



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**

Plan de protección y conservación
de la cuenca hidrográfica del río

Samalá

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 Samalá

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 Samalá. 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 Y ACRÓNIMOS	X
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.....	12
5 VARIABILIDAD CLIMÁTICA	13
5.1 Meteorología.....	13
5.2 Anomalías observadas.....	14
5.3 Variabilidad climática observada	16
5.4 Variabilidad de la época lluviosa	18
5.5 Canícula.....	20
6 CAMBIO CLIMÁTICO	24
6.1 Proyecciones de cambio climático	24
7 HIDROLOGÍA.....	29
7.1 Balance hídrico.....	29
7.2 Caudales	31
7.3 Agua subterránea	34
7.4 Recarga hidrológica	35
7.5 Cuerpos de agua	37
8 FISIOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGÍA.....	38
9 TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE	41
10 GEOLOGÍA.....	42
11 SUELOS	43
12 COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA.....	44
13 CAPACIDAD DE USO DEL SUELO	49
14 INTENSIDAD DE USO DEL SUELO	52

15	EROSIÓN HÍDRICA	53
16	ZONAS DE VIDA Y ECOSISTEMAS	55
17	BIODIVERSIDAD Y ÁREAS PROTEGIDAS	59
18	RIESGO.....	61
18.1	Deslizamientos.....	61
18.2	Inundaciones	62
18.3	Amenazas volcánicas	63
18.4	Sequía	69
18.5	Vulnerabilidad sistémica	70
18.6	Amenazas climáticas.....	71
18.7	Riesgo a amenazas climáticas	72
18.8	Riesgo a desastres.....	73
19	TIRADEROS DE DESECHOS SÓLIDOS Y DESCARGA DE PLÁSTICOS AL MAR	77
20	APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO	78
21	SÍNTESIS DE LA CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA	79
	REFERENCIAS	81

Índice de tablas

Tabla 1. Aspectos morfológicos de la cuenca hidrográfica del río Samalá	7
Tabla 2. Balance hidrológico anual de la cuenca del río Samalá y sus cuencas de nivel 7	29
Tabla 3. Descripción del mapa fisiográfico-geomorfológico de la cuenca del río Samalá	39
Tabla 4. Usos de la tierra en 2012 y superficie ocupada en la cuenca del río Samalá	44
Tabla 5. Cobertura vegetal y uso de la tierra en la cuenca del río Samalá, año 2020	46
Tabla 6. Distribución de la superficie de las categorías de capacidad de uso de la tierra.....	51
Tabla 7. Distribución por superficie ocupada de las zonas de vida en la cuenca del río Samalá.....	55
Tabla 8. Centrales hidroeléctricas en la cuenca del río Samalá	78

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 Samalá	3
Figura 3. Cuencas de nivel 7 (Pfafstetter) de la cuenca hidrográfica del río Samalá.	4
Figura 4. Cuencas de nivel 8 (Pfafstetter) de la cuenca hidrográfica del río Samalá.	5
Figura 5. Límite y red hídrica de la cuenca hidrográfica del río Samalá	6
Figura 6. Curva hipsométrica de la cuenca hidrográfica del río Samalá.....	9
Figura 7. Perfil longitudinal del cauce principal de la cuenca del río Samalá.....	9
Figura 8. Precipitación pluvial media anual e isoyetas, período 1991 a 2020	10
Figura 9. Temperatura media anual e isotermas, período 1991 a 2020.....	11
Figura 10. Evapotranspiración potencial media anual de la cuenca del río Samalá, periodo 2000-2013	12
Figura 11. Precipitación pluvial media anual en la cuenca del río Samalá, periodo 2019-2020	13

Figura 12. Temperatura media anual en la cuenca del río Samalá, período 2019-2020.....	14
Figura 13. Anomalía de precipitación pluvial estandarizada registrada en la estación Labor Ovalle, periodo 1971-2014 (región climática altiplano central y occidente)	15
Figura 14. Anomalía de temperatura media anual registrada en la estación Labor Ovalle, período 1971-2014 (región climática altiplano central y occidente)	16
Figura 15. Precipitación pluvial media mensual registrada en la estación Labor Ovalle (líneas por período) y su gráfico de cajas (1971-2014).....	17
Figura 16. Temperatura media mensual registrada en la estación Camantulul (líneas punteadas de color) y su gráfico de cajas.....	17
Figura 17. Variabilidad del inicio de la época lluviosa en la cuenca del río Samalá ..	18
Figura 18. Variabilidad del final de la época lluviosa en la cuenca del río Samalá ..	19
Figura 19. Variabilidad de la duración de la época lluviosa en la cuenca del río Samalá	20
Figura 20. Precipitación media mensual simulada con el modelo RegCM4 para el período de 2011 a 2017, donde también se muestra el límite departamental	21
Figura 21. Variabilidad de la duración de la canícula en la cuenca del río Samalá..	22
Figura 22. Variabilidad de la intensidad de la canícula en la	23
Figura 23. Variabilidad de la precipitación pluvial durante la	23
Figura 24. Precipitación pluvial media anual para el período 2010-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5	25
Figura 25. Precipitación pluvial media anual para el período 2040-2069, bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5	25
Figura 26. Temperatura media anual para el período 2010-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5	26
Figura 27. Temperatura media anual para el período 2040-2069, bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5	26
Figura 28. Precipitación pluvial media anual para el período 2010-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5	27
Figura 29. Precipitación pluvial media anual para el período 2040-2069, bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5	27
Figura 30. Temperatura media anual para el período 2010-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5.	28
Figura 31. Temperatura media anual para el período 2040-2069, bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5	28

Figura 32. Disponibilidad hídrica específica ($m^3/km^2/año$) en la cuenca del río Samalá	30
Figura 33. Hidrometría en la cuenca del río Samalá	31
Figura 34. Caudales semanales históricos de la época seca en el punto de aforo El Niño, periodo 2016-2021	32
Figura 35. Caudales semanales históricos de la época seca en el punto de aforo Samalá, periodo 2016-2021	32
Figura 36. Hidrograma anual para el período 2004–2014 de la estación hidrométrica Candelaria	33
Figura 37. Potencial de aguas subterráneas en la cuenca del río Samalá	34
Figura 38. Profundidad media del nivel freático del abanico aluvial del río Samalá durante el mes de julio (años 2018, 2019 y 2021)	35
Figura 39. Captación, regulación y recarga hidrológica en la cuenca del río Samalá	36
Figura 40. Cuerpos de agua en la cuenca hidrográfica del río Samalá.....	37
Figura 41. Fisiografía y geomorfología de la cuenca del río Samalá	40
Figura 42. Pendiente del terreno en la cuenca hidrográfica del río Samalá	41
Figura 43. Geología de la cuenca hidrográfica del río Samalá	42
Figura 44. Taxonomía de los suelos (orden) de la cuenca del río Samalá	43
Figura 45. Uso y cobertura de la tierra en la cuenca del río Samalá, año 2012	45
Figura 46. Cobertura vegetal y uso de la tierra en la cuenca del río Samalá, año 2020.....	48
Figura 47. Dinámica de la cobertura forestal en la cuenca del río Samalá, periodo 2010-2016	48
Figura 48. Capacidad de uso de la tierra en la cuenca del río Samalá según la metodología del INAB.....	50
Figura 49. Intensidad de uso de la tierra en la cuenca del río Samalá	52
Figura 50. Erosión hídrica potencial en la cuenca del río Samalá.....	54
Figura 51. Zonas de vida en la cuenca hidrográfica del río Samalá, según el sistema de clasificación de Holdridge	56
Figura 52. Biodiversidad de la cuenca del río Samalá, según el Sistema Nacional de Información sobre Diversidad Biológica.....	59
Figura 53. Áreas protegidas en la cuenca del río Samalá	60
Figura 54. Riesgo a deslizamientos en la cuenca del río Samalá	61
Figura 55. Susceptibilidad a inundaciones en la cuenca del río Samalá	62
Figura 56. Amenaza por inundación en la cuenca del río Samalá	63

Figura 57. Volcanes en la cuenca del río Samalá	64
Figura 58. Complejo volcánico Santa María-Santiago	64
Figura 59. Geología del complejo de domos Santiago	65
Figura 60. Mapa de ríos laháricos del volcán Santiago	66
Figura 61. Amenaza por flujos piroclásticos en la cuenca del río Samalá.....	68
Figura 62. Dispersión y caída de ceniza del complejo de domos Santiago durante el evento del 3 de febrero de 2022	69
Figura 63. Amenaza por sequía en la cuenca del río Samalá	70
Figura 64. Vulnerabilidad sistémica en la cuenca del río Samalá	71
Figura 65. Amenazas climáticas por categorías en la cuenca del río Samalá	72
Figura 66. Riesgo a amenazas climáticas en la cuenca del río Samalá	73
Figura 67. Índice de peligro y exposición a desastres para la cuenca del río Samalá	74
Figura 68. Índice de vulnerabilidad a desastres en la cuenca del río Samalá	75
Figura 69. Índice de falta de capacidad de respuesta a desastres en la cuenca del río Samalá.....	76
Figura 70. Índice de riesgo a desastres en la cuenca del río Samalá	76
Figura 71. Tiraderos de basura y descarga de plásticos al mar en la cuenca del río Samalá	77
Figura 72. Centrales hidroeléctricas en la cuenca del río Samalá	78

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

Cathalac	Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y El Caribe
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	Organización de 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
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 media resolución)
NASA	National Aeronautics and Space Administration (Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio)
NTSG-UM	Numerical Terradynamic Simulation Group of the 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
UPGGR	Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo
URL	Universidad Rafael Landívar
WEAP	Sistema de Evaluación y Planificación del Agua

INTRODUCCIÓN

El Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Samalá 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 Samalá 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 su descripción (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).

