIV	Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda
Comude	consejo municipal de desarrollo
Conap	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
Coredur	Consejo Regional de Desarrollo Urbano y Rural
IGN	Instituto Geográfico Nacional
INAB	Instituto Nacional de Bosques
INE	Instituto Nacional de Estadística
Infom	Instituto de Fomento Municipal
Inguat	Instituto Guatemalteco de Turismo
Insivumeh	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
IPC	índice de precios del consumidor
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MEM	Ministerio de Energía y Minas
Mineduc	Ministerio de Educación
Mipyme	micro, pequeña y mediana empresa
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
Segeplán	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia

INTRODUCCIÓN

El Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del río Suchiate se elaboró en cuatro fases, publicados en documentos individuales, tal como se describe a continuación:

- Capítulo I** Caracterización biofísica
- Capítulo II** Caracterización socioeconómica
- Capítulo III** Mapeo de actores de la cuenca
- Capítulo IV** Diagnóstico, línea base, zonificación territorial y plan de manejo integral de la cuenca

El presente documento corresponde al capítulo III, que se refiere al mapeo de actores de la cuenca hidrográfica del río Suchiate.

1 METODOLOGÍA

Para la representación gráfica o mapeo de actores de la cuenca hidrográfica del río Naranjo se definió como objetivo identificar aquellos actores relacionados con el manejo y la gestión de los recursos naturales. Se inició con la recopilación de información secundaria, principalmente de documentos generados en el territorio con información pertinente. Esta fase se completó con información primaria recopilada a través de talleres participativos, donde también se priorizó a los actores, utilizando el método del cuestionario (Chevalier, 2006; De Vaus, 2002). Seguidamente, se procesó y sistematizó la información para definir la priorización de los actores identificados, lo cual se efectuó con base en tres dimensiones o categorías: posición, interés e influencia, además de su clasificación por área temática a través de la adaptación de diferentes métodos (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2019; Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 2014; Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2021).

Posteriormente, se agruparon los actores previamente priorizados para su respectiva representación gráfica o mapeo. El análisis se complementó con la inclusión de actores no mencionados en los talleres, pero que por mandato están relacionados directa o indirectamente con el manejo y/o gestión de los recursos naturales. Finalmente, con base en el mapeo de actores y su priorización, se realizó una descripción sobre su rol o mandato institucional, funciones clave y su relación con otros actores y/o con el manejo y la gestión de los recursos naturales en el ámbito de la cuenca hidrográfica (Figura 1).

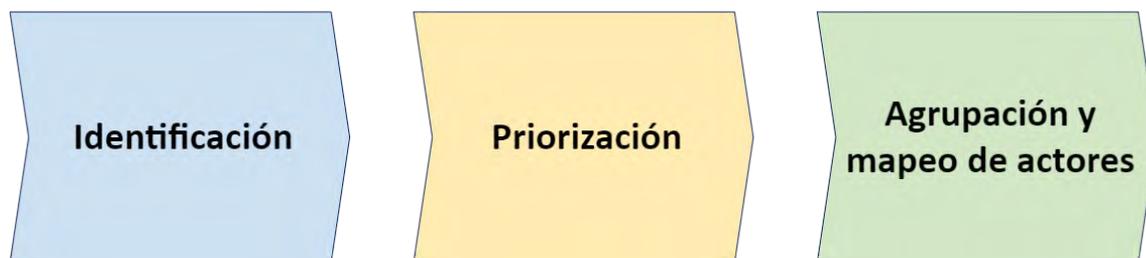


Figura 1. Metodología para realizar el mapeo de actores

Fuente: adaptado del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (2014).

2 IDENTIFICACIÓN DE ACTORES

2.1 Clasificación de actores por área temática

Se definió como actor a los grupos o instituciones públicas y/o privadas, locales, nacionales y/o internacionales, que participan o que puedan verse afectados, positiva o negativamente y directa o indirectamente con respecto al manejo y gestión de los recursos naturales (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2019).

Debido a la diversidad de actores que se encuentran en una cuenca hidrográfica, se clasificaron en las categorías que se describen a continuación:

1. Sector público: entidades públicas de los poderes del Estado desde el nivel local hasta el nacional. Estas fueron subclasificadas (por ejemplo, gobierno local y ejecutivo).
2. Sector privado: empresas privadas que, por su giro de negocio, se ven íntimamente relacionadas con los recursos naturales. Algunas de las subcategorías determinadas con más frecuencia fueron: industria, y pequeñas y medianas empresas (pymes).
3. Sociedad civil: organizaciones, instituciones o personas individuales que no se encuentran integradas dentro del sistema político, pero que participan activamente en la defensa de los intereses de los ciudadanos, y tienen personería jurídica o no. Se incluyen organizaciones sociales, organizaciones no gubernamentales (ONG), instituciones académicas y comunidades.
4. Organismos internacionales: instituciones y cooperantes internacionales, ya sea bilaterales o multilaterales, que se involucran en aspectos sociales y ambientales en los territorios del país según sus objetivos de acción.
5. Medios de comunicación: organizaciones, empresas privadas, instituciones y/o personas individuales que generan información que incide directa o indirectamente en los actores.

2.2 Categorías de análisis

Siguiendo la metodología definida por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2019), la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (2021) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (2014), se elaboró la siguiente clasificación que responde a los diferentes factores tanto endógenos como exógenos de cada actor, y que se definen como aquellos criterios que permiten la aproximación a la descripción del quehacer y del perfil de cada uno de ellos.

- Posición: pensar y accionar estratégico del actor. Según este criterio, los actores pueden ubicarse en: apoyo activo, apoyo pasivo, indecisos, oposición pasiva, oposición activa y desconocida.
- Intereses: objetivos de existencia o creación de cada actor que le impulsa o motiva a interrelacionarse con la temática de esta investigación. El nivel de interés se mide de la siguiente forma: el más interesado, mucho interés, interés moderado, algún interés y poco o ninguno.
- Influencia: nivel de implicación del accionar del actor. Los niveles de influencia se clasifican en: el más influyente, mucha influencia, moderada, algo de influencia, poca o ninguna y desconocida.
- Área temática: campo de acción del actor. Algunas de las opciones son: social, político, económico y ambiental.

3 PRIORIZACIÓN DE ACTORES

La priorización de actores se realizó de forma participativa. Se calificó a cada uno según su posición, interés e influencia. Así, se presenta gráficamente la frecuencia absoluta o número de veces que un actor fue calificado dentro de las diferentes categorías de las tres dimensiones indicadas (posición, interés e influencia) y en total.

Las categorías de calificación son las siguientes: (a) posición: desconocida, oposición activa, oposición pasiva, indecisos, apoyo pasivo, apoyo activo; (b) interés: poco o ninguno, alguno, moderado, mucho y el más interesado; (c) influencia: desconocida, poca o ninguna, algo de influencia, moderada, mucha y el más influyente.

3.1 Posición

Con base en la información recopilada durante los talleres participativos que fueron realizados, los actores más mencionados y que tuvieron el mayor número de calificación dentro de las categorías de apoyo activo y pasivo, fueron: municipalidades, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Instituto Nacional de Bosques (INAB), Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap), organizaciones no gubernamentales (ONG) y grupos étnicos (Figura 2).

Dieciséis corporaciones municipales tienen superficie en la cuenca del río Suchiate, que son las que se percibe más apoyan el manejo y la gestión de los recursos naturales. Algunas tienen más interés que otras debido al área de la cuenca que se encuentra en su territorio. Dentro de las que más área tienen se pueden mencionar: Tajumulco (23.92 %), Malacatán (20.15 %) y San Pablo (13.28 %).

El MARN fue el actor considerado como el que más apoya el manejo y gestión de los recursos naturales debido a su mandato legal y liderazgo para atender las problemáticas que se presentan en la cuenca hidrográfica. Se indicó que, en parte, su apoyo es pasivo porque su accionar no es tan evidente.

Los actores que son percibidos por tener una oposición activa y pasiva son: sociedad civil, hidroeléctrica San Rafael, consejos municipales de desarrollo (Comudes), universidades y Federación de Cooperativas Agrícolas de Productores de Café de Guatemala (Fedecocagua). Las empresas, la Asociación de Balseros del Río Suchiate, los políticos e

iglesias se ubican en una posición desconocida; mientras que la industria y la industria de monocultivos fueron ubicadas como indecisos por los participantes del taller.

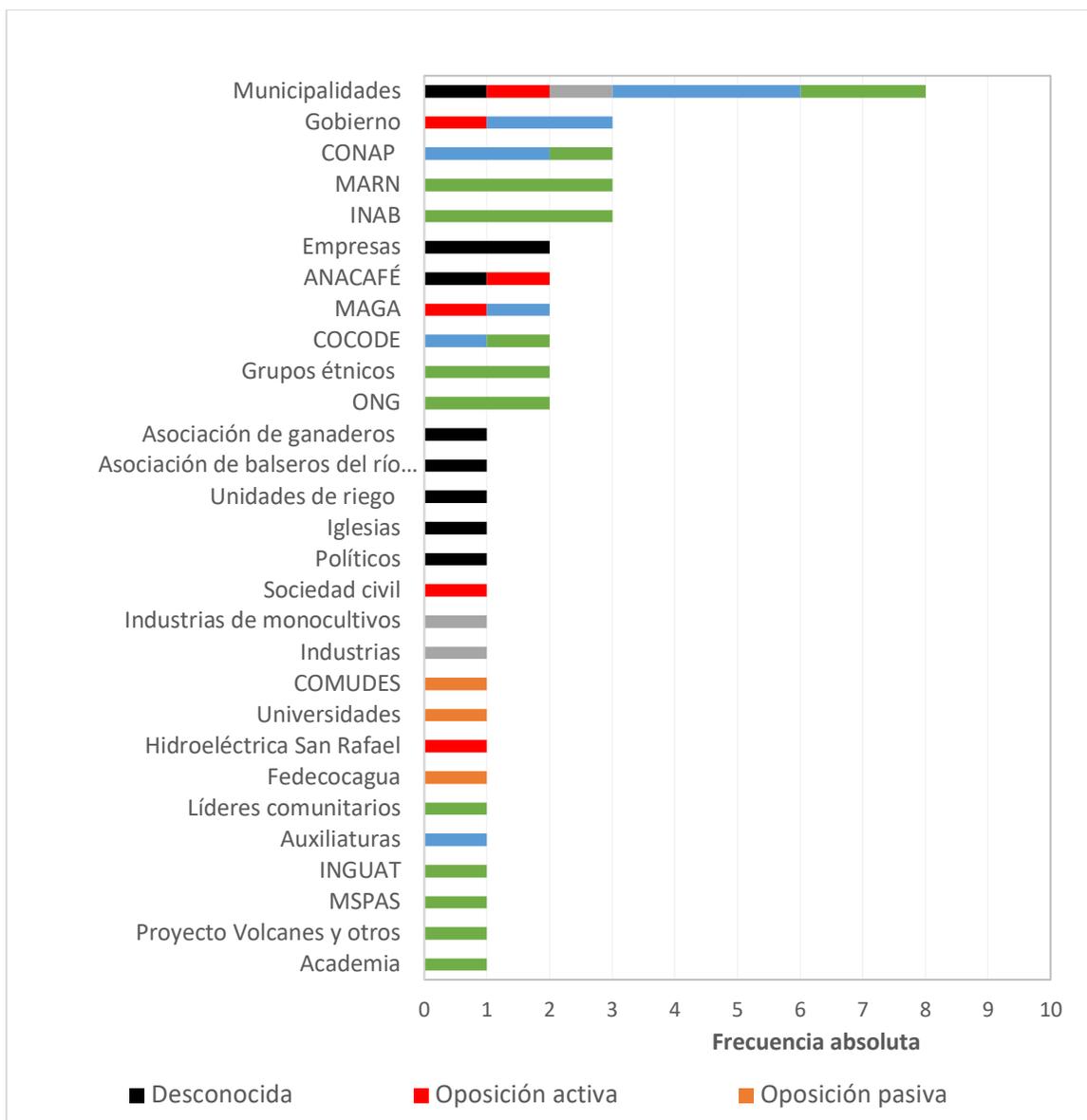


Figura 2. Posición de los actores identificados de la cuenca hidrográfica del río Suchiate

Fuente: elaboración propia (2022).

3.2 Interés

Los actores identificados dentro de la categoría de “el más interesado” fueron los grupos étnicos y las auxiliaturas, a las que se atribuye su actuar en cuanto a la gestión de los recursos naturales con base en sus objetivos institucionales. (Figura 3).

Los actores que se ubicaron dentro de la categoría de mucho interés fueron: MARN, INAB, ONG y municipalidades. Con interés moderado o algún interés se encuentran las municipalidades, el Conap, el Gobierno central, la Asociación de Balseros, los Comudes y las industrias de monocultivos. Con poco o ningún interés se ubicó a las empresas, políticos e iglesias (Figura 3).

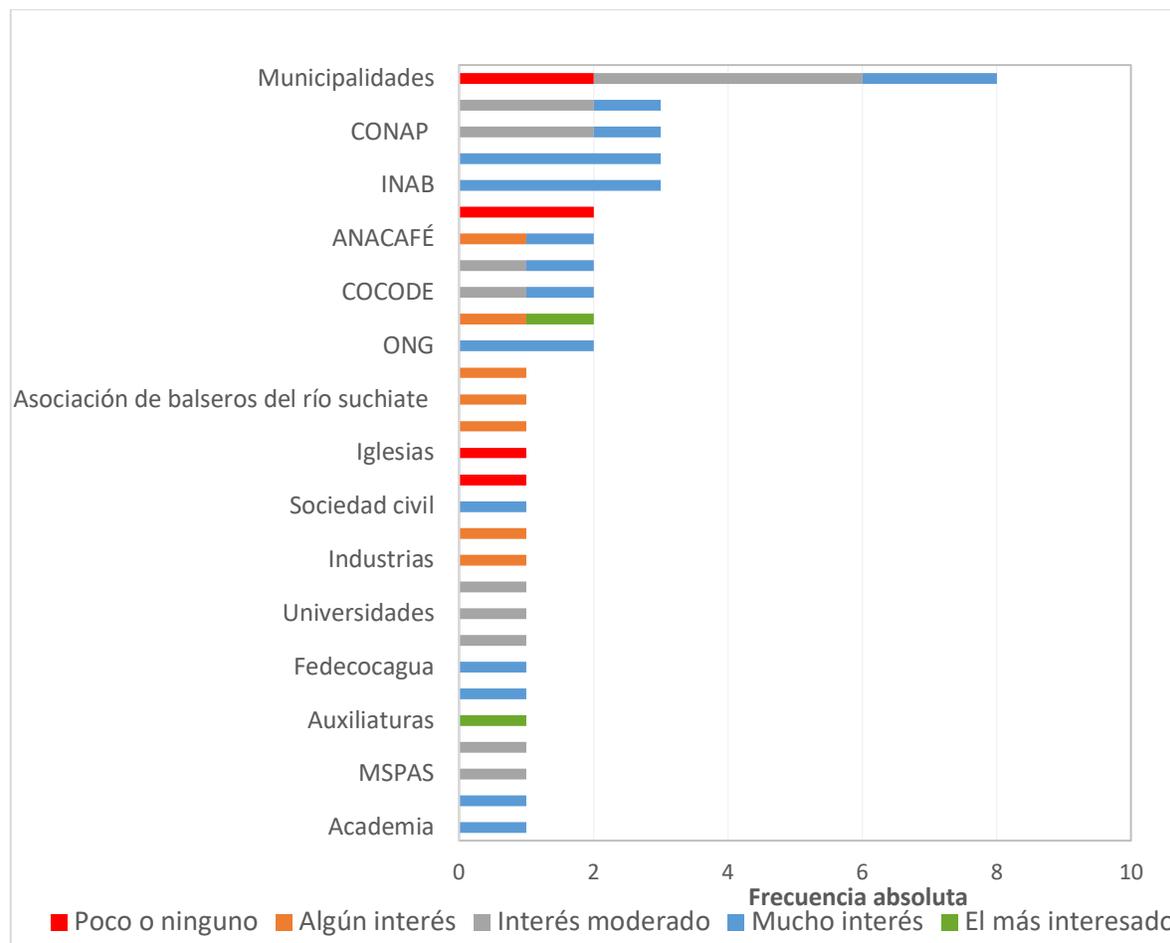


Figura 3. Interés de los actores de la cuenca hidrográfica del río Suchiate
Fuente: elaboración propia (2022).

3.3 Influencia

Se identificaron como los actores más influyentes o con mucha influencia al Gobierno Central, las municipalidades, el INAB y el MARN; con moderada influencia al Conap y a Anacafé; con algo de influencia, además de la Asociación de Balseros del Río Suchiate, a la sociedad civil, la Unidad de Riego y Fedecocagua; con poca o ninguna influencia al Gobierno Central y a las municipalidades; y con influencia desconocida a las

empresas, auxiliaturas, a la Asociación de Ganaderos y a los líderes comunitarios (Figura 4).

Estas apreciaciones se basan en el poder político, económico o social que puede tener cada actor en los ámbitos locales y nacionales, así como en la incidencia que pueden tener sus decisiones en la cuenca hidrográfica. Además, se debe considerar que algunos actores pueden tener recursos limitados, pero sus competencias les permiten coordinar a todos los actores según el marco legal.

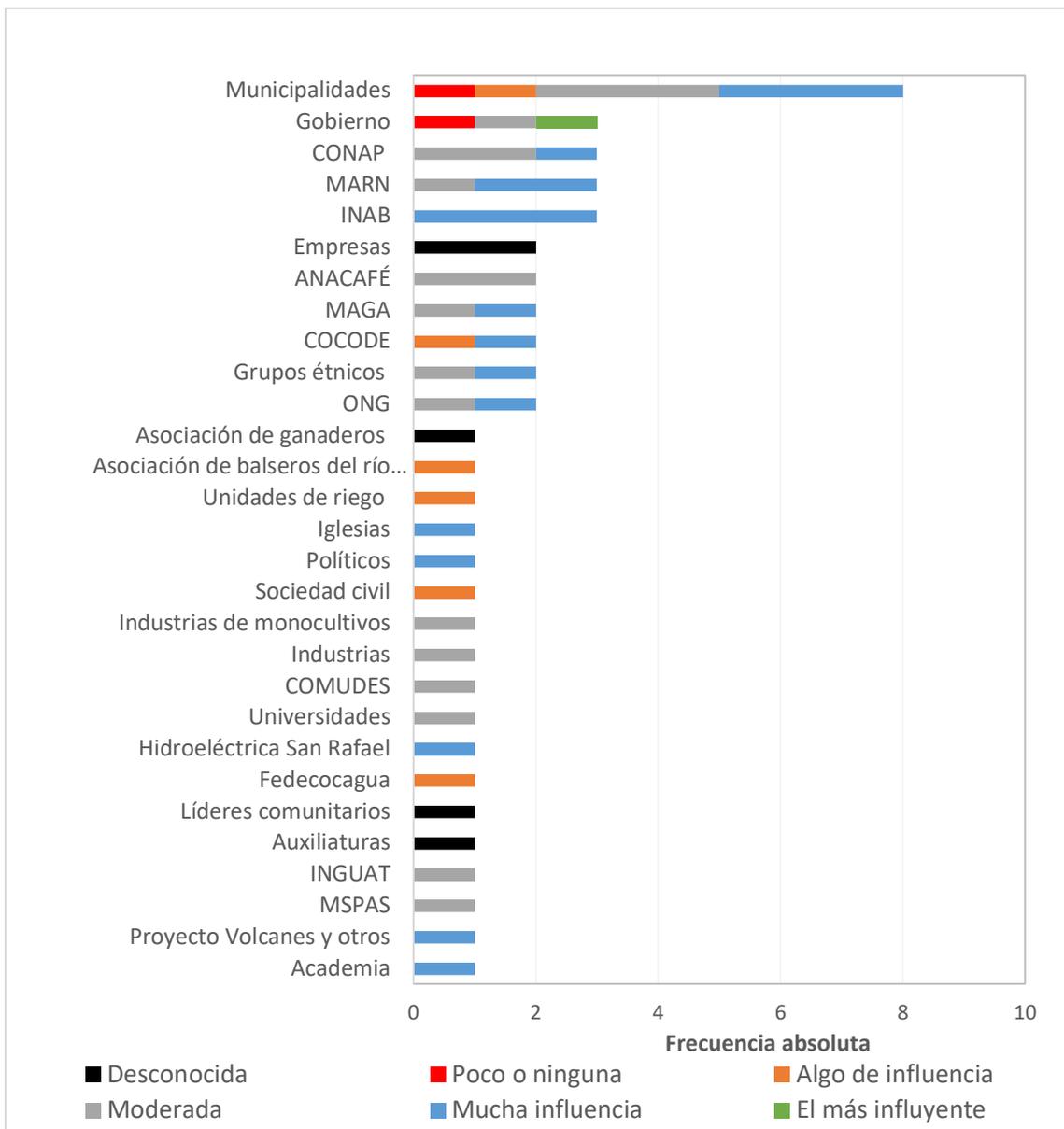


Figura 4. Influencia de los actores de la cuenca hidrográfica del río Suchiate

Fuente: elaboración propia (2022).

4 AGRUPACIÓN Y MAPEO DE ACTORES

Los **actores clave** se ubican en la parte superior de la pirámide porque son calificados, principalmente, por tener una posición de apoyo por lo general activo, ser los más interesados y tener muy alta influencia para implementar acciones en la cuenca (Figura 5). Entre ellos se encuentran las municipalidades, el INAB, el Conap, el MARN, el Gobierno Central, las ONG, los grupos étnicos y los Cococes.

En la cuenca hidrográfica del río Suchiate existen 16 corporaciones municipales, algunas tienen más interés que otras debido al área de la cuenca que se encuentra en su territorio.

Seguidamente se encuentran los **actores primarios**, que son calificados así por su posición de apoyo activo o pasivo, y por tener mucho interés e influencia para implementar acciones en la cuenca. En esta categoría se encuentra el MAGA, la academia, los proyectos, Anacafé, el MSPAS, el Inguat, las auxiliaturas y los líderes comunitarios. Dentro de los proyectos ambientales se encuentra "Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica Central de Guatemala", del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Fondo Mundial para el Ambiente (GEF, por sus siglas en inglés), el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC) y el MARN.

Luego se encuentran los **actores secundarios**, que son calificados por tener una posición de apoyo u oposición activo o pasivo, con interés o influencia moderada para implementar acciones en la cuenca. Entre ellos se encuentran la Fedecocagua, la hidroeléctrica San Rafael, las universidades, los Comudes, las industrias y las industrias de monocultivos.

En la base de la pirámide se encuentran los **actores periféricos**, que son calificados de esa manera por tener una posición neutral o desconocida. Sin embargo, pueden llegar a tener influencia directa/indirecta en las otras categorías de actores, por lo que las percepciones de los participantes cambiaron durante los talleres realizados en sus territorios. Entre ellos se encuentran la sociedad civil, los políticos, las iglesias, las Unidades de Riego, la Asociación de Balseros del Río Suchiate, la Asociación de Ganaderos y las empresas.

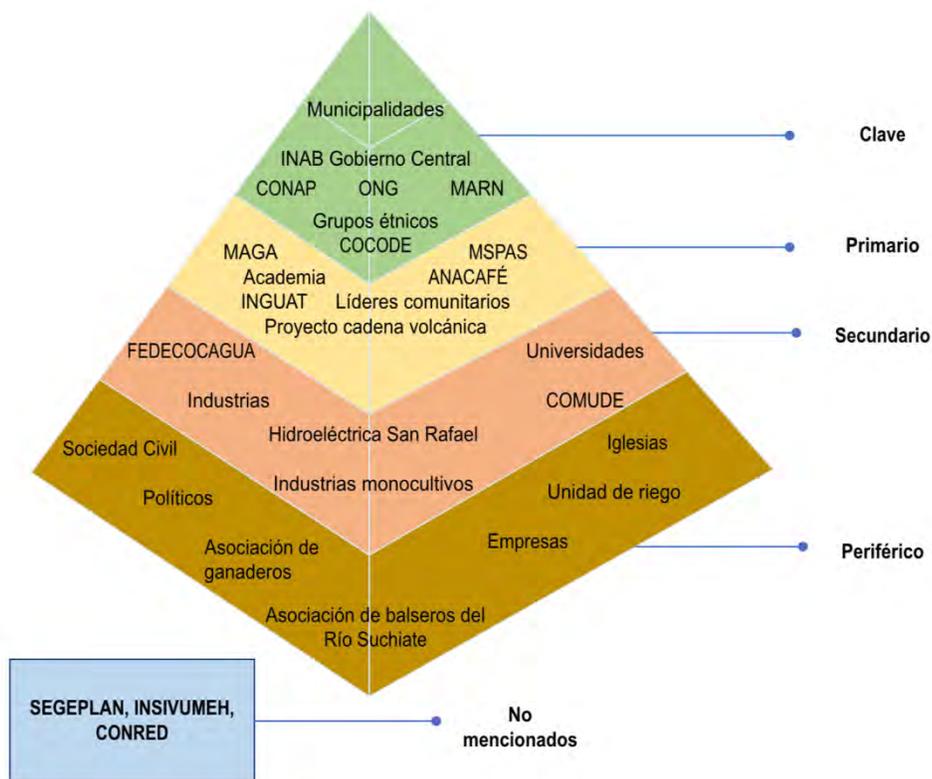


Figura 5. Mapeo de actores de la cuenca hidrográfica del río Suchiate
 Fuente: elaboración propia (2022).

El resultado del mapeo evidenció que algunos actores importantes no fueron mencionados durante los talleres, por lo que se incluyó la categoría de “no mencionados”, que corresponde a aquellos que toman decisiones o acciones que inciden en la cuenca, pero que no son fácilmente perceptibles o que se desconoce su rol o mandato institucional. A continuación, se describe cada actor del mapeo, además de algunos de los no mencionados (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de actores de la cuenca hidrográfica del río Suchiate del sector público, privado, sociedad civil, organismos internacionales y academia

n.º	Actor	Área temática	Objetivo
Sector público nacional			
1	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)	Ambiental	Cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país y el derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado, debiendo prevenir la contaminación del ambiente, disminuir el deterioro ambiental y la pérdida del patrimonio natural (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2022; Congreso de la República de Guatemala, 1997).
2	Gobierno central	Político	Velar por la gobernabilidad del territorio, ser el administrador del presupuesto de la Nación, tener iniciativa de ley, crear acuerdos gubernativos y coordinar la política de desarrollo del país.
3	Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap)	Ambiental	Propiciar e impulsar la conservación de áreas protegidas y la diversidad biológica, planificando, coordinando e implementando las políticas y modelos de conservación necesarios (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2022).
4	Instituto Nacional de Bosques (INAB)	Ambiental	Promover el desarrollo forestal del país y contribuir al desarrollo rural integral, a través del fomento al manejo sostenible y restauración de los bosques y tierras forestales, el fortalecimiento de la gobernanza forestal y la vinculación bosques-industria-mercado (Instituto Nacional de Bosques, 2022).
5	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS)	Ambiental	Formular las políticas y hacer cumplir el régimen jurídico relativo a la salud preventiva y curativa y a las acciones de protección, promoción, recuperación y rehabilitación de la salud física y mental de los habitantes

n.º	Actor	Área temática	Objetivo
			del país y a la preservación higiénica del medio ambiente (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2022).
6	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA)	Social	Atender los asuntos concernientes al régimen jurídico que rige la producción agrícola, pecuaria e hidrobiológica, esta última en lo que le atañe, así como aquellas que tienen por objeto mejorar las condiciones alimenticias de la población, la sanidad agropecuaria y el desarrollo productivo nacional (Congreso de la República de Guatemala, 1997).
7	Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia (SCEP)	Político	Colaborar con el presidente de la República en la coordinación del Sistema Nacional de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural y el Sistema de Consejos Regionales y Departamentales, así como en la formulación de políticas de desarrollo urbano y rural (Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia, 2022).
8	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (Segeplán)	Político	Realizar la planificación territorial y planes de desarrollo municipal (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2022).
9	Consejos de Desarrollo Urbano y Rural	Político	Conadur, Coredur, Codede, Comude y Cocode conforman un sistema de participación y coordinación de la población maya, xinca y garífuna y la no indígena en la gestión pública para llevar a cabo el proceso de planificación democrática del desarrollo. Se encarga de formular políticas de desarrollo urbano y rural y ordenamiento territorial, promueve la descentralización, promueve y facilita la organización y participación efectiva de la población, y formula y da seguimiento a las políticas, planes, programas y proyectos de desarrollo a nivel nacional.

n.º	Actor	Área temática	Objetivo
10	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh)	Ambiental	Generar información hidrometeorológica, vulcanología y sismología (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 2022).
11	Ministerio de Educación (Mineduc)	Político	Ente rector de la educación pública en el país. Además, cuenta con redes de organización social como las juntas de padres de familia en cada escuela del país (Ministerio de Educación, 2022).
12	Oficina de Control de Áreas de Reserva del Estado (Ocret)	Político	Instancia encargada de las reservas territoriales del Estado (Oficina de Control de Áreas de Reserva del Estado, 2022).
13	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (Conred)	Político	Coordinar la gestión de riesgo a los desastres con las instituciones públicas, privadas, organismos nacionales e internacionales y sociedad civil en los distintos niveles territoriales y sectoriales (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, 2022).
14	Instituto Geográfico Nacional (IGN)	Político	Encargado de los sistemas de información geográfica, elaborar los mapas de bosques y uso de la tierra, información cartográfica, mapas temáticos y cuencas hidrográficas (Instituto Geográfico Nacional, 2022).
15	Asociación Nacional de Municipalidades (ANAM)	Político	Defender la autonomía local y los intereses de los municipios de la República de Guatemala, impulsar la descentralización del Estado y apoyar a las municipalidades en sus tareas de servicio a la comunidad e impulso de sus territorios (Asociación Nacional de Municipalidades, 2022).
16	Congreso de la República de Guatemala (legislativo)	Político	La potestad legislativa corresponde al Congreso de la República, compuesto por diputados electos directamente por el pueblo mediante sufragio universal y secreto, por el sistema de distritos electorales y lista nacional, para un período de cuatro años,

n.º	Actor	Área temática	Objetivo
			pudiendo ser reelectos (Congreso de la República de Guatemala, 1985).
17	Instituto Guatemalteco de Turismo (Inguat)	Político	Gestionar el turismo, y apoyar la conservación de bosques, el ecoturismo y el turismo sostenible.
Sector público local			
18	Gobernación Departamental	Político	El gobernador es el representante del presidente en el departamento y vela por la gobernabilidad.
19	Municipalidades	Político	Propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico.
Sector privado			
20	Empresas	Económico	Se dedican a actividades inmobiliarias, comercio al por mayor y al por menor, transporte, administración pública y defensa, industrias manufactureras y otras ramas económicas.
21	Asociación de Azucareros de Guatemala (Asazgua)	Económico	Dar seguimiento a compromisos de reforestación y monitoreo ambiental de empresas azucareras, gestión ambiental y manejo del agua.
22	Asociación Nacional del Café (Anacafé)	Económico	Producir café, conservar los bosques y la biodiversidad, realizar restauración forestal y brindar asistencia técnica.
23	Hidroeléctrica San Rafael	Económico	Transformar la energía hidráulica de un curso de agua, natural o artificial, en electricidad renovable.
24	Industrias	Económico	Realizar actividades que consisten en la transformación de materias primas como maquilas de ropa, jabones, aceites, alimentos y otras.
25	Industrias monocultivos	Económico	Según su naturaleza se pueden dedicar en el territorio de la cuenca principalmente a la producción de caña de azúcar, palma africana, banano, plátano, hule y café.
Sociedad civil			
26	Organizaciones no gubernamentales (ONG)	Ambiental	Instituciones sin ánimo de lucro que no dependen del Gobierno y realizan actividades de interés social.
27	Grupos étnicos	Social	En Guatemala se refiere a que la sociedad es multiétnica, pluricultural y

n.º	Actor	Área temática	Objetivo
			multilingüe, donde conviven los pueblos indígenas maya, xinka, garífuna y los ladinos. Los pueblos indígenas mayas se dividen en 24 comunidades lingüísticas.
28	Auxiliaturas (alcaldías comunitarias o alcaldías auxiliares)	Social	Representar a las comunidades, en especial para la toma de decisiones y como vínculo de relación con el Gobierno municipal. Son reconocidas por el Concejo Municipal de acuerdo con los usos, normas y tradiciones de las comunidades (Decreto n.º 12-2002 Artículo 56).
29	Líderes comunitarios	Social	Representar a una comunidad y liderar la toma de decisiones según intereses compartidos.
30	Federación de Cooperativas Agrícolas de Productores de Café de Guatemala (Fedecocagua)	Económico	Ocupar en el sector cafetalero guatemalteco la posición de exportador líder para la comercialización del café que cultivan los pequeños productores en toda la franja cafetalera del país (Federación de Cooperativas Agrícolas de Productores de Café de Guatemala, 2022).
31	Iglesias	Social	Agrupar a personas con las mismas creencias.
32	Unidades de riego	Económico	Son sistemas de riego de pequeña y mediana escala que fueron diseñados, financiados, construidos, operados y coordinados por el MAGA (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2022; 2013).
33	Asociación de Balseros del río Suchiate	Económico	Grupo de balseros que mueven mercadería y personas entre la frontera sur de México y Guatemala, sin respetar las regulaciones migratorias ni de importación y exportación de ambos países (Paradigma Nuevo Camino, 2022).
34	Asociación de Ganaderos	Económico	Compra y venta a minoristas.
35	Comités de microcuenca	Ambiental	Fortalecer los encadenamientos productivos, la restauración del paisaje degradado y los medios de

n.º	Actor	Área temática	Objetivo
			vida (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2022).
36	Sociedad civil	Social	Organizaciones, instituciones o personas individuales que no se encuentran integradas dentro del sistema político, pero que poseen participación activa en defensa de los intereses de los ciudadanos, con o sin personería jurídica.
37	Políticos	Político	Personas que intervienen o aspiran a intervenir en el Gobierno.
Organismos internacionales			
38	Proyecto "Cadenas volcánicas" y otros	Ambiental	Se refiere al proyecto ambiental "Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica Central de Guatemala".
39	Cooperación internacional	Social	Apoyar el desarrollo económico y social del país mediante la transferencia de tecnologías, conocimientos, experiencias o recursos por parte de países con igual o mayor nivel de desarrollo.
Academia			
40	Universidades	Académico	Brindar enseñanza superior.
41	Foro de Universidades	Académico	Encargarse de la educación superior y con posibilidades de orientar la investigación hacia temas ambientales y sociales.
42	Academia	Académico	Institución oficial constituida por personas destacadas en las letras, las artes o las ciencias, que realizan colectivamente determinadas actividades.

Fuente: elaboración propia con información de diferentes fuentes.

REFERENCIAS

- Asociación Nacional de Municipalidades de la República de Guatemala. (2022). *ANAM - Página principal*. <https://anam.org.gt/>
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (2014). *Herramienta: análisis de actores clave*.
- Chevalier, J. M. (2006). *Conceptos y herramientas para la investigación colaborativa y la acción social*. Centro Internacional para Investigaciones para el Desarrollo.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2022). *Acerca del Conap*. Obtenido de www.conap.gob.gt
- Congreso de la República de Guatemala. (1985). Constitución Política de la República de Guatemala.
- Congreso de la República de Guatemala. (1997). Decreto n.º 114-1997. Ley del Organismo Ejecutivo.
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. (2022). *Conred - Página principal*. www.conred.gob.gt
- De Vaus, D. (2002). *Surveys in social research* (5.ª ed.). Allen & Unwin.
- Federación de Cooperativas Agrícolas de Productores de Café de Guatemala R.L. (2022). *Fedecocagua R.L. - Página principal*. <https://www.fedecocagua.com.gt>
- Instituto Geográfico Nacional. (2022). *IGN - Página principal*. www.ign.gob.gt
- Instituto Nacional de Bosques. (2022). *Quiénes somos*. <https://www.inab.gob.gt/index.php/quienes-somos/acercadeinab>
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2022). *Insivumeh - Página principal*. www.insivumeh.gob.gt
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2013). *Política de Promoción del Riego 2013-2023*. Guatemala: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. Obtenido de MAGA.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2022). *MAGA - Página principal*. www.maga.gob.gt
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2022). *MARN - Página principal*. www.marn.gob.gt
- Ministerio de Educación. (2022). *Mineduc - Página principal*. www.mineduc.gob.gt

- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2022). *MSPAS - Página principal*. www.mspas.gob.gt
- Oficina de Control de Áreas de Reserva del Estado. (2022). *Ocret- Página principal*. www.ocret.gob.gt
- Paradigma Nuevo Camino . (2022). *Balseros del río Suchiate, los hombres que dominan la frontera de agua*. <https://www.paradigma.live/2019/10/16/balseros-del-rio-suchiate-los-hombres-que-dominan-la-frontera-de-agua/>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2019). *Herramientas para el análisis y la transformación de conflictos*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia. (2022). *SCEP - Página principal*. www.scep.gob.gt
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2021). *Herramientas de apoyo sugeridas para el análisis y elaboración de los instrumentos de planificación*.
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2022). *Segeplán - Página principal*. www.segeplan.gob.gt
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2022). *Comités de microcuenca obtienen reconocimiento y aval del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales*. <https://www.iucn.org/es/news/m%C3%A9xico-am%C3%A9rica-central-y-el-caribe/201712/comit%C3%A9s-de-microcuenca-obtienen-reconocimiento-y-aval-del-ministerio-de-ambiente-y-recursos-naturales>



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**

Plan de protección y conservación
de la cuenca hidrográfica del río

Suchiate

Capítulo IV. Diagnóstico, línea base, zonificación territorial, plan de manejo integral



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**



Proyecto del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), denominado:
Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica
Central en Guatemala

Plan de protección y conservación de la cuenca hidrográfica del río Suchiate

Capítulo IV

Diagnóstico

Línea base

Zonificación territorial

Plan de manejo integral

Guatemala, febrero de 2025

Citar: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2024). *Plan de protección y conservación de la cuenca hidrográfica del río Suchiate. Capítulo IV: diagnóstico, línea base, zonificación territorial y plan de manejo integral*. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Global Environment Facility y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Autoridades

Ph. D. César Bernardo Arévalo De León

Presidente de la República de Guatemala

Ph. D. Karin Larissa Herrera Aguilar

Vicepresidenta de la República de Guatemala

MSc. Ana Patricia Orantes Thomas

Ministra de Ambiente y Recursos Naturales

MSc. Jaime Luis Carrera Campos

Viceministro del Agua

Dr. MSc. Edwin Josué Castellanos López

Viceministro de Recursos Naturales y Cambio Climático

Ing. José Rodrigo Rodas Ramos

Viceministro de Ambiente

Lic. Edwing Antonio Pérez Corzo

Viceministro Administrativo Financiero

Equipo técnico

MSc. José Juan Ochoa Quezada

director de la Dirección de Cuencas del Viceministerio del Agua

Ing. Maritza Yaneth Campos Fuentes

jefe a.i. Departamento para la Protección, Conservación y Mejoramiento Territorial del Recurso Hídrico de la Dirección de Cuencas del Viceministerio del Agua

Luis Pablo Palala Méndez

asesor técnico del Departamento para la Protección, Conservación y Mejoramiento Territorial del Recurso Hídrico

Pablo Eduardo Ponce Paiz

asesor técnico del Departamento para la Protección, Conservación y Mejoramiento Territorial del Recurso Hídrico

Néstor Fajardo Herrera

asesor técnico del Departamento de Control y Monitoreo del Recurso Hídrico

INSTITUTO PRIVADO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (ICC)

Apoyo técnico metodológico

Giovanni González-Celada

coordinador y especialista en cuencas hidrográficas

Nancy Soto

consultora especialista social y género

Alex Guerra, Luis Reyes, Juan Andrés Nelson y Oscar González

comité asesor del ICC

PROYECTO PROMOVRIENDO TERRITORIOS SOSTENIBLES Y RESILIENTES EN PAISAJES DE LA CADENA VOLCÁNICA CENTRAL EN GUATEMALA

Equipo técnico

Indira Ixquic Barreno Colindres

directora del Proyecto

Mario Samuel Buch

coordinador del Proyecto

Pedro López Velásquez

coordinador región 1

Keny Juárez

coordinador región 2

Juan Ernesto Celada

coordinador región 3

Este documento fue generado en el marco del Proyecto del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) denominado: "Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica Central en Guatemala", mediante el acuerdo colaborativo con el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC).

Nos gustaría reconocer al Proyecto del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN- (www.marn.gob.gt) denominado: Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica Central en Guatemala, Cooperación no reembolsable que es financiado con recursos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial -FMAM/GEF- (www.thegef.org), con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD- (www.undp.org). Por su apoyo y contribución financiera a esta publicación.



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**



TABLA DE CONTENIDO

SIGLAS Y ACRÓNIMOS	ix
INTRODUCCIÓN	1
1 DIAGNÓSTICO.....	2
1.1 Metodología	2
1.2 Problemas identificados y priorizados	3
1.3 Análisis de problemas	12
1.3.1 Pérdida de la cobertura forestal	12
1.3.2 Mal manejo de los desechos sólidos	18
1.3.3 Falta de gobernanza	20
1.3.4 Erosión hídrica	24
1.3.5 Descarga de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente	28
1.3.6 Escasez de agua.....	32
2 LÍNEA BASE	34
3 ZONIFICACIÓN TERRITORIAL	45
3.1 Metodología	45
3.2 Propuesta de zonificación territorial.....	48
4 PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE CUENCA	52
4.1 Resumen ejecutivo	52
4.2 Visión	55
4.3 Misión.....	55
4.4 Horizonte	55
4.5 Justificación.....	55
4.6 Objetivos	56
4.7 Marco lógico	58
4.8 Resumen de los problemas identificados.....	66
4.9 Programas.....	66
4.9.1 Programa 1: Restauración del paisaje forestal y la biodiversidad	67
4.9.2 Programa 2: Manejo y gestión de los desechos y residuos sólidos	72
4.9.3 Programa 3: Gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica	75
4.9.4 Programa 4: Manejo y conservación del recurso suelo	77

4.9.5	Programa 5: Gestión del agua	78
4.9.6	Programa 6: Gestión del riesgo	82
4.10	Costos del Plan	85
4.11	Estrategia de ejecución y financiamiento.....	87
REFERENCIAS		88
ANEXOS		98

Índice de tablas

Tabla 1.	Matriz de marco lógico de los problemas identificados y priorizados para la cuenca del río Suchiate	4
Tabla 2.	Cambios de cobertura forestal y tasa de deforestación en la cuenca del río Suchiate	13
Tabla 3.	Cobertura forestal de la cuenca hidrográfica del río Suchiate	14
Tabla 4.	Balance de la biomasa leñosa en la cuenca hidrográfica del río Suchiate .	14
Tabla 5.	Incentivos forestales implementados en la cuenca del río Suchiate entre 1998 y 2020.....	15
Tabla 6.	Erosión hídrica y producción de sedimentos en la cuenca del río Suchiate	26
Tabla 7.	Situación de las plantas de tratamiento de aguas residuales en la cuenca del río Suchiate.....	29
Tabla 8.	Necesidades de información básica a escala de cuenca para el Plan	34
Tabla 9.	Indicadores de línea base relacionados con las problemáticas de la cuenca hidrográfica del río Suchiate	35
Tabla 10.	Categorías de la zonificación territorial de la cuenca del río Suchiate.....	46
Tabla 11.	Categorías de las zonas de manejo especial en la cuenca del río Suchiate	47
Tabla 12.	Categorías de zonificación del territorio en la cuenca del río Suchiate....	48
Tabla 13.	Categorías de zonificación del territorio en la cuenca del río Suchiate (continuación)	49
Tabla 14.	Categorías de las zonas de manejo especial en la cuenca del río Suchiate	50
Tabla 15.	Actividades del Programa de restauración del paisaje forestal y la biodiversidad	68
Tabla 16.	Actividades del Programa de manejo y gestión de los desechos y residuos sólidos	73

Tabla 17. Actividades del Programa de gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica	75
Tabla 18. Actividades del Programa de manejo y conservación del recurso suelo ..	78
Tabla 19. Actividades del Programa de gestión del agua	79
Tabla 20. Actividades del Programa de gestión del riesgo	82
Tabla 21. Costos del Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Suchiate	85

Índice de figuras

Figura 1. Etapas del diagnóstico de la cuenca hidrográfica del río Suchiate	2
Figura 2. Cambio neto anual de la cobertura forestal en la cuenca del río Suchiate	13
Figura 3. Curva hipsométrica relativa de la cuenca hidrográfica del río Suchiate ...	25
Figura 4. Plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en la cuenca del río Suchiate	29
Figura 5. Metodología para la zonificación territorial de la cuenca del río Suchiate	46
Figura 6. Zonificación territorial de la cuenca hidrográfica del río Suchiate.....	49
Figura 7. Zonificación de las áreas de alta recarga hídrica y potencial de restauración de las zonas de ribera en la cuenca del río Suchiate	50
Figura 8. Zonificación de las áreas de manejo especial de la cuenca hidrográfica del río Suchiate	51
Figura 9. Esquema del Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Suchiate con sus programas (numerados) y su vinculación con las prioridades de Desarrollo Nacional y los Objetivos de Desarrollo Sostenible	67



ACUERDO MINISTERIAL NÚMERO 401-2023

Guatemala, 18 de octubre de 2023

EL MINISTRO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

CONSIDERANDO

Que de conformidad con lo que establecen los artículos 64 y 97, de la Constitución Política de la República de Guatemala, se declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la Nación; 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.

CONSIDERANDO

Que la Ley del Organismo Ejecutivo, Decreto Número 114-97 del Congreso de la República de Guatemala, establece que al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales le corresponde formular y ejecutar las políticas relativas a su ramo, cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país y el derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado.

CONSIDERANDO

Que el Acuerdo Gubernativo número 19-2021, que contiene Disposiciones Para Promover La Protección y Conservación de Cuencas Hidrográficas de la República de Guatemala, establece en el artículo 7 que el Plan de Protección y Conservación de Cuencas será el instrumento que determine las acciones estratégicas en el mediano y largo plazo para revertir las tendencias negativas en el estado de los recursos naturales de la cuenca, así como mantener y potencializar las acciones positivas. El Plan debe basarse en el diagnóstico de la cuenca y tener revisiones con una periodicidad de tres años para incorporar mejoras al mismo. En el Plan deberán plasmarse los objetivos a largo plazo (por lo menos diez años), definir problemática, las prioridades, las acciones de protección y conservación, los costos y beneficios y la evaluación de riesgos para el Plan. (...) El plan será aprobado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.



PORTANTO

En ejercicio de las funciones que establecen los artículos 64, 97 y 194 de la Constitución Política de la República de Guatemala; 27, 29 bis, de la Ley del Organismo Ejecutivo, Decreto, número 114-97 del Congreso de la República de Guatemala; 7, de Las Disposiciones Para Promover la Protección y Conservación de Cuencas Hidrográficas de la República de Guatemala, Acuerdo Gubernativo número 19-2021; 7, 29 y 32 del Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Acuerdo Gubernativo número 73-2021.

ACUERDA

Artículo 1. Aprobación. Aprobar el "Plan de Protección y Conservación de la Cuenca Hidrográfica del río Suchiate".

Artículo 2. La Dirección de Cuencas del Viceministerio Del Agua del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, implementará, coordinará, dará seguimiento, monitoreo y evaluación de las acciones propuestas en el "Plan de Protección y Conservación de la Cuenca Hidrográfica del río Suchiate", así como realizar las revisiones con una periodicidad de tres años para incorporar mejoras al mismo.

Artículo 3. Los casos no previstos dentro del "Plan de Protección y Conservación de la Cuenca Hidrográfica del río Suchiate" objeto de aprobación, serán resueltos de conformidad con las normas y principios del Derecho Administrativo y Ambiental.

Artículo 4. Notifíquese el presente Acuerdo Ministerial al Viceministro del Agua, Dirección de Monitoreo y Vigilancia del Agua, Dirección de Cuencas, todos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, para su conocimiento y efectos correspondientes.

Artículo 5. El presente Acuerdo Ministerial surte sus efectos inmediatamente.

COMUNIQUESE



Ing. Germán Elías Barrios Garrido
Ministro
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales



SIGLAS Y ACRÓNIMOS

Anacafé	Asociación Nacional del Café
ARNPG	Asociación de Reservas Naturales Privadas de Guatemala
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
Cathalac	Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe
Catie	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CIV	Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda
Cocode	consejo comunitario de desarrollo urbano y rural
Codede	consejo departamental de desarrollo urbano
Colred	Coordinadora Local para la Reducción de Desastres
Comude	consejo municipal de desarrollo urbano y rural
Conadur	Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural
Conap	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
Conred	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres
Coredur	Consejo Regional de Desarrollo Urbano y Rural
CSA	compensación por servicios ambientales
Digegr	Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos en las cuencas hidrográficas de San Marcos
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
Gimbot	Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra
GWP	Global Water Partnership (Asociación Mundial del Agua)
Iarna	Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad
ICA	índice de calidad del agua
ICC	Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático

INAB	Instituto Nacional de Bosques
INBO	International Network of Basin Organizations (Red Internacional de Organismos de Cuenca)
INE	Instituto Nacional de Estadística
Infom	Instituto de Fomento Municipal
Inform	<i>index for risk management</i> (índice para la gestión del riesgo)
Insivumeh	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
ISQA	índice simplificado de calidad del agua
LMP	límite máximo permisible
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
Medeproch	Mesa Departamental para la Protección y Conservación de los Recursos Naturales
MEM	Ministerio de Energía y Minas
MFEWS	Sistema Mesoamericano de Alerta Temprana para Seguridad Alimentaria
Mineduc	Ministerio de Educación
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
NASA	National Aeronautics and Space Administration (Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio)
Ocret	Oficina de Control de Áreas de Reserva del Estado
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OMS	Organización Mundial de la Salud
PDM-OT	plan de desarrollo municipal y ordenamiento territorial
Pinfor	Programa de Incentivos Forestales
Pinpep	Programa de incentivos forestales para poseedores de pequeñas extensiones de tierra de vocación forestal o agroforestal
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Pnuma	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
POA	plan operativo anual
PRM	parque regional municipal
Probosque	Programa de incentivos para el establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala
Provincial	Dirección General de Protección y Seguridad Vial
PSA	pago por servicios ambientales
PTAR	plantas de tratamiento de aguas residuales
RRCS	Red de Restauración de la Costa Sur
Scall	sistema de cosecha de agua de lluvia
Segeplán	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia
Seprem	Secretaría Presidencial de la Mujer
Sesán	Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional
SIAG	Servicios Integrales Agrícolas y Forestales
URL	Universidad Rafael Landívar
Usaid	United States Agency for International Development (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional)
UVG	Universidad del Valle de Guatemala

INTRODUCCIÓN

El presente documento desarrolla los componentes de diagnóstico, línea base, zonificación territorial y el plan de manejo integral de la cuenca del río Suchiate. Para la formulación de un plan de manejo de cuenca se requiere desarrollar diferentes fases previas. Entre las principales se encuentran el análisis de actores clave, la caracterización biofísica, la caracterización socioeconómica, el diagnóstico, la línea base y la zonificación territorial, para finalizar con el plan en sí mismo. Los documentos que constituyen las fases para llegar al Plan se publicaron de la siguiente manera:

Capítulo I	Caracterización biofísica
Capítulo II	Caracterización socioeconómica
Capítulo III	Mapeo de actores de la cuenca
Capítulo IV	Diagnóstico, línea base, zonificación territorial y plan de manejo integral de la cuenca

1 DIAGNÓSTICO

1.1 Metodología

Para la elaboración del diagnóstico de la cuenca hidrográfica del río Suchiate se recopiló información a través de diferentes métodos (Chevalier, 2006; Denzin & Lincoln, 2012; Geilfus, 2002; Newing, 2011; De Vaus, 2002), utilizando un enfoque integral, participativo, dinámico, interpretativo y prospectivo. Posteriormente se realizó un análisis que permitió sistematizar la información que se presenta en el marco lógico de la Figura 1 (Faustino y Jiménez, 2000; Ortegón *et al.*, 2005).



Figura 1. Etapas del diagnóstico de la cuenca hidrográfica del río Suchiate
Fuente: elaboración propia (2022).

Recorridos de campo: mediante los cuales se recopiló información a través de la observación.

Caracterización biofísica y socioeconómica: corresponde a la descripción de un conjunto de variables biofísicas y socioeconómicas de la cuenca.

Diagnóstico participativo: se aplicaron varios métodos para la identificación y priorización de las problemáticas de la cuenca, que posteriormente fueron analizadas a través del marco lógico. Se desarrollaron dos talleres participativos (Anexo 1).

Análisis interpretativo: se realizó con base en la información obtenida durante las fases previas. Por medio del enfoque del marco lógico se identificaron y analizaron las situaciones problemáticas para poder abordar sus causas, efectos, alternativas de solución y actores vinculados a la solución.

1.2 Problemas identificados y priorizados

Con base en el diagnóstico se lograron identificar y priorizar seis problemáticas en la cuenca hidrográfica del río Suchiate, las cuales se listan a continuación. El análisis completo que considera los elementos de origen o causas, efectos, ubicación, alternativas de solución y actores involucrados se presenta según el marco lógico en la Tabla 1.

1. Pérdida de la cobertura forestal
2. Mal manejo de los desechos sólidos
3. Falta de gobernanza
4. Erosión hídrica
5. Descarga de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente
6. Escasez de agua

Otras problemáticas identificadas por los actores durante el diagnóstico participativo son: falta de oportunidades de la población para la generación de ingresos, degradación de los ecosistemas, débil participación de la mujer, débil capacidad adaptativa y resiliencia, extracción de materiales, deslizamientos y conflictividad social entre las comunidades.

Tabla 1. Matriz de marco lógico de los problemas identificados y priorizados para la cuenca del río Suchiate

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores para involucrar	Alternativas de solución
<p>Pérdida de la cobertura forestal</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tala ilegal. • Pobre interés en los incentivos forestales del INAB. • Incremento poblacional. • Incremento de la demanda de la leña asociado al modelo energético de la población en el hogar. • Limitada aplicación de la legislación forestal. • Habilitación de áreas con cobertura forestal para otros usos. • Débil o baja gobernabilidad ambiental y/o débil ejercicio democrático. • Falta de seguridad alimentaria. • Explotación indiscriminada de madera (madereros y leñeros). 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración de los flujos del ciclo hidrológico. • Fragmentación del paisaje y de los corredores biológicos. • Vulnerabilidad a deslizamientos e inundaciones. • Pérdida y/o deterioro de los bienes y servicios ecosistémicos del bosque. • Reducción de los sumideros de carbono. • Pérdida de la biodiversidad terrestre. • Inundaciones. • Afectación de los medios de vida asociados. • Aumento de la erosión hídrica y producción de sedimentos (azolvamiento). 	<p>En la totalidad del territorio de la cuenca</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gobiernos locales y regionales • Consejos de desarrollo • Instituto Nacional de Bosques (INAB) • Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap) • Empresas privadas • Instituciones educativas • Sociedad civil • Proyectos de cooperación internacional • Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC) • Organizaciones no gubernamentales • Asociaciones civiles de representación indígena y de la mujer 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar la zonificación territorial de la cuenca. • Fortalecer las capacidades y la concientización. • Realizar acciones de recuperación, restauración, y/o conservación forestal con enfoque en áreas de recarga hídrica. • Planificar la restauración del paisaje, su aplicación y monitoreo. • Aplicar y cumplir la legislación forestal. • Promover acciones de manejo sostenible forestal. • Implementar un sistema de pago/compensación por servicios ambientales

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores para involucrar	Alternativas de solución
Pérdida de la cobertura forestal	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de buen manejo forestal. • Pobreza. • Agricultura de minifundio. • Incendios forestales. • Plagas forestales. 				(PSA/CSA) y valoración económica de la pérdida de la cobertura forestal.
Mal manejo de los desechos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de planificación municipal para el manejo de los desechos sólidos y/o su aplicación, y planificación territorial. • Incremento de la población. • Débil gobernabilidad en materia sanitaria y ambiental. • Limitadas capacidades en cuanto al manejo de los desechos sólidos. • Pobre gobernanza para el buen manejo y gestión de los desechos sólidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación de las fuentes de agua superficial y subterráneas. • Emisión de gases de efecto invernadero. • Contaminación del suelo. • Deterioro de la belleza escénica y/o contaminación visual. • Acumulación de basura en las zonas azolvadas de los ríos. • Deterioro de la calidad de los servicios ecosistémicos. 	En la totalidad del territorio de la cuenca	<ul style="list-style-type: none"> • Municipalidades • Comunidades • Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) • Ministerio de Salud y Asistencia Pública (MSPAS) • Empresas privadas de recolección de basura 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar y dar cumplimiento a la legislación en materia de desechos sólidos (Acuerdo Gubernativo 281-2015, 164-2021, otros), educación ambiental, producción limpia, otras. • Implementar una campaña de concientización ambiental. • Elaborar el plan municipal de desechos y residuos sólidos y/o implementarlo, incluyendo un

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores para involucrar	Alternativas de solución
<p>Mal manejo de los desechos sólidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de cultura y educación para la clasificación de la basura. • Ausencia de legislación sobre la contaminación de los suelos. • Eliminación de la basura por métodos que no garantizan su segregación y almacenamiento seguros. • Cumplimiento débil o incumplimiento de la legislación existente. • Disposición de basura en basureros que no cuentan con instrumentos ambientales. • Pobre gobernanza con enfoque de cuenca. 	<ul style="list-style-type: none"> • Afectación a la biodiversidad terrestre, del suelo y acuática. • Acumulación de basura en el cauce de los ríos y su descarga al mar Pacífico. • Propagación de enfermedades humanas. 			<p>sistema de monitoreo y evaluación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brindar educación ambiental a todos los niveles. • Fortalecer capacidades. • Realizar la valoración económica del daño al ambiente (gestión de pago y/o mecanismo financiero ambiental). • Diseñar y poner en marcha la planta regional de tratamiento de desechos sólidos.

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores para involucrar	Alternativas de solución
<p>Falta de gobernanza</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de voluntad política. • Falta de planificación y gestión integral sostenible del territorio con enfoque de cuenca. • Falta de integración de actores y su participación para promover el manejo y la gestión de las problemáticas de la cuenca. • Débil capacidad de coordinación, integración e institucionalidad bajo una visión compartida de territorio. • Débil o falta de cumplimiento de la legislación. • Centralización en la toma de decisiones. • Débil capacidad del Estado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mal manejo y gestión de los recursos naturales. • Pérdida o deterioro de la calidad de los servicios ecosistémicos. • Falta de conocimiento de las acciones, plataformas, proyectos y problemáticas relacionadas con los recursos naturales, población, servicios básicos, entre otros. • Deficiente gestión de los gobiernos locales, debido a la falta de enfoque en las prioridades y/o problemáticas del territorio. • Falta de información y empoderamiento sobre la problemática en la cuenca. 	<p>En la totalidad del territorio de la cuenca.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural (Conadur) • Consejo departamental de desarrollo urbano (Codede) • Consejo municipal de desarrollo urbano y rural (Comude) • Consejo comunitario de desarrollo urbano y rural (Cocode) • Gobernación • INAB • MARN • Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) • Comunidades • Asociaciones civiles y de pueblos originarios • Empresas privadas relacionadas al uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dar cumplimiento a la legislación. • Dar cumplimiento al Acuerdo Gubernativo 19-2021. • Seleccionar el personal idóneo en las instituciones. • Fortalecer las capacidades a todo nivel. • Institucionalizar los procesos de planificación y gestión del territorio con enfoque de cuenca. • Promover la formulación de un nuevo modelo de regionalización del territorio por parte del Conadur. • Promover la participación ciudadana en el manejo y gestión de las problemáticas,

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores para involucrar	Alternativas de solución
Falta de gobernanza	<ul style="list-style-type: none"> Deficiente involucramiento de los consejos de desarrollo. 	<ul style="list-style-type: none"> Débil gestión del riesgo multidimensional. Gestión inefectiva de los gobiernos locales. Falta o débil gobernabilidad y del ejercicio de la democracia. 		<ul style="list-style-type: none"> Mesa Departamental para la Protección y Conservación de los Recursos Naturales en las Cuencas Hidrográficas de San Marcos (Medeproch). 	<ul style="list-style-type: none"> y dar cumplimiento a la legislación. Realizar la valoración económica de las presiones al ambiente ocasionadas por las problemáticas de la cuenca. Captar y/o diseñar fondos ambientales en apoyo al manejo de la cuenca.
Erosión hídrica	<ul style="list-style-type: none"> Ausencia de legislación sobre la degradación del suelo. Aspectos morfológicos de la cuenca. Alto potencial de producción de escorrentía de la cuenca. Falta y/o deficiente implementación de prácticas de conservación del suelo y el agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Disminución de la productividad de los cultivos. Desertificación de las tierras. Deterioro de la calidad de los bienes y servicios ecosistémicos asociados al suelo (provisión de cultivos, regulación de agua y nutrientes, almacenamiento de carbono). 	En la totalidad del territorio de la cuenca.	<ul style="list-style-type: none"> MAGA MARN INAB Red de productores y/o cooperativas Municipalidades y comunidades 	<ul style="list-style-type: none"> Incrementar la cobertura forestal del bosque de galería. Brindar asistencia técnica a los productores agrícolas. Realizar la valoración económica del servicio ecosistémico de erosión evitada (mecanismo financiero ambiental).

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores para involucrar	Alternativas de solución
Erosión hídrica	<ul style="list-style-type: none"> • Malas prácticas de manejo de cultivos. • Cambio de uso/cobertura de la tierra, principalmente por la conversión de la cobertura forestal a otros usos. • Pendientes del terreno de alto grado y longitud. • Alta agresividad de la precipitación pluvial. • Susceptibilidad natural del suelo a ser erosionado. • Cortes de terrenos para construcción de infraestructura vial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Intensificación de los niveles de erosión en tierras sin uso correcto. • Reducción de la fertilidad natural del suelo. • Azolvamiento de las corrientes fluviales por el aporte de sedimentos. • Riesgo de inseguridad alimentaria. • Incremento de los costos de producción. 			<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar y dar cumplimiento a la legislación relacionada con la degradación del suelo. • Fortalecer capacidades. • Impulsar la formulación de la legislación en materia de degradación del suelo. • Diseñar e implementar prácticas de conservación de suelos. • Diseñar, mejorar, evaluar e implementar estructuras de retención de sedimentos.
Descarga de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la población. • Falta de un plan de ordenamiento territorial. • Falta de educación ambiental y 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación de fuentes de agua superficial y subterránea. • Afectación de la biodiversidad acuática. 	En la totalidad del territorio de la cuenca.	<ul style="list-style-type: none"> • Municipalidades • MARN • MSPAS • MAGA • Comunidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar y dar cumplimiento a la legislación (Acuerdo Gubernativo 236-2006, Acuerdo Ministerial 37-

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores para involucrar	Alternativas de solución
<p>Descarga de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente</p>	<p>concientización desde los hogares.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidades inexistentes o limitadas en la temática. • Prevalencia de plantas de tratamiento sin funcionamiento. • Pobre gobernabilidad efectiva y gobernanza para el tratamiento de las aguas residuales. • Pobre cumplimiento de la legislación, en adición a múltiples prórrogas del Acuerdo Gubernativo 236-2006. • Vacíos técnicos en la legislación. • Pobre densidad de plantas de tratamiento en la cuenca. 	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto negativo en la calidad de los medios de vida relacionados al consumo de agua, recreación, alimentación y otros. • Emisiones de gases de efecto invernadero. • Propagación e incremento de la incidencia de enfermedades humanas. • Deterioro de la calidad de los bienes y servicios ecosistémicos. 			<p>2021, Acuerdo Gubernativo 48-2013, Código Municipal, Código de Salud, otros).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ampliar la densidad de plantas de tratamiento, implementarlas y establecer un sistema de monitoreo y evaluación. • Realizar la valoración económica del daño al ambiente (gestión de pago y/o mecanismo financiero ambiental). • Fortalecer capacidades. • Realizar campañas de sensibilización. • Brindar educación ambiental. • Evaluar y aplicar tecnologías de

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores para involucrar	Alternativas de solución
Escasez de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento poblacional. • Contaminación del agua. • Falta de una Ley de Agua. • Huella hídrica alta para la producción de bienes y servicios. • Variabilidad y cambio climático. • Falta de gobernanza del recurso hídrico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de los niveles de agua subterránea. • Conflictividad social. • Degradación de las tierras. • Deterioro del bienestar humano. • Deterioro de los ecosistemas. • Inseguridad hídrica y alimentaria. 	En la totalidad del territorio de la cuenca.	<ul style="list-style-type: none"> • Municipalidades • Comunidades • MARN • Gobierno central • MAGA • MPSAS • INAB 	<p>tratamiento comunitario.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Crear o fortalecer la gobernanza del recurso hídrico. • Brindar asistencia técnica en el tema de sistemas de riego. • Promover los diálogos para la Ley de Agua. • Mejorar las tecnologías de riego agrícola. • Mejorar la eficiencia en la cobertura del sistema de agua potable.