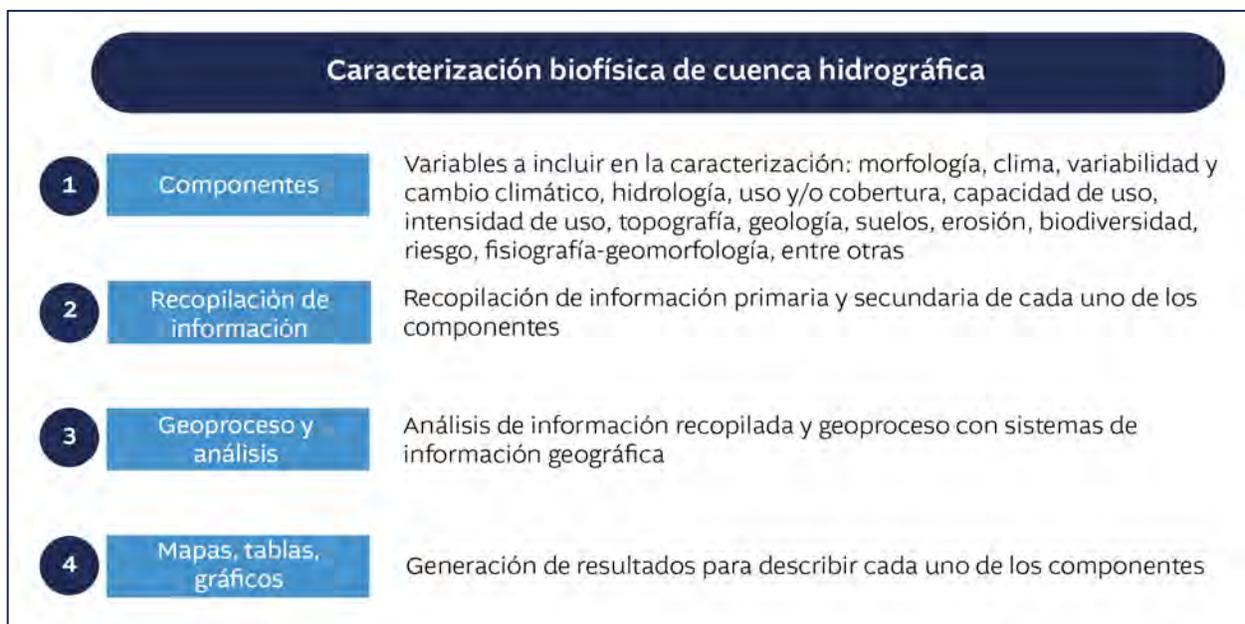


Figura 1. Metodología general para la caracterización biofísica de cuencas hidrográficas

Fuente: elaboración propia (2022).

2 LÍMITE, PARTES Y NIVELES DE CUENCA HIDROGRÁFICA

El límite de la cuenca hidrográfica del río Samalá corresponde al nivel 6 y su código es 957556, según la cartografía de cuencas elaborada con el método de Pfafstetter (1989) por parte de la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (UPGGR) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) (2009). La cuenca drena hacia el mar del Pacífico y su centro de gravedad corresponde a las coordenadas planas locales (GTM) de 1 621 399 metros norte y 381 786 metros oeste.

La parte alta de la cuenca tiene correspondencia con los seis municipios del departamento de Totonicapán y la mayoría de los municipios de Quetzaltenango; la cuenca media con una parte de Olinstepeque, Quetzaltenango, La Esperanza, San Miguel Sigüilá, Salcajá, El Palmar y Pueblo Nuevo; y en su parte baja con los siete municipios de Retalhuleu y una sección de El Palmar y Pueblo Nuevo. En esta cuenca existe influencia volcánica, que en la historia reciente se evidencia por la actividad del complejo de domos Santiaguito (Figura 2).

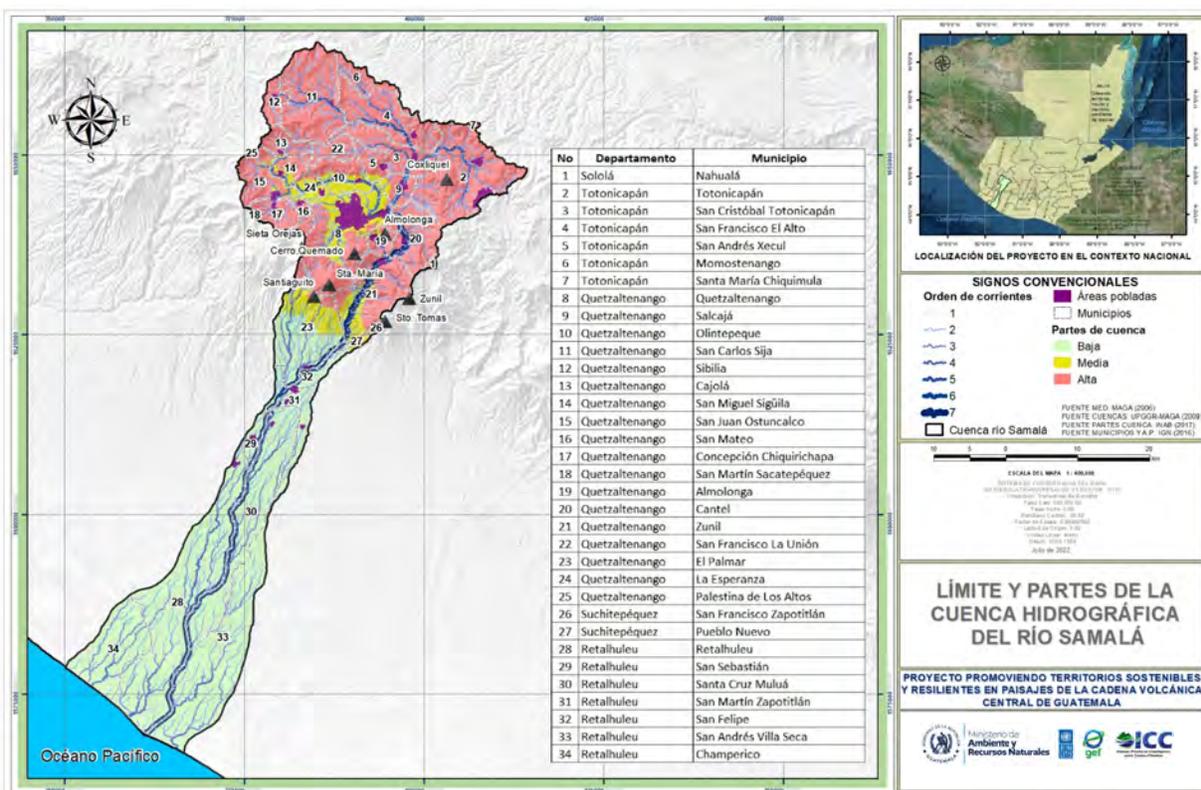


Figura 2. Límite y partes de la cuenca hidrográfica del río Samalá

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

La cuenca del río Samalá se divide en diez cuencas de nivel 7, de las cuales cuatro están nombradas en la cartografía y son: Concepción (código 9575562), Ixcayá (9575564), Xequijel (9575566) y Xalcatá (9575568). De las seis cuencas sin nombre, se nombraron tres con base en el análisis cartográfico realizado: Samalá bajo, Samalá alto y Caquixá (Figura 3).

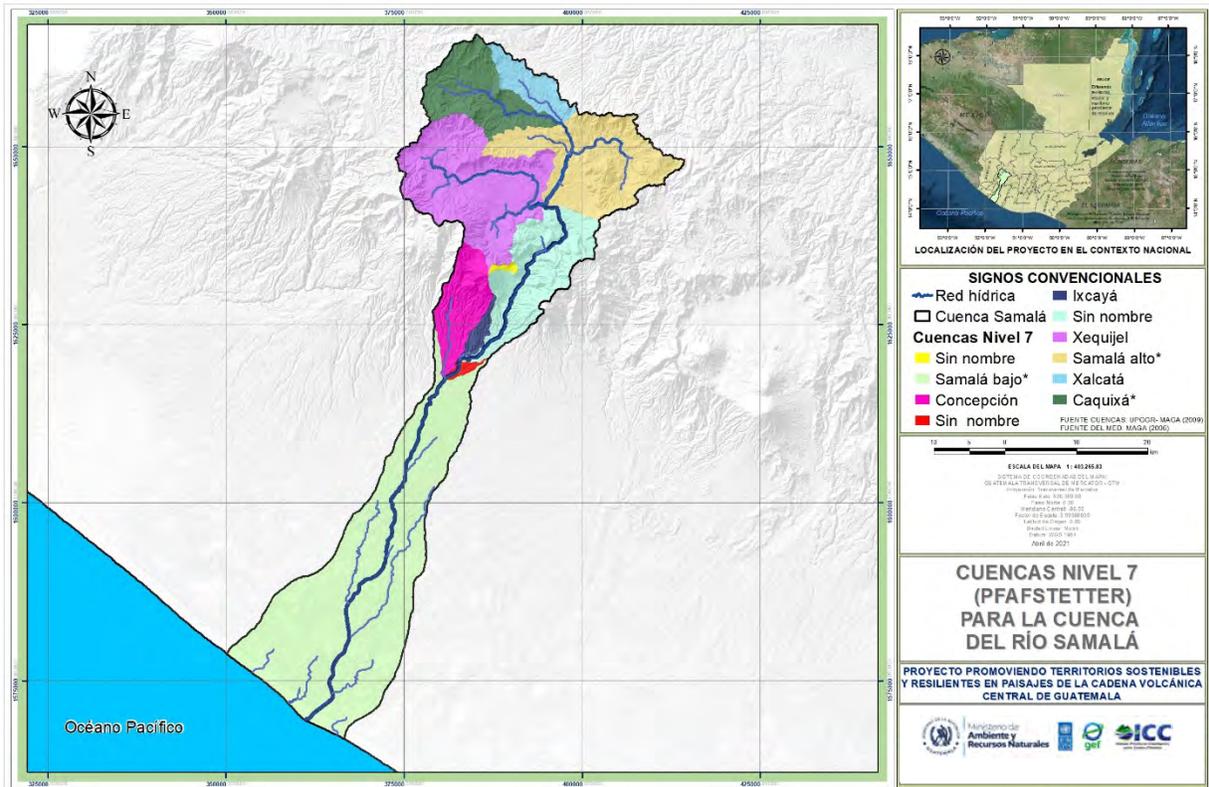


Figura 3. Cuencas de nivel 7 (Pfafstetter) de la cuenca hidrográfica del río Samalá

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

La cuenca del río Samalá se divide en 10 cuencas de nivel 7 y en 66 cuencas de nivel 8¹, pero de estas últimas solamente 23 están nombradas. Dentro de las que no están denominadas, se propone el nombre de "cuenca Samalá bajo" con base en el análisis cartográfico realizado (Figura 4).