Fuente: elaboración propia con base en información primaria (talleres de diagnóstico) y secundaria consultada y sistematizada para el diagnóstico de la cuenca del río Suchiate (2022).

1.3 Análisis de problemas

1.3.1 Pérdida de la cobertura forestal

1.3.1.1 Causas

Una de las principales causas de la pérdida de cobertura forestal en Guatemala y en la cuenca hidrográfica del río Suchiate, es el cambio de uso de las áreas con cobertura forestal para fines agrícolas, ganaderos, urbanos y desarrollo de infraestructura, tanto en la región de la costa sur como de occidente (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008; Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2013). En occidente destaca el cambio de uso para fines de agricultura de subsistencia con predominio de minifundio, además de la realización de actividades ilícitas por parte de algunos madereros y leñadores; mientras que en la costa sur la principal causa es el desarrollo agrícola. En ambas regiones los agentes de deforestación identificados son la agroindustria, la agricultura comercial y los agricultores de subsistencia (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2013 y *et al.*, 2018).

En la parte alta de la cuenca del río Suchiate los problemas más comunes están relacionados con la pérdida de la cobertura forestal; ocasionados por la implementación de malas prácticas de producción agrícola, la extensión de la superficie cultivada, la deforestación en las zonas de recarga y un proceso inadecuado de explotación forestal; a lo cual se suma una alta vulnerabilidad a derrumbes y deslizamientos (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2010 a, b y c).

Según la dinámica forestal de esta cuenca, durante el período 2006-2010 hubo una pérdida neta de 1108.08 hectáreas, que equivale al 1.05 % de su superficie y se traduce en una tasa de deforestación anual del 0.96 %. Por el contrario, en los otros dos períodos bajo análisis (2001-2006 y 2010-2016), hubo incrementos netos equivalentes al 1.44 % y 1.93 % del área de la cuenca, respectivamente; los cuales representaron una tasa de incremento forestal anual de 0.90 % y 1.27 %, respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. Cambios de cobertura forestal y tasa de deforestación en la cuenca del río Suchiate

Período	Pérdida bruta	Ganancia bruta	Cambio neto		Tasa de deforestación anual (%)
	(hectáreas)		Área de la cuenca (%)		
2001-2006	4211.82	5732.28	1520.46	1.44	0.90
2006-2010	3755.88	2647.80	-1108.08	- 1.05	-0.96
2010-2016	5685.93	7720.02	2034.09	1.93	1.27

Fuente: elaboración propia con información del Instituto Nacional de Bosques *et al.* (2012, 2019); Universidad del Valle de Guatemala *et al.* (2011).

Con respecto a los cambios netos anuales, en la Figura 2 se observa que, luego de iniciar con un cambio neto positivo en el periodo 2001-2006, hubo un cambio negativo (deforestación o pérdida de cobertura forestal) durante 2006-2010, para luego nuevamente pasar a un cambio neto positivo entre 2010 y 2016. Durante los períodos con incremento neto anual hubo una recuperación de la cobertura forestal en comparación con su año base o de referencia. En otras palabras, al 2006 se recuperó el 5.4 % de la cobertura forestal con respecto al 2001; mientras que en 2016 la recuperación fue del 7.0 % con relación al 2010.

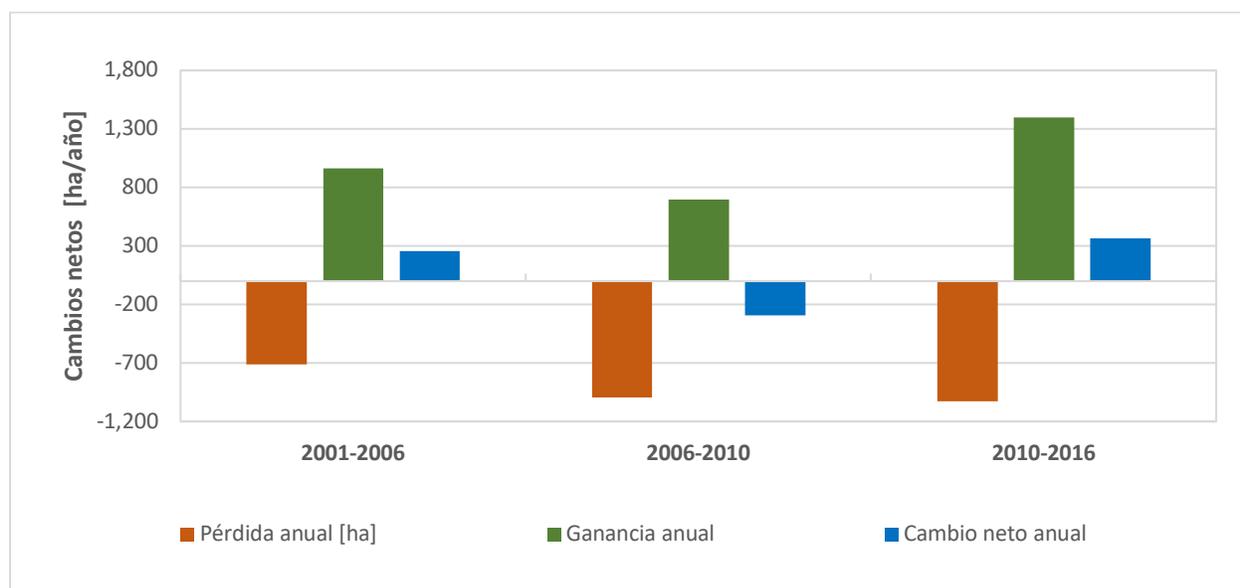


Figura 2. Cambio neto anual de la cobertura forestal en la cuenca del río Suchiate

Fuente: elaboración propia con información del Instituto Nacional de Bosques *et al.* (2012, 2019); Universidad del Valle de Guatemala *et al.* (2011).

El mayor porcentaje de cobertura forestal en la superficie de la cuenca hidrográfica del río Suchiate se observó en el año 2016 (29.15 %), mientras que el menor porcentaje se registró en 2006 (26.91 %) (Tabla 3).

Tabla 3. Cobertura forestal de la cuenca hidrográfica del río Suchiate

Año	Superficie con cobertura forestal	
	(hectáreas)	Área de la cuenca (%)
2001	28 376.82	26.91
2006	30 383.73	28.82
2010	28 870.56	27.38
2016	30 733.20	29.15

Fuente: elaboración propia con información del Instituto Nacional de Bosques *et al.* (2012, 2019); Universidad del Valle de Guatemala *et al.* (2011).

Al analizar la dinámica forestal queda de manifiesto que, independientemente de que el balance haya sido positivo hacia el incremento neto de la cobertura forestal en la cuenca, los impulsores de cambio y sus agentes asociados con la pérdida de la cobertura forestal continúan activos, por lo que es necesario su abordaje a través de la mejora de la gobernanza forestal.

Una de las causas de pérdida de cobertura forestal es el aprovechamiento por parte de leñadores, asociado a una alta demanda producto del incremento poblacional, cuyo crecimiento se estimó en 28.1 % en la cuenca hidrográfica del río Suchiate entre los años 2002 y 2018. Por otro lado, se estima que existe un déficit anual de leña equivalente a 483 590 toneladas métricas de biomasa leñosa al año, lo cual se debe a que la demanda es 7.2 veces superior a la oferta (Tabla 4). Una de las principales razones de este déficit, es que en el 74 % de los hogares de los municipios con superficie en la cuenca del río Suchiate predomina el uso de leña para cocinar (Instituto Nacional de Estadística, 2018). Por otro lado, nueve municipios ubicados dentro de esta cuenca han sido priorizados a nivel nacional por su déficit anual de leña (Instituto Nacional de Bosques, 2015).

Tabla 4. Balance de la biomasa leñosa en la cuenca hidrográfica del río Suchiate

Departamento ¹	Demanda	Oferta	Balance
	toneladas de biomasa leñosa anual (t biomasa/año)		
San Marcos	561 635	78 045	-483 590
Cuenca del río Suchiate	561 635	78 045	-483 590

¹ Estimación realizada con base en la proporción de población del departamento en la cuenca hidrográfica del río Suchiate. Fuente: elaboración propia con información del Instituto Nacional de Bosques *et al.* (2012); Instituto Nacional de Estadística (2018); Public Health Institute & Environment Energy Consultants (2015).

Otro elemento de origen o causa es la deficiente implementación y/o interés en los programas manejo forestal sostenible estipulados de conformidad con la legislación ambiental. Según información procesada por el Instituto Nacional de Bosques (2020), durante el periodo 1998-2020 se establecieron 9593.52 hectáreas en la cuenca hidrográfica del río Suchiate bajo alguna modalidad de incentivo forestal, especialmente el Programa de Incentivos Forestales (Pinfor), seguido del Programa de incentivos forestales para poseedores de pequeñas extensiones de tierra de vocación forestal o agroforestal (Pinpep) y el Programa de incentivos para el establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala (Probosque). Las principales modalidades de incentivo utilizadas fueron el manejo de bosque natural para protección y las plantaciones forestales (Tabla 5).

Tabla 5. Incentivos forestales implementados en la cuenca del río Suchiate entre 1998 y 2020

Programa	Modalidad				Total
	Manejo de bosque natural (producción)	Manejo de bosque natural (protección)	Plantaciones forestales	Sistemas agroforestales	
	Hectáreas				
Pinfor		2260.08	1731.03		3991.11
Pinpep	36.20	4833.36	194.02	410.9	5474.48
Probosque		126.72		1.21	127.93
Total	36.20	7220.16	1925.05	412.11	9593.52

Fuente: elaboración propia con información del Instituto Nacional de Bosques (2020).

Otro factor identificado como causa de pérdida de cobertura forestal corresponde a los incendios. Entre 2010 y 2013, la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (2020) atendió cinco incidentes de emergencia por este tipo de evento. Entre 2001 y 2017 se registraron 309 incendios forestales en el departamento de San Marcos. Las principales causas durante la temporada 2016-2017 fueron: pérdida de cobertura forestal, quemas agrícolas, incendios intencionados, leñadores, quema de pastos y quema de basura (Instituto Nacional de Bosques, 2017 a y b).

La tala ilegal o ilícita es otra causa de pérdida de la cobertura forestal, y se caracteriza porque el aprovechamiento no cuenta con licencia o por la comisión de un delito o falta contra los recursos forestales de conformidad con la ley (Congreso de la República de Guatemala, 1996; Instituto Nacional de Bosques, 2010). Dentro de estos ilícitos están: corta de árboles o cambio de uso del bosque sin autorización, sobre aprovechamientos derivados de un plan de

manejo aprobado y tala de árboles de especies protegidas (Instituto Nacional de Bosques, 2010).

La cuenca hidrográfica del río Suchiate es altamente susceptible al ataque de plagas y enfermedades, especialmente en las cercanías de Catarina, Ixchi-guán, Sibinal y Tajumulco. La plaga del gorgojo del pino es recurrente en la región de occidente (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales *et al.*, 2018; Instituto Nacional de Bosques, 2022).

En adición, la deficiente y limitada aplicación de la legislación forestal, la ingobernabilidad y la débil gobernanza forestal constituyen una amenaza para la cobertura forestal y la biodiversidad de la cuenca (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008; Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014; Instituto Nacional de Bosques, 2010); considerando que su principal vocación es forestal (57.6 %), y que la mayoría de sus municipios tienen déficit anual de leña, a pesar de que es la principal fuente energética de los hogares. Así, la falta del ejercicio democrático a través de la gobernabilidad contribuye al incumplimiento de la legislación forestal, resultando en tala ilegal y presión negativa hacia los bienes y servicios ecosistémicos, tanto en cantidad como en calidad.

1.3.1.2 Efectos

La pérdida de cobertura forestal en el territorio altera los flujos locales o regionales del ciclo hidrológico. Algunos estudios evidencian que ante la reducción de la cobertura forestal se incrementan los flujos que promueven la producción de agua y la escorrentía superficial, mientras que ocurre lo opuesto en aquellos que promueven la infiltración y la recarga hídrica (González-Celada *et al.*, 2021; Kundu *et al.*, 2017).

El relieve montañoso y escarpado de la cuenca le confiere un alto potencial de escorrentía superficial, lo cual, aunado al incremento de los volúmenes de producción de agua, propicia la degradación de las partes más altas y el transporte de sedimentos que se depositan en las partes más bajas (Lane, 1983); además, favorece la ocurrencia de inundaciones fluviales o por desbordamiento de ríos en la cuenca baja (Castillo & Allan, 2007), situación que ha sido mapeada por la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (2015).

Por otro lado, la eliminación de cobertura forestal contribuye a la pérdida y degradación de la biodiversidad terrestre y acuática (mangle) asociada al ecosistema bosque que se constituye como su hábitat, alterando sus funciones, estructura y balance (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008). La frag-

mentación del paisaje impacta negativamente en la conectividad de los corredores biológicos, incrementando la presión sobre la biodiversidad asociada (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, 2002; Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008; Loening & Markussen, 2003). De allí la importancia del rol de las tierras comunales para la conservación de los recursos forestales y la biodiversidad (Grupo Promotor de Tierras Comunales, 2009).

Como consecuencia de la degradación de la provisión de bienes y servicios ecosistémicos, los medios de vida se ven afectados, principalmente en las dimensiones natural, cultural, social y humana (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008); lo cual impacta la seguridad alimentaria, que es un impulsor de la dinámica forestal en la región de occidente (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales *et al.*, 2018).

En lo que se refiere a las zonas de medios de vida, en el área cafetalera que se ubica entre la parte media-baja de la cuenca del río Suchiate, aparte de producirse café y frutales, se han puesto a la venta productos maderables que resultan del aprovechamiento forestal, actividad que ha tenido realce a raíz de la crisis del sector del café.

En la parte baja de la cuenca —donde los principales medios de vida son la venta de mano de obra, la producción de granos básicos de subsistencia, las hortalizas, el comercio y las remesas—, la deforestación es recurrente en el departamento de San Marcos (Sistema Mesoamericano de Alerta Temprana para Seguridad Alimentaria, 2016).

Otro efecto de la pérdida de la cobertura forestal es el incremento de la erosión hídrica debido al aumento de la rugosidad del terreno, con lo cual incrementa la tasa de pérdida de suelo y la producción de sedimentos. Debido al alto potencial de escorrentía superficial y el relieve montañoso de esta cuenca, el transporte y el depósito de sedimentos hacia la parte baja aumenta (Blainski *et al.*, 2017; González-Celada *et al.*, 2021); situación que sería menos severa si existiera una cultura de implementación de prácticas de conservación del suelo. Las zonas más altas de la cuenca con relieves pronunciados son más propensas a la ocurrencia de deslizamientos, aunque estos eventos están asociados también a otros factores (Mora & Vahrson, 1994).

Con la pérdida de cobertura forestal se reducen los niveles de carbono almacenados en la biomasa aérea y subterránea, y se generan emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2013); mientras que en el suelo se pierde carbono a causa de la erosión hídrica (Hernández *et al.*, 2014).

1.3.2 Mal manejo de los desechos sólidos

1.3.2.1 Causas

Una causa del mal manejo de los desechos sólidos es la débil gobernabilidad ambiental existente en el área de la cuenca, situación que refleja la limitada capacidad del Estado para gobernarse a sí mismo y trasciende ante la falta de una gestión compartida con enfoque territorial de cuenca hidrográfica (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014).

La creación y puesta en vigor de la reglamentación para la gestión integral de los desechos sólidos comunes es reciente (Acuerdo Gubernativo 164-2021) (Presidencia de la República de Guatemala, 2021) y no se incluyen otro tipo de desechos. Además, el cumplimiento de la *Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos* es muy pobre (Presidencia de la República de Guatemala, 2015).

A esto se suma el deficiente cumplimiento de la legislación relacionada con el tema, como la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, el Código Municipal, el Código Civil, el Código de Salud, el Reglamento para el manejo de residuos sólidos hospitalarios, el Reglamento de gestión de desechos radiactivos, la Mesa Coordinadora para la Gestión y Manejo Integral de los Residuos Sólidos, la Política de Producción más Limpia y la Ley de Cambio Climático. Adicionalmente, no existía legislación sobre la contaminación de los suelos a la fecha de la elaboración de este plan. Esta situación se considera preocupante considerando que el manejo integral y de índole participativo de los desechos sólidos es una prioridad nacional de desarrollo (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014).

Otra causa es la débil gobernanza del territorio en materia de saneamiento, ya que para este ejercicio se requiere del involucramiento y participación de los actores de la cuenca para poder conformar un sistema de gestión que permita la toma de decisiones consensuadas para buscar la sostenibilidad ambiental y aportar al bienestar humano, y con ello avanzar hacia el alcance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y las prioridades nacionales de desarrollo.

Considerando 27 características cualitativas de manejo y gestión de desechos sólidos, los municipios con superficie en la cuenca hidrográfica del río Suchiate tienen en promedio un cumplimiento del 17.7 %. Esquipulas Palo Gordo posee el cumplimiento más alto (48 %), mientras que el mínimo está compartido entre Tajumulco, El Tumbador y Ocosingo (4 %). En cuanto a las características de mayor cumplimiento entre los municipios de la cuenca destacan el tren de

aseo (69 %) y la recolección de basura en el edificio del mercado (62 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2019).

Según el índice de servicios públicos del *ranking* municipal, que califica la gestión y el manejo de los residuos y desechos sólidos (entre otras variables), la mayor parte de los municipios que integran parcial o totalmente la cuenca hidrográfica del río Suchiate se encuentra en la categoría baja y media-baja, y la categoría más alta es la media (Catarina, Ayutla, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos) (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2019). Los municipios de El Tumbador y Ocos se encuentran dentro de la categoría más baja, ya que presentan el menor cumplimiento de las 27 características cualitativas de manejo y gestión de los desechos sólidos a nivel municipal.

Otra causa es el incremento poblacional, que conlleva el aumento de la producción de desechos y residuos sólidos. Se estima que al año 2018 se produjeron 37 587 toneladas métricas de desechos y residuos sólidos en la cuenca del río Suchiate, con una tasa promedio de 0.42 ± 0.26 kg/persona/día (Instituto Nacional de Estadística, 2019) y una población de aproximadamente 304 145 habitantes en ese mismo año. Similarmente, la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (2018) determinó la tasa per cápita del municipio de San Marcos en 0.83 (1108 t/año) y de San Rafael Pie de la Cuesta en 1.1 (6881 t/año) kg/persona/día. Estos datos permiten validar la estimación del aporte anual de los desechos sólidos producidos en estos municipios a la cuenca. A esto se suma el hecho de que en el 57 % de los municipios que ocupan la cuenca del río Suchiate, la principal forma de eliminación de la basura es la quema (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

En la cuenca proliferan los basureros clandestinos. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2021) contabilizó 29 basureros a finales del año 2021, de los cuales 21 eran clandestinos. En la cuenca alta (microcuencas Barrancas, Cotzulchima, Ricardo Chávez), el recurso hídrico se encuentra contaminado debido a los tiraderos de basura (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza *et al.*, 2010 a, b y c).

Otra causa identificada es la falta de cultura y educación ambiental en cuanto al manejo de desechos y residuos sólidos (clasificación, reciclaje, compostaje, y formas de eliminación de la basura).

Al considerar todos los elementos analizados previamente, se concluye en que no existe mayor avance en cuanto al manejo y gestión de los desechos sólidos, ya que no se cubren eficazmente todas las fases (generación, recolección, transporte, clasificación y almacenamiento).

1.3.2.2 Efectos

El mal manejo de los desechos y residuos sólidos deteriora la calidad de las fuentes superficiales y subterráneas de agua, principalmente al estar expuestas a los lixiviados de la basura. Los basureros frecuentemente se localizan próximos al cauce de los ríos o dentro de su zona de ribera, desde donde los desechos pueden transportarse a lo largo de la cuenca y acumularse en sus partes bajas hasta llegar al mar del Pacífico. La acumulación de basura y sus contaminantes asociados, además de la carga de plásticos, impacta la biodiversidad terrestre y acuática (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008). Se estima que la carga de plásticos que llega al mar es de 413.3 toneladas métricas anuales en la desembocadura del río Suchiate (Meijer *et al.*, 2021), lo cual conlleva riesgos para la salud de los ecosistemas acuáticos (Qi *et al.*, 2020).

Otros efectos son el deterioro de la belleza escénica a causa de la presencia de basureros clandestinos, la producción de malos olores, la contaminación visual, el incremento de zonas azolvadas por sedimentos en la parte baja de la cuenca, impactos negativos en la calidad de los bienes y servicios ecosistémicos, posibles incendios forestales causados por la quema de basura y emisiones de gases de efecto invernadero a raíz del mal manejo de los desechos sólidos (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008). Con relación a esto último, la eliminación de basura o de desechos sólidos en la tierra es una de las principales causantes de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera en Guatemala (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2015); lo cual es clave considerando la proliferación de basureros sin regulación.

El mal manejo y gestión de los residuos y desechos sólidos también puede ocasionar enfermedades, como afecciones respiratorias y enfermedades gastrointestinales (relacionadas con personas que realizan actividades de recuperación de desperdicios en los basureros).

Finalmente, una de las mayores amenazas de tipo antropogénico a nivel global es la contaminación del agua y el suelo por microplásticos, que tienen el potencial de ingresar a la cadena alimentaria (Qi *et al.*, 2020).

1.3.3 Falta de gobernanza

1.3.3.1 Causas

La falta de gobernanza del recurso hídrico es promovida por la falta de voluntad política, la débil coordinación interministerial y la falta de diálogo entre los usuarios del agua (Global Water Partnership & International Network of Basin

Organizations, 2009). A esto se suma la reducida capacidad del Estado y de los gobiernos locales para la gestión del territorio, y la centralización en la toma de decisiones (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014). Este panorama amplifica la pobre articulación existente entre los actores para poder promover plataformas de gestión del territorio en armonía con la naturaleza y donde se garantice la sostenibilidad y se tomen decisiones consensuadas propias de un sistema de gobernanza efectivo. En el caso de esta cuenca, donde el 57.6 % de su superficie tiene aptitud forestal, se considera necesario el fortalecimiento de la gobernanza forestal (Instituto Nacional de Bosques, 2010).

La pobre integración y articulación de los actores de la cuenca del río Suchiate dificulta el establecimiento de diálogos y el logro de alcances, principalmente cuando sus acciones no se basan en un enfoque de cuenca. Al respecto, la Constitución Política de Guatemala define el marco de administración del territorio en departamentos y municipios, lo cual complica integrar un abordaje bajo el enfoque de cuenca hidrográfica en la planificación nacional, a pesar de que el Plan Nacional de Desarrollo priorizó la gestión integral sostenible del territorio con este enfoque. Sin embargo, se ha identificado como una oportunidad la búsqueda de un nuevo modelo de regionalización del territorio en apoyo a la gestión con enfoque de cuenca (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014).

No obstante, existen experiencias de éxito a nivel local para la implementación de los planes de manejo de microcuenca, como los consejos de microcuenca de la parte alta de la cuenca del río Suchiate. Se han integrado los consejos de microcuenca del río Cotzulchima (12 km²), río Ricardo Chávez (38 km²) y Barrancas (20.5 km²), los cuales buscan articular, coordinar e integrar los intereses de los sectores representados en su territorio, y donde los actores son los agentes involucrados en estos procesos. En estos espacios los actores gubernamentales, no gubernamentales, privados y otros presentes en el territorio participan desde la identificación de las problemáticas de la microcuenca hasta la propuesta de alternativas para su solución en beneficio de la recuperación y protección de sus recursos naturales (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza *et al.*, 2010 a, b y c).

También existe la Mesa Departamental para la Protección de Cuencas Hidrográficas y Medio Ambiente de San Marcos, cuyo objetivo es promover y desarrollar programas, proyectos y acciones que contribuyan al desarrollo integral, a la conservación y a la rehabilitación de las cuencas hidrográficas para reducir la vulnerabilidad del departamento. Dentro de los actores que han participado en sus reuniones están: MAGA; INAB; Usaid-Fedecocagua; MARN; Asociación

Sustentar; Unidades de Riego de Catarina, Nica, La Blanca, Grupo HAME y Banasa; Helvetas; municipalidades de San Marcos, San Rafael Pie de la Cuesta, El Rodeo y Ayutla (Mesa Técnica Departamental para la Protección de Cuencas Hidrográficas y Medio Ambiente de San Marcos, 2021).

A pesar de estas experiencias, aún está pendiente la integración y articulación total de los actores para poder garantizar una adecuada intervención para la protección y conservación de los recursos naturales de la cuenca. Existen problemáticas, como las ya identificadas, que se desarrollan a lo ancho y largo de este territorio, y que van más allá de unidades territoriales pequeñas como las microcuencas. Por ejemplo: el mal manejo y gestión de los residuos y desechos sólidos, la descarga de aguas residuales crudas o su limitado tratamiento, la erosión hídrica, la degradación y pérdida de la cobertura forestal, la alta descarga de basura y plásticos al mar, entre otras. Estas problemáticas deben ser abordadas mediante un enfoque de cuenca hidrográfica y con la participación de sus actores, de tal manera que se puedan establecer plataformas sólidas de gobernanza.

Según el mapeo realizado durante los talleres participativos llevados a cabo en la cuenca del río Suchiate, los actores clave identificados son: municipalidades, INAB, MARN, Conap, ONG, representantes de grupos étnicos y consejos comunitarios de desarrollo urbano y rural (Cocode). Los actores primarios corresponden a la academia, proyectos que se desarrollan actualmente en el territorio, Anacafé, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Instituto Guatemalteco de Turismo (Inguat) y líderes comunitarios. Dentro de los actores secundarios están la Federación de Cooperativas Agrícolas de Productores de Café de Guatemala (Fedecocagua), la hidroeléctrica San Rafael y la agroindustria. Los actores periféricos o aquellos que pueden llegar a influir directa o indirectamente a los otros actores son: grupos religiosos, unidades de riego, asociación de balseros del río Suchiate, productores ganaderos y sociedad civil. A pesar de que algunos actores no fueron mencionados durante los talleres, se considera necesario incluirlos.

Según el índice de gestión estratégica del *Ranking de la Gestión Municipal 2018* —que evalúa las acciones y la institucionalización para la gestión ordenada del territorio a nivel municipal—, los municipios que tienen superficie total o parcial en la cuenca del río Suchiate no superan la categoría media (San Marcos, Tacaná y Sibinal); mientras que los que se ubican en la categoría baja son los municipios de El Tumbador, El Rodeo, Catarina, Ayutla, San Pablo y La Reforma (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2019).

La existencia de legislación vigente relacionada con las cuencas hidrográficas no garantiza la sostenibilidad de los procesos de gobernanza en cuanto a su continuidad y a la articulación completa de los actores. Por ejemplo, se declaró con lugar la inconstitucionalidad del Acuerdo Ministerial 335-2016¹ (Expediente 5785-2017 de la Corte de Constitucionalidad), y lo mismo pudiera ocurrirle al Acuerdo Gubernativo 19-2021 si la Corte de Constitucionalidad evidencia que el Organismo Ejecutivo se ha extralimitado en sus competencias (Alonso Ramírez *et al.*, 2021). Esto es relevante considerando que actualmente el Viceministerio del Agua está trabajando para la creación, conformación e integración de las mesas técnicas de las cuencas de la República de Guatemala, lo cual contempla el Acuerdo en mención. Finalmente, se hace necesario buscar que los procesos de gobernanza locales trasciendan más allá de la existencia de una legislación que los soporte, de manera que los procesos sean legítimos, participativos y tengan una visión territorial compartida.

Otra de las causas de la falta de gobernanza es la pobre formación de capacidades, sensibilización, educación ambiental o intercambio de experiencias en el marco de la cuenca hidrográfica, lo cual podría permitir identificar y conocer las problemáticas y las potencialidades del territorio donde los actores se desarrollan.

1.3.3.2 Efectos

La falta o deficiente gobernanza resulta en mayores impactos negativos antropogénicos a los ecosistemas, lo cual contribuye a la degradación ambiental de las cuencas hidrográficas (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014).

Esta degradación se refleja en aspectos como pérdida de cobertura forestal, mal manejo de los desechos sólidos, descarga de aguas residuales crudas o con limitado tratamiento, degradación del suelo, extracción de materiales del río y su ribera, mal uso y aprovechamiento del agua, uso intensivo de las tierras, contaminación de las fuentes de agua superficial y subterránea, escasez de agua, incremento del riesgo a deslizamientos y derrumbes, mala gestión del riesgo, débil gestión integrada del recurso hídrico, conflictividad, entre otras. Estas problemáticas fueron identificadas durante los talleres participativos del diagnóstico y por medio del análisis documental realizado a partir de otros trabajos en la misma cuenca Suchiate (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2010 a, b y c).

¹ Normas para promover la gestión integrada de cuencas a través de la creación y operación del inventario de usuarios del recurso hídrico en las cuencas hidrográficas de la República de Guatemala.

La ingobernabilidad también resulta a partir de la inexistencia de un sistema de gobernanza eficaz que se constituya en la base para la aplicación y el cumplimiento de la legislación, y de la respectiva gestión territorial. El deterioro de los ecosistemas y la falta de gobernanza que promueve la ingobernabilidad, impactan negativamente en la calidad de vida de las personas, que en gran medida dependen de los bienes y servicios ecosistémicos que la naturaleza provee.

Otro efecto es la pobre instrumentación o inexistencia de redes de monitoreo para poder evaluar los recursos en la cuenca hidrográfica en aspectos como disponibilidad y demanda de los recursos hídricos, balance hídrico, calidad del agua, entre otros. Esta información constituye un pilar y es el punto de partida para el manejo efectivo del agua con miras hacia la gestión integrada del recurso hídrico (Global Water Partnership & International Network of Basin Organizations, 2009), y contribuye a la toma de decisiones informadas que permitan su evaluación, manejo, gestión y monitoreo.

Ante la falta de gobernanza tampoco existe un sistema que ordene y priorice las acciones en el territorio con base en las problemáticas de la cuenca y el plan de manejo. Adicionalmente, no existen estrategias de difusión sobre la problemática existente en la cuenca. La desinformación lleva al desconocimiento y a la duplicidad de acciones en campo, así como a la falta de una visión y gestión territorial compartida.

En la cuenca hidrográfica del río Suchiate es necesario promover entornos que faciliten el diálogo entre actores para el manejo y gestión de sus recursos (entre usuarios del agua, cooperación, consejos de microcuenca, sector productivo, entre otros), de tal forma que se logre su participación y articulación (Global Water Partnership & International Network of Basin Organizations, 2009). La vigencia del Acuerdo Gubernativo 19-2021 representa una ventaja para estos diálogos en el marco de la mesa técnica, siempre y cuando esta sea adaptativa, prospectiva e inclusiva.