¹ Las cuencas de nivel 8 son aquellas que resultan de la división de las cuencas de nivel 7.

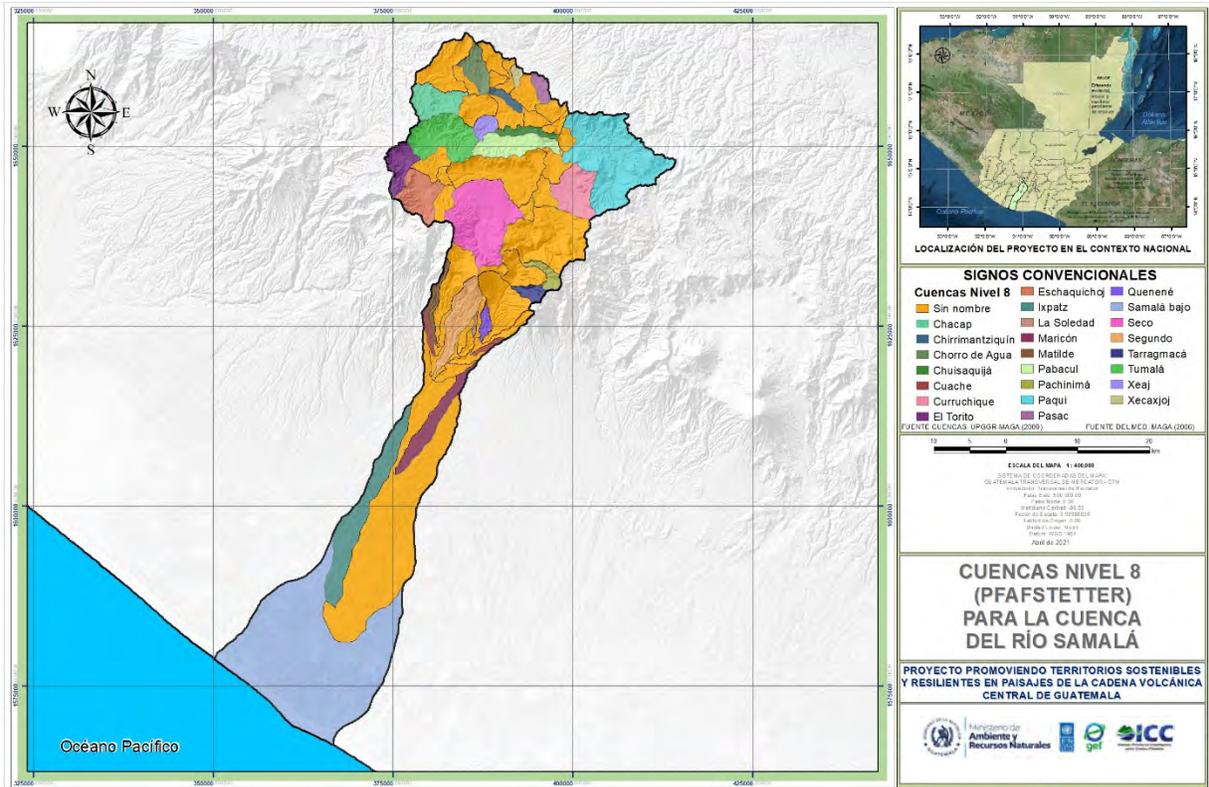


Figura 4. Cuencas de nivel 8 (Pfafstetter) de la cuenca hidrográfica del río Samalá

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

3 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

La cuenca hidrográfica del río Samalá tiene una extensión territorial de 1623 kilómetros cuadrados (km²) y un perímetro de 294 kilómetros (km), por lo que se considera que tiene un tamaño grande dentro del contexto nacional (Figura 5). Los parámetros factor de forma (F), índice de Gravelius (C), relación circular (R_c) y radio de elongación (R_e) indican que su forma es alargada en dirección de la corriente principal. Esta cuenca se caracteriza por favorecer el drenaje, y con ello, su potencial de producción de escorrentía superficial es alto y su permeabilidad baja, además de tener texturas muy finas. En consecuencia, su respuesta hidrológica a crecidas (13.3 h) es rápida y su caudal máximo se alcanza en poco tiempo, según lo indican sus valores de frecuencia de corrientes, densidad de drenaje, número de infiltración y textura de drenaje (Tabla 1).

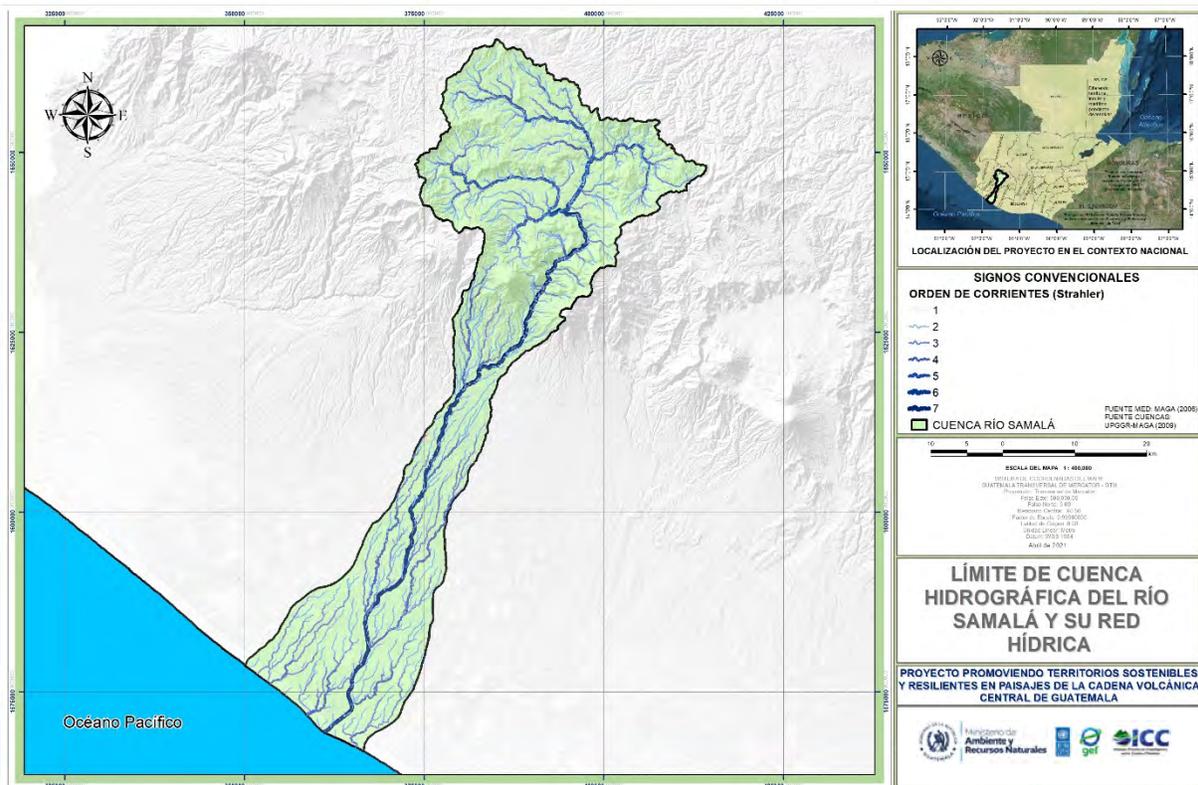


Figura 5. Límite y red hídrica de la cuenca hidrográfica del río Samalá

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).

Su litología es resistente, con tendencia a la producción de caudales altos, debido a la dominancia de los patrones de drenaje dendrítico y paralelo, además de un alto orden de corriente (7). Según la variación del radio de bifurcación, el desarrollo geológico y litológico de la cuenca es heterogéneo, y tienden a existir materiales homogéneos y resistentes, lo que dio origen al elevado número de corrientes de los primeros órdenes de magnitud. El almacenamiento hidrológico (ρ) posterior a eventos de lluvia en la red hídrica es variado, existe susceptibilidad a inundaciones y erosión, y la corriente llega hasta el séptimo orden (Tabla 1).

Es una cuenca muy montañosa con base en el coeficiente de masividad, su terreno es moderadamente escarpado según lo revelan la pendiente media, la densidad de drenaje y el coeficiente de relieve y orográfico. Su relieve es principalmente irregular, por lo que la cuenca es susceptible a erosión hídrica intensa, su potencial de escorrentía superficial es alto y tiende a tener bajas tasas de recarga hídrica (Tabla 1).

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

Aspectos lineales		
Parámetro	Unidad	Valor
Perímetro (P)	Kilómetro (km)	294
Orden de corrientes (u)	Orden jerárquico	7
Radio de bifurcación medio ($\overline{R_b}$)	Adimensional	6.3
Longitud media de corrientes ($\overline{L_u}$)	km	2.7
Radio de longitud medio ($\overline{R_L}$)	Adimensional	0.7
Longitud del cauce principal (L_c)	km	142.0
Longitud axial o máxima de la cuenca (L_b)	km	96.9
Longitud acumulada de corrientes (L_a)	km	10 515
Textura de drenaje (T_d)		13.2
Coeficiente de almacenamiento hidrológico (ρ)	Adimensional	0.34
Aspectos de superficie		
Área (A)	Kilómetro cuadrado (km ²)	1623.0
Factor de forma (F)	Adimensional	0.08
Coeficiente de compacidad (C)	Adimensional	2.06
Relación circular (R_c)	Adimensional	0.24
Radio de elongación (R_e)	Adimensional	0.47
Densidad de drenaje (D_d)	km/km ²	6.48
Frecuencia de corrientes (F_c)	Corrientes/km ²	2.40
Coeficiente de torrencialidad (C_t)	U ₁ / km ²	1.25

Aspectos lineales		
Número de infiltración (N_{inf})	Adimensional	15.52
Aspectos de relieve		
Relieve de la cuenca (R)	Metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.)	3756
Pendiente media de la cuenca (S)	Porcentaje	20.28
Pendiente media del cauce principal (S_c)	Porcentaje	18.08
Elevación media de la cuenca (E_m)	m s.n.m.	1599
Coeficiente de masividad (K_m)	km	0.92
Coeficiente de relieve (C_r)	Adimensional	0.04
Coeficiente orográfico (C_o)	Adimensional	0.0014
Número de rugosidad (N_r)	Adimensional	24.34
Tiempo de concentración		
Tiempo de concentración (T_c)	minutos	795

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 tiene una elevación media de 1599 m s.n.m. y su elevación más frecuente se presenta en el intervalo de los 0 a 98 m s.n.m. La forma de la curva hipsométrica relativa indica que la cuenca se encuentra en una etapa de madurez temprana, con tendencia a un alto potencial erosivo en la parte alta y a la deposición de sedimentos en la parte baja, que es vulnerable a inundaciones en las zonas próximas al río principal ante eventos de lluvia de alta magnitud en cuanto a intensidad y duración (Tabla 1 y Figura 6).

La gradiente de pendiente en el cauce principal es moderadamente escarpada y su perfil longitudinal muestra una caída abrupta entre la cuenca alta y baja, lo cual es un indicativo de grandes velocidades del agua que propician un alto potencial erosivo y de transporte de sedimentos. En la cuenca alta la caída es de menor magnitud (Figura 7).

Por su morfología, la cuenca del río Samalá es muy susceptible a inundaciones y el potencial de escorrentía superficial es alto, lo que muestra que el potencial de recarga hídrica e infiltración son bajos. Asimismo, es susceptible (con un potencial entre medio y alto) a la erosión hídrica intensa, y al transporte y deposición de sedimentos, dadas sus características muy montañosas y relieve escarpado.

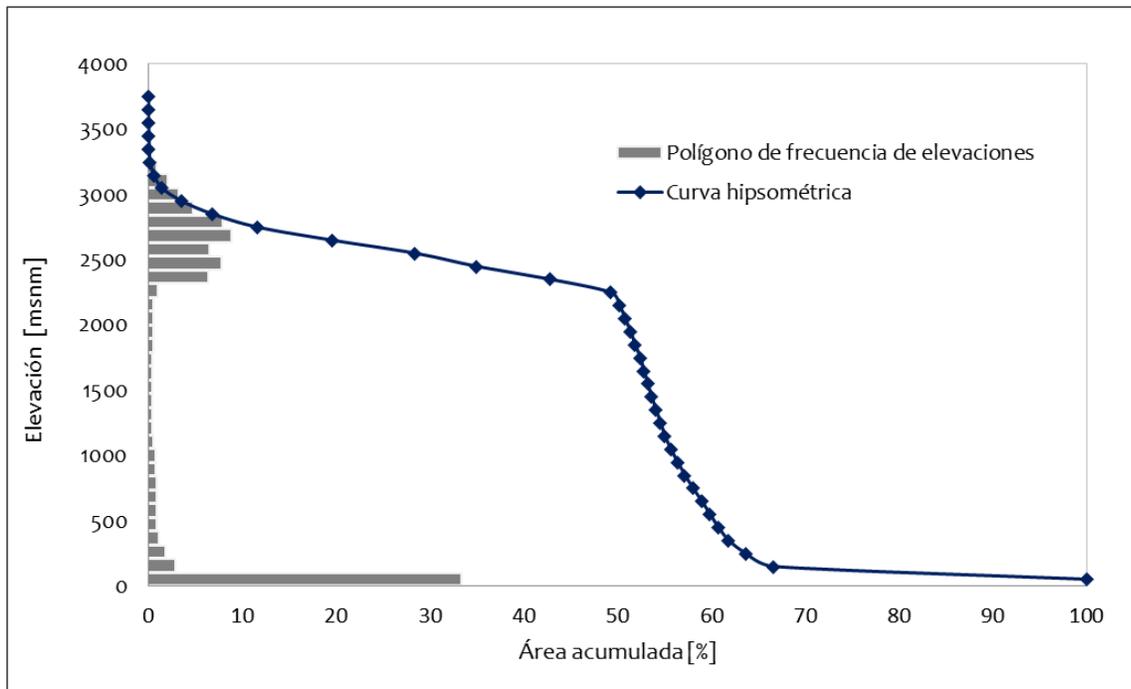


Figura 6. Curva hipsométrica de la cuenca hidrográfica del río Samalá

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).

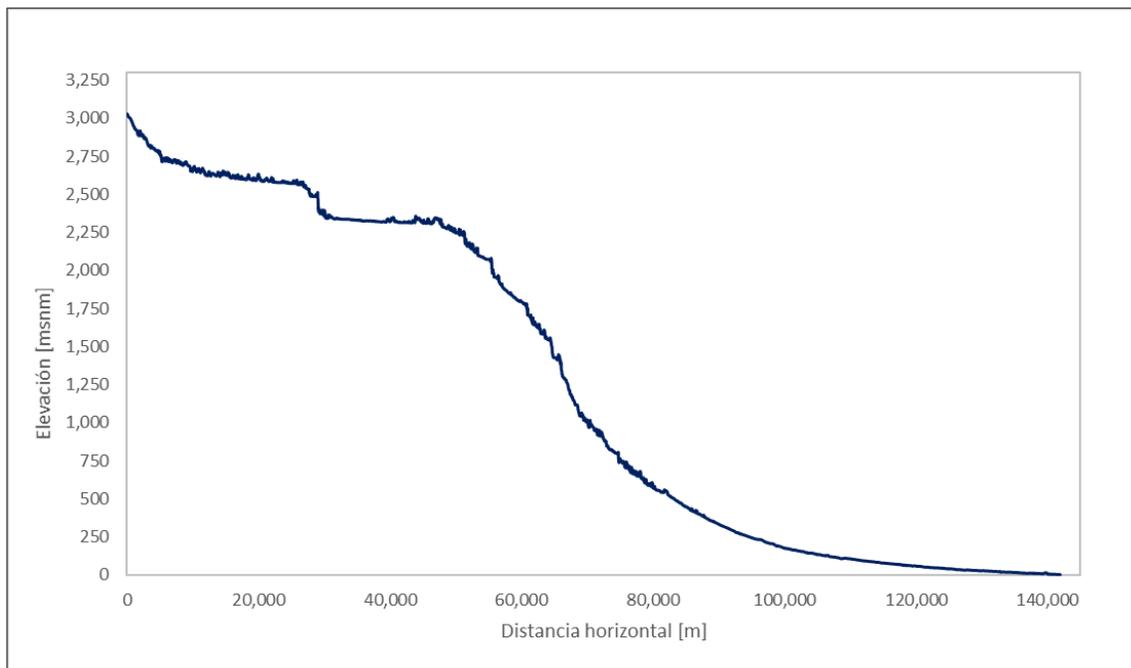


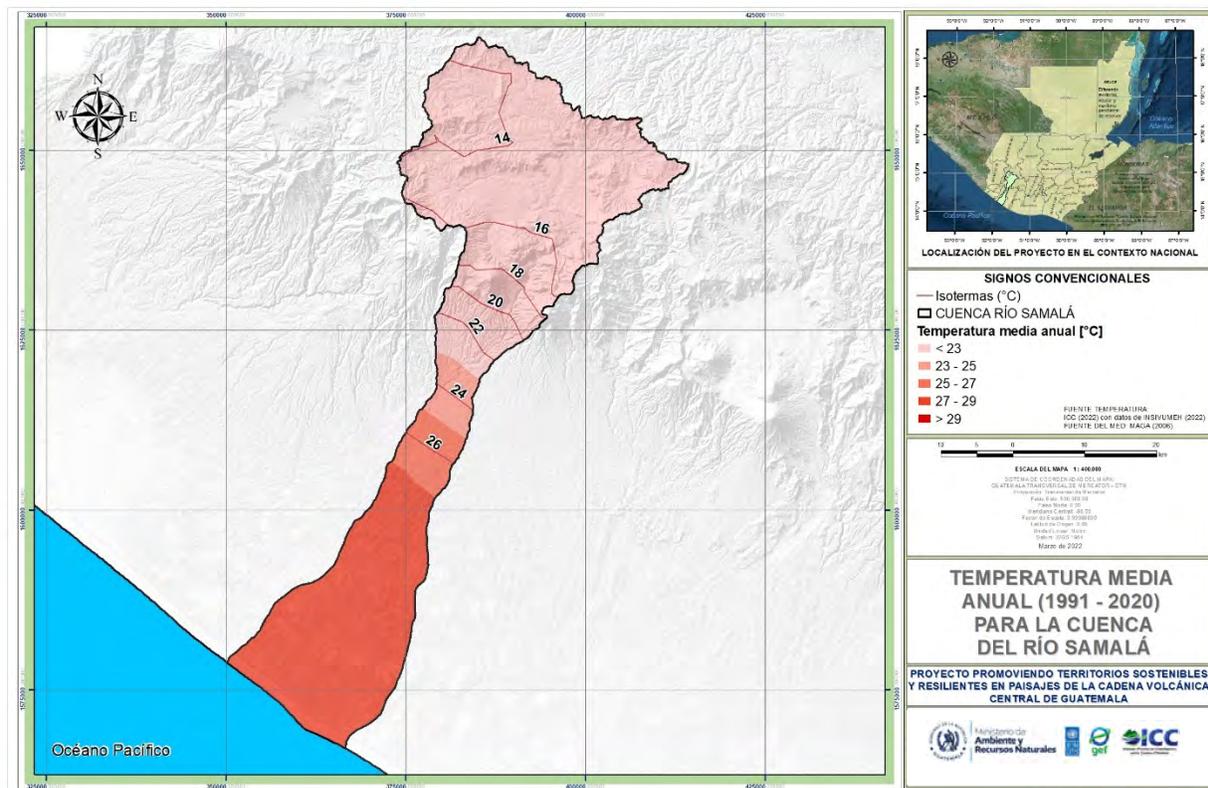
Figura 7. Perfil longitudinal del cauce principal de la cuenca del río Samalá

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).

4.2 Temperatura

La temperatura media anual del período 1991-2020 fue calculada por el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2022) con datos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2022). En el caso de esta variable, también se aplicó el método de interpolación Kriging ordinario.