1.3.4 Erosión hídrica

1.3.4.1 Causas

Una causa de la erosión hídrica en la cuenca hidrográfica del río Suchiate es el grado de evolución de su paisaje natural, el cual, a pesar de encontrarse en un estado transitorio entre el equilibrio y la vejez temprana, aún tiene un potencial erosivo en las parte media-alta. En la parte más baja predomina el

depósito de sedimentos, actividad que le dio origen a la casi planicie existente en la zona de su desembocadura, y que corresponde a la fase final del ciclo erosivo (Figura 3).

La erosión hídrica potencial en esta cuenca es de 348 toneladas métricas por hectárea por año (t/ha/año) (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2021), lo cual la posiciona dentro de la categoría de "muy alta" según el criterio de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (1980).

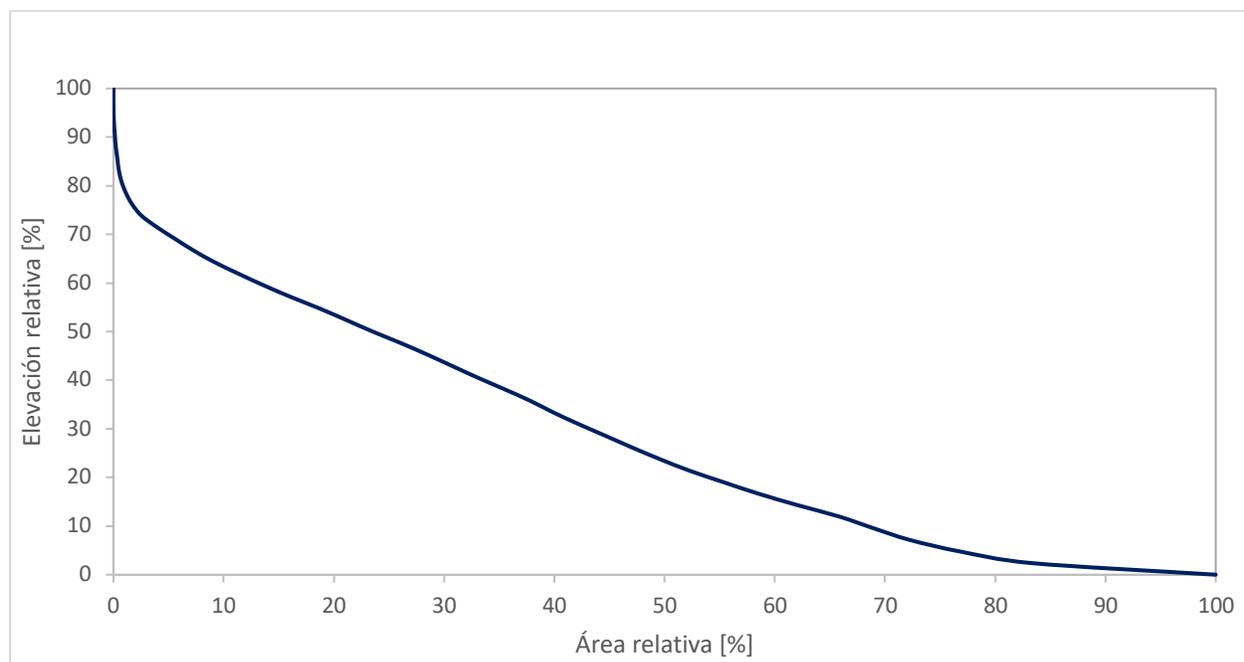


Figura 3. Curva hipsométrica relativa de la cuenca hidrográfica del río Suchiate
Fuente: elaboración propia.

Otra causa es el cambio y/o uso de la tierra con pobre cobertura forestal. Los usos con las mayores tasas de erosión en la cuenca del río Suchiate (> 200 t/ha/año) son la agricultura anual y el café. Estos datos son relevantes considerando que al 2020 la mayor parte de la superficie de la cuenca estaba cubierta por café (26.93 %), seguida de los granos básicos (7.7 %). Los usos dentro de la categoría de erosión muy alta producen el 89.32 % de los sedimentos de la cuenca. Seguidamente, el bosque, el cultivo de la caña de azúcar, los cultivos permanentes herbáceos, la palma africana y los pastizales tienen niveles altos de erosión y aportan el 10.46 % de los sedimentos producidos en la cuenca (Tabla 6).

Tabla 6. Erosión hídrica y producción de sedimentos en la cuenca del río Suchiate

Usos ¹	Erosión ² (t/ha/año)	Nivel de erosión ²	Sedimentos (%)
Agricultura anual, árboles dispersos, café, cultivos permanentes arbóreos, espacios abiertos sin o con poca vegetación, hule, matorrales, zonas agrícolas heterogéneas	> 200	Muy alta	89.32 %
Bosque, caña de azúcar, cultivos permanentes herbáceos, palma africana y pastizales	50–200	Alta	10.46 %
Urbano	10–50	Moderada	0.09 %
Banano-plátano	< 10	Leve o nula	0.06 %

¹ Usos con base en el Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra (2014); ² Categorías con base en la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (1980).
Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2021).

Otros factores decisivos que provocan erosión hídrica son la precipitación pluvial, la topografía, los suelos, el potencial de producción de escorrentía de la cuenca, la ausencia de prácticas de conservación de suelos, entre otras. El factor topográfico (inclinación y longitud de la pendiente) tiende a ser alto en la parte media y alta de esta cuenca. La agresividad de la precipitación pluvial o erosividad en la cuenca es mayoritariamente moderada, aunque para determinar este dato no se cuenta con suficientes estaciones pluviográficas. La susceptibilidad del suelo a ser erosionado refleja que la cuenca presenta condiciones de baja permeabilidad. El potencial de erosión en la cuenca es medio-bajo (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2021) debido a la predominancia de suelos del orden andisol (72 %), que son susceptibles a la erosión hídrica en relieves pronunciados (Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos, 2013; Soil Survey Staff *et al.*, 2010; Unidad de Políticas e Información Estratégica y Programa de Emergencias por Desastres Naturales, 2000).

El alto potencial o tendencia a producir escorrentía superficial que existe en la cuenca, en combinación con el incremento en los niveles de erosión en zonas de alta pendiente, contribuyen a la degradación de las tierras y al aumento de la potencia para el transporte de los sedimentos aguas abajo a través de los cauces de los ríos (Lane, 1955).

En la parte media y alta de la cuenca del río Suchiate, donde existe cambio de uso del suelo y/o uso de la tierra con pobre cobertura de la superficie, los niveles de erosión incrementan considerando las condiciones naturales de esta

zona, como la evolución del paisaje, el tipo de suelos, la topografía y la agresividad de las lluvias. El escenario se exagera ante la falta de prácticas de conservación del suelo.

La implementación de prácticas de conservación de los suelos es prioritaria considerando que el 52.5 % de las tierras de la cuenca está sobreutilizado, principalmente por el cultivo de café. Dichas prácticas deberían estar combinadas con buenas prácticas de manejo de los cultivos.

En Guatemala no existe legislación relacionada con la erosión hídrica y/o la degradación de suelos. La Política de Degradación de Tierras, Desertificación y Sequías está en formulación (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2021), y existe una iniciativa de la Ley de Manejo, Conservación y Restauración de Suelos Agrícolas con dictamen favorable y pendiente de aprobación por el pleno del Congreso de la República de Guatemala (2022).

Adicionalmente, existe poca aplicación de la legislación relacionada con el tema de los suelos, como la Ley Forestal (Congreso de la República de Guatemala, 1996); la Ley de Cambio Climático (Congreso de la República de Guatemala, 2013); la Política de Conservación, Protección y Mejoramiento del Ambiente y de los Recursos Naturales (Presidencia de la República de Guatemala, 2007); y la Política Nacional de Producción más Limpia (Presidencia de la República de Guatemala, 2010).

1.3.4.2 Efectos

Uno de los efectos de la pérdida del suelo durante los procesos de erosión hídrica es el azolvamiento de los cauces, situación que ocurre principalmente en la zona baja de las cuencas donde la pendiente del terreno tiende a ser plana, lo que podría promover el cierre de la bocabarra y el incremento de la superficie susceptible a inundarse. En ese sentido, la bocabarra del río Suchiate redujo su abertura entre 1999 y 2015, y mostró un desplazamiento de alrededor de 400 metros hacia el oeste (Pellecer Aguirre, 2015), donde la sedimentación pudo aportar a dicha reducción.

El efecto más importante de la erosión hídrica es la degradación del suelo, ya que al perderse su capa más externa —que es responsable de proveer nutrientes para el desarrollo agrícola—, se deteriora su fertilidad; con lo cual disminuye la producción agrícola y pecuaria (Akinrinde, 2004), impactando en la seguridad alimentaria (Gebrehiwot, 2022) y reduciendo la capacidad productiva de los bienes y servicios ecosistémicos (Brown, 1981; Young, 2000). En un escenario muy severo, el suelo incluso podría llegar a desertificarse (Godone & Stanchi, 2011). Los impactos de la reducción de la producción y

productividad agrícola son de interés en la cuenca, considerando el alto porcentaje de la superficie ocupada por cultivos agrícolas como el café (27.85 %) y los granos básicos (7.70 %).

Se estima que en el país las tierras sobreutilizadas incrementan 6.5 veces la erosión hídrica y las subutilizadas hasta 8 veces (Pineda, 2009). En el caso de la cuenca del río Suchiate, el 52.5 % de su superficie está sobreutilizada, donde la erosión hídrica es mayor que en las tierras de uso correcto por 6.0 veces y 1.5 veces mayor en comparación con las subutilizadas.

Por otro lado, la erosión lleva a la pérdida de las funciones ecológicas del suelo, de la regulación de nutrientes y del agua (Costantini *et al.*, 2018; Steinhoff-Knopp *et al.*, 2021); así como de la cantidad de carbono orgánico almacenado en el suelo (Hernández *et al.*, 2014), que aporta a la emisión de gases de efecto invernadero (CO₂ y metano) (Lal, 2020).

1.3.5 Descarga de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente

1.3.5.1 Causas

Una de las causas de la descarga de aguas residuales (ya sea sin tratar o con un tratamiento deficiente) en los cuerpos receptores o red hídrica de las cuencas, así como en los sistemas de alcantarillado, es la ingobernabilidad, que se atribuye principalmente a la falta de capacidad del Estado para abordar sistemáticamente esta problemática, que se ha generalizado en el país (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014). Por otro lado, la falta o debilidad de gobernanza en materia de saneamiento ambiental ha llevado, entre otras causas, al cumplimiento parcial y al planteamiento de continuas reformas al Acuerdo Gubernativo 236-2006 (Presidencia de la República de Guatemala, 2006), las cuales han postergado hasta por nueve años su cumplimiento por parte de las municipalidades y empresas de tratamiento de aguas residuales. Se considera que nuevas reformas podrían constituir un riesgo adicional a esta problemática.

El 38 % de los municipios con superficie parcial o total en la cuenca hidrográfica del río Suchiate no ha cumplido con el estudio técnico de aguas residuales (artículo 5 del Acuerdo Gubernativo 236-2006). Estos municipios son Taju- mulco, San Rafael Pie de la Cuesta, El Tumbador, Catarina, Ayutla y Ocos (Viceministerio del Agua, 2021). Por otro lado, a marzo de 2022 se contabilizaban únicamente siete plantas de tratamiento de aguas residuales en esta

cuenca, de las cuales cuatro funcionaban, dos se encontraban en fase de construcción y una no funcionaba (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2022) (Tabla 7 y Figura 4). Estos datos permiten observar que la densidad de plantas de tratamiento en esta cuenca es muy baja y que es necesario prestar atención a las que no se encuentran en funcionamiento. La ciudad de Tecún Umán (Ayutla) posee un sistema de tinas donde se depositan las aguas residuales, que luego se bombean y se vierten a un ramal del río Naranjo (Kuro-miya y Rojas Pérez, 2021).

Tabla 7. Situación de las plantas de tratamiento de aguas residuales en la cuenca del río Suchiate

n.º	Municipio	Ubicación	Tratamiento ¹	Funciona ²
1	Ixchiguán	Cabecera municipal	3	Sí
2	Ixchiguán	Aldea Tuiquinamble	2	Cons.
3	Sibinal	Cabecera municipal	3	Sí
4	Malacatán	Cabecera municipal	2	Sí
5	Malacatán	Cantones Morazán y La Jeringa	S/I	Cons.
6	Malacatán	Caserío La Democracia	2	Sí
7	Ocós	Aldea Limones	2	No

¹ 1= tratamiento primario, 2= tratamiento secundario, 3= tratamiento terciario, pre= pretratamiento, S/I= sin información. ² Const.= en construcción.

Fuente: adaptado del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2022).

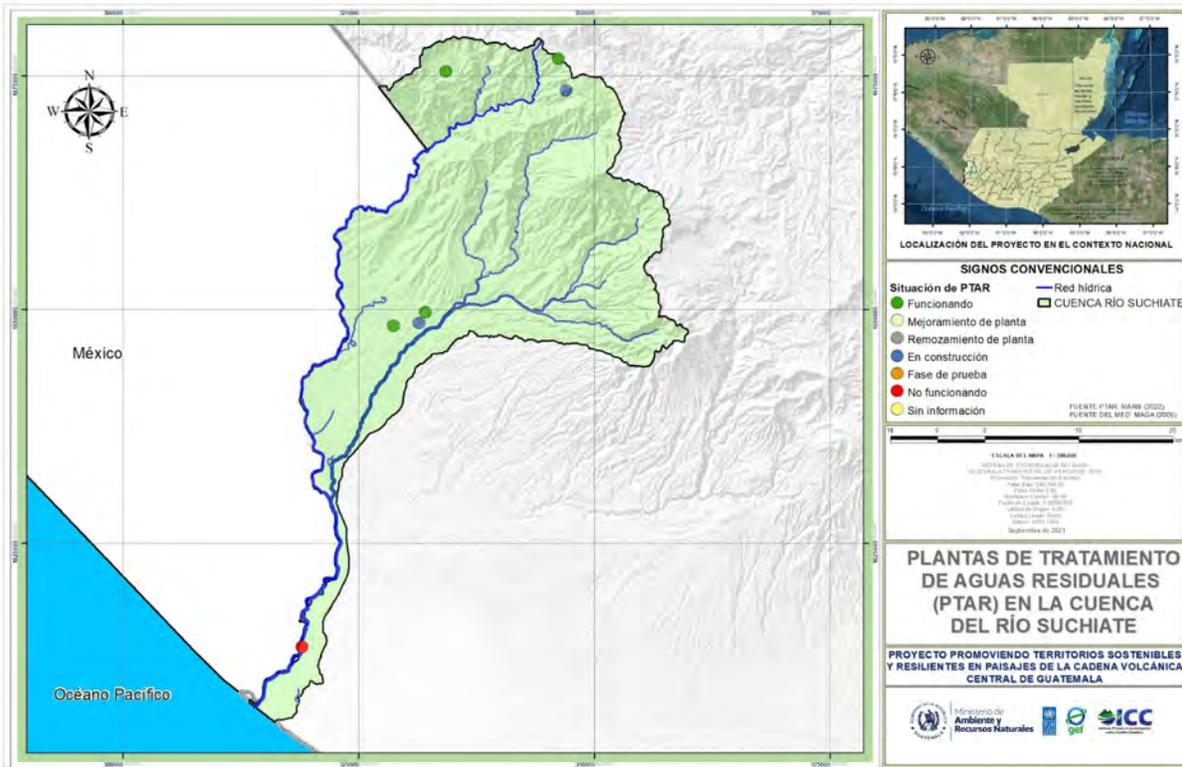


Figura 4. Plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en la cuenca del río Suchiate

Fuente: elaboración propia con datos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2022).

La falta de gobernanza es inherente a la falta de participación, de integración y de articulación total de sus actores, lo cual repercute en la gestión territorial de la cuenca y en el fortalecimiento de sus redes de gobernanza, a pesar de los esfuerzos que se realizan para el ordenamiento territorial a nivel municipal (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014).

Por otra parte, en cuanto a la recolección de aguas residuales y pluviales que se evalúa mediante el índice de servicios públicos del *Ranking de la Gestión Municipal 2018*, el 38 % de los municipios con presencia en la cuenca están dentro de la categoría baja, estos son: El Tumbador, El Rodeo, Ocos, San Pablo, La Reforma e Ixchiguán. La mayor asignación de este índice en los dieciséis municipios corresponde a la categoría "media", que se observa en San Marcos, Catarina, Ayutla y Esquipulas Palo Gordo (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2019).

Otras causas son: (a) la deficiente aplicación de la planificación del territorio con enfoque de cuenca, a pesar de que es una prioridad a nivel nacional; (b) el incremento de la población, que es un impulsor para el aumento de las descargas de aguas residuales, principalmente las de tipo ordinario o domiciliarias; (c) impactos antropogénicos negativos al recurso hídrico; (d) falta de educación ambiental y sensibilización en cuanto a las problemáticas de la cuenca y (e) capacidades poco fortalecidas. El fortalecimiento de capacidades juega un rol importante considerando que el capital humano es el responsable del diseño, implementación y monitoreo de las plantas de tratamiento, además de la innovación de métodos prácticos enfocados a las comunidades.

1.3.5.2 Efectos

Uno de los efectos de la descarga de aguas residuales crudas o con tratamiento ineficiente es la contaminación de los cuerpos receptores que se encuentran en la red hídrica de la cuenca. En la cabecera de la cuenca del río Suchiate (microcuencas Barrancas, Cotzulchima, Ricardo Chávez) el recurso hídrico se encuentra contaminado por las aguas negras no tratadas (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2010 a, b y c). Por otro lado, en el río Cabuz, a las afueras de la ciudad de Malacatán, la calidad del agua es inadmisibles según el índice simplificado de calidad del agua (ISQA, por sus siglas en inglés), lo cual significa que no tiene aptitud para el uso humano, su calidad está deteriorada constantemente y se debe evaluar la tecnología a aplicar para cualquier otro uso (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 2022).

Las aguas subterráneas, principalmente en la cuenca baja, corren el riesgo potencial de contaminarse debido a la existencia de letrinas poco profundas y ubicadas en las cercanías de la capa freática; mientras que en la cuenca media y alta estas letrinas están próximas a manantiales o sus zonas de recarga hídrica (Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2011). Debido a que en la cuenca baja y la planicie costera el agua subterránea es poco profunda, la contaminación biológica por la actividad antrópica de los asentamientos humanos es frecuente, además de la contaminación por pesticidas agrícolas (Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de Norte América, 2000).

Las aguas residuales impactan negativamente en la biodiversidad, tanto terrestre como acuática. Los ecosistemas fluviales reciben la carga contaminante proveniente de aguas residuales domiciliarias, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias y de servicios; afectando su diversidad biológica por el deterioro del ecosistema donde se localizan sus hábitats y la alteración de las cadenas alimenticias. Además, se ven afectados los medios de vida asociados a la biodiversidad (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008), como la pesca artesanal que se desarrolla en la cuenca baja.

Otro efecto es la incidencia de enfermedades de importancia en la salud pública. La Organización Mundial de la Salud (2022) ha identificado una relación entre el agua contaminada y ciertas enfermedades como la fiebre tifoidea, la disentería, la poliomielitis, las enfermedades diarreicas, entre otras. En el caso de la cuenca del río Suchiate, las enfermedades asociadas al agua contaminada que se ubican dentro de las 20 causas de morbilidad son la amebiasis, las enfermedades diarreicas, las parasitosis y las parasitosis intestinales. Los municipios con las tasas más altas de incidencia de amebiasis y diarrea con relación a su población total son: Ocosingo (40.5 %), San Pablo (10.9 %), Sibinal (9.9 %), Nuevo Progreso (9.7 %) y Ayutla (9.6 %) (Sistema de Información Gerencial de Salud del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2021). Finalmente, un efecto más de la descarga de aguas residuales son las emisiones de gases de efecto invernadero (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2015).

1.3.6 Escasez de agua

1.3.6.1 Causas

La escasez de agua tiene su origen en diferentes causas que, en conjunto, intensifican su ocurrencia. Una de ellas es el incremento de la población que, para el caso de la cuenca del río Suchiate, pasó de tener 237 462 habitantes en 2002 a 304 145 en 2018, lo cual indica un incremento del 28.1 %.

Otra causa corresponde a los impulsores de cambio directo relacionados con el ciclo hidrológico —como los cambios de uso/cobertura de la tierra—, considerando que la oferta o disponibilidad hídrica de un sistema de cuenca hidrográfica está referido a dicho ciclo. En el caso de la cuenca, la precipitación pluvial media anual durante el período 1991-2020 fue igual a 2422.1 ± 825.8 mm (nótese la alta variación de la precipitación anual en dicho período).

La variabilidad y cambio climático también son causantes de escasez de agua. Por ejemplo, durante el periodo 1980-2018 la duración de la época lluviosa en la cuenca del río Suchiate fue de 150 a 175 días (Orrego León *et al.*, 2021). La canícula estudiada entre 1980 y 2019 duró de 26 a 35 días, con intensidades entre los -50 a 50 mm, y precipitación pluvial mayoritariamente entre los 100 a 200 mm, con valores por debajo de 100 mm en su cabecera (Orrego León *et al.*, 2022). La amenaza por sequía ha sido entre media y alta en la parte más baja de la cuenca, mientras que en el resto del territorio la amenaza es muy baja (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2015).

Durante los talleres de diagnóstico participativo realizados también se identificó como otra causa la huella hídrica² de las actividades con alto consumo de agua y las derivaciones de ríos por parte de la agroindustria que se ubica en la parte baja de la cuenca. A pesar de esta situación, en Guatemala se carece de una Ley de Aguas (Global Water Partnership Centroamérica, 2015) que regule el uso y aprovechamiento de este recurso.

Según el indicador de disponibilidad de agua dulce por habitante para las actividades de agricultura, industria, domiciliarias, energéticas y mantenimiento del medio ambiente (Falkenmark *et al.*, 1989; United Nations Development Programme, 2006), la cuenca hidrográfica del río Suchiate no posee estrés hídrico ($> 1700 \text{ m}^3/\text{persona/año}$). Esta condición fue evidente al momento de calcular dicho indicador para la proporción de los municipios que tienen superficie en esta cuenca. Sin embargo, es necesario realizar la instrumentación de la cuenca para poder obtener información que sirva para la evaluación de

² Cantidad de agua que se utiliza para la producción de bienes y servicios.

los recursos hídricos, como premisa para la gestión integrada del recurso hídrico (Global Water Partnership & International Network of Basin Organizations, 2009).

Otras causas son: (a) la falta de gobernanza del recurso hídrico y su gestión integral relacionada para poder garantizar el aprovisionamiento y el acceso al agua por parte de las poblaciones humanas, sin dejar atrás la armonía con el ambiente y (b) la contaminación del agua, que reduce su disponibilidad ya que existen enfermedades de importancia humana relacionadas con la mala calidad del recurso (Organización Mundial de la Salud, 2022).

1.3.6.2 Efectos

Algunos efectos de la escasez de agua son el deterioro del bienestar humano y la calidad de vida, inseguridad alimentaria, aparecimiento o intensificación de conflictividad social, incremento de la pobreza, inseguridad hídrica, disminución de los niveles de agua subterránea y degradación de las tierras (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2010; United Nations Water, 2007).

Otro efecto es el acceso limitado a agua potable segura por parte de los habitantes, situación que también se relaciona con la gestión del recurso hídrico. Por ejemplo, la cobertura del servicio de agua potable en el municipio de Tajumulco es deficiente (Consejo Municipal del Municipio de Tajumulco, 2020); en San Marcos no hay cobertura del servicio y distribución (Concejo Municipal de San Marcos, 2020); y El Tumbador tiene cobertura limitada del servicio de agua entubada (Concejo Municipal de El Tumbador, 2020). En Tecún Umán es recurrente la práctica de construir pozos en el interior de las viviendas, principalmente en las zonas periféricas que no tienen acceso al servicio municipal (Kuromiya & Rojas Pérez, 2021).

2 LÍNEA BASE

La línea base de la cuenca hidrográfica del río Suchiate fue estructurada a partir de las problemáticas priorizadas durante la fase de diagnóstico. Posteriormente, se definieron indicadores que integran variables de tipo cuantitativo y cualitativo, cuyos valores iniciales se establecieron a partir de la información primaria y secundaria obtenida durante las fases anteriores (caracterizaciones, diagnóstico y recorrido de campo).

Se utilizaron los siguientes indicadores de manejo y gestión compartida de cuencas hidrográficas: proceso, impacto, producto y resultado. Los indicadores de manejo buscan medir el efecto de la implementación de acciones para el mejoramiento del estado de las problemáticas de la cuenca; mientras que los de gestión compartida se refieren principalmente a procesos de gobernanza y toma de decisiones consensuadas con enfoque de cuenca. Adicionalmente, se identificaron necesidades de información para el proceso de monitoreo y evaluación de los indicadores (Tabla 8). La línea base de la cuenca se sintetiza en la Tabla 9.

Tabla 8. Necesidades de información básica a escala de cuenca para el Plan

Necesidad de información	Descripción
Recarga hídrica a escala de cuenca	Estimación de la lámina de recarga hídrica y su distribución espacial.
Redes de monitoreo hidroclimático de alta resolución espacial y temporal	Incrementar la densidad de estaciones hidrométricas y climáticas.
Monitoreo de sedimentos en los principales ríos	Se requiere monitorear la carga de sedimentos en la parte alta, media y baja (salida) de la cuenca.
Plataforma digital para el monitoreo de la cuenca	Se requiere de una plataforma digital que integre una interfaz gráfica y de datos biofísicos y socioeconómicos de la cuenca.
Sitios de contaminación ambiental	Registro y mapeo participativo a través de dispositivos móviles: basureros, descargas de aguas residuales, incendios, caza, tala ilegal, entre otras.

Fuente: elaboración propia (2022).

Tabla 9. Indicadores de línea base relacionados con las problemáticas de la cuenca hidrográfica del río Suchiate

Problema	Indicadores	Variables	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
Pérdida de la cobertura forestal	Cobertura forestal	Dinámica de la cobertura forestal	Superficie (ha, %)	<ul style="list-style-type: none"> Ganancias brutas (2010-2016): 7720.02 ha Pérdidas brutas (2010-2016): 5685.03 ha Cambio neto (2010-2016): 2034.09 ha (+ 1.93 %) Cobertura forestal (2016): 29.15% 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio neto positivo Aptitud forestal de la cuenca (protección y producción): 57.6 % 	Análisis temporal con imágenes satelitales	5 años	Toda la superficie de la cuenca
		Superficie con programas o iniciativas de manejo forestal sostenible	Superficie (ha, %)	Superficie de la cuenca con incentivos forestales: 9.10 % (9593.52 ha)	Incremento de la superficie con incentivos en apoyo al aumento de la cobertura forestal	Análisis temporal con registros del INAB	5 años	Toda la superficie de la cuenca
		Restauración forestal de zonas de ribera (ZR: franja de 35 m por lado, según la Ley Probosque Decreto 2-2015)	Superficie (ha, %)	<ul style="list-style-type: none"> Río Suchiate: 13.72 % (162.09 ha) Río Cabuz: 15.28 % (80.57 ha) 	<ul style="list-style-type: none"> Río Suchiate: 1181.48 ha Río Cabuz: 527.15 ha 	Análisis temporal con imágenes satelitales	5 años	Ríos Suchiate y Cabuz
		Protección con cobertura forestal de las fuentes de	Superficie (ha, %)	No existe un inventario de las fuentes de agua para consumo humano y su zona de protec-	Cobertura vegetal en la zona donde se ubican las fuentes	Análisis temporal con imágenes satelitales y/o	5 años	Fuentes de agua para consumo humano

Problema	Indicadores	Variables	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
Pérdida de la cobertura forestal	Cobertura forestal	agua para consumo humano		ción con cobertura forestal en toda la superficie de la cuenca	de agua para consumo humano o en su zona de recarga	visitas de campo		
		Cobertura forestal en las áreas de recarga hídrica	Superficie (ha, %)	No existen estudios sobre la delimitación espacial de las zonas de recarga hídrica en toda la superficie de la cuenca del río Suchiate que involucren láminas de agua recargada	Según la zonificación de las áreas de recarga hídrica	Análisis con imágenes satelitales	5 años	Zonas de recarga hídrica
Mal manejo de los desechos sólidos	Grado de gestión y manejo de los desechos y residuos sólidos municipales	Estudio de caracterización de los desechos y residuos sólidos municipales	Informe	No se cuenta con una estadística sobre el cumplimiento del reciente reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes	El 100 % (16) de las municipalidades con superficie en la cuenca del río Suchiate cumple con el estudio	Consulta integrada al MARN	5 años	Las 16 municipalidades con superficie en la cuenca del río Suchiate
		Plan municipal para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes	Informe	El 19 % (3) de los municipios de la cuenca tiene servicio público de gestión y manejo de residuos y desechos sólidos con plan de manejo o manual de operación y mantenimiento	El 100 % (16) de las municipalidades con superficie en la cuenca del río Suchiate cuenta con el Plan	Consulta integrada al MARN	Actualización: 5 años; evaluación: 1 año	Las 16 municipalidades con superficie en la cuenca del río Suchiate
		Actividades de la gestión integral de residuos y	t/año	El 13 % de los municipios en la cuenca tiene planta de clasificación de residuos operando,	Cumplimiento de las actividades para la gestión integral de los residuos y	Consulta y análisis del estudio bianual de	Anual	Las 16 municipalidades con superficie en la

Problema	Indicadores	Variables	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
Mal manejo de los desechos sólidos	Grado de gestión y manejo de los desechos y residuos sólidos municipales	desechos sólidos		el 31 % cuenta con algún programa de reciclaje, el 13 % con planta de compostaje operando y el 56 % con tren de aseso. Ningún municipio cuenta con relleno sanitario con dictamen del MSPAS y licencia ambiental aprobada por el MARN	desechos sólidos según el Reglamento (Acuerdo Gubernativo 164-2021)	Segeplán, y consulta y análisis al MARN		cuenca del río Suchiate
		Basureros clandestinos	Número de basureros	Al 2021 existen 29 basureros, predominantemente clandestinos	0	Levantamiento y verificación en campo o con dron	Anual	El total de la superficie de la cuenca
Falta de gobernanza	Gobernanza	Índice de gestión municipal	Índice de la gestión municipal (<i>ranking</i> municipal) e índices que lo integran	El 44 % (7) de los municipios está en la categoría media-baja del índice de gestión estratégica, 38 % (6) en la categoría baja y 19 % en la categoría media (3). El 38 % (6) de los municipios está en la categoría baja del índice de servicios públicos, 38 % (6) en la media-baja y 25 % (4) en la media.	Categorías alta y media-alta	Índice de la gestión municipal	Bianual	Las 16 municipalidades con superficie en la cuenca del río Suchiate

Problema	Indicadores	Variables	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
Falta de gobernanza	Gobernanza	Coordinación interinstitucional, participación e integración de los actores con enfoque de cuenca	Acta de constitución de la mesa técnica u otra plataforma de gestión del territorio con enfoque de cuenca; informes, minutas, eventos, reuniones u otros	No hay una mesa técnica del río Suchiate. Sin embargo, existen la Mesa Departamental para la Protección de Cuencas Hidrográficas y Medio Ambiente de San Marcos, y los Consejos de Microcuenca en la cuenca alta del río Suchiate (Cotzulichima, Ricardo Chávez y Barrancas)	Constitución y conformación de la mesa técnica de la cuenca del río Suchiate con integración de sus actores de la parte alta, media y baja y/u otras plataformas de gestión con enfoque de cuenca. Relacionamiento (formal e informal) entre actores para realizar acciones con base en el plan de manejo de la cuenca (compromisos firmados, actividades conjuntas, entre otros)	Revisión documental, conformación de la mesa técnica u otras plataformas; revisión documental de reuniones y actividades	Anual	Toda la cuenca
Erosión hídrica	Pérdida de suelo	Erosión hídrica potencial a escala de cuenca	t/ha/año	Cuenca del río Suchiate: 348 t/ha/año	Ligera (<= 10t/ha/año) a moderada (10-50 t/ha/año)	Ecuación universal de pérdida del suelo y/o sus variantes	Anual	Toda la superficie de la cuenca
		Erosión hídrica en campo	t/ha/año	No se cuenta con registros sobre mediciones en campo sobre erosión hídrica en la cuenca del río Suchiate	Ligera (<= 10 t/ha/año)	Clavos de erosión y parcelas de escorrentía (dedicación total); priori-	Anual	Principales usos/coberturas de la tierra en la cuenca