La temperatura media anual más alta alcanzada en la cuenca hidrográfica del río Samalá estuvo en el rango de 27 a 29 °C, correspondientemente con la zona de menor altitud o elevación (Figura 9). Al incrementar la elevación y adyacente a la banda anterior, se encuentra una franja donde la temperatura va de 25 a 27 °C. Finalmente, la parte más alta de la cuenca tiene valores por debajo de los 23 °C. En el período 1991-2020 la temperatura media anual equivalió a 20.56 ± 5.94 °C.



4.3 Evapotranspiración potencial

La evapotranspiración potencial media anual en la cuenca hidrográfica del río Samalá se estimó en 2006 ± 430 mm para el período 2000-2013, según los datos de evapotranspiración potencial del satélite Modis (*moderate resolution imaging spectroradiometer*), el cual se basa en información a partir de meteorología y de teledetección, como el índice de área foliar, el albedo, el índice de vegetación mejorado, la cobertura terrestre y datos meteorológicos de la NASA (Mu *et al.*, 2011). Espacialmente, los valores de esta variable se mantienen entre 2000 y 2500 mm anuales en la mayor parte de la cuenca baja. Más arriba se mantienen valores principalmente por debajo de los 2000 mm, con algunas zonas por arriba de 3000 mm (Figura 10).

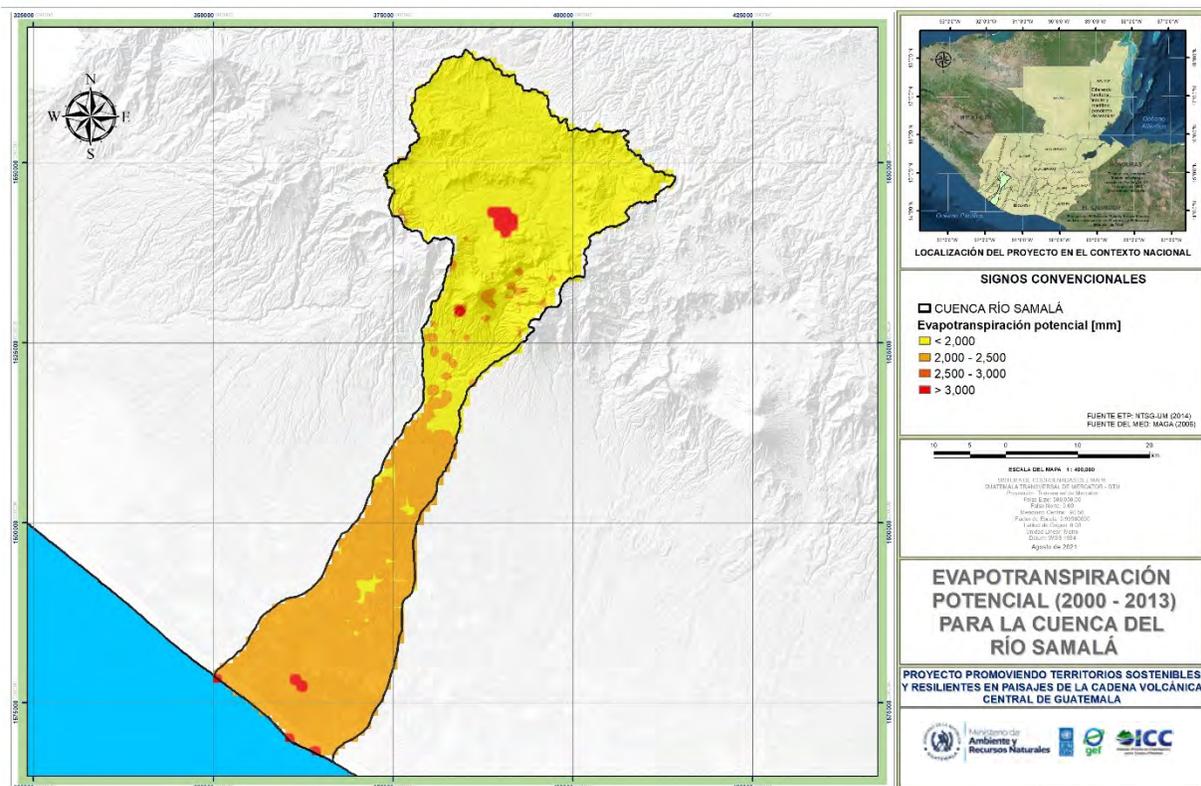


Figura 10. Evapotranspiración potencial media anual de la cuenca del río Samalá, periodo 2000-2013

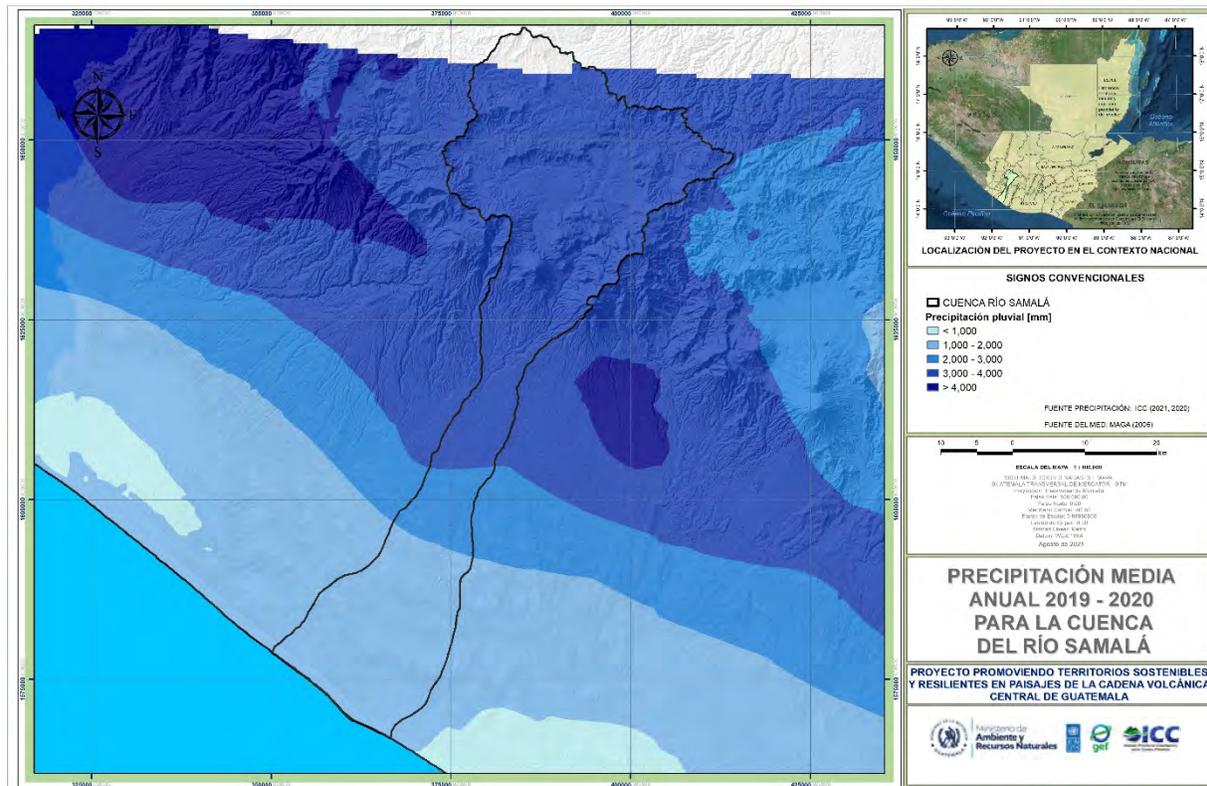
Fuente: elaboración propia con datos de Numerical Terradynamic Simulation Group (2014).

5 VARIABILIDAD CLIMÁTICA

5.1 Meteorología

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

La precipitación media anual en la cuenca del río Samalá fue igual a 2871 mm durante el período 2019-2020 (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2020b, 2021b). En la mayor parte de la superficie de la cuenca los valores medios de precipitación pluvial anual están por arriba de los 2000 mm, y desde los 198 m s.n.m. son de 3000 a 4000 mm; esto incluye a los municipios que presentan superficie en esta cuenca de los departamentos de Quetzaltenango, Totonicapán, Sololá, Suchitepéquez y algunos de Retalhuleu. Únicamente en su parte baja (Champerico, Retalhuleu, Santa Cruz Muluá, San Andrés Villa Seca) y adyacente al océano Pacífico, la precipitación pluvial se encuentra entre los 1000 a 2000 mm (Figura 11).



La temperatura media anual de la cuenca para el mismo período (2019-2020) fue de 24.68 °C. La distribución espacial de esta variable muestra que los menores valores (<23 °C) se reportan en la cabecera de la cuenca (correspondiente a la superficie de los departamentos de Quetzaltenango y Totonicapán que se encuentra dentro de la cuenca). Por el contrario, los valores más altos (> 27 °C) se presentan en la región del Pacífico, que es la parte más baja de la cuenca y que corresponde con los municipios de Champerico, Retalhuleu, San Andrés Villa Seca, Santa Cruz Muluá. En la región de bocacosta se mantienen valores entre 25 °C y 27 °C (Figura 12).

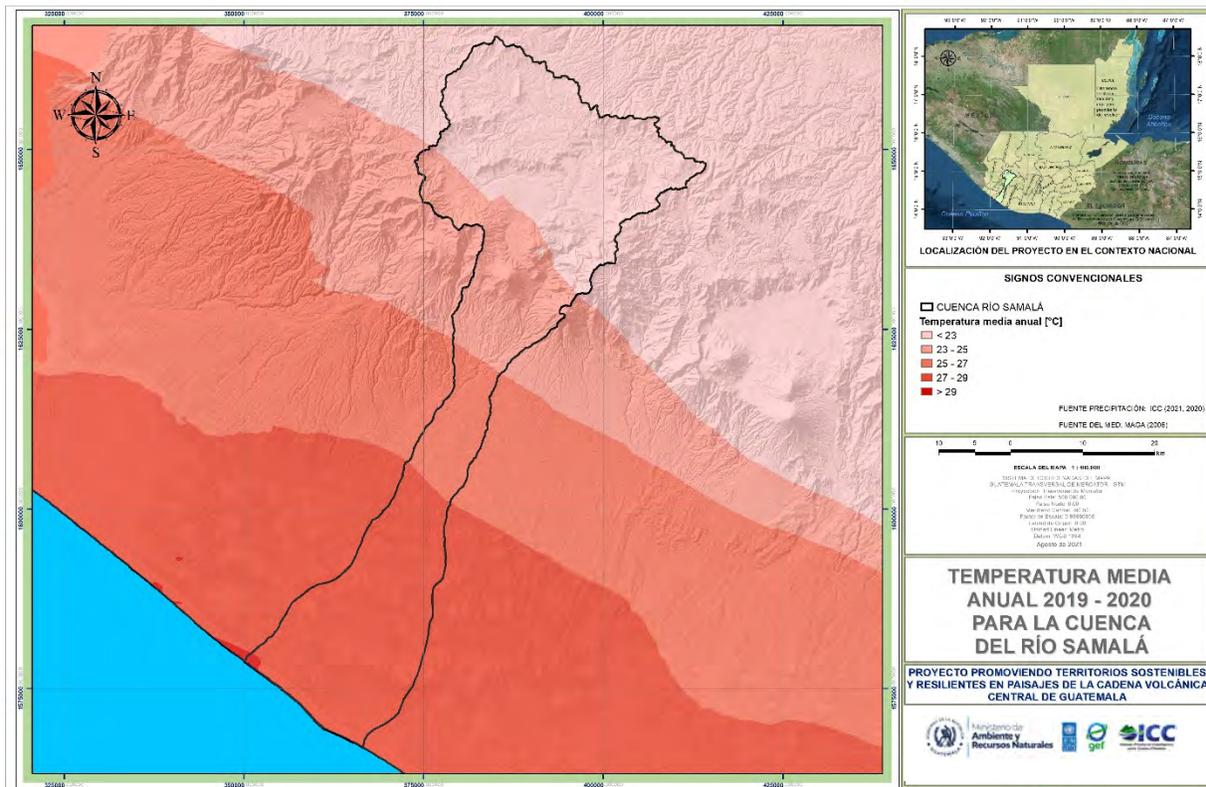


Figura 12. Temperatura media anual en la cuenca del río Samalá, período 2019-2020
 Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020b, 2021b).

5.2 Anomalías observadas

La cuenca hidrográfica del río Samalá tiene correspondencia espacial con tres regiones climáticas: altiplano central y occidente, bocacosta y Pacífico. Sin embargo, en este caso sólo se cuenta con información de la estación meteorológica Labor Ovale que corresponde al altiplano central y occidente (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología,

2018). A continuación, se presenta el análisis de las anomalías de precipitación y temperatura registradas en dicha estación.

La anomalía de precipitación pluvial estandarizada ocurrió principalmente durante el período 1971-2014. Esta situación fue similar (pero con dominancia de anomalía positiva de alta magnitud) en el período 2001-2014, en comparación con el período base (1971-2000). Esto evidencia que la precipitación pluvial media anual fue de mayor magnitud en el último periodo (Figura 13).

En el caso de la temperatura media anual, durante el período 2001-2014 el total de registros correspondió a anomalías positivas, mientras que en el período base la mayoría fueron negativas. La marcada ocurrencia de anomalías positivas inició en 1992, y luego de este año se han mantenido fluctuantes sin sobrepasar los 2 °C (Figura 14).

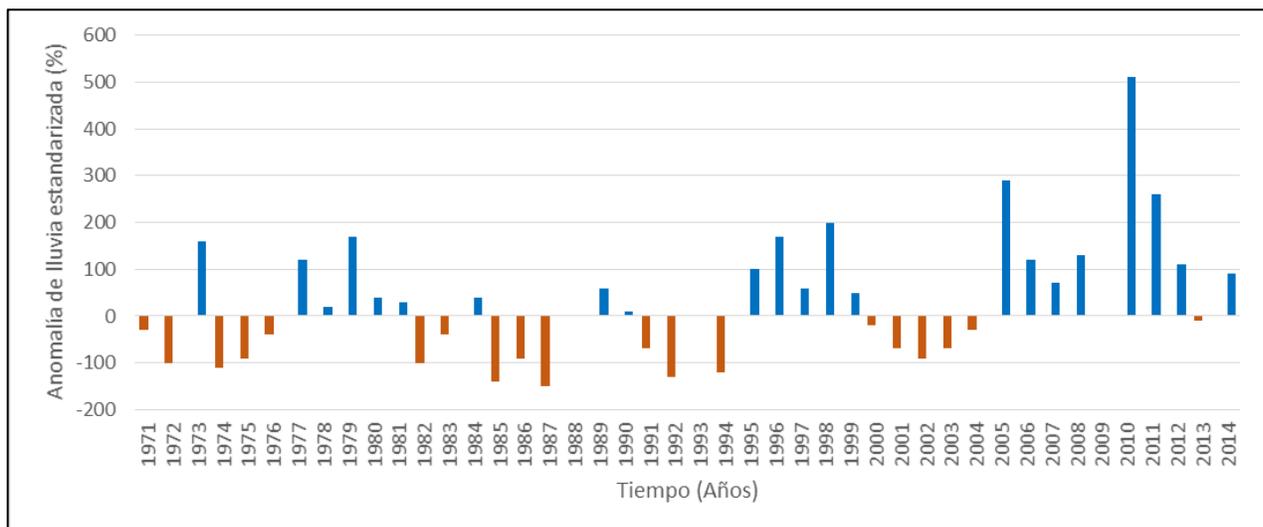


Figura 13. Anomalía de precipitación pluvial estandarizada registrada en la estación Labor Ovalle, periodo 1971-2014 (región climática altiplano central y occidente)

Fuente: tomado de Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018, p. 31).

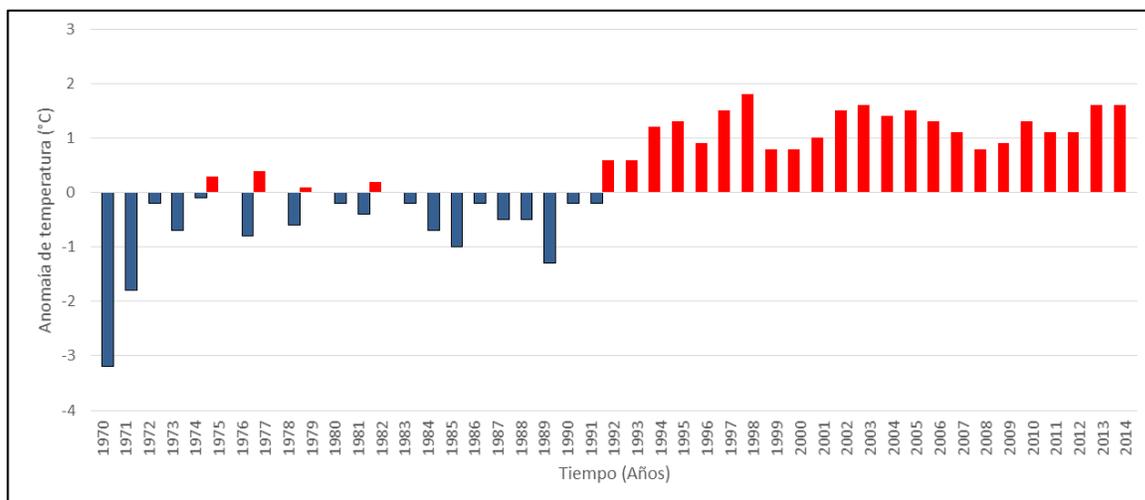


Figura 14. Anomalia de temperatura media anual registrada en la estación Labor Ovalle, período 1971-2014 (región climática altiplano central y occidente)

Fuente: tomado de Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018, p. 32).

5.3 Variabilidad climática observada

Al igual que en el caso de la sección anterior, a continuación se presenta el análisis de la variabilidad de precipitación y temperatura media, ambas a escala mensual, con base en los datos de la estación meteorológica Labor Ovalle que corresponde a la región climática del altiplano central y occidente.

La precipitación pluvial media mensual registrada en dicha estación fue mayor durante el período 2001-2014, que en el período base (1971-2000); a excepción del mes de noviembre. Esta misma situación ocurrió en el periodo 1971-2014, donde los meses con mayor variabilidad ocurrieron en la época lluviosa (mayo a octubre), en comparación con la época seca (noviembre a abril)². Históricamente, los meses más lluviosos han sido junio y septiembre (Figura 15).

La temperatura media mensual fue mayor en el período 2001-2014 que en el período base (1971-2000) y que la media del período completo (1971-2014). Los meses que históricamente han mantenido la mayor temperatura media son mayo y agosto, mientras que en enero y diciembre se reportan las temperaturas más bajas. En cuanto a la variabilidad mensual, septiembre y octubre han sido los menos variables, mientras que marzo y febrero los más variables (Figura 16).

² Debido a la amplitud del rango intercuartílico (diferencia entre el tercer y primer cuartil, o amplitud de las cajas).

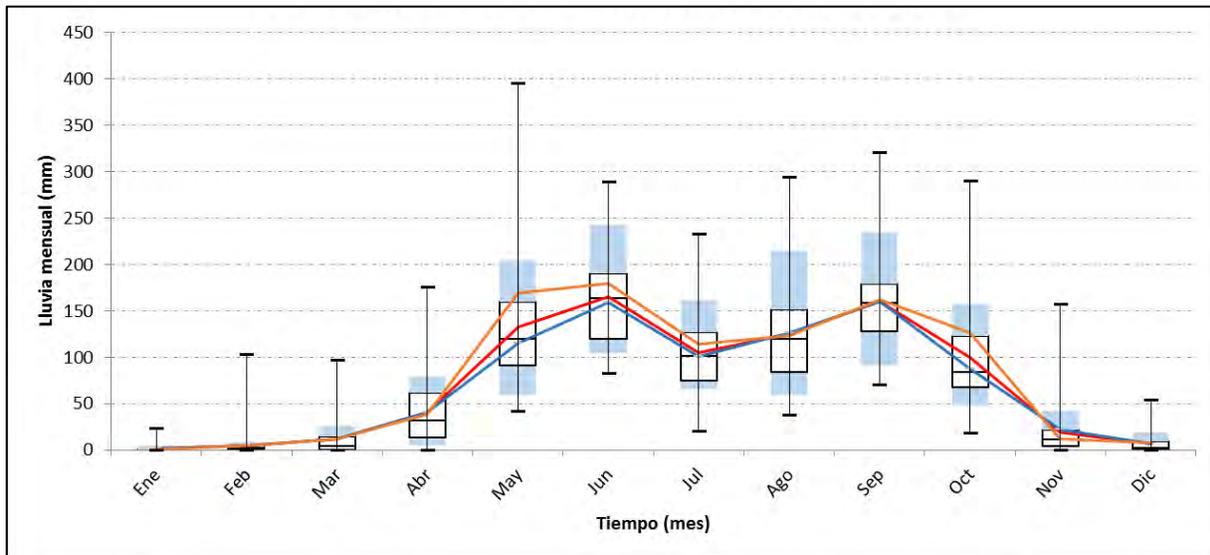


Figura 15. Precipitación pluvial media mensual registrada en la estación Labor Ovalle (líneas por período) y su gráfico de cajas (1971-2014)

Línea azul = media del período 1971-2000, línea naranja = media del período 2001-2014, línea roja = media del período 1971-2014. El gráfico de cajas está compuesto por los cuartiles 25, 50 (línea media) y 75, y los extremos en color celeste corresponden a los percentiles 10 y 90. Fuente: tomado de Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018, p. 28).