Problema	Indicadores	Variables	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
Erosión hídrica						zación por nivel de erosión		
	Manejo del suelo	Conservación del suelo	Superficie (hectáreas)	No se cuenta con registros sobre la implementación de prácticas de conservación de suelos en la cuenca del río Suchiate	Prácticas de conservación del suelo en las zonas de erosión hídrica moderada, alta y muy alta	Diseño e implementación de prácticas de conservación del suelo	Anual	Principales usos/coberturas de la tierra en la cuenca
Descarga de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente	Tratamiento de aguas residuales municipales	Estudio técnico de aguas residuales (Artículo 5 Acuerdo Gubernativo 236-2006)	Informe	El 63 % (10) de los municipios con superficie en la cuenca ha cumplido con el estudio técnico de aguas residuales	El 100 % (16) de las municipalidades con superficie en la cuenca del río Suchiate cuenta con el estudio técnico	Consulta integrada al MARN	5 años	Las 16 municipalidades con superficie en la cuenca del río Suchiate
		Plantas de tratamiento de aguas residuales que descargan al alcantarillado público y/o cuerpos receptores	Número de PTAR funcionando; cumplimiento de los LMP; % de eficiencia de remoción; % de descargas con tratamiento	A marzo de 2022, existen 7 plantas de tratamiento de aguas residuales, de las cuales 4 funcionan, 2 están en construcción y 1 no funciona	El 100 % de las municipalidades con superficie en la cuenca y las empresas que prestan el servicio de tratamiento y que tienen descargas activas a cuerpos receptores y/o alcantarillado público de aguas residuales ordinarias, especiales o mezcla de ambas, cuenta	Consulta y revisión con las municipalidades y el MARN (Sistema General de Entes Generadores de Aguas Residuales)	1 año	El total de la superficie de la cuenca

Problema	Indicadores	Variables	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
Descarga de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente	Tratamiento de aguas residuales municipales				con plantas de tratamiento de aguas residuales en funcionamiento, cumple con los límites máximos permisibles de descarga y tiene altas eficiencias de remoción			
Escasez de agua	Disponibilidad de agua u oferta hídrica	Caudal	Caudal volumétrico (m ³ /s)	<ul style="list-style-type: none"> Río Cabuz (Malacatán). Hasta el año 2003 su caudal medio anual fue de 21.49 m³/s Río Suchiate (Talismán III). Caudal medio anual de 27.78 m³/s, mínimo de 1.42 m³/s y máximo de 632.81 m³/s 	Según el balance hidrológico de la cuenca y sus cuencas de mayor nivel, pero aún no existe un estudio para esta cuenca con sus caudales calibrados	Sección-velocidad, vertederos, radar-curva de calibración	Diario y semanal, discretizándose por época (seca y lluviosa)	Ríos Suchiate y Cabuz

Problema	Indicadores	Variables	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
Escasez de agua	Disponibilidad de agua u oferta hídrica	Profundidad del agua subterránea (nivel freático)	Profundidad del nivel freático (m) y mapa de isopiezas	No existe un registro del nivel freático o de agua subterránea en la cuenca del río Suchiate.	Según las condiciones intrínsecas del lugar (geología, litología, recarga, unidades hidrogeológicas, suelo, topografía, conductividad hidráulica, otros), uso/cobertura de la tierra, clima y presión antrópica. El valor ideal es que los niveles se mantengan estables, sin tendencia a disminuir.	Medición en campo con cinta métrica	Mensual	Acuíferos identificados
		Disponibilidad de agua subterránea (recarga hídrica, extracciones, descargas naturales, potencial)	millones de m ³ /año	El potencial de aguas subterráneas en la cuenca del río Suchiate es principalmente de tipo moderado en el 29.7 % de la superficie. En el 28.1 % es bajo, en el 22.3 % es alto, en el 10.2 % muy alto y en el 9.7 % muy bajo. No se cuenta con información sobre disponibilidad, extracciones y potencial en la cuenca.	Disponibilidad de agua subterránea sin sobre extracciones	Relación entre la recarga hídrica y las extracciones	Anual	Acuíferos de la cuenca

Problema	Indicadores	Variables	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
Escasez de agua		Agua dulce disponible por persona (cuenca, subcuencas, municipios)	Indicador de agua dulce por habitante (m ³ /persona/año)	Cuenca Suchiate y la porción de los municipios ubicados en esta sin estrés hídrico (> 1700 m ³ /persona/año).	> 1700 m ³ /persona/año	Indicador de agua dulce por habitante	5 años	Toda la superficie de la cuenca, subcuencas de nivel 7 y 8, y por municipio
	Agua para consumo humano	Índice de calidad del servicio de abastecimiento de agua para consumo humano	Categorías del índice (A, B, C, D)	Actualmente no existe información a detalle sobre el acceso óptimo	Acceso óptimo (> 100 litros/persona/día): categoría A del índice	Revisión de información municipal (PDM-OT), entrevistas a directivos de las oficinas municipales de agua y saneamiento	Anual	Las municipalidades con superficie en la cuenca del río Suchiate con presencia de habitantes
		Cobertura de agua potable/entubada segura (apta para el consumo humano)	Porcentaje de cobertura del servicio de agua potable/entubada segura	Actualmente los municipios en la cuenca cuentan con bajos niveles de cobertura de agua potable/entubada según sus PDM-OT; además, muchos municipios no han realizado su PDM-OT	<ul style="list-style-type: none"> Acceso y cobertura: 100 % Cumplimiento de los límites de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la Norma Técnica Guatemalteca 29001 	Revisión de información municipal (PDM-OT)	Anual	Las municipalidades con superficie en la cuenca del río Suchiate con presencia de habitantes
	Agua dulce utilizada para la producción de bienes y servicios	Huella hídrica para la producción de los principales bienes y servicios	Volumen de agua por unidad de bien o servicio producido (m ³ /t)	<ul style="list-style-type: none"> Banano de la costa sur (2020): 360 m³/t Caña de azúcar (2020): 115 m³/t 	Huella hídrica integrada: <ul style="list-style-type: none"> banano: 790 m³/t (media mundial) 	The Water Footprint Assessment Manual	Anual	Principales usos productivos de la cuenca

Problema	Indicadores	Variables	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
	Agua dulce utilizada para la producción de bienes y servicios			<ul style="list-style-type: none"> • Aguacate del altiplano central (2020): 757-848 m³/t (plantaciones >= 5 años) 	<ul style="list-style-type: none"> • Aguacate: 1981 m³/t (media mundial; plantaciones >= años) • café: 15 897 (verde) a 18 925 (tostado) m³/t • maíz: 1222 m³/t 			
Escasez de agua	Calidad del agua	Calidad del agua superficial y subterránea (parámetros físicos, químicos y microbiológicos)	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de calidad del agua (ICA) • Índice de calidad del agua BMWP-Atitlán (Biological Monitoring Working Party) • Índice biológico a nivel de familias (IBF) • Parámetros físico-químicos y microbiológicos 	<p>En 2021, la calidad del río Cabuz (Malacatán) fue inadmisibles y no apta para consumo humano según el índice simplificado de calidad del agua (ISQA)</p> <p>No existen estudios con información sobre ICA, IBF, BMWP-Atitlán o agua subterránea</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ICA: buena a excelente (71-100) • BMWP-Atitlán: buena (91-120) a excelente (> 120) • IBF: calidad muy buena a excelente • Parámetros físicos, químicos y microbiológicos por debajo de los límites máximos permisibles de la Norma Guatemalteca Técnica 29001 para las fuentes de agua superficial y subterránea utilizadas para consumo humano 	ICA, BMWP-Atitlán, IBF, Coguanor 29001	Anual	Principales ríos de la cuenca, pozos y manantiales utilizados para consumo

Problema	Indicadores	Variables	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
	Calidad del agua				<ul style="list-style-type: none"> Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua subterránea no reflejan la influencia de actividades antrópicas 			

Fuente: elaboración propia con base en información primaria y secundaria de las fases de caracterización (biofísica y socioeconómica) y el diagnóstico de la cuenca del río Suchiate (2021-2022).

3 ZONIFICACIÓN TERRITORIAL

La zonificación territorial de la cuenca hidrográfica del río Suchiate fue definida con base en una serie de criterios con enfoque de cuenca y pretende ubicar las acciones del plan de manejo integral. Adicionalmente, se realizó la zonificación de las áreas de manejo especial relacionadas con la temática de riesgo.

3.1 Metodología

Se utilizó la propuesta metodológica basada en criterios técnicos, sociales y legales (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 2015), en conjunto con el criterio de zonificación territorial con enfoque de cuenca hidrográfica (Velásquez Mazariegos, 2013; Watler, 2014). A partir de allí se estableció la zonificación territorial y la zonificación de áreas de manejo especial.

Las variables utilizadas para definir la zonificación territorial fueron:

- i. capacidad de uso de la tierra (Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2016);
- ii. intensidad de uso de la tierra (Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2019);
- iii. áreas protegidas (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2020);
- iv. zonas de alta recarga hídrica (> 400 mm/año) (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, 2015) y
- v. prioridad de restauración de la zona ribereña (35 metros a ambos lados del cauce) (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático e Instituto de Recursos Mundiales, 2021), según la Ley Probosque (Decreto 2-2015) (Figura 5).

La propuesta de zonas de manejo especial consideró las siguientes variables:

- i. riesgo por deslizamiento (Centro del Agua del Trópico Húmedo Para América Latina y El Caribe y Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio, 2010);
- ii. amenaza por inundaciones (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, 2015) y
- iii. sitios de potencial contaminación por presencia de basureros (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2021) (Figura 5).

A continuación, se describen las categorías de las zonas territoriales definidas (Tabla 10 y Tabla 11).

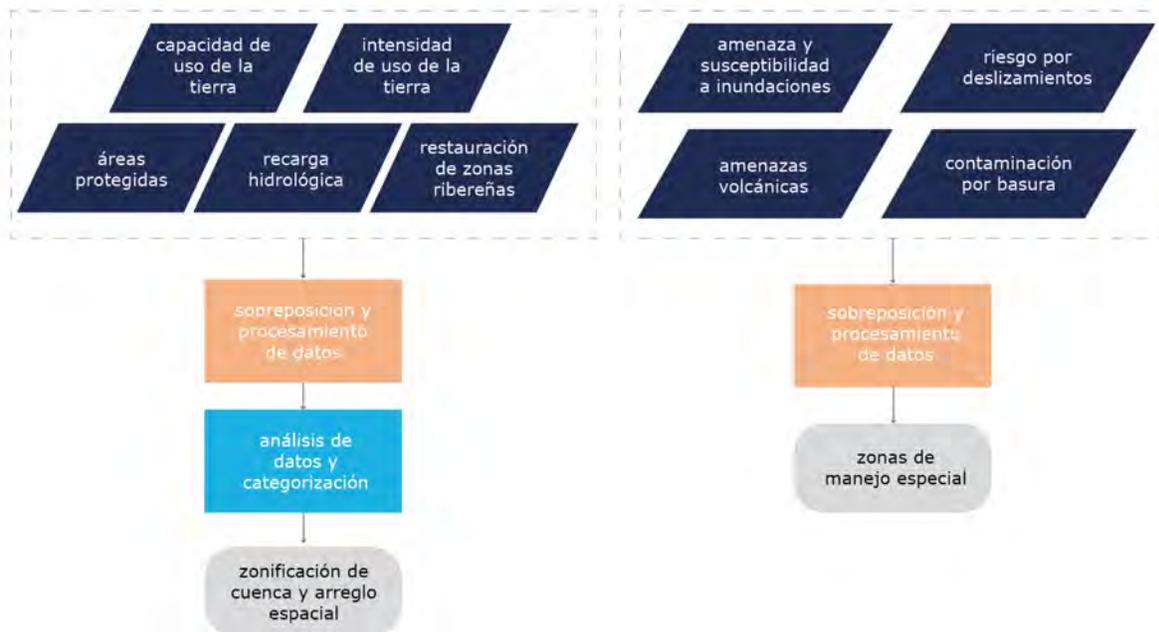


Figura 5. Metodología para la zonificación territorial de la cuenca del río Suchiate

Fuente: adaptado de diferentes criterios del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (2015); Velásquez Mazariégoz (2013); Watler (2014).

Tabla 10. Categorías de la zonificación territorial de la cuenca del río Suchiate

Código	Categoría	Descripción general
A1	Producción agrícola anual tecnificada con o sin prácticas de manejo	Integrada por las siguientes clases de capacidad de uso de la tierra: agricultura sin limitaciones (A) y/o agricultura con mejoras (Am), uso correcto o subuso de la tierra, sin áreas protegidas y otros.
A2	Producción ganadera bajo sistemas silvopastoriles	Incluye la categoría de capacidad de uso de la tierra de sistemas silvopastoriles (Ss), uso correcto o subuso de la tierra y sin áreas protegidas.
B1	Producción agroforestal con cultivos anuales	Incluye la categoría de capacidad de uso de la tierra de agroforestería con cultivos anuales (Aa), uso correcto o subuso de la tierra, sin áreas protegidas, y otros.
B2	Producción agroforestal con cultivos permanentes	Incluye la categoría de capacidad de uso de la tierra de agroforestería con cultivos permanentes (Ap), uso correcto o subuso de la tierra, sin áreas protegidas, y otros.

Código	Categoría	Descripción general
B3	Zonas de producción forestal	Incluye la categoría de capacidad de uso de la tierra de tierras forestales de producción (F), uso correcto o subuso de la tierra, sin áreas protegidas, y otros.
C1	Zonas para la protección forestal	Incluye la categoría de capacidad de uso de la tierra de tierras forestales de protección (Fp), uso correcto o subuso de la tierra, sin áreas protegidas, y otros.
C2	Áreas protegidas	Integrada por las áreas protegidas del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas.
C3	Humedales, cuerpos de agua	Integrada por las categorías de intensidad y capacidad de uso de la tierra correspondientes a humedal y agua.
D1	Centros urbanos	Incluye la categoría urbana de intensidad de uso de la tierra.
Sin código	Zonas de alta recarga hídrica	Incluye las zonas de recarga hídrica con una lámina ≥ 400 mm/año según el balance hidrológico de las subcuencas de la República de Guatemala.
Sin código	Potencial de restauración de la zona de ribera	Incluye las zonas de prioridad de restauración de la zona de ribera (alta, media y baja). La zona de ribera está definida por 35 metros a ambos lados del cauce según la Ley Probosque (Decreto 2-2015) para los ríos Suchiate y Cabuz.

Fuente: elaboración propia con adaptación de criterios de Velásquez Mazariegos (2013); Watler (2014).

Tabla 11. Categorías de las zonas de manejo especial en la cuenca del río Suchiate

Categoría	Descripción
Áreas con amenaza por inundaciones	Áreas con algún grado de amenaza por inundación (baja, media, alta y muy alta).
Zonas con riesgo a deslizamientos	Áreas con algún riesgo a deslizamiento (bajo, medio y alto).
Sitios de contaminación	Son aquellos sitios donde al 2021 existían basureros no autorizados por el MARN.

Fuente: elaboración propia con base en diferentes fuentes de información.

3.2 Propuesta de zonificación territorial

La zonificación territorial propuesta para la cuenca hidrográfica del río Suchiate establece que el mayor porcentaje de su superficie corresponde a la producción forestal (24.04 %), las zonas silvopastoriles y de producción ganadera (21.28 %), la protección forestal (19.90 %) y las áreas protegidas (15.14 %) (Tabla 12 y Figura 6).

Tabla 12. Categorías de zonificación del territorio en la cuenca del río Suchiate

Código	Categorías	Área	
		km ²	%
A1	Producción agrícola anual tecnificada con o sin prácticas de manejo y/o ganadería	103.29	9.84
A2	Zonas silvopastoriles y zonas de producción ganadera	223.37	21.28
B1	Producción agroforestal con cultivos anuales	53.25	5.07
B2	Producción agroforestal con cultivos permanentes	14.77	1.41
B3	Zonas de producción forestal	252.34	24.04
C1	Zonas para la protección forestal	208.92	19.90
C2	Áreas protegidas	158.91	15.14
C3	Humedales y cuerpos de agua	14.50	1.38
E1	Zonas urbanas	20.33	1.94

Fuente: elaboración propia.

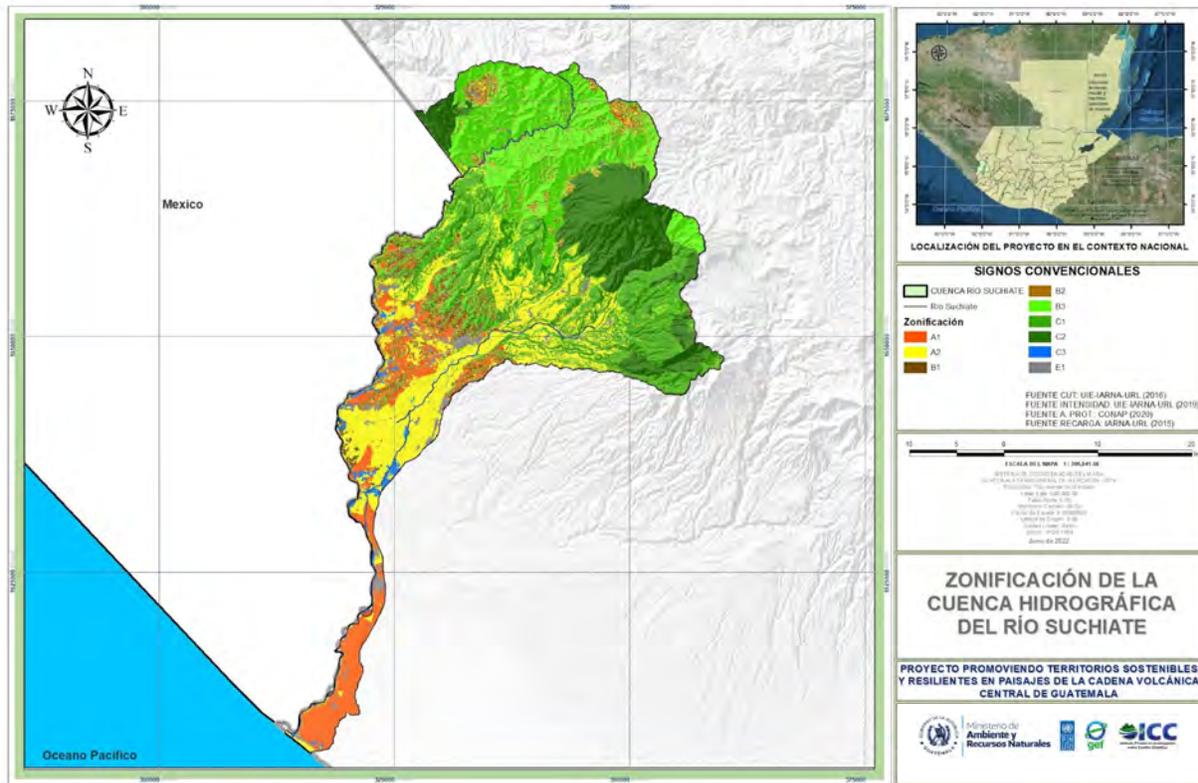


Figura 6. Zonificación territorial de la cuenca hidrográfica del río Suchiate
Fuente: elaboración propia (2022).

Las zonas de alta recarga hídrica (> 400 mm/año) están localizadas desde la cuenca alta, pasando por la media y algunas zonas de su parte baja; y representan el 46.7 % de la superficie de la cuenca. El potencial de restauración de la zona ribereña representa el 38.6 % de la franja de hasta 35 metros en ambos lados del cauce de los ríos Suchiate y Cabuz (Tabla 13 y Figura 7).

Tabla 13. Categorías de zonificación del territorio en la cuenca del río Suchiate (continuación)

Categoría		Área	
		km ²	% ¹
Potencial de restauración en la zona ribereña (35 m a ambos lados): Suchiate y Cabuz	Alta	1.47	8.6
	Media	2.16	12.6
	Baja	2.97	17.4
Zonas de alta recarga hídrica		492.15	46.7

¹ Para la categoría de restauración de la zona ribereña es el % con respecto a la franja ribereña de 35 m por lado. ² Para la recarga hídrica es el % con respecto al área total de la cuenca. Fuente: elaboración propia (2022).

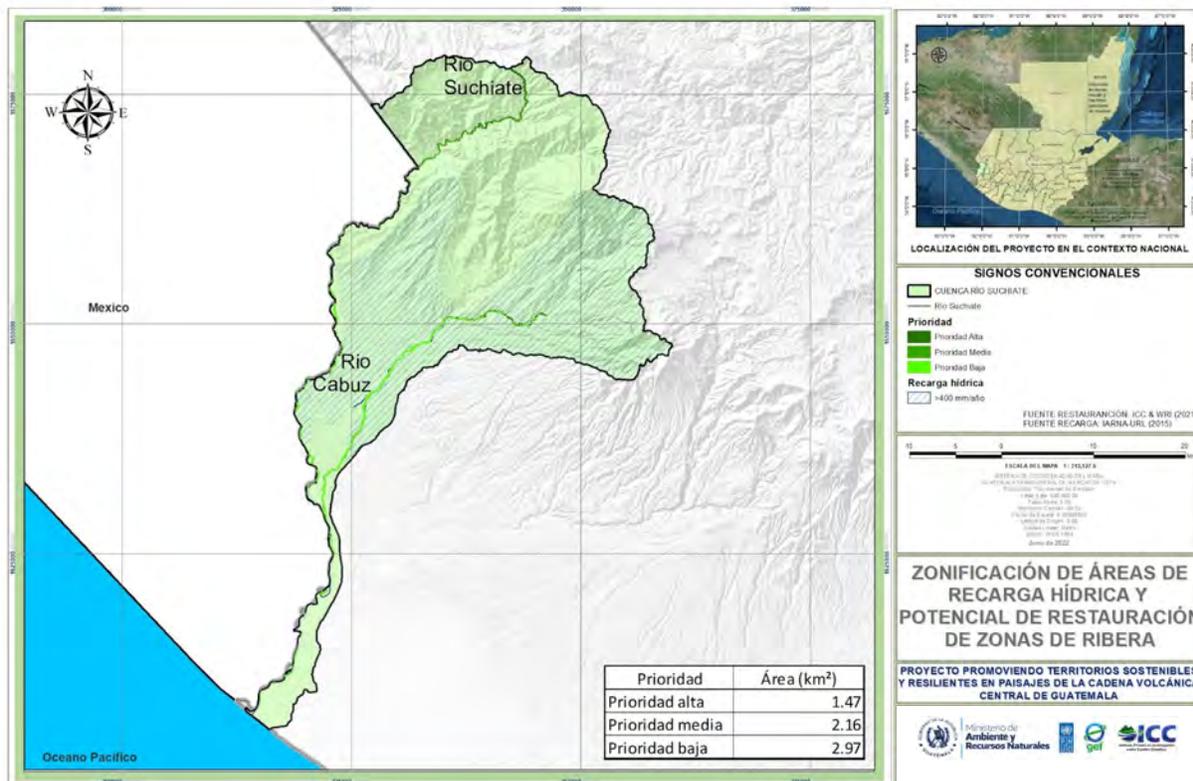


Figura 7. Zonificación de las áreas de alta recarga hídrica y potencial de restauración de las zonas de ribera en la cuenca del río Suchiate
Fuente: elaboración propia (2022).

Las zonas de manejo especial representan el 44. % del área de la cuenca y se refieren a las zonas de riesgo por deslizamiento en la parte alta, y a la amenaza por inundaciones en la parte baja. También se incluyen los sitios contaminados por la existencia de basureros (Tabla 14 y Figura 8).

Tabla 14. Categorías de las zonas de manejo especial en la cuenca del río Suchiate

Categoría	Área		Ubicación
	km ²	% ¹	
Riesgo a deslizamientos	368.14	34.9	Cuenca alta
Amenaza por inundaciones	105.18	10.0	Cuenca baja

¹ Porcentaje del área con respecto al área de la cuenca. Fuente: elaboración propia (2022).

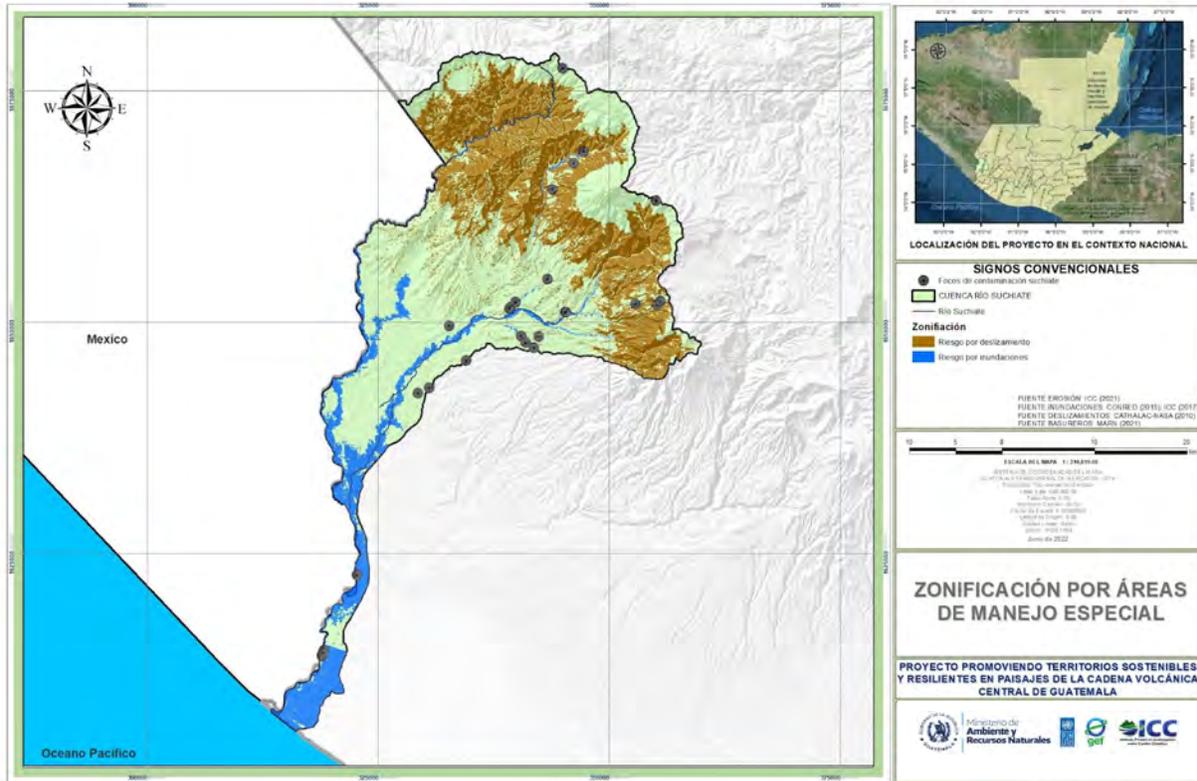


Figura 8. Zonificación de las áreas de manejo especial de la cuenca hidrográfica del río Suchiate
 Fuente: elaboración propia (2022).

4 PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE CUENCA

4.1 Resumen ejecutivo

El Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Suchiate fue formulado para dar atención a las seis problemáticas identificadas durante el diagnóstico participativo realizado, y con base en la caracterización biofísica y socioeconómica, y en el mapeo de actores. Las problemáticas priorizadas son: (i) pérdida de la cobertura forestal, (ii) mal manejo de los desechos sólidos, (iii) falta de gobernanza, (iv) erosión hídrica, (v) descarga de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente y (vi) escasez de agua.

La superficie de la cuenca hidrográfica del río Suchiate está localizada en México y Guatemala, sin embargo, en este Plan no se considera la porción mexicana. Dentro del territorio guatemalteco, la cuenca se ubica en el departamento de San Marcos e integra parcial o totalmente a 16 municipios.

En cuanto a la pérdida de cobertura forestal, la tasa de cambio anual relativo (deforestación o incremento) fue negativa únicamente durante el período 2006-2010 (0.96 %), a diferencia de los períodos 2001-2006 y 2010-2016, donde ocurrieron incrementos anuales de 0.90 % y 1.27 %, respectivamente. Las mayores pérdidas y ganancias brutas sucedieron durante el período 2010-2016. Durante el 2016 se registró la mayor cobertura forestal de la cuenca (29.15 % de su territorio). Por otro lado, se estima un déficit anual de leña elevado (483 590 toneladas biomasa), e incluso nueve de los municipios ubicados en la cuenca están dentro de la lista nacional de priorización de este aspecto.

Según el índice de servicios públicos del *ranking* municipal, que califica la gestión y manejo de los residuos y desechos sólidos, la mayoría de los municipios dentro de la cuenca se encuentran dentro de la categoría baja y media-baja. Destacan El Tumbador y Ocós por estar en la categoría baja y tener el menor cumplimiento de 27 características cualitativas de manejo y gestión de desechos sólidos a nivel municipal. Se estima que la producción anual de basura en la cuenca es de 37 587 toneladas métricas. Al 2021 se contabilizaban 29 basureros, de los cuales 21 eran clandestinos. Esta situación produce contaminación del recurso hídrico en la cuenca alta.

La falta de gobernanza con enfoque de cuenca es una realidad y nace, entre otras, por la falta de voluntad política. La capacidad de los gobiernos locales para la gestión del territorio es débil y la toma de decisiones es centralizada. Sin embargo, existen buenas experiencias de gobernanza a nivel local como

los consejos de microcuenca, que buscan la articulación, coordinación e integración de intereses de los sectores representados en su territorio. También se ha integrado la Mesa Departamental para la Protección de Cuencas Hidrográficas y Medio Ambiente de San Marcos. A pesar de lo anterior, es necesario que los actores de la cuenca puedan integrarse y articularse para poder impulsar la protección y conservación de sus recursos naturales a través del presente Plan u otro instrumento. En esta cuenca se identificaron los siguientes actores clave: municipalidades, INAB, MARN, Conap, ONG, representantes de grupos étnicos y consejos comunitarios de desarrollo urbano y rural.

La cuenca está afectada a erosión hídrica ocasionada en parte por el grado de evolución de su paisaje, y al potencial erosivo que existe en su parte media-alta. Otros elementos que aportan a la erosión son el cambio de uso/cobertura de la tierra hacia otro de menor protección del suelo. La erosión hídrica anual potencial en la cuenca se estima en 348 toneladas métricas por hectárea por año (t/ha/año), con niveles muy altos principalmente en las zonas de uso de agricultura anual, árboles dispersos, café, cultivos permanentes arbóreos, entre otros.

La problemática de la descarga de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente hacia cuerpos receptores es una realidad en la cuenca y ocurre, por un lado, por las múltiples prórrogas para dar cumplimiento al Acuerdo Gubernativo 236-2006 por parte de las municipalidades. Alrededor del 38 % de los municipios presentes en la cuenca no ha cumplido con el estudio técnico de aguas residuales. A marzo de 2022, únicamente existían siete plantas de tratamiento de aguas residuales en la cuenca. En la cuenca alta el recurso hídrico está contaminado debido a la descarga de aguas negras no tratadas.

La escasez de agua en esta cuenca se debe principalmente a algunos de los elementos ya indicados, como la contaminación del agua por basura y descarga de aguas no tratadas. Otras causas son: el aumento poblacional (ya que la población en el territorio incrementó en un 28.1 % entre 2002 y 2018), el cambio y la variabilidad climática (época lluviosa, canícula y sequía). La escasez de agua también está vinculada al acceso limitado de agua potable segura por parte de los habitantes, lo cual es una situación común en la cuenca baja, media y alta, y se atribuye a la mala o débil gestión del recurso hídrico. Estos hallazgos fueron identificados en los planes de desarrollo municipal y ordenamiento territorial.

El Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Suchiate está compuesto por seis programas y veinticinco actividades que atienden a las

seis problemáticas priorizadas en un horizonte de diez años al 2032. Las actividades están vinculadas a una zonificación territorial con enfoque de cuenca, que se ha planteado como el modelo a seguir para mejorar el estado del territorio, y permite el análisis integral de las problemáticas identificadas. Los programas del Plan son: (i) restauración del paisaje forestal y biodiversidad; (ii) manejo y gestión de los desechos y residuos sólidos; (iii) gobernanza con enfoque de cuenca; (iv) manejo y conservación del suelo; (v) gestión del agua y (vi) gestión del riesgo. Estos programas se vinculan con las variables priorizadas de desarrollo nacional de "gestión integral sostenible del territorio con enfoque de cuenca hidrográfica" y "democracia y gobernabilidad", los Objetivos de Desarrollo Sostenible y el cambio climático.

Técnicamente, este plan se justifica ya que fue formulado en atención a las problemáticas priorizadas en la cuenca. Asimismo, es justificable en materia de la legislación nacional, ya que aporta al cumplimiento del Acuerdo Gubernativo 19-2021, específicamente en los temas de caracterización, diagnóstico, plan de manejo de cuenca y mesa técnica, y plantea una base preliminar para ser considerada en el inventario de usuarios. El Plan también apoya el cumplimiento de la legislación relacionada con los recursos naturales, el cambio climático, los desechos sólidos, las aguas residuales, entre otros.

Bajo el Acuerdo Gubernativo 19-2021, se ha identificado a la mesa técnica como la figura para guiar la ejecución del Plan, ya que una de sus funciones es "promover, coordinar y ejecutar planes, programas y proyectos orientados al beneficio de las cuencas hidrográficas y a la sostenibilidad de los recursos". Sin embargo, esta función puede ser liderada por otra organización, según sean las atribuciones que la legislación nacional actual o futura le confiera en materia de cuencas hidrográficas y sin extralimitarse de sus competencias.

La estrategia de ejecución y financiamiento de este plan partirá del rol que jugará la mesa técnica para gestionar y guiar las inversiones hacia el enfoque de cuenca. Asimismo, se requerirá vincular los planes de operación anual de las instituciones integradas en la cuenca con el Plan mismo.

La sostenibilidad del Plan inicia con su socialización y comunicación, lo cual permitirá avanzar en su adopción. Seguidamente, esta herramienta de planificación estratégica deberá institucionalizarse a través de la implementación de acciones en el territorio y la dinamización del modelo de gobernanza que plantea la mesa técnica por medio de la integración, articulación y participación de los actores de la cuenca. En este sentido, el Programa de gobernanza con enfoque de cuenca es vital para operativizar el Plan.

4.2 Visión

Para el año 2032, los habitantes de la cuenca hidrográfica del río Suchiate participan articuladamente en la toma de decisiones y en la ejecución coordinada de acciones para gestionar sosteniblemente el suelo, el agua, el paisaje forestal y la biodiversidad; así como la gobernanza territorial, y la gestión de residuos y desechos sólidos, y del riesgo; con el fin de alcanzar el bienestar humano inclusivo y económico como pilar del desarrollo sostenible.

4.3 Misión

Los actores y gobiernos locales integrados y articulados en la cuenca hidrográfica del río Suchiate implementan acciones coordinadas para la solución de las problemáticas priorizadas y la gestión del riesgo; por medio de la planificación estratégica de programas y actividades para la gestión sostenible del agua, el suelo, el paisaje forestal y la biodiversidad, así como la gobernanza, y la gestión de los residuos sólidos y del riesgo; con el fin de mejorar el bienestar humano inclusivo y económico como parte del desarrollo sostenible.

4.4 Horizonte

El horizonte para la ejecución del Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Suchiate es de 10 años (Anexo 3); y se realizará a través de la implementación de actividades integradas en un conjunto de programas, tomando como referencia la línea base de la cuenca, elaborada a partir de las problemáticas priorizadas.

4.5 Justificación

En la cuenca hidrográfica del río Suchiate (sin considerar la porción que corresponde a México), se identificaron y priorizaron las siguientes seis problemáticas: (i) pérdida de la cobertura forestal; (ii) mal manejo de los desechos sólidos; (iii) falta de gobernanza; (iv) erosión hídrica; (v) descarga de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente; y (vi) escasez de agua. Adicionalmente, se identificaron otros problemas que no fueron priorizados, como la falta de oportunidades de la población para la generación de ingresos, la degradación de los ecosistemas, la débil participación de la mujer, la débil capacidad adaptativa y resiliencia, la extracción de materiales, los deslizamientos y la conflictividad social entre las comunidades.

Este Plan se justifica técnicamente porque atiende las problemáticas priorizadas en la cuenca, y también es justificable en materia de legislación nacional, pues da cumplimiento a algunos componentes del Acuerdo Gubernativo 19-2021 (caracterización, diagnóstico, plan de manejo de cuenca y mesa técnica) y brinda una base preliminar para elaborar el inventario de usuarios a través del mapeo de actores. Asimismo, contribuye al cumplimiento de otra legislación en materia de recursos naturales, cambio climático, aguas residuales, desechos sólidos, entre otras. También se encuentra vinculado con variables de desarrollo nacional y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Asimismo, el Plan se enfoca en la integración, articulación y participación de los actores para la toma de decisiones en función de las problemáticas identificadas en la cuenca.

4.6 Objetivos

4.6.1 Objetivo general:

Mejorar el estado de los bienes y servicios ecosistémicos de la cuenca hidrográfica del río Suchiate, con énfasis en los recursos agua, suelo, paisaje forestal y biodiversidad; así como en la gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica, y la gestión de los desechos y residuos sólidos, del agua y del riesgo; con el fin de impactar positivamente en el bienestar humano inclusivo y económico como estrategia para el desarrollo sostenible.

4.6.2 Objetivos específicos

1. Restaurar, recuperar y/o conservar el paisaje forestal y la biodiversidad; a través de intervenciones de restauración forestal, desarrollo agroforestal, manejo de áreas protegidas, manejo de incendios, protección de fuentes de agua y uso eficiente de la leña.
2. Manejar y gestionar de forma integral los desechos y residuos sólidos generados en la cuenca, a través del abordaje participativo desde lo local, municipal y mancomunado.
3. Fomentar y fortalecer la gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica con el propósito de lograr la participación inclusiva, así como la articulación, integración y coordinación entre actores para la toma de decisiones consensuadas para la atención de las problemáticas

priorizadas en la cuenca, incluyendo la transversalización del enfoque de cuenca hidrográfica en la institucionalidad y legislación actual; además del diseño e implementación de un mecanismo financiero por compensación de servicios ambientales.

4. Manejar y conservar el ecosistema suelo para garantizar el aprovisionamiento de alimentos y la producción de bienes y servicios ecosistémicos por medio de medidas de manejo, restauración y conservación de suelos.
5. Mejorar el estado de los recursos hídricos superficiales y subterráneos de la cuenca que son fuente de consumo humano, uso productivo y para los ecosistemas; por medio de la acción coordinada, participativa e inclusiva.
6. Reducir el riesgo por inundaciones, deslizamientos y amenaza volcánica a través de la mejora de la capacidad adaptativa y resiliencia.

4.7 Marco lógico

Estrategia	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos importantes
<p>Objetivo a largo plazo o general:</p> <p>Mejorar el estado de los bienes y servicios ecosistémicos de la cuenca hidrográfica del río Suchiate, con énfasis en los recursos agua, suelo, paisaje forestal y biodiversidad; así como en la gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica, y la gestión de los desechos y residuos sólidos, del agua y del riesgo; con el fin de impactar positivamente en el bienestar humano inclusivo y económico como estrategia para el desarrollo sostenible.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la cobertura forestal • Mejora del estado de los recursos naturales (agua, suelo, paisaje forestal) • Gobernanza con enfoque de cuenca fortalecida • Reducción de la carga de desechos y residuos sólidos mal manejados • Mejora de la gestión del saneamiento de aguas residuales • Incremento de la calidad del servicio de abastecimiento de agua para consumo humano 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ranking</i> municipal • Índice de desarrollo humano • Dinámica forestal • Cantidad y calidad del agua superficial y subterránea • Registro de acciones de manejo y conservación de suelo • Registro de acciones para la reducción del riesgo a desastres • Registro de plataformas para la gobernanza con enfoque de cuenca 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de voluntad política • Débil involucramiento institucional en materia de los ejes de agua, suelo, forestal y riesgo • Pobre participación inclusiva y con enfoque de género • Deficiente apropiación del enfoque de cuenca y del Plan

Estrategia	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos importantes
Objetivo específico 1 (OE1)			
Restaurar, recuperar y/o conservar el paisaje forestal y la biodiversidad; a través de intervenciones de restauración forestal, desarrollo agroforestal, manejo de áreas protegidas, manejo de incendios, protección de fuentes de agua y uso eficiente de la leña.			
<p>Resultados esperados: Se ha recuperado, restaurado y/o conservado la cobertura forestal en las zonas de aptitud forestal, zonas de ribera, fuentes de agua para consumo humano, áreas de recarga hídrica y en el ecosistema de mangle; además, se ha implementado el manejo de los incendios forestales, el manejo agroforestal, el uso eficiente de la leña, el manejo de áreas protegidas y el desarrollo del turismo sostenible.</p> <p>Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recuperación, restauración y conservación del paisaje forestal • Uso eficiente de la leña como fuente energética • Restauración de la zona de ribera • Manejo de áreas protegidas • Desarrollo de turismo sostenible • Manejo de incendios • Conservación y restauración del ecosistema de mangle 	<ul style="list-style-type: none"> • Dinámica forestal (ha, %) • Cobertura forestal de la zona de ribera (Suchiate y Cabuz) (ha, %) • Incentivos forestales (ha, %) • Número de reservas naturales privadas (número) • Plan de manejo de áreas naturales y su vinculación con turismo sostenible (número) • Reservas privadas y áreas protegidas que implementan estrategias de turismo sostenible (número, %) • Estrategias de uso eficiente de la leña (número) 	<ul style="list-style-type: none"> • Documento y mapas de la cobertura y dinámica forestal nacional • Registros y mapa de las áreas para la restauración del paisaje forestal • Registro de las áreas bajo modalidades de incentivos forestales • Registro de acciones, proyectos y/o estudios de caso sobre el uso de estrategias de uso eficiente de la leña para el consumo en el hogar 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de los incendios forestales por erupciones volcánicas • Deterioro de la gobernanza forestal • Degradación de las tierras comunales • Pobre adopción de las estrategias para el uso eficiente de la leña para el consumo en el hogar

Estrategia	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos importantes
<ul style="list-style-type: none"> Protección de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano 	<ul style="list-style-type: none"> Número de incendios forestales (ha y número/año) Registro/mapeo de fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano con protección vegetal (número, %) Cobertura forestal en zonas de recarga hídrica (ha, %) 	<ul style="list-style-type: none"> Plan de manejo de áreas protegidas y reservas naturales privadas Registro de incendios forestales y atención de emergencias Registros de fuentes municipales para consumo humano 	
Objetivo específico 2 (OE2)			
Manejar y gestionar de forma integral los desechos y residuos sólidos generados en la cuenca, a través del abordaje participativo desde lo local, municipal y mancomunado.			
<p>Resultados esperados: Se manejan y gestionan integralmente los desechos y residuos sólidos de la cuenca a través de la participación a diferentes escalas territoriales.</p> <p>Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Concientización, sensibilización y educación ambiental enfocada en los desechos sólidos 	<ul style="list-style-type: none"> Grado de manejo y gestión integral de los desechos y residuos sólidos municipales Basureros ilegales 	<ul style="list-style-type: none"> Registro del cumplimiento de actividades para la gestión integral de residuos y desechos sólidos (Acuerdo Gubernativo 164-2021) 	<ul style="list-style-type: none"> Poca concientización y sensibilización de la población Falta de fomento a la economía circular

Estrategia	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos importantes
<ul style="list-style-type: none"> Implementación de sistemas participativos de gestión de desechos sólidos Cierre y control de basureros clandestinos Fomento/promoción de la gestión mancomunada de los desechos sólidos 		<ul style="list-style-type: none"> Registro y mapeo de basureros 	
Objetivo específico 3 (OE3)			
<p>Fomentar y fortalecer la gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica con el propósito de lograr la participación inclusiva, así como la articulación, integración y coordinación entre actores para la toma de decisiones consensuadas para la atención de las problemáticas priorizadas en la cuenca, incluyendo la transversalización del enfoque de cuenca hidrográfica en la institucionalidad y legislación actual; además del diseño e implementación de un mecanismo financiero por compensación de servicios ambientales.</p>			
<p>Resultados esperados: Se ha fomentado y fortalecido la gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica a través de la participación inclusiva, con el fin de coordinar actores para la toma de decisiones sostenibles relacionadas con las problemáticas y riesgos existentes en la cuenca.</p> <p>Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Conformación, integración y operativización de la mesa técnica u organización de cuenca 	<ul style="list-style-type: none"> Índice de gestión municipal Gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica Mecanismo financiero 	<ul style="list-style-type: none"> Índice de la gestión municipal (<i>ranking</i> municipal) e índices que lo integran Acta de constitución y conformación de la mesa técnica u otra plataforma de gestión del territorio con enfoque de 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de interés de los actores y de su integración Débil canalización de fondos económicos para la ejecución de las acciones del Plan

Estrategia	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos importantes
<ul style="list-style-type: none"> • Transversalización del enfoque de manejo de cuenca en la institucionalidad y legislación vigente • Diseño e implementación de un mecanismo financiero de compensación por servicios ambientales 		<p>cuenca; informes, minutas, eventos, campañas, reuniones, participantes de la plataforma establecida</p>	
<p>Objetivo específico 4 (OE4)</p>			
<p>Manejar y conservar el ecosistema suelo para garantizar el aprovisionamiento de alimentos y la producción de bienes y servicios ecosistémicos por medio de medidas de manejo, restauración y conservación de suelos.</p>			
<p>Resultados esperados: Se ha manejado, conservado y restaurado el recurso suelo con énfasis en la provisión de alimentos, productividad y se ha evitado su degradación acelerada.</p> <p>Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manejo y conservación de suelos 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de suelo potencial (t/ha/año) • Manejo de suelo (número, ha) • Restauración del suelo (ha, %) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mapeo de la pérdida de suelo por erosión hídrica • Registro y mapeo de las prácticas de conservación del suelo implementadas • Registro y mapeo de las prácticas para la restauración de suelos 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la producción de sedimentos por flujos piroclásticos y lahares; y de la erosión por remoción de la cobertura vegetal a causa de erupciones volcánicas • Pobre fomento y adopción de prácticas de conservación de suelos en la cuenca media-alta

Estrategia	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos importantes
Objetivo específico 5 (OE5)			
Mejorar el estado de los recursos hídricos superficiales y subterráneos de la cuenca que son fuente de consumo humano, uso productivo y para los ecosistemas; por medio de la acción coordinada, participativa e inclusiva.			
<p>Resultados esperados Se gestiona de forma participativa e inclusiva el agua en la cuenca, con la finalidad de evaluar el estado de los recursos hídricos a través de redes de monitoreo; además de mejorar la toma de decisiones con base en información física.</p> <p>Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos (recarga, extracción, niveles, calidad, disponibilidad, consumo) • Agua para consumo humano • Agua para usos productivos • Aguas residuales 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador de agua dulce por habitante (m³/persona/año) • Disponibilidad de agua subterránea • Caudal volumétrico (m³/s) de los principales ríos (parte alta, media, baja) • Índice de calidad del servicio de abastecimiento de agua para consumo humano • Huella hídrica • Índice de calidad del agua (ICA) • Índice biológico a nivel de familias (IBF) • Tratamiento de aguas residuales ordinarias y especiales 	<ul style="list-style-type: none"> • Balance hídrico (espacio-temporal) • Registro de la estimación/proyección de la población • Recarga hídrica potencial (espacio-temporal) • Registro del monitoreo de caudales • Registro del monitoreo de calidad del agua (consumo humano, IBF, ICA, aguas residuales) • Calidad del servicio de agua para consumo humano 	<ul style="list-style-type: none"> • Nuevas reformas al Acuerdo Gubernativo 236-2006 • Pobre inversión en las plantas de tratamiento de aguas residuales • Falta de estudios básicos, como balance hídrico y recarga • Falta de una Ley de Agua

Estrategia	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos importantes
		<ul style="list-style-type: none"> Huella hídrica integrada Registro de PTAR funcionando, cumplimiento de límites, eficiencias de remoción, % de descargas con tratamiento 	
Objetivo específico 6 (OE6)			
Reducir el riesgo por inundaciones, deslizamientos y amenaza volcánica a través de la mejora de la capacidad adaptativa y resiliencia.			
<p>Resultados esperados Se mejora la capacidad adaptativa y la resiliencia ante amenazas naturales</p> <p>Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementación de sistemas participativos de alerta temprana por inundaciones y amenazas volcánicas Diseño e implementación de estructura de contención de inundaciones Coordinadoras locales para la reducción de desastres Fortalecimiento de capacidades y actualización de estudios 	<ul style="list-style-type: none"> Índice para la gestión del riesgo (Inform) Inventario de acciones implementadas para la gestión del riesgo Eventos de inundación Probabilidad de ocurrencia de inundaciones Atención a emergencias por inundaciones Estudios realizados 	<ul style="list-style-type: none"> Resultados del Inform Registro de atención a emergencias por inundaciones Registro de eventos de inundación Ficha técnica del cálculo de la probabilidad de ocurrencia 	<ul style="list-style-type: none"> La actividad volcánica incrementa su agresividad y aumenta la extensión superficial de sus amenazas en corto tiempo

Estrategia	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos importantes
	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="835 269 1150 402">• Registro de actividades para el fortalecimiento de capacidades 		

Fuente: elaboración propia (2022).

4.8 Resumen de los problemas identificados

El Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Suchiate aborda las seis problemáticas priorizadas, así como la gestión del riesgo por amenaza de inundaciones, deslizamientos y volcánicas (volcán Tacaná). De allí que el Plan presenta un planteamiento estratégico basado en el análisis de dichas problemáticas y riesgos. A continuación, se listan las problemáticas priorizadas, cuyo análisis completo fue presentado en la sección de diagnóstico.

1. Pérdida de la cobertura forestal
2. Mal manejo de los desechos sólidos
3. Falta de gobernanza
4. Erosión hídrica
5. Descarga de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente
6. Escasez de agua

4.9 Programas

El Plan cuenta con seis programas y 25 actividades, y está vinculado de forma transversal con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y las variables priorizadas de desarrollo nacional de "gestión integral sostenible del territorio con enfoque de cuencas hidrográfica" y "democracia y gobernabilidad", así como otros resultados, metas, prioridades y lineamientos, como el tratamiento de aguas, la adaptación y mitigación al cambio climático, el manejo integral de los desechos sólidos, entre otros (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014).

Los seis programas del Plan son: (i) restauración del paisaje forestal y la biodiversidad, (ii) manejo y gestión de los desechos y residuos sólidos, (iii) gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica, (iv) manejo y conservación del recurso suelo, (v) gestión del agua y (vi) gestión del riesgo (Figura 9).

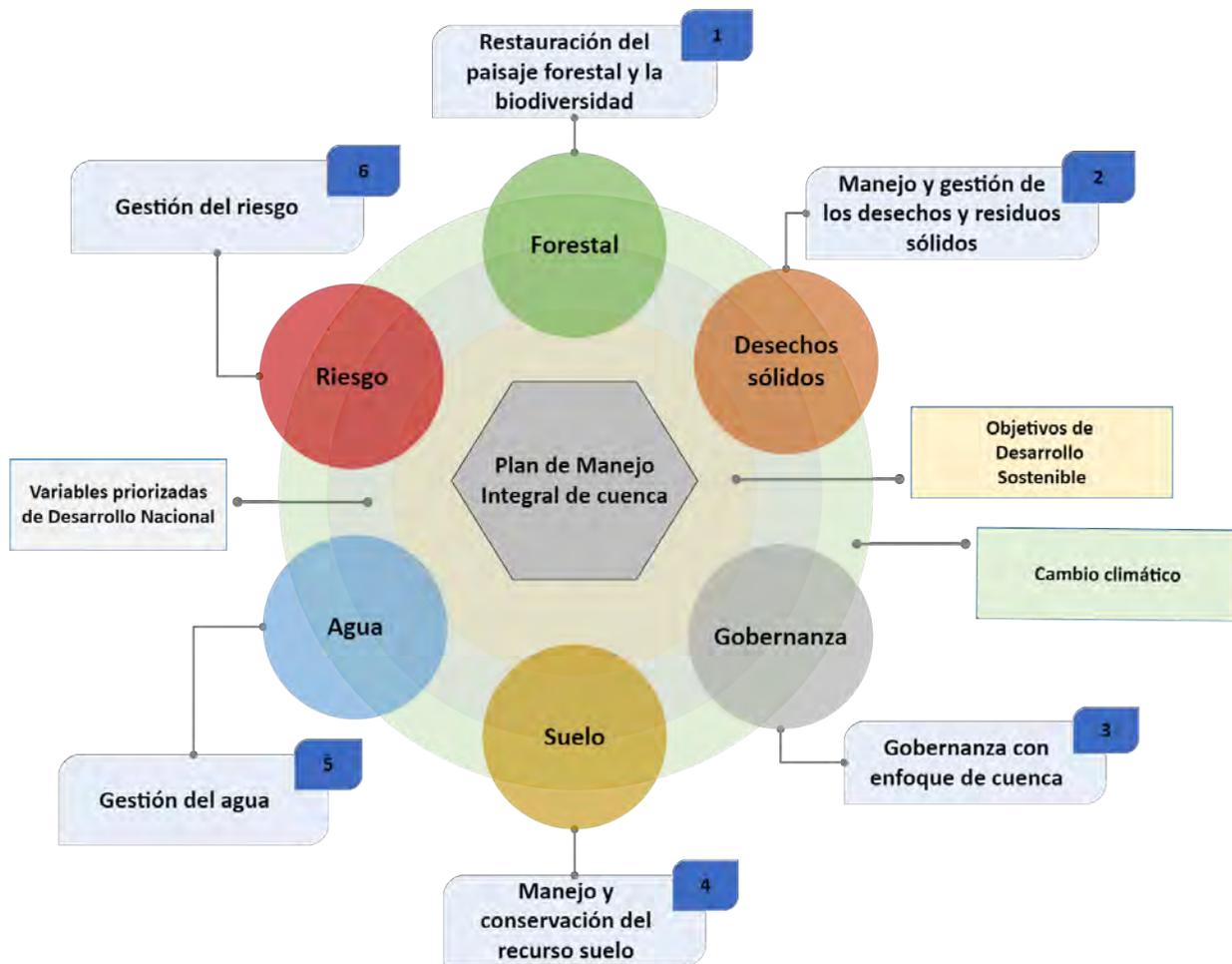


Figura 9. Esquema del Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Suchiate con sus programas (numerados) y su vinculación con las prioridades de Desarrollo Nacional y los Objetivos de Desarrollo Sostenible
 Fuente: elaboración propia con base en información primaria y secundaria recopilada, sistematizada y analizada para el Plan de Manejo Integral de la cuenca del río Suchiate (2022).

4.9.1 Programa 1: Restauración del paisaje forestal y la biodiversidad

Este programa está vinculado con el objetivo específico número 1 del Plan, y aborda la problemática sobre la pérdida de la cobertura forestal. Su propósito es restaurar el paisaje forestal y la conservación de la biodiversidad a través de la implementación de las siguientes actividades: (i) recuperación, restauración y conservación del paisaje forestal; (ii) uso eficiente de la leña como fuente energética; (iii) restauración de la zona de ribera; (iv) manejo de áreas protegidas; (v) desarrollo de turismo sostenible; (vi) manejo de incendios;

(vii) conservación y restauración del ecosistema mangle y (viii) protección de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano (Tabla 15).

Tabla 15. Actividades del Programa de restauración del paisaje forestal y la biodiversidad

Actividades	Componente	Descripción
Actividad 1: Recuperación, restauración y conservación del paisaje forestal	Duración	10 años
	Objetivo	Recuperar, restaurar y conservar zonas con aptitud forestal, y manejar estas áreas para asegurar la conservación del paisaje forestal.
	Actores	INAB, Conap, MARN, MAGA, mesa técnica de la cuenca u otra organización de cuenca, municipalidades, empresas, Red de Restauración de la Costa Sur, entre otros.
	Ubicación	Zonas de producción y protección forestal, según la zonificación territorial de la cuenca (Figura 6).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas potenciales para la restauración forestal identificadas, con énfasis en zonas de recarga hídrica, bosque ribereño, áreas remanentes de bosque, sistemas agroforestales y fuentes de agua para consumo humano. • Al menos 2100 hectáreas implementadas para reforestaciones: restauración (700 ha), sistemas agroforestales (700 ha) y plantaciones forestales (700 ha). • Capacidades fortalecidas sobre manejo forestal.
	Monto total	Q 33 009 878
Actividad 2: Uso eficiente de la leña	Duración	8 años
	Objetivo	Utilizar eficientemente la leña como fuente energética en los hogares a través de la adopción de tecnologías prácticas y de fácil implementación.
	Actores	MAGA, Sesán, MARN, INAB, mesa técnica de la cuenca u otra organización de cuenca, sector privado, municipalidades, entre otros.

Actividades	Componente	Descripción
como fuente energética	Ubicación	Según la priorización de municipios por déficit de leña del INAB, que para esta cuenca corresponde a nueve municipios.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Sensibilización y fortalecimiento de las capacidades para el uso eficiente de la leña. Gestionada la entrega y uso de al menos 2000 estufas ahorradoras.
	Monto total	Q 1 587 600
Actividad 3: Restauración de la zona de ribera	Duración	10 años
	Objetivo	Restaurar la zona ribereña de 35 m a ambos lados del cauce de los ríos Suchiate y Cabuz (en el caso de Suchiate sólo para el territorio guatemalteco)
	Actores	INAB, MARN, MAGA, mesa técnica de la cuenca u otra organización de cuenca, Conap, sector privado, Red de Restauración de la Costa Sur, entre otros.
	Ubicación	Según el potencial de restauración de las zonas de ribera, con base en la zonificación territorial de la cuenca (Figura 6).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Al menos 140 hectáreas de la zona de ribera de los ríos Suchiate y Cabuz han sido restauradas. Talleres de validación participativa sobre las áreas a restaurar de la zona de ribera implementados.
	Monto total	Q 3 505 178
Actividad 4: Manejo de áreas protegidas	Duración	8 años
	Objetivo	Manejar las áreas protegidas con base en su plan de manejo, plan maestro y/o la actualización de cualquiera de estos.
	Actores	Conap, ARNPG, mesa técnica de la cuenca u otra organización de cuenca, municipalidades, sector privado, entre otros.
	Ubicación	Según la zonificación territorial de la cuenca (Figura 6).

Actividades	Componente	Descripción
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Se ha apoyado en la actualización a lo sumo de cuatro planes de manejo de áreas protegidas dentro de la categoría de parque regional municipal (PRM). • Salario de un guardabosque por parque regional municipal, a lo sumo para cuatro PRM. • Capacidades del personal de áreas protegidas fortalecidas. • Sensibilización y educación ambiental dirigida a estudiantes. • Línea base de cuatro áreas protegidas (PRM) realizada para los siguientes taxa: plantas, mamíferos, aves, anfibios, reptiles e insectos; así como su respectivo monitoreo de biodiversidad.
	Monto total	Q 5 544 000
Actividad 5: Desarrollo de turismo sostenible	Duración	8 años
	Objetivo	Impulsar estrategias de turismo sostenible enfocándose en las áreas protegidas, las reservas naturales privadas y otras zonas de atractivo turístico.
	Actores	Conap, ARNPG, INAB, MARN, MAGA, mesas departamentales de turismo, mesa técnica de la cuenca u otra organización de cuenca, entre otros.
	Ubicación	Áreas protegidas, según la zonificación territorial de la cuenca (Figura 6) y otras áreas de atractivo turístico.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidades formadas para guías generales de turismo. • Guía general de aviturismo y otros temas realizada, tomando como referencia la línea base y el monitoreo de biodiversidad en las áreas protegidas (PRM). • Apoyo brindado para la divulgación del atractivo turístico de las áreas protegidas (PRM).

Actividades	Componente	Descripción
		<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo brindado para la señalización de senderos de las áreas protegidas (PRM).
	Monto total	Q 241 500
Actividad 6: Manejo de incendios	Duración	8 años
	Objetivo	Reducir la incidencia de incendios forestales y sus zonas afectadas, a causa de las acciones de origen antrópico.
	Actores	INAB; municipalidades; poseedores, propietarios o gestores de tierras comunales; Conap; mesa técnica de la cuenca u otra organización de cuenca, entre otros.
	Ubicación	Zonas de aptitud forestal aledañas a zonas heterogéneas de desarrollo agrícola, según la zonificación territorial de la cuenca (Figura 6).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Cuatro guardabosques especializados en incendios forestales, incluyendo la entrega de al menos ocho equipos de brigada por guardabosque o área a cubrir. • Capacidades formadas en la temática de incendios forestales.
	Monto total	Q 2 054 400
Actividad 7: Conservación y restauración del ecosistema de mangle	Duración	8 años
	Objetivo	Conservar el ecosistema del bosque de manglar en la zona litoral de la cuenca.
	Actores	INAB, Conap, mesa técnica de la cuenca u otra de gestión con enfoque de cuenca, Red de Restauración de la Costa Sur, municipalidades y sector privado, entre otros.
	Ubicación	Humedales, según la zonificación territorial de la cuenca (Figura 6).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de priorización de las zonas para la restauración de mangle. • Al menos 38 hectáreas de mangle restauradas.

Actividades	Componente	Descripción
		<ul style="list-style-type: none"> Sensibilización, fortalecimiento y educación ambiental.
	Monto total	Q 1 444 897
Actividad 8: Protección de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano	Duración	8 años
	Objetivo	Proteger con cobertura forestal las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano identificadas.
	Actores	Consejos de desarrollo, municipalidades, INAB, Conap, ARNPG, MARN, MAGA, organización de cuenca, MSPAS, sector privado, entre otros.
	Ubicación	Según el inventario de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano (manantiales, pozos, otros).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Principales fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano identificadas de manera participativa. Capacidades fortalecidas del personal de las municipalidades para la protección de las fuentes de agua para consumo humano.
	Monto total	Q 60 800

Fuente: elaboración propia (2022).

4.9.2 Programa 2: Manejo y gestión de los desechos y residuos sólidos

Este Programa se vincula con el objetivo específico número 2 y resulta de la problemática identificada sobre el mal manejo de los desechos sólidos generados en la cuenca, que provoca que una gran cantidad de plásticos lleguen al mar del Pacífico. Su propósito es manejar y gestionar integralmente los residuos y desechos sólidos a través de las siguientes actividades: (i) sensibilización, concientización y educación ambiental; (ii) gestión de los desechos sólidos; (iii) cierre y control de basureros clandestinos y (iv) fomento de la gestión mancomunada de los desechos sólidos (Tabla 16).

Tabla 16. Actividades del Programa de manejo y gestión de los desechos y residuos sólidos

Actividades	Componente	Descripción
<p>Actividad 1:</p> <p>Concientización, sensibilización y educación ambiental enfocada en los desechos sólidos</p>	Duración	10 años
	Objetivo	Concientizar, informar y educar a la población sobre la situación del manejo y gestión de los desechos sólidos y sus impactos a la naturaleza y salud humana.
	Actores	MARN, MAGA, MEM, municipalidades, comunidades, sector privado, entre otros.
	Ubicación	Los municipios con superficie parcial o total en la cuenca, y con presencia de habitantes.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidades formadas para la clasificación de los residuos sólidos en los 13 municipios población en la cuenca. • Estrategia de comunicación sobre la clasificación de los desechos sólidos implementada. • Capacidades formadas sobre los efectos negativos de la proliferación de basureros clandestinos, en al menos 473 lugares poblados.
	Monto total	Q 1 139 500
<p>Actividad 2:</p> <p>Implementación de sistemas participativos para la gestión de los desechos sólidos</p>	Duración	10 años
	Objetivo	Implementar sistemas participativos de gestión de los desechos sólidos.
	Actores	Municipalidades, consejos de desarrollo, comunidades, MARN, MSPAS, sector privado, entre otros.
	Ubicación	Los municipios con superficie parcial o total en la cuenca, y con presencia de habitantes.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Los residuos y desechos sólidos de los 13 municipios con presencia de población en la cuenca han sido caracterizados.