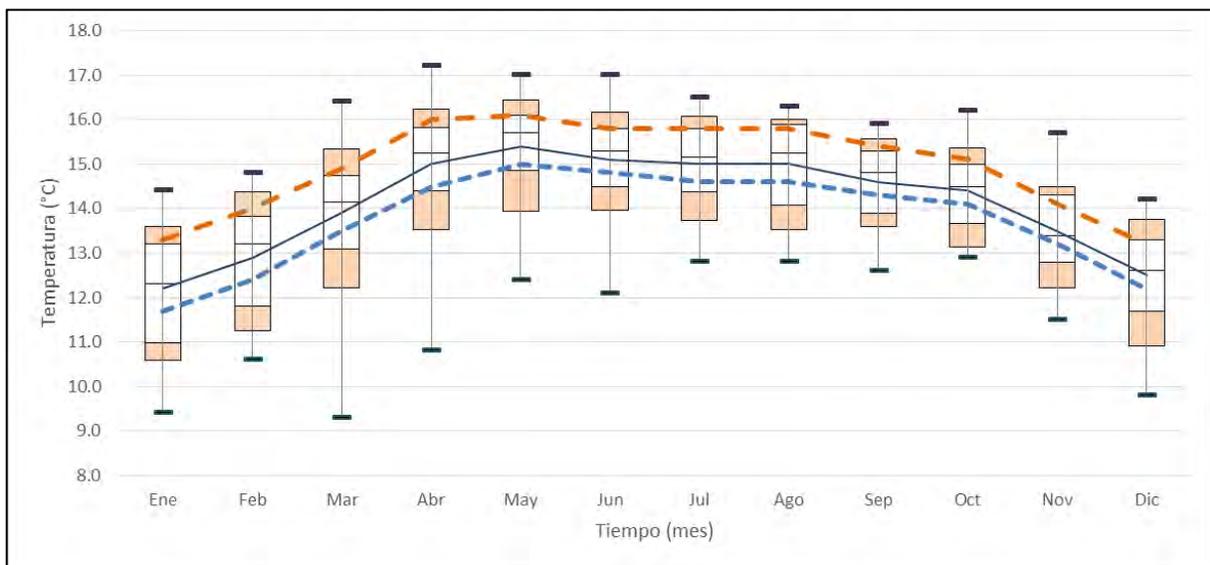


Figura 16. Temperatura media mensual registrada en la estación Camantulul (líneas punteadas de color) y su gráfico de cajas

Línea azul = media del período 1971-2000, línea naranja = media del período 2001-2014, línea negra = media del período 1971-2014. El gráfico de cajas está compuesto por los cuartiles 25, 50 (línea media) y 75, y los extremos en color durazno corresponden a los percentiles 10 y 90. Fuente: tomado de Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018, p. 30).

5.4 Variabilidad de la época lluviosa

Se analizó la variabilidad de la época lluviosa en su inicio, duración y final, además de la tendencia (adelanto, a mantenerse o retraso) en Guatemala para el período 1980-2018 (Orrego León *et al.*, 2021). En la cuenca hidrográfica del río Samalá la época lluviosa inicia desde el 25 de abril hasta el 6 de junio, con tendencia diferenciada entre mantenerse y adelantarse. En cuanto a su distribución espacial, el inicio de la precipitación pluvial ocurre más frecuentemente entre el 18 al 27 de mayo principalmente en la parte media y alta de la cuenca, y la tendencia es a que se mantenga la fecha en mención (estación meteorológica Labor Ovalle). En la parte baja de la cuenca el inicio de la época lluviosa ha sido diferenciado; el período de mayor ocurrencia es entre el 25 de abril al 17 de mayo, con tendencia altamente significativa a que esta fecha se adelante. En las proximidades de la línea costera el inicio es más tardío, desde el 28 de mayo al 6 de junio, y su tendencia es a mantenerse (Figura 17).

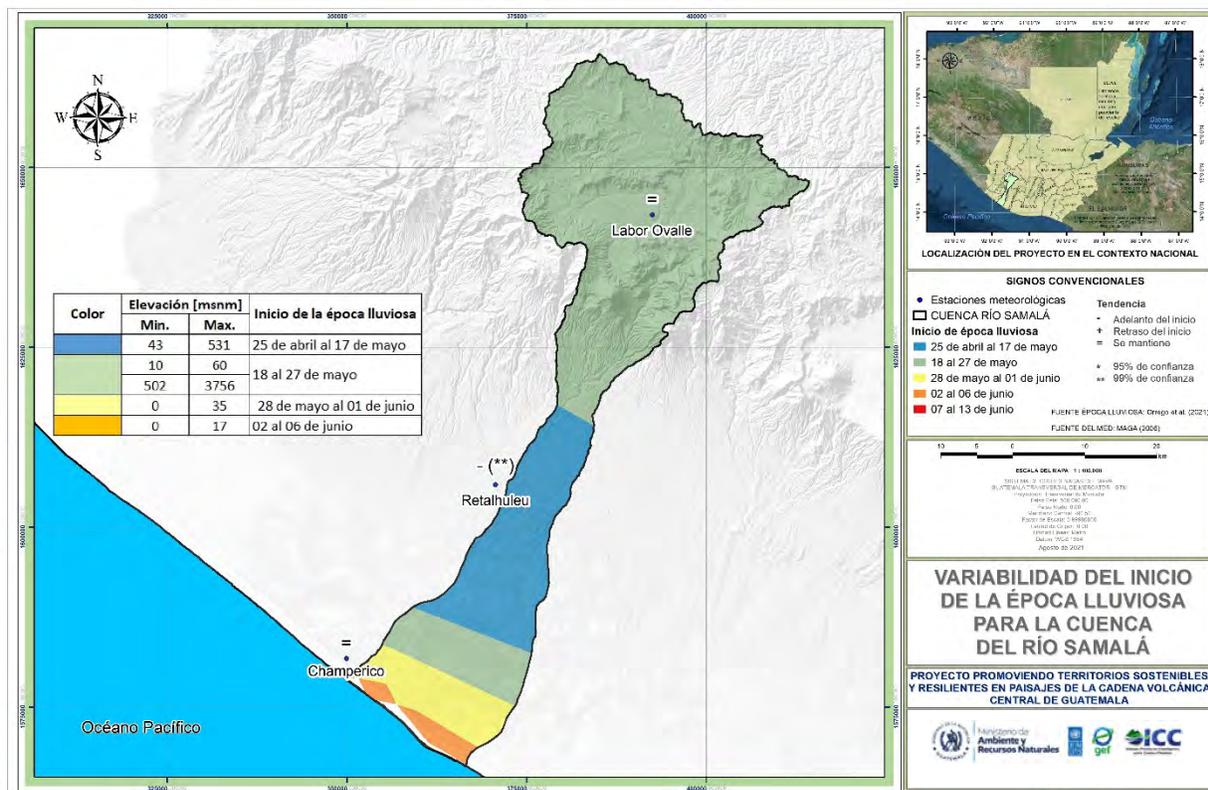


Figura 17. Variabilidad del inicio de la época lluviosa en la cuenca del río Samalá

Fuente: Orrego León *et al.* (2021).

La variabilidad del final de la época lluviosa en la cuenca del río Samalá está marcadamente dividida en dos períodos. El primero va del 10 al 24 de octubre con tendencia a mantenerse, y tiene correspondencia espacial con la parte media y alta de la cuenca que cubre los departamentos de Quetzaltenango, Totonicapán y Sololá. El segundo período está comprendido entre el 25 de octubre al 13 de noviembre, se presenta en la parte baja de la cuenca (lo que corresponde a la porción de los departamentos de Retalhuleu y Suchitepéquez dentro de la cuenca) y su tendencia está diferenciada entre mantenerse (Estación Champerico) y retrasarse (Estación Retalhuleu) (Figura 18).