Actividades	Componente	Descripción
		<ul style="list-style-type: none"> • 237 composteras orgánicas implementadas a nivel comunitario. • 237 centros de acopio de material reciclable implementados a nivel comunitario.
	Monto total	Q 5 734 000
Actividad 3: Cierre y control de basureros clandestinos	Duración	10 años
	Objetivo	Reducir la densidad de basureros que no cuentan con instrumentos ambientales autorizados en la cuenca, que son focos de contaminación a los ecosistemas.
	Actores	Municipalidades, consejos de desarrollo, comunidades, MARN, MSPAS, sector privado, entre otros.
	Ubicación	Toda la cuenca.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación anual y plan de eliminación de basureros clandestinos a escala de cuenca. • Sensibilización y jornadas de limpieza de los basureros clandestinos identificados. • Estrategia de señalización y/o denuncia participativa en sitios de potencial ocurrencia de basureros clandestinos.
	Monto total	Q 270 000
Actividad 4: Fomento/promoción de la gestión mancomunada de los desechos sólidos	Duración	10 años
	Objetivo	Promover la gestión mancomunada de los desechos sólidos.
	Actores	Municipalidades, consejos de desarrollo, comunidades, MARN, MSPAS, sector privado, entre otros.
	Ubicación	Los municipios con superficie parcial o total en la cuenca, y con presencia de habitantes.

Actividades	Componente	Descripción
	Indicadores o metas	Planta regional de tratamiento de desechos y residuos sólidos gestionada, diseñada e implementada.
	Monto total	Q 22 000 000

Fuente: elaboración propia (2022).

4.9.3 Programa 3: Gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica

Este programa atiende la problemática identificada como falta de gobernanza y está relacionado con el objetivo específico número 3 del Plan. Su propósito es fomentar y fortalecer los procesos de gobernanza territorial a través del enfoque de cuenca y la participación representativa y articulada de sus actores. Las actividades de este programa son: (i) conformación, integración y operativización de la organización de cuenca; (ii) transversalización del enfoque de manejo de cuenca en la institucionalidad y legislación vigente y (iii) diseño e implementación de un mecanismo financiero de compensación por servicios ambientales (Tabla 17).

Tabla 17. Actividades del Programa de gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica

Actividades	Componente	Descripción
Actividad 1: Conformación, integración y operativización de la organización de cuenca (mesa técnica, comité de cuenca u otra)	Duración	10 años
	Objetivo	Conformar, integrar y operativizar la organización de cuenca, a través de la integración inclusiva y participativa de sus actores.
	Actores	Entidades públicas: MARN, MAGA, MEM, INAB, Conap, Conred, Segeplán, Seprem y otras. Entidades privadas: ARNPG, Anacafé y otras. Universidades. Usuarios identificados y representantes de la sociedad civil según el artículo 10 de Acuerdo Gubernativo 19-2021, o sus reglamentos. Otros.
	Ubicación	Toda la cuenca, con base en el mapeo de actores y otros estudios relacionados.

Actividades	Componente	Descripción
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Organización de cuenca o mesa técnica de la cuenca del río Suchiate conformada. • Mesa técnica operativizada a través de reuniones y seguimiento de las acciones. • Mapeo de actores e iniciativas/proyectos a escala de cuenca actualizados constantemente. • Capacidades fortalecidas. • Plataforma virtual para consultas y seguimiento de las acciones a escala de cuenca en apoyo a la mesa técnica.
	Monto total	Q 2 994 100
<p style="text-align: center;">Actividad 2:</p> <p>Transversalización del enfoque de manejo de cuenca en la institucionalidad y legislación vigente</p>	Duración	10 años
	Objetivo	Promover el fortalecimiento de capacidades en cuanto al enfoque de cuenca hidrográfica en las instituciones gubernamentales que se desarrollan en la cuenca, y gestionar fondos para la implementación de las actividades del plan de manejo integral de la cuenca.
	Actores	MARN, MAGA, INAB, consejos de desarrollo, Conap, ARNPG, municipalidades, mesa técnica de la cuenca u otra organización de cuenca, entre otros.
	Ubicación	Toda la cuenca.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Dos foros desarrollados para el intercambio de experiencias sobre gobernanza de cuencas. • Capacidades formadas en actores/líderes locales y en las unidades municipales relacionadas con la gestión ambiental, forestal y/o agua y saneamiento; en la temática de cuencas hidrográficas. • Socialización constante sobre el estado de la cuenca en diferentes

Actividades	Componente	Descripción
		espacios de gestión del territorio (Coredur, Codede, Comude, Cocode, entre otros).
	Monto total	Q 848 000
<p style="text-align: center;">Actividad 3:</p> <p style="text-align: center;">Diseño e implementación de mecanismo financiero de compensación por servicios ambientales</p>	Duración	10 años
	Objetivo	Diseñar e implementar un mecanismo financiero de compensación por servicios ambientales.
	Actores	Actores de la cuenca que deseen integrarse como donantes (beneficiarios de servicios ecosistémicos): sector privado, municipalidades, entre otros. Además, aquellos relacionados con la provisión de servicios ecosistémicos (comunidades, municipalidades, entre otros).
	Ubicación	Según la zonificación territorial de la cuenca.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura de mecanismo financiero de compensación por servicios ambientales diseñada. • Mecanismo financiero implementado en vínculo con las actividades del Plan.
	Monto total	Q 165 000

Fuente: elaboración propia (2022).

4.9.4 Programa 4: Manejo y conservación del recurso suelo

Este programa abordará la problemática sobre la degradación del suelo y se vincula al objetivo específico número 4 del Plan. Su propósito es manejar y conservar el recurso suelo (Tabla 18).

Tabla 18. Actividades del Programa de manejo y conservación del recurso suelo

Actividades	Componente	Descripción
Actividad 1: Manejo y conservación de los suelos	Duración	10 años
	Objetivo	Manejar adecuadamente el suelo con base en las características intrínsecas, del paisaje, clima y tipo de producción, para su conservación biológica, química y física.
	Actores	MAGA, INAB, Sesán, MARN, municipalidades, mesa técnica de la cuenca u otra organización de cuenca, sector productivo privado, entre otros.
	Ubicación	Según el mapeo del potencial de erosión hídrica de la caracterización biofísica.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Prácticas de manejo y conservación de los suelos implementadas en al menos 309 hectáreas con niveles de erosión alta y muy alta; que incluyan cultivos a nivel, acequias de infiltración y pozos, acequias de desagüe, terrazas con barreras vivas y terrazas con barreras muertas. Capacidades formadas en buenas prácticas agrícolas y prácticas de manejo y conservación de suelo implementadas.
	Monto total	Q 1 179 881

Fuente: elaboración propia (2022).

4.9.5 Programa 5: Gestión del agua

Este programa está vinculado al objetivo específico número 5 del Plan y se plantea para abordar las problemáticas de la descarga de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente, y de escasez de agua. El fin de este programa es coordinar de forma participativa e inclusiva la mejora del estado de los recursos hídricos superficiales y subterráneos de la cuenca, bajo la consideración de que el agua y el saneamiento son derechos humanos, además de su importancia para fines productivos y para los ecosistemas. Las actividades

del programa serán las siguientes: (i) evaluación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, (ii) agua para consumo humano, (iii) agua para usos productivos, (iv) aguas residuales y (v) agua para los ecosistemas (Tabla 19).

Tabla 19. Actividades del Programa de gestión del agua

Actividades	Componente	Descripción
<p>Actividad 1:</p> <p>Evaluación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos (recarga, extracción, niveles, calidad, disponibilidad, consumo, caudales)</p>	Duración	10 años
	Objetivo	Evaluar los recursos hídricos de la cuenca como base para su gestión integral, toma de decisiones consensuadas y monitoreo.
	Actores	Insivumeh, MARN, INAB, MAGA, sector privado, academia, instituciones de investigación y mesa técnica de la cuenca u otra organización de cuenca, entre otros.
	Ubicación	Toda la superficie de la cuenca, enfocándose en los principales ríos y acuíferos identificados.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Información generada, analizada y gestionada sobre la cantidad de agua superficial, priorizando los ríos Suchiate y Cabuz. • Una estación meteorológica y una estación hidrométrica implementadas, además de haberseles dado mantenimiento. • Dos estudios sobre balance hídrico realizados a escala de cuenca con la finalidad de cuantificar la disponibilidad de agua superficial y subterránea.
	Monto total	Q 9 790 000
<p>Actividad 2:</p> <p>Agua para consumo humano</p>	Duración	8 años
	Objetivo	Incrementar la calidad del servicio de abastecimiento de agua para consumo humano, en cuanto a su cobertura y dotación.
	Actores	Consejos de desarrollo, MARN, municipalidades e Infom.

Actividades	Componente	Descripción
	Ubicación	Los municipios con superficie parcial o total en la cuenca, y con presencia de habitantes.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Al menos siete sistemas de cosecha de agua de lluvia (Scall) implementados. Al menos tres sistemas de cosecha de agua de niebla implementados en la cuenca alta. Apoyo brindado para la gestión y entrega de al menos 1892 unidades de ecofiltro.
	Monto total	Q 1 973 253
Actividad 3: Agua para usos productivos	Duración	6 años
	Objetivos	Manejar eficientemente el agua para riego con base en tecnologías adaptadas a los sistemas productivos locales; y promover la cosecha de agua de lluvia, escorrentía y/o atmosférica.
	Actores	MARN, MAGA, MEM, empresas privadas, municipalidades, comunidades, entre otros.
	Ubicación	Toda la cuenca, enfocándose en sus sistemas productivos.
	Indicadores o metas	Dos estudios de factibilidad sobre estructuras de almacenamiento de agua (superficial y subterránea) a escala de cuenca.
	Monto total	Q 800 000
Actividad 4: Aguas residuales	Duración	10 años
	Objetivo	Asegurar el tratamiento eficiente de las aguas residuales domésticas del alcantarillado público y que se descargan a cuerpos receptores, así como de las aguas residuales especiales.

Actividades	Componente	Descripción
	Actores	Consejos de desarrollo, municipalidades, MARN, Infom, MAGA, sector privado productivo y hospitales, entre otros.
	Ubicación	Los municipios con superficie parcial o total en la cuenca, y con presencia de habitantes.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de evaluación de las plantas de tratamiento de agua existentes. • Diseño, construcción y tratamiento de aguas residuales para las principales áreas pobladas (zonas urbanas) de la cuenca, que se estima en 38 371 personas. • Estudio técnico de aguas residuales para aquellas municipalidades que no han cumplido (Catarina), y/o su actualización por ley realizada.
	Monto total	Q 11 701 300
Actividad 5: Agua para los ecosistemas	Duración	10 años
	Objetivos	Aprovisionar el agua necesaria para la producción de bienes y servicios por los ecosistemas.
	Actores	MARN, Conap, MEM, INAB, MAGA, empresas privadas, municipalidades, entre otras.
	Ubicación	Toda la cuenca, con base en los principales ecosistemas que brindan bienes y servicios.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de la calidad del agua superficial a través de macroinvertebrados bentónicos, en al menos dos puntos por río para los ríos Suchiate y Cabuz. • Estudio para determinar el caudal ecológico, con énfasis en los ríos Suchiate y Cabuz.

Actividades	Componente	Descripción
	Monto total	Q 490 000

Fuente: elaboración propia (2022).

4.9.6 Programa 6: Gestión del riesgo

Este programa ha sido planteado en adición a los que abordan las problemáticas priorizadas durante el diagnóstico, ya que en la cuenca baja existe amenaza por inundaciones y en la cuenca alta hay riesgo por deslizamientos. A esto se suma la exposición a amenazas por el volcán Tacaná, del cual existe un debate técnico sobre si es un volcán activo o inactivo (Macías, 2005; Vázquez *et al.*, 2019), ya que su última erupción fue en 1986, pero es considerado como un volcán con altos valores de amenaza, exposición y vulnerabilidad dentro del *ranking* de riesgo volcánico de México (Nieto-Torres *et al.*, 2021). Por lo tanto, se considera clave que este riesgo volcánico sea abordado dentro del Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Suchiate.

El objetivo del programa es mejorar la capacidad adaptativa y resiliencia ante el riesgo de inundaciones, deslizamientos y amenazas volcánicas. Se proponen las siguientes actividades: (i) sistemas participativos de alerta temprana y plan de contingencia por inundaciones, (ii) diseño e implementación de una estructura para la contención de inundaciones, (iii) coordinadoras locales para la reducción de desastres y (iv) fortalecimiento de capacidades y actualización de estudios (Tabla 20).

Tabla 20. Actividades del Programa de gestión del riesgo

Actividades	Componente	Descripción
Actividad 1: Sistemas participativos de alerta temprana y plan de contingencia por inundaciones y amenazas volcánicas	Duración	8 años
	Objetivo	Fortalecer la adaptación por amenazas volcánicas e inundaciones con enfoque participativo.
	Actores	Conred, SE-Conred, Insivumeh, Provincial, Colred, Comured, mesa técnica de la cuenca u otra organización de cuenca, alianzas público-privadas, sector privado, entre otros.
	Ubicación	Territorios localizados en las áreas de manejo especial (inundaciones) (Figura 8).

Actividades	Componente	Descripción
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Línea base desarrollada para el sistema de alerta temprana a escala de cuenca (fase I). Sistema de alerta temprana desarrollado y socializado a escala de cuenca (fase II).
	Monto total	Q 1 198 900
Actividad 2: Diseño e implementación de una estructura para la contención de inundaciones	Duración	10 años
	Objetivo	Diseño e implementación de una estructura para la contención de inundaciones
	Actores	Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda; Conred; SE-Conred; Insivumeh; municipalidades; comunidades; alianzas público-privadas; sector privado; Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Guatemala, entre otros.
	Ubicación	Según la zonificación de las áreas de manejo especial (amenaza por inundaciones) (Figura 8).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Estudio de diseño de dique o borda de al menos 500 metros de longitud. Dique o borda de 500 metros de longitud implementado y con mantenimiento.
	Monto total	Q 7 550 000
Actividad 3: Coordinadoras locales para la reducción de desastres	Duración	8 años
	Objetivos	Implementar coordinadoras locales para la reducción de desastres (Colred) en lugares poblados con riesgo a inundaciones y/o deslizamientos, y amenazas volcánicas.
	Actores	Actores y líderes locales (privados, públicos, sociales), comunidades, SE-Conred, Conred, Provia, MARN,

Actividades	Componente	Descripción
		MAGA, INAB, sector privado, entre otros.
	Ubicación	Territorios localizados en las áreas de manejo especial (inundaciones, deslizamientos y amenazas volcánicas) (Figura 8).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidades de técnicos municipales e institucionales formadas. • Al menos cuatro cursos para capacitadores enfocados en la gestión del riesgo implementados. • Al menos cinco procesos de acreditación de coordinadoras desarrollados.
	Monto total	Q 380 000
Actividad 4: Fortalecimiento de capacidades y actualización de estudios	Duración	10 años
	Objetivos	Fortalecer capacidades en la temática de gestión del riesgo desde lo local (comunidades) hasta el nivel municipal; y actualizar estudios relacionados con el riesgo por inundaciones, amenazas volcánicas y deslizamientos.
	Actores	Conred, SE-Conred, MARN, comunidades, municipalidades, cooperación internacional, ICC, entre otros.
	Ubicación	Principalmente en las áreas de manejo especial (Figura 8), idealmente en toda la cuenca.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidades fortalecidas a nivel comunitario sobre la gestión de riesgos. • Al menos cuatro diplomados sobre adaptación al cambio climático desarrollados. • Mapeo de percepción comunitaria sobre zonas de inundación, lahares, piroclastos y deslizamientos. • Estudio sobre balance y monitoreo de sedimentos realizado a

Actividades	Componente	Descripción
		escala de cuenca (Suchiate y Cabuz).
	Monto total	Q 1 085 200

Fuente: elaboración propia (2022).

4.10 Costos del Plan

El Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Suchiate está integrado por seis programas y 25 actividades. Su estructura permite identificar el costo de las actividades que integran el costo de cada programa, y finalmente el costo del Plan. El costo de implementación del Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Suchiate asciende a **Q 116 747 388**, sin considerar el monitoreo y evaluación (Tabla 21).

Tabla 21. Costos del Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Suchiate¹

Programa	Actividades	Costo por actividad (Q)	Costo del Programa (Q)
Restauración del paisaje forestal y la biodiversidad	Recuperación, restauración y conservación del paisaje forestal.	33 009 878	47 448 253
	Uso eficiente de la leña como fuente energética.	1 587 600	
	Restauración de la zona de ribera (Suchiate y Cabuz).	3 505 178	
	Manejo de áreas protegidas.	5 544 000	
	Desarrollo de turismo sostenible.	241 500	
	Manejo de incendios.	2 054 400	
	Conservación y restauración del ecosistema de mangle.	1 444 897	
Manejo y gestión de los desechos y residuos sólidos	Concientización, sensibilización y educación ambiental enfocada en los desechos sólidos.	1 139 500	29 143 500
	Implementación de sistemas participativos para la gestión de los desechos sólidos.	5 734 000	
	Cierre y control de basureros clandestinos.	270 000	

Programa	Actividades	Costo por actividad (Q)	Costo del Programa (Q)
	Fomento/promoción de la gestión mancomunada de los desechos sólidos.	22 000 000	
Gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica	Conformación, integración y operativización de la organización de cuenca (mesa técnica, comité de cuenca u otra).	2 994 100	4 007 100
	Transversalización del enfoque de manejo de cuenca en la institucionalidad y legislación vigente.	848 000	
	Diseño e implementación de mecanismo financiero de compensación por servicios ambientales.	165 000	
Manejo y conservación del recurso suelo	Manejo y conservación de suelos.	1 179 881	1 179 881
Gestión del agua	Evaluación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.	9 790 000	24 754 553
	Agua para consumo humano.	1 973 253	
	Agua para usos productivos.	800 000	
	Aguas residuales.	11 701 300	
	Agua para los ecosistemas.	490 000	
Gestión del riesgo	Sistemas participativos de alerta temprana por inundaciones y amenazas volcánicas.	1 198 900	10 214 100
	Diseño e implementación de una estructura para la contención de inundaciones.	7 550 000	
	Coordinadoras locales para la reducción de desastres.	380 000	
	Fortalecimiento de capacidades y actualización de estudios.	1 085 200	
Costo del Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Suchiate			116 747 388

Nota. ¹ Para más detalle revisar el Anexo 2: Costos de actividades del Plan. Fuente: elaboración propia (2022).

4.11 Estrategia de ejecución y financiamiento

Se propone que la ejecución del Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Suchiate sea guiada por la mesa técnica de esta cuenca, aunque aún no ha sido conformada, pero está considerada dentro del Acuerdo Gubernativo 19-2021, que establece entre sus funciones la de “promover, coordinar y ejecutar planes, programas y proyectos orientados al beneficio de las cuencas hidrográficas y a la sostenibilidad de los recursos”. Otra de sus funciones es la participación o contribución voluntaria para proteger, conservar y preservar los recursos naturales de las cuencas hidrográficas; así como cualquier otra atribución que defina la legislación nacional aplicable a la protección y conservación de cuencas. Sin embargo, la ejecución del Plan también puede ser liderada por otra organización de cuenca que integre a los actores de su parte baja, media y alta, y que la legislación nacional en materia de cuencas lo contemple.

Para la ejecución del Plan se requiere de financiamiento, que sería gestionado a través de la mesa técnica por medio de la integración de sus actores y la socialización y comunicación del Plan a diferentes escalas. Las inversiones relacionadas con este Plan que actualmente ya se están ejecutando en el territorio por diferentes actores se deberán orientar hacia el enfoque de cuenca. También es clave incluir en el proceso de socialización a los consejos de desarrollo, el sector privado, la cooperación internacional y las oenegés. Adicionalmente, es necesario vincular el presente Plan con el plan operativo anual (POA) de las instituciones que tienen intervención en la cuenca.

4.11.1 Sostenibilidad

Muchas de las actividades establecidas en los programas del Plan ya están siendo ejecutadas en el territorio de la cuenca, lo cual podría indicar que son sostenibles. Sin embargo, se requiere que, mediante la figura de la mesa técnica, dichos procesos se enmarquen y guíen bajo el enfoque de cuenca. La socialización y comunicación del Plan como estrategia para su adopción por parte de sus actores, en conjunto con el fortalecimiento de las capacidades contenidas en el Plan, apoyan la sostenibilidad. Se plantea que el trabajo de la mesa técnica se base en la toma de decisiones consensuadas para procurar la sostenibilidad del territorio, para lo cual es clave que las actividades del Plan se institucionalicen.

REFERENCIAS

- Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. (2002). *Análisis de la biodiversidad en Guatemala*.
- Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. (2018). *Estudio de factibilidad de tratamiento de desechos sólidos de manera mancomunada, Asociación de Desarrollo Integral de Municipalidades del Altiplano Marquense –ADIMAM*. Nexos Locales.
- Akinrinde, E. A. (2004). *Soils: nature, fertility conservation and management*. AMS Publishing, Inc.
- Alonso Ramírez, A. M., García Ixmatá, A. P., Hernández, E. T., Meza Morán, G., Ortíz de León, S. V., Padilla Vassaux, D., Paredes Marín, A. E., Peláez Ponce, A. V., Pineda Cotzajay, P. A. y Santos Arroyo, L. (2021). Análisis transdisciplinar al Acuerdo Gubernativo 19-2021. En *Boletín Socioambiental* (pp. 17-20). Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, Universidad Rafael Landívar.
- Blainski, É., Acosta Porras, E. A., Pospissil Garbossa, L. H., & Pinheiro, A. (2017). Simulation of land use scenarios in the Camboriú River Basin using the SWAT model. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 22(33), 1-12. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/2318-0331.011716110>
- Brown, L. R. (1981). World population growth, soil erosion, and food security. *Science*, 214(4524), 995-1002.
- Castillo, M. & Allan, J. (2007). *Stream ecology. Structure and function of running waters* (2.ª edición). Springer.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (2015). *Estructura para la elaboración del plan de manejo y gestión de cuencas hidrográficas*.
- Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y El Caribe y Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio. (2010). *Áreas con riesgo a deslizamientos República de Guatemala* [mapa digital].
- Chevalier, J. M. (2006). *Conceptos y herramientas para la investigación colaborativa y la acción social*. Centro Internacional para Investigaciones para el Desarrollo.
- Concejo Municipal de El Tumbador. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial (PDM-OT) de El Tumbador 2020-2032*.
- Concejo Municipal de San Marcos. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial (PDM-OT) de San Marcos 2020-2032*.

- Congreso de la República de Guatemala. (1996). Decreto Número 101-96: Ley Forestal. *Diario de Centro América*.
- Congreso de la República de Guatemala. (2013). Decreto Número 7-2013: Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero. *Diario de Centro América*.
- Congreso de la República de Guatemala. (2022). Iniciativa que dispone aprobar Ley de Fomento para el Manejo, Conservación y Restauración de Suelos.
https://www.congreso.gob.gt/detalle_pdf/iniciativas/1344#gsc.tab=0
- Consejo Municipal del Municipio de Tajumulco. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial Tajumulco, San Marcos 2020-2032*.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2008). *Guatemala y su biodiversidad: un enfoque histórico, cultural, biológico y económico*.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2020). *Capa digital del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas* [mapa digital].
- Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural. (2014). *Plan Nacional de Desarrollo K'atun: nuestra Guatemala 2032*. Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural y Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia.
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. (2015). *Amenaza por inundaciones TERRAHYDRO 4.2.2* [mapa digital].
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. (2020). *Sistema de Manejo de Información en Caso de Emergencia o Desastre 2008-2020* [conjunto de datos].
- Costantini, E. A. C., Castaldini, M., Paz Diago, M., Giffard, B., Lagomarsino, A., Schroers, H-J., Priori, S., Valboa, G., Agnelli, A. E., Akça, E., D'Avino, L., Fulchin, E., Gagnarli, E., Erdem Kiraz, M., Knapič, M., Pelengić, R., Pellegrini, S., Perria, R., Puccioni, S., Simoni, S., Tangolar, S., Tardaguila, J., Vignozzi, N., & Zombardo, A. (2018). Effects of soil erosion on agroecosystem services and soil functions: a multidisciplinary study in nineteen organically farmed European and Turkish vineyards. *Journal of Environmental Management*, 223, 614-624.
- Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de Norte América. (2000). *Evaluación de recursos de agua de Guatemala*.

- De Vaus, D. (2002). *Surveys in social research* (5.ª ed.). Allen & Unwin.
- Denzin, N. K. y Lincoln, Y. S. (2012). *El campo de la investigación cualitativa: manual de investigación cualitativa* (vol. 1). Editorial Gedisa.
- Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos. (2013). *Estudio semidetallado de suelos del departamento de Sacatepéquez, Guatemala* (vol. 1). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
- Expediente 5785-2017. (2017). *Inconstitucionalidad general total*. Corte de Constitucionalidad.
- Falkenmark, M., Lundqvist, J., & Widstrand, C. (1989). Macro-scale water scarcity requires micro-scale approaches. *Natural Resources Forum*, 13(4), 258-267.
- Faustino, J. y Jiménez, F. (2000). *Manejo de cuencas hidrográficas*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Gebrehiwot, K. (2022). Soil management for food security. En *Natural Resources Conservation and Advances for Sustainability* (pp. 61-71). Elsevier.
- Geilfus, F. (2002). *80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Global Water Partnership Centroamérica. (2015). *Situación de los recursos hídricos en Centroamérica: Guatemala*.
- Global Water Partnership & International Network of Basin Organizations. (2009). *A handbook for integrated water resources management in basins*.
- Godone, D. & Stanchi, S. (eds.). (2011). *Soil erosion issues in agriculture*. InTech.
- González-Celada, G., Ríos, N., Benegas-Negri, L. y Argotty-Benavides, F. (2021). Impacto del cambio climático y cambio de uso/cobertura de la tierra en la respuesta hidrológica y erosión hídrica en la subcuenca del río Quiscab. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 12(6), 363-421. doi: 10.24850/jtyca-2021-06-09
- Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra. (2014). *Mapa de bosques y uso de la tierra 2012 y mapa de cambios en uso de la tierra 2001-2010 para estimación de emisiones de gases de efecto invernadero. Documento informativo*.

- Grupo Promotor de Tierras Comunales. (2009). *Diagnóstico de la conservación y manejo de recursos naturales en tierras comunales*.
- Hernández, J. E., Tirado, D. y Beltrán, I. (2014). Captura de carbono en los suelos. *Padi Boletín Científico del ICBI, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*.
- Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente. (2015). *Balance hidrológico de las subcuencas de la República de Guatemala: bases fundamentales para la gestión del agua con visión a largo plazo*. Universidad Rafael Landívar.
- Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2011). *Guía de normas para la disposición final de excretas y aguas residuales en zonas rurales de Guatemala*.
- Instituto Nacional de Bosques. (2010). *Plan de acción institucional para la prevención y reducción de la tala ilegal en Guatemala*.
- Instituto Nacional de Bosques. (2015). *Estrategia Nacional de Producción Sostenible y Uso Eficiente de Leña 2013-2024*. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, Rainforest Alliance, The Nature Conservancy, Universidad del Valle de Guatemala, Defensores de la Naturaleza y Agexport.
- Instituto Nacional de Bosques. (2017a). *Anuario de estadísticas forestales de Guatemala*.
- Instituto Nacional de Bosques. (2017b). *Informe Nacional de Incendios Forestales 2016-2017*.
- Instituto Nacional de Bosques. (2020). *Incentivos forestales 1998-2020*. Geoportal del INAB.
- Instituto Nacional de Bosques. (2022). *Monitoreo de plagas y enfermedades forestales*. Geoportal del INAB. <https://www.arcgis.com/apps/dashboards/3719b14733c548ad9cdc18a086b31163>
- Instituto Nacional de Bosques, Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Universidad del Valle de Guatemala y Universidad Rafael Landívar. (2012). *Mapa de cobertura forestal de Guatemala 2010 y Dinámica de la cobertura forestal 2006-2010 (Informe)*.
- Instituto Nacional de Bosques, Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Universidad

del Valle y Universidad Rafael Landívar. (2019). *Mapa de cobertura forestal de Guatemala 2016 y dinámica de cobertura forestal 2010-2016, Escala 1:50,000* [mapa digital].

Instituto Nacional de Bosques, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Growing Forest Partnerships. (2012). *Oferta y demanda de leña en la República de Guatemala/Woodfuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Growing Forest Partnerships, Facility.

Instituto Nacional de Estadística. (2018). *XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda*.

Instituto Nacional de Estadística. (2019). Desechos sólidos. En *Compendio Estadístico Ambiental 2019*.
<http://www.ine.gov.gt/ine/estadisticas/bases-de-datos/estadisticas-ambientales/>

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2022). *Boletín anual No. 24 de calidad del agua*.

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2021). *Erosión hídrica de la vertiente del Pacífico de Guatemala* [mapa digital].

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático e Instituto de Recursos Mundiales. (2021). *Identificación de uso de la tierra para el año 2020 en zonas ribereñas y costeras de la región del Pacífico de Guatemala*.

Kundu, S., Deepak, K., & Mondal, A. (2017). Past, present and future land use changes and their impact on water balance. *Journal of Environmental Management*, 197, 582-596.

Kuromiya, A. y Rojas Pérez, H. S. (2021). El agua en la frontera Chiapas-Guatemala: reflexiones antropológicas sobre la seguridad hídrica. *Argumentos, Estudios Críticos de la Sociedad*, 95(34), 57-82.

Lal, R. (2020). Soil erosion and gaseous emissions. *Applied Sciences*, 10(8), 2784.

Lane, E. W. (1955). Design of stable alluvial channels. *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 120(1)

Lane, L. J. (1983). Chapter 19: Transmission losses. En *National Engineering Handbook: Part 630 Hydrology* (Natural Resources Conservation Service, ed.). United States Department of Agriculture.

- Loening, L. J. y Markussen, M. (2003). *Pobreza, deforestación y pérdida de la biodiversidad en Guatemala (IAI Discussion Papers, No. 91)*. Ibero-America Institute for Economic Research.
- Macías, J. L. (2005). Geología e historia eruptiva de algunos de los grandes volcanes activos de México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 57(3), 379-424.
- Meijer, L. J. J., van Emmerik, T., van der Ent, R., Schmidt, C., & Lebreton, L. (2021). More than 1000 rivers account for 80 % of global riverine plastic emissions into the ocean. *Science Advances*, 7(18), 1-13. doi: 10.1126/sciadv.aaz5803
- Mesa Técnica Departamental para la Protección de Cuencas Hidrográficas y Medio Ambiente de San Marcos. (2021). *Plan de trabajo: Mesa Técnica Departamental para la Protección de Cuencas Hidrográficas y Medio Ambiente de San Marcos* [presentación en PowerPoint].
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgo. (2015). *Mapa de amenaza por sequía, República de Guatemala*.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2013). *Readiness preparation proposal Guatemala (R-PP)*.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2015). *Segunda comunicación nacional sobre cambio climático en Guatemala*.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2021). *Información de vertederos de las delegaciones de Sacatepéquez, Chimaltenango, Escuintla, Quetzaltenango, Retalhuleu, Suchitepéquez y San Marcos* [conjunto de datos].
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2022). *Situación de las plantas de tratamiento de aguas residuales a marzo de 2022 del departamento de San Marcos* [conjunto de datos].
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Instituto Nacional de Bosques y Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2018). *Evaluación preliminar de factores del uso de la tierra, causas y agentes de deforestación y degradación de bosques en Guatemala*. Grupo de Coordinación Interinstitucional.
- Mora, C. S. & Vahrson, W-G. (1994). Macrozonation methodology for landslide hazard determination. *Bulletin of the Association of Engineering Geologists*, 31(1), 49-58.

- Newing, H. (2011). *Conducting research in conservation: social science methods and practice*. Routledge.
- Nieto-Torres, A., Freitas Guimarães, L., Bonadonna, C. y Frischknecht, C. (2021). A new inclusive volcanic risk ranking, part 1: methodology. *Frontiers in Earth Science*, 672.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (1980). *Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos*.
- Organización Mundial de la Salud. (2022). *Agua para consumo humano*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water#:~:text=El agua contaminada puede transmitir,muertes por diarrea al año>
- Orrego León, E. O., González Batres, N. C. y Hernández Quevedo, M. P. (2022). La canícula y su comportamiento en Guatemala (en prensa). *Revista Mesoamericana de Biodiversidad y Cambio Climático-Yu'am*.
- Orrego León, E. O., Hernández Quevedo, M. P. y Gómez Jordán, R. C. (2021). Variabilidad del inicio, final y duración de la época lluviosa en Guatemala y su tendencia. *Revista Mesoamericana de Biodiversidad y Cambio Climático-Yu'am*, 5(1).
- Ortegón, E., Pacheco, J. F. y Prieto, A. (2005). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Pellecer Aguirre, F. G. (2015). *Caracterización de las bocabarras de la vertiente del Pacífico de Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Pineda, P. (2009). Conflictos del uso del territorio y deterioro de las tierras. En *Perfil Ambiental 2008-2009: las señales ambientales críticas y su relación con el desarrollo* (Serie Perfil Ambiental n.º 11) (pp. 49-64). Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, Universidad Rafael Landívar.
- Presidencia de la República de Guatemala. (2006). Acuerdo Gubernativo número 236-2006: Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos. *Diario de Centro América*.
- Presidencia de la República de Guatemala. (2007). Acuerdo Gubernativo número 63-2007: Política de Conservación, Protección y Mejoramiento del Ambiente y de los Recursos Naturales. *Diario de Centro América*.

- Presidencia de la República de Guatemala. (2010). Acuerdo Gubernativo número 258-2010: Política Nacional de Producción más Limpia. *Diario de Centro América*.
- Presidencia de la República de Guatemala. (2015). Acuerdo Gubernativo número 281-2015: Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos. *Diario de Centro América*.
- Presidencia de la República de Guatemala. (2021). Acuerdo Gubernativo número 164-2021: Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes. *Diario de Centro América*.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2010). *El enverdecimiento del derecho de aguas: la gestión de los recursos hídricos para los seres humanos y el medioambiente*.
- Public Health Institute & Environment Energy Consultants. (2015). *Scaling up demand for LPG in Guatemala: motivators, barriers and opportunities*. Public Health Institute y Environment Energy Consultants.
- Qi, R., Jones, D. L., Li, Z., Liu, Q. y Yan, C. (2020). Behavior of microplastics and plastic film residues in the soil environment: a critical review. *Science of the Total Environment*, 703, 134722.
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2019). *Ranking de la Gestión Municipal 2018*.
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2021). *Con asesoría técnica de SEGEPLAN, el MARN trabaja en la formulación de la Política de Degradación de Tierras, Desertificación y Sequía*. <https://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/sala-de-prensa/166-noticias-2019/2189-con-asesoria-tecnica-de-segeplan-el-marn-trabaja-en-la-formulacion-de-la-politica-de-degradacion-de-tierras-desertificacion-y-sequia>
- Sistema de Información Gerencial de Salud del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2021). *Datos de salud*. <https://sigsa.mspas.gob.gt/datos-de-salud>
- Sistema Mesoamericano de Alerta Temprana para Seguridad Alimentaria. (2016). *Guatemala: descripción de los medios de vida*. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y Sistema Mesoamericano de Alerta Temprana para Seguridad Alimentaria.
- Soil Survey Staff, United States Department of Agriculture, & National Resources Conservation Service. (2010). *Keys to soil taxonomy* (11.^a

ed.).

Steinhoff-Knopp, B., Kuhn, T. K., & Burkhard, B. (2021). The impact of soil erosion on soil-related ecosystem services: development and testing a scenario-based assessment approach. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(1), 1-18.

Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad. (2016). *Mapa de capacidad de uso de la tierra de la República de Guatemala Metodología INAB* [mapa digital]. Universidad Rafael Landívar. <https://sie.url.edu.gt/capas-geograficas/>

Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad. (2019). *Mapa de intensidad de uso de la tierra* [mapa digital]. Universidad Rafael Landívar. <https://sie.url.edu.gt/capas-geograficas/>

Unidad de Políticas e Información Estratégica y Programa de Emergencias por Desastres Naturales. (2000). *Primera aproximación al mapa de clasificación taxonómica de los suelos de la República de Guatemala, a escala 1:250,000. Memoria técnica*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y Banco Interamericano de Desarrollo.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Municipalidad de Ixchiguán y Reino de Los Países Bajos. (2010a). *Plan estratégico de manejo de la microcuenca Cotzulchima y sus comunidades*.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Municipalidad de Ixchiguán y Reino de Los Países Bajos. (2010b). *Plan estratégico de manejo de la microcuenca barrancas y sus comunidades, parte alta de la cuenca del río Suchiate*.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Municipalidad de Ixchiguán y Reino de Los Países Bajos. (2010c). *Plan estratégico de manejo de la microcuenca Ricardo Chavez y sus comunidades, parte alta de la cuenca del río Suchiate*.

United Nations Development Programme. (2006). *Human Development Report 2006. Beyond scarcity: power, poverty and the global water crisis*.

United Nations Water. (2007). *Coping with water scarcity: challenge of the twenty-first century. Prepared for World Water Day*. Food and Agriculture Organization.

Universidad del Valle de Guatemala, Instituto Nacional de Bosques, Consejo Nacional de Áreas Protegidas y Universidad Rafael Landívar. (2011). *Mapa*

de cobertura forestal de Guatemala 2006 y dinámica de la cobertura forestal 2001-2006 (informe).

- Vázquez, R., Bonasia, R., Folch, A., Arce, J. L. y Macías, J. L. (2019). Tephra fallout hazard assessment at Tacaná volcano (México). *Journal of South American Earth Sciences*, 91, 253-259.
- Velásquez Mazariegos, S. (2013). *Manual spatial analyst: zonificación para el ordenamiento territorial de la cuenca del río Turrialba*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Viceministerio del Agua. (2021). *Situación del tratamiento de aguas residuales en Guatemala* [presentación de PowerPoint]. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
- Watler, W. (2014). *Zonificación territorial para cuencas hidrográficas*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Young, A. (2000). *Land resources: now and for the future*. Cambridge University Press.

ANEXOS

Anexo 1. Fotografías



Reunión de socialización y coordinación interinstitucional para la elaboración del plan de manejo de la cuenca del río Suchiate (22/3/2021).
Crédito fotográfico: Luis Reyes (2021).



Reunión de socialización y coordinación interinstitucional para la elaboración del plan de manejo de las cuencas Naranjo y Suchiate (15/4/2021).
Crédito fotográfico: Juan Nelson (2021).



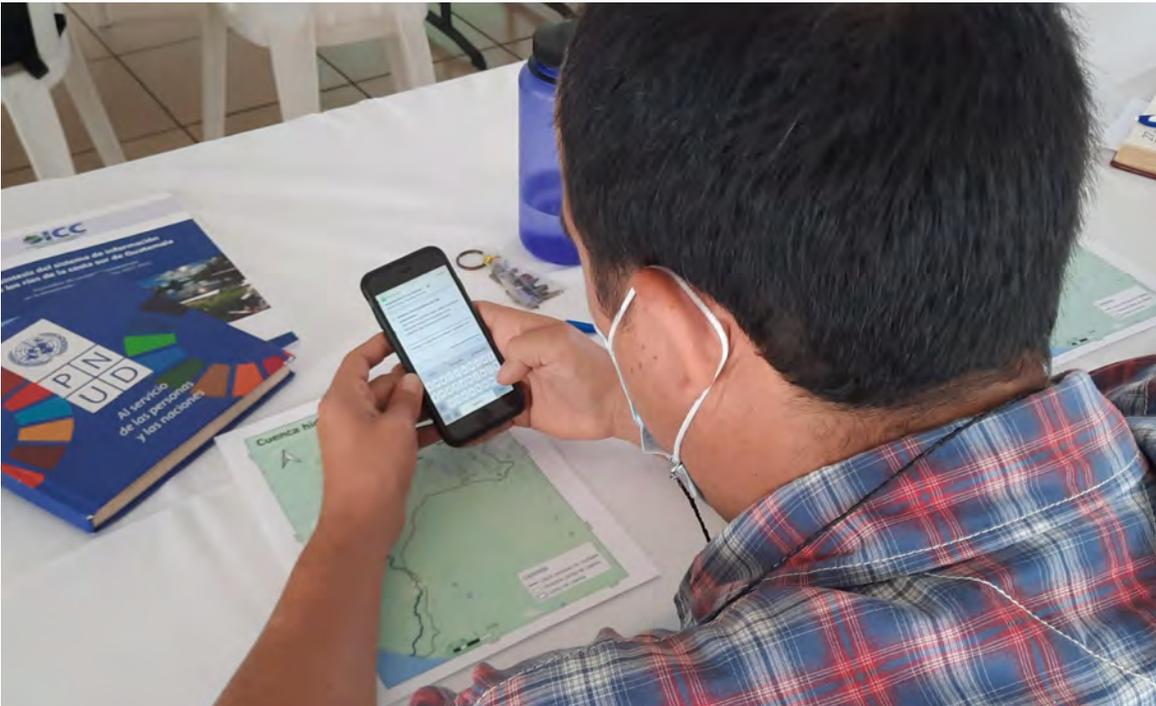
Reunión donde se presentó el avance en el proceso de planificación de la cuenca hidrográfica del río Suchiate (1/9/2021).
Crédito fotográfico: Giovanni González-Celada (2021).



Taller de diagnóstico participativo de la cuenca del río Suchiate: fase de identificación, priorización y análisis de problemáticas (21/10/2021).
Crédito fotográfico: Lourdes Castilla (2021).



Taller de diagnóstico participativo de la cuenca del río Suchiate: fase de identificación, priorización y análisis de problemáticas (8/12/2021).
Crédito fotográfico: Giovanni González-Celada (2021).



Taller de diagnóstico participativo de la cuenca del río Suchiate: fase de identificación, priorización y análisis de problemáticas (8/12/2021).
Crédito fotográfico: Giovanni González-Celada (2021).



Taller de diagnóstico participativo de la cuenca del río Suchiate: presentación de problemáticas identificadas por actores (8/12/2021).
Crédito fotográfico: Giovanni González-Celada (2021).



Presentación del plan de manejo de las cuencas Naranjo y Suchiate ante la Mesa Departamental para la Protección y Conservación de los Recursos Naturales en las Cuencas Hidrográficas de San Marcos (Medeproch) (30/8/2022).
Crédito fotográfico: Ronny Velasco (2022).



Socialización del proceso metodológico y resultados de las fases para la elaboración de los planes de manejo de cuenca con personal del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN): delegados departamentales, directores regionales, Dirección de Cuencas y Viceministerio del Agua (1/9/2022).
Crédito fotográfico: Zulema Reyes (2022).



Presentación del plan de manejo de las cuencas Naranjo y Suchiate ante la Comisión de Ambiente, Recursos Naturales y Cambio Climático del Codec de San Marcos (8/9/2022).
Crédito fotográfico: Ricardo Barrios (2022).



Análisis del territorio con el grupo que participó en el recorrido de la cuenca (24/6/2021).
Crédito fotográfico: Lourdes Castilla (2021).



Recorrido de campo en la cuenca del río Suchiate: cabecera de cuenca Suchiate próxima a volcán Tajumulco.
Crédito fotográfico: toma del dron del ICC durante el recorrido de campo de la cuenca del río Suchiate (2021)

Anexo 2. Costos de las actividades del Plan

Programa 1: Restauración del paisaje forestal y la biodiversidad

Actividad 1	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Recuperación, restauración y conservación del paisaje forestal	Identificación de áreas potenciales para la restauración forestal con énfasis en la zona de recarga hídrica, los bosques de ribera, las áreas con remanentes de bosques y parcelas de beneficiarios/comunidades interesadas en implementar sistemas agroforestales	250 000	Estudio (duración aproximada de 6 meses)	1	250 000
	Reforestación (modalidad de restauración): implementación + asesoría y seguimiento	Monto anual según la modalidad de restauración de tierras forestales de Probosque	Hectárea	700	15 748 782
	Implementación de prácticas agroforestales: implementación + asesoría y seguimiento	Monto anual según la modalidad de SAF de Probosque	Hectárea	700	3 079 762
	Plantaciones forestales: implementación + asesoría y seguimiento	Monto anual según la modalidad de plantaciones forestales de Probosque	Hectárea	700	12 809 009
	Labores de mantenimiento de viveros forestales	5000	Mantenimiento/año	8	40 000

Actividad 1	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
	Elaboración de planes de manejo forestal para ingresar hectáreas a incentivos forestales	100 000	Plan de manejo (calculado con base en el salario de un técnico forestal)	10	1 000 000
	Fortalecimiento de capacidades	3800	Taller	9	34 200
	Dron para monitoreo forestal	27 125	Dron	1	27 125
	Equipo forestal de campo	10 500	Kit (incluye GPS, cintas métricas y diamétricas, <i>spray</i> para marcar árboles evaluados, hipsómetro, libretas)	2	21 000
Costo total (Q)					33 009 878

Actividad 2	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Uso eficiente de la leña como fuente energética	Reuniones de socialización y sensibilización	3350	Taller	8	26 800
	Talleres de socialización de la "Estrategia Nacional de Producción Sostenible y Uso Eficiente de Leña 2013-2024".	3800	Taller	8	30 400
	Estufas ahorradoras de leña	750	Estufa	2000	1 500 000
	Fortalecimiento de capacidades municipales con relación a la producción sostenible y el uso eficiente de leña a nivel local	3800	Taller	8	30 400
Costo total (Q)					1 587 600

Actividad 3	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Restauración de la zona de ribera (Suchiate y Cabuz)	Restauración de zonas ribereñas (modalidad de restauración de tierras forestales degradadas: bosques riparios)	Monto anual según la modalidad de restauración de tierras forestales de Probosque	Hectárea	140	3 474 778
	Talleres participativos para la validación de las áreas por restaurar en las riberas (dirigidos a propietarios de tierras y otros actores de la cuenca)	3800	Taller	8	30 400
Costo total (Q)					3 505 178

Actividad 4	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Manejo de áreas protegidas	Guardabosques (el salario mensual indicado incluye prestaciones)	4000	Salario mensual por guardabosque	384	1 536 000
	Capacitación del personal de áreas protegidas [talleres de tres días, incluyendo hospedaje para facilitador y salario de tres días a Q500 (asumiendo que será impartido por un experto), más Q100 por día de alimentación para los 20 participantes, y Q250 por día de alquiler de salón en caso de que sea necesario].	9000	Taller	3	27 000
	Radios para guardabosques para monitoreo	1300	Kit con 2 radios	4	5200
	Talleres de sensibilización y educación ambiental dirigidos a estudiantes	3800	Taller	4	15 200
	Actualización de planes de manejo	240 000	Estudio	4	960 000
	Línea base y estandarización de protocolos para los siguientes taxa: plantas, mamíferos, aves, anfibios, reptiles e insectos (salario, viáticos, combustible, equipo)	77 750	Línea base	4	311 000
	Monitoreo de biodiversidad (plantas, mamíferos,	33 500	Monitoreo	80	2 680 000

Actividad 4	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
	aves, anfibios, reptiles e insectos): salario, viáticos, combustible				
	Talleres de capacitación	4800	Taller	2	9600
Costo total (Q)					5 544 000

Actividad 5	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Desarrollo de turismo sostenible	Curso: Guía General de Turistas (Intecap)	2615	Curso/persona	80	209 200
	Impresión/diagramación de guías de aviturismo y mariposas	75	Guía	4	300
	Publicidad en redes sociales	200	Anuncio	10	2000
	Rótulos y vallas para senderos	600	1 rótulo	50	30 000
Costo total (Q)					241 500

Actividad 6	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Manejo de incendios forestales	Guardabosques con experiencia en manejo de incendios forestales	4000	Salario mensual por guardabosque	384	1 536 000
	Equipo de brigadas incendios forestales (azadón, pulaski, mcleod, pala, batifuego, bomba de mochila y equipo de protección)	15 000	Kit	32	480 000
	Talleres de capacitación para el control de incendios (30 participantes por taller)	4800	Taller	8	38 400
Costo total (Q)					2 054 400

Actividad 7	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Conservación y restauración del ecosistema de mangle	Restauración de mangle (mantenimiento + asesoría)	32 000	Hectárea	38	1 201 172
	Priorización de áreas por restaurar	78 950	Estudio	1	78 950
	Diagramación e impresión de materiales educativos (folletos y trifolios para estudiantes)	75	Trifoliar/documento	1	75
	Talleres de capacitación y educación ambiental dirigidos a maestros	3800	Taller	8	30 400

Actividad 7	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
	Talleres de sensibilización y educación ambiental dirigidos a estudiantes	3800	Taller	8	30 400
	Lanchas para el monitoreo de plantaciones	50 000	Lancha	2	100 000
	Radios para el monitoreo de plantaciones	1300	Kit (2 radios)	3	3900
Costo total (Q)					1 444 897

Actividad 8	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Protección de las fuentes de abastecimiento de agua para el consumo humano	Talleres participativos para identificar las principales fuentes de abastecimiento de agua	3800	Taller	8	30 400
	Fortalecimiento de las capacidades del personal de las municipalidades	3800	Taller	8	30 400
Costo total (Q)					60 800

Programa 2: Manejo de los desechos y residuos sólidos

Actividad 1	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Concientización, sensibilización y educación ambiental enfocada en los desechos sólidos	Programa de capacitación sobre la clasificación de desechos y residuos sólidos dirigido al público en general	4000	Capacitación	50	200 000
	Estrategia de comunicación sobre la clasificación de desechos y residuos sólidos (difusión en redes sociales y medios de comunicación)	50 000	Estrategia	2	100 000
	Programa de capacitación sobre la clasificación de desechos y residuos sólidos dirigido al personal de los mercados públicos	10 000	Programa	13	130 000
	Capacitación a comunidades sobre los efectos de la contaminación por desechos sólidos depositados en basureros clandestinos	1500	Capacitación	473	709 500
Costo total (Q)					1 139 500

Actividad 2	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Implementar sistemas participativos sobre la gestión de los desechos sólidos	Caracterización de los residuos y desechos sólidos municipales	150 000	Estudio	13	1 950 000
	Implementación de composteras orgánicas comunales para los desechos orgánicos (los costos dependerán de la elección de la técnica de compostaje, cantidad y tipo de material orgánico que se usa para compostar, cantidad destinada para usar y venta)	8000	Compostera	237	1 892 000
	Centro de acopio comunitario de material para reciclaje	8000	Centro de acopio	237	1 892 000
Costo total (Q)					5 734 000

Actividad 3	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Cierre y control de basureros clandestinos	Identificación y plan de erradicación de basureros clandestinos	8000	Plan	20	160 000
	Jornadas de limpieza de basureros clandestinos comunales (mano de obra, depreciación de vehículo, instrumentos para la recolección de desechos)	3500	Jornada	20	70 000
	Estrategia de señalización y/o denuncia participativa en sitios con potencial de ocurrencia de basureros clandestinos	20 000	Estrategia	2	40 000
Costo total (Q)					270 000

Actividad 4	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Fomentar/promover la gestión mancomunada de los desechos sólidos	Planta de tratamiento de desechos y residuos sólidos (capacidad de procesar 23.87 toneladas métricas al día de residuos sólidos urbanos y de almacenar 20 515 m ³ de inorgánico no reciclable, mano de obra y mantenimiento)	11 000 000	Planta de tratamiento	2	22 000 000
Costo total (Q)					22 000 000

Programa 3: Gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica

Actividad 1	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Conformación, integración y operativización de la organización de cuenca o mesa técnica	Identificación de los usuarios del recurso en los principales ríos de la cuenca (equipo técnico, útiles, depreciación de vehículo)	30 000	Estudio	1	30 000
	Reuniones de la organización de cuenca (incluye uso de salón, refacción, mobiliario y equipo para 40 personas)	5000	Reunión	30	150 000
	Gestor de cuencas que coordine acciones con los actores claves según la legislación vigente para la protección y conservación de la cuenca, en vinculación al Acuerdo Gubernativo 19-2021 (salario)	20 000	Profesional/mes	120	2 400 000
	Actualización constante del mapeo de actores de la cuenca y plan de integración de la organización de cuenca (comité, consejo o mesa técnica)	50 000	Estudio	3	150 000
	Desarrollo de plataforma virtual para consultas y apoyo a la mesa técnica	150 000	Plataforma	1	150 000
	Programa de capacitación a periodistas regionales y	14 700	Capacitación	3	44 100

Actividad 1	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
	locales en el manejo integrado de cuenca para formar conocimiento técnico sobre la conservación y protección de la cuenca, además de crear redes de comunicación para la divulgación de las acciones realizadas en la cuenca (dos sesiones presenciales, una gira de campo)				
	Mapeo de proyectos e iniciativas que se realizan en la región en temas de medio ambiente y cambio climático	7000	Estudio	10	70 000
Costo total (Q)					2 994 100

Actividad 2	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Transversalización del enfoque de manejo de cuenca en la institucionalidad y legislación vigente	Foro de intercambio de experiencias sobre gobernanza y gestión de cuencas con autoridades y actores locales y regionales de la cuenca (dos días, una noche para 40 personas, incluye alimentación y <i>coffee break</i>)	40 000	Foro	2	80 000

Actividad 2	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
	Capacitación a líderes y/o actores locales sobre planificación, manejo y gestión territorial con enfoque de cuenca para favorecer los procesos de gobernanza conforme a la legislación vigente (cinco sesiones virtuales, gira de campo, 30 personas)	25 000	Diplomado	20	500 000
	Fortalecer las capacidades de los tomadores de decisiones a nivel municipal y regional sobre la gestión del recurso hídrico y saneamiento (cinco sesiones virtuales, gira de campo, 30 personas)	25 000	Diplomado	5	125 000
	Capacitar a los representantes de las unidades de gestión ambiental u otras unidades (OMA, Oficina Forestal, Dapma) de las municipalidades en temas de gestión integral de cuencas	25 000	Diplomado	5	125 000
	Socialización del estado de la cuenca en plataformas vigentes como	600	Actividad	30	18 000

Actividad 2	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
	los consejos de desarrollo (Codede, Comude, Cocode, Coredur)				
Costo total (Q)					848 000

Actividad 3	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Diseño e implementación del mecanismo financiero de compensación por servicios ambientales	Diseño del mecanismo financiero	135 000	Estudio	1	135 000
	Reuniones con grupo promotor y otros interesados	1500	Reunión	20	30 000
Costo total (Q)					165 000

Programa 4: Manejo y conservación del recurso suelo

Actividad 1	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Manejo y conservación de suelos	Materiales y herramientas para la implementación de prácticas de conservación de suelos (incluye azadón, machete, pala, lima)	800	1 kit	5	4000
	Incentivo por cultivos a nivel y de cultivos en fajas	603	Hectárea	62	37 226
	Implementación de manual de acequias de infiltración y pozos	1700	Hectárea	62	104 948
	Implementación de manual de acequias de desagüe para la parte baja de la cuenca	1700	Hectárea	62	104 948
	Implementación de cortinas rompe vientos (considera una cortina de 167 metros o bien fracciones de cortina)	1853	Hectárea	15	28 598
	Taller de capacitación para la implementación de parcelas demostrativas por comunidad (incluye profesional, materiales y útiles, desayuno, refacción y almuerzo para 15 personas)	5440	Taller	8	43 520

Actividad 1	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
	Jornal para el mantenimiento de parcelas demostrativas para la conservación de suelos	543	Jornal	30	16 290
	Implementación de terrazas con barreras vivas (establecimiento de cuatro terrazas de muro vivo de 100 metros lineales, distribuidas en una hectárea, a cada 25 metros, usando semilla)	5126	Hectárea	62	316 448
	Realización e implementación de terrazas con barreras muertas (considerando 500 metros de barreras de piedra, distribuidas en una hectárea)	7466	Hectárea	62	460 905
	Taller sobre buenas prácticas agrícolas dirigido a agricultores locales (incluye capacitador, materiales, refacción y almuerzo para 25 personas por 3 días)	12 600	Taller	5	63 000
Costo total (Q)					1 179 881

Programa 5: Gestión del agua

Actividad 1	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Evaluación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos (recarga, extracción, niveles, calidad, disponibilidad, consumo)	Generación de información sobre caudales en puntos de interés de la cuenca (incluye depreciación de vehículo, equipo técnico, viáticos, depreciación de equipo) (dos equipos/año)	600 000	Año	10	6 000 000
	Análisis y gestión de información	15 000	Mes	120	1 800 000
	Instalación de estaciones meteorológicas en la parte alta de la cuenca para el registro de la precipitación (asesoría e instalación)	180 000	Estación meteorológica	1	180 000
	Instalación y mantenimiento de estaciones hidrométricas en puntos estratégicos de los ríos de la cuenca (asesoría e instalación)	250 000	Estación hidrométrica	2	500 000
	Estudio del balance hídrico para conocer la disponibilidad del recurso hídrico: superficial (información meteorológica e hidrométrica, análisis espacial, modelos numéricos, medición)	500 000	Estudio	2	1 000 000

Actividad 1	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
	de ceniza, visita de campo, trabajo de gabinete, laboratorio, equipo técnico, aforos, instrumentos, mapas); subterránea (puntos de monitoreo, muestras de isótopos, identificación de pozos comunitarios, visita de campo, trabajo de gabinete, reuniones, análisis de la información, mapas)				
	Talleres de consulta con usuarios del agua para validar estudios realizados sobre el recurso hídrico en la cuenca	3000	Taller	10	30 000
	Monitoreo de la calidad del agua: físicos, químicos y microbiológicos/bioquímicos. No incluye metales pesados ni agroquímicos	3500	Punto de monitoreo	80	280 000
Costo total (Q)					9 790 000

Actividad 2	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Agua para consumo humano	Cosecha de agua de niebla (cisterna de 1100 litros, neblinómetros y materiales de construcción)	143 551	Sistema	3	430 653
	Cosecha de agua de lluvia Scall (cisterna de 22 000 litros, cisterna de 10 000 litros, materiales de construcción, herramientas)	150 000	Sistema	7	975 000
	Implementación de ecofiltros de agua en comunidades rurales (implementación y asesoría)	300	Ecofiltro	1892	567 600
Costo total (Q)					1 973 253

Actividad 3	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Agua para usos productivos	Estudio de factibilidad de retención de aguas a nivel de cuencas (superficial y subterránea)	400 000	Estudio	2	800 000
Costo total (Q)					800 000

Actividad 4	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Aguas residuales	Estudio de evaluación de las PTAR existentes	100 000	Estudio	1	100 000
	Diseño, construcción y tratamiento de aguas residuales	300	Tratamiento/persona	38 371	11 511 300
	Estudio técnico de aguas residuales o su actualización	15 000	Estudio	6	90 000
Costo total (Q)					11 701 300

Actividad 5	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Agua para los ecosistemas	Estudios sobre la calidad del agua utilizando macroinvertebrados	3000	3 muestras/día	80	240 000
	Estudio para determinar el caudal ecológico de los cuatro ríos priorizados	250 000	Estudio	1	250 000
Costo total (Q)					490 000

Programa 6: Gestión del riesgo

Actividad 1	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Sistemas participativos de alerta temprana y plan de contingencia por inundaciones y amenazas volcánicas	Talleres dirigidos a agricultores y actores comunitarios	4800	Taller	10	48 000
	Talleres dirigidos a organizaciones (por ejemplo, Insivumeh o MAGA) para diseño/capacitación de sistemas de alerta temprana	5500	Taller	3	16 500
	Traducción de información a idiomas locales	67 200	Consultoría	2	134 400
	Parte I: Línea base de información (con base en talleres e información existente) y modelaciones con base en distintos escenarios	500 000	Estudio/consultoría (determinado con base en el salario del equipo multidisciplinario)	1	500 000
	Parte II: Desarrollo del sistema y socialización	500 000	Estudio/consultoría (determinado con base en el salario del equipo multidisciplinario)	1	500 000
Costo total (Q)					1 198 900

Actividad 2	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Diseño e implementación de estructura de contención de inundaciones	Estudio de diseño de dique o borda	50 000	Estudio	1	50 000
	Implementación y mantenimiento de dique o borda	3000	m ³	2500	7 500 000
Costo total (Q)					7 550 000

Actividad 3	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Coordinadoras locales para la reducción de desastres	Talleres de la mesa regional de gestión del riesgo	800	Taller	5	4000
	Proceso de capacitación a técnicos municipales e instituciones (sistemas de información geográfica y gestión de riesgo)	16 000	Capacitación	5	80 000
	Curso para capacitadores (CPC) enfocado en la gestión del riesgo	64 000	Curso	4	256 000
	Proceso de acreditación de coordinadoras	8000	Proceso	5	40 000
Costo total (Q)					380 000

Actividad 4	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Fortalecimiento de capacidades y actualización de estudios	Fortalecimiento de capacidades a nivel comunitario sobre los riesgos en la cuenca	1000	Talleres	50	50 000
	Diplomados de adaptación comunitaria al cambio climático (30 participantes)	22 800	Diplomado (seis sesiones)	4	91 200
	Monitoreo de la concentración de sedimentos	600	Monitoreo	240	144 000
	Mapeo de percepción comunitaria a inundaciones, lahares, piroclastos y deslizamientos	100 000	Estudio	4	400 000
	Estudio del balance de sedimentos en la cuenca	200 000	Estudio	2	400 000
Costo total (Q)					1 085 200

Fuente: elaboración propia (2022).

Anexo 3. Cronograma de actividades

Programa	Actividades	Años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Restauración del paisaje forestal y la biodiversidad	Recuperación, restauración y conservación del paisaje forestal	[Barra verde]									
	Uso eficiente de leña como fuente energética	[Barra verde]									
	Restauración de la zona de ribera (Suchiate y Cabuz)	[Barra verde]									
	Manejo de áreas protegidas	[Barra verde]									
	Desarrollo de turismo sostenible	[Barra verde]									
	Manejo de incendios	[Barra verde]									
	Conservación y restauración del ecosistema mangle	[Barra verde]									
	Protección de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano	[Barra verde]									
Manejo y gestión de los desechos y residuos sólidos	Concientización, sensibilización y educación ambiental enfocada en los desechos sólidos	[Barra amarilla]									
	Implementar sistemas participativos de gestión de desechos sólidos	[Barra amarilla]									
	Cierre y control de basureros clandestinos	[Barra amarilla]									
	Fomentar/promover la gestión mancomunada de los desechos sólidos	[Barra amarilla]									
Gobernanza territorial con enfoque de cuenca	Conformación, integración y operativización de la organización de cuenca o Mesa Técnica	[Barra gris]									
	Transversalización del enfoque de manejo de cuenca en la institucionalidad y legislación vigente	[Barra gris]									
	Diseño e implementación de mecanismos financiero de compensación por servicios ambientales	[Barra gris]									
Manejo y conservación del recurso suelo	Manejo y conservación de suelos	[Barra naranja]									
Gestión del agua	Evaluación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos	[Barra azul]									
	Agua para consumo humano	[Barra azul]									
	Agua para usos productivos	[Barra azul]									
	Agua para los ecosistemas	[Barra azul]									
Gestión del riesgo	Sistemas participativos de alerta temprana por inundaciones y amenazas volcánicas	[Barra roja]									
	Diseño e implementación de estructura de contención de inundaciones.	[Barra roja]									
	Coordinadoras locales para la reducción de desastres	[Barra roja]									
	Fortalecimiento de capacidades y actualización de estudios	[Barra roja]									

Fuente: elaboración propia (2022).