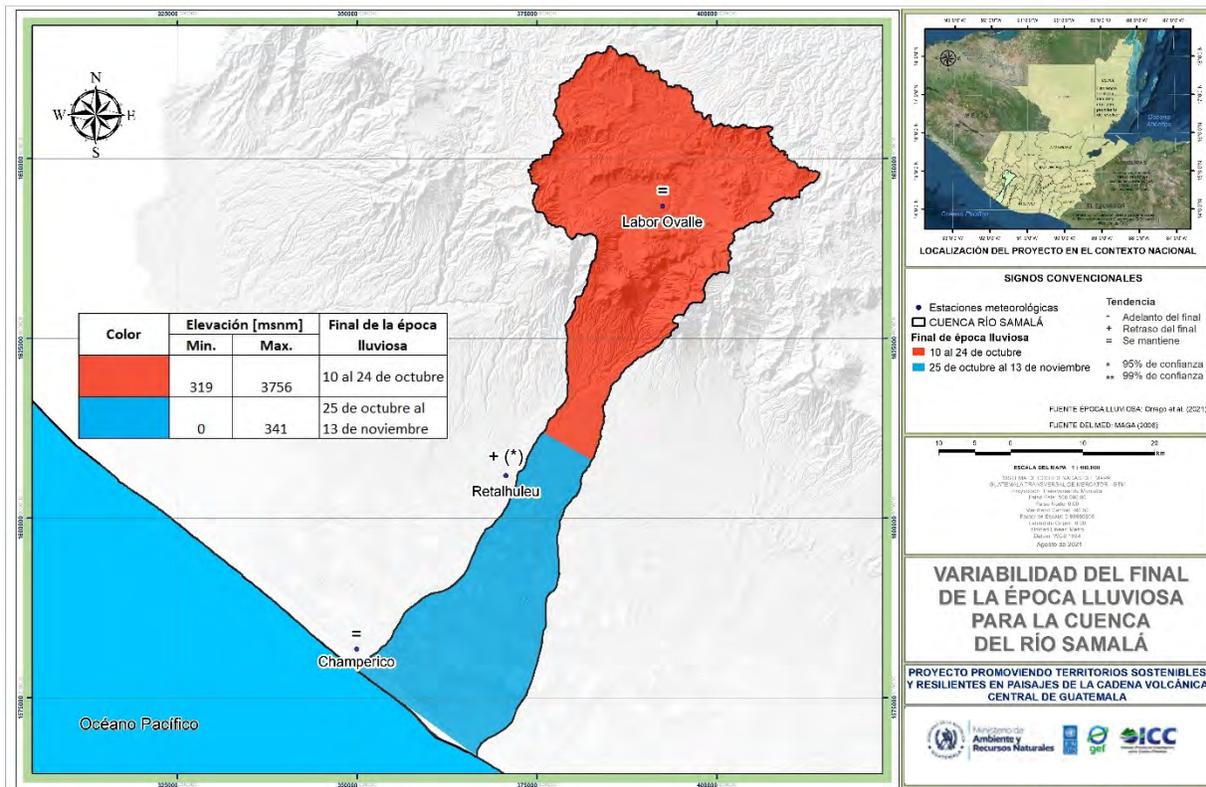


Figura 18. Variabilidad del final de la época lluviosa en la cuenca del río Samalá Fuente: Orrego León et al. (2021).

En cuanto a la variabilidad de la duración de la época lluviosa en esta cuenca existen tres categorías. La primera comprende una duración de 115 a 150 días, la segunda de 150 a 175 días y la tercera de 175 a 215 días. La mayor duración se presenta en la banda de elevación que va de 71 a 336 m s.n.m. Luego, el resto de los períodos de duración se presentan indistintamente a lo largo de la superficie de la cuenca. La tendencia de esta variable es a que se mantenga la duración en la cabecera de la cuenca y cercanías de la línea costera, y a disminuir significativamente en la zona de influencia de la estación meteorológica Retalhuleu (Figura 19).

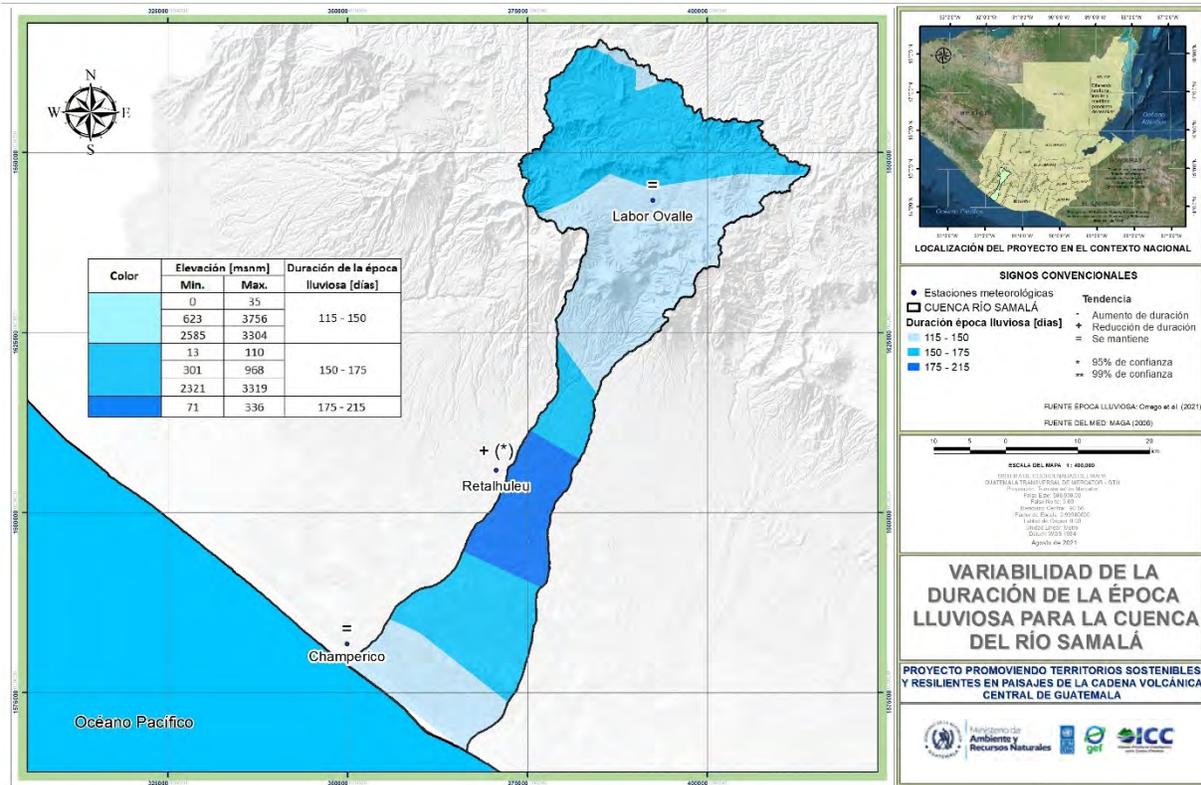


Figura 19. Variabilidad de la duración de la época lluviosa en la cuenca del río Samalá

Fuente: Orrego León et al. (2021).

5.5 Canícula

La canícula (disminución de la cantidad de precipitación pluvial durante el período de julio-agosto) en la cuenca hidrográfica del río Samalá es pronunciada en la superficie que corresponde a su parte media y alta (cuadrante 14) o departamentos de Quetzaltenango, Totonicapán, Sololá y la mayor parte de Retalhuleu y Suchitepéquez. Sin embargo, no es pronunciada en su parte baja (cuadrante 8) o zona de proximidad a la línea costera de los departamentos de Retalhuleu y Suchitepéquez. Esta información se basa en los resultados del estudio realizado para el período 2011 a 2017 por García-Oliva y Pazos (2021) (Figura 20).

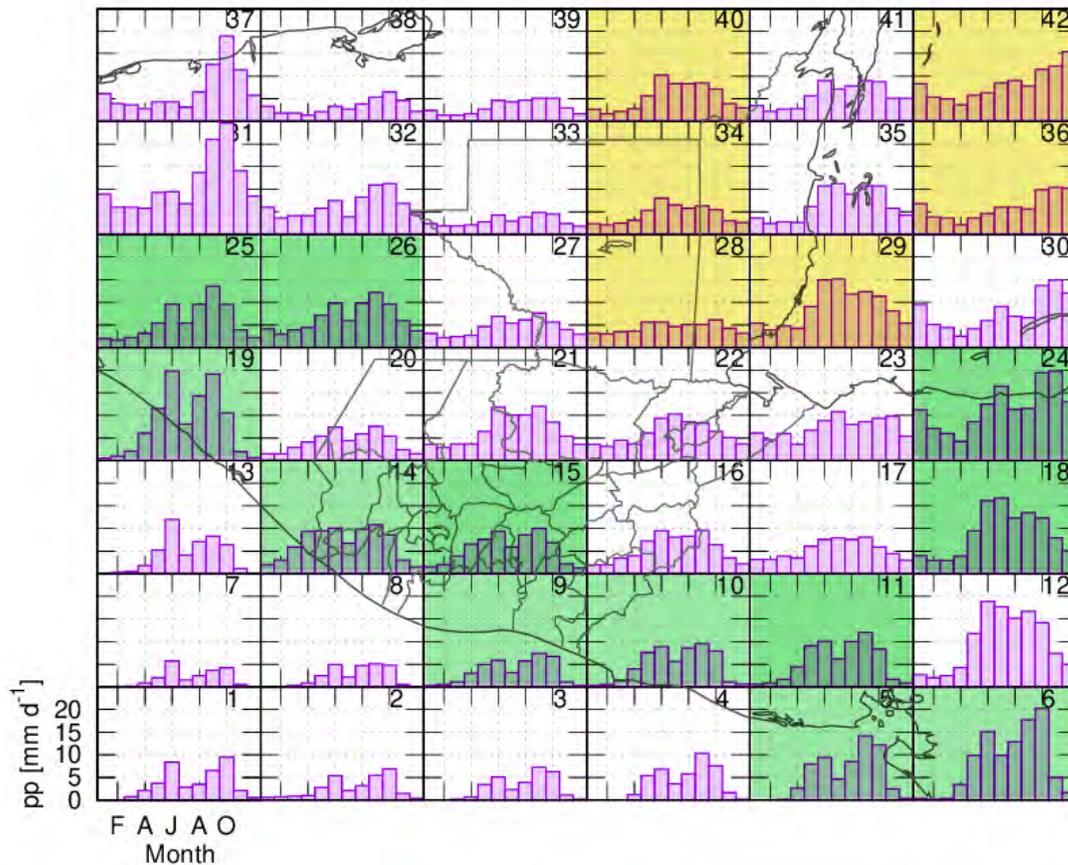


Figura 20. Precipitación media mensual simulada con el modelo RegCM4 para el período de 2011 a 2017, donde también se muestra el límite departamental Tomado de: García-Oliva y Pazos (2021).

Los autores Orrego León *et al.* (2022) estudiaron el comportamiento de la canícula en Guatemala. En el caso de la cuenca hidrográfica del río Samalá, su duración varió de 15 a 55 días entre los años 1980 y 2019. En la parte baja se presentaron dos rangos de duración, la más corta de 15 a 25 días, y la más larga en el rango de 26 a 35 días, con tendencia altamente significativa a disminuir. En la parte media y alrededores del complejo volcánico Santiaguito fue de 36 a 45 días. Finalmente, en la cuenca alta se extendió de 46 a 55 días, y la tendencia muestra que esta duración se mantendrá (Figura 21).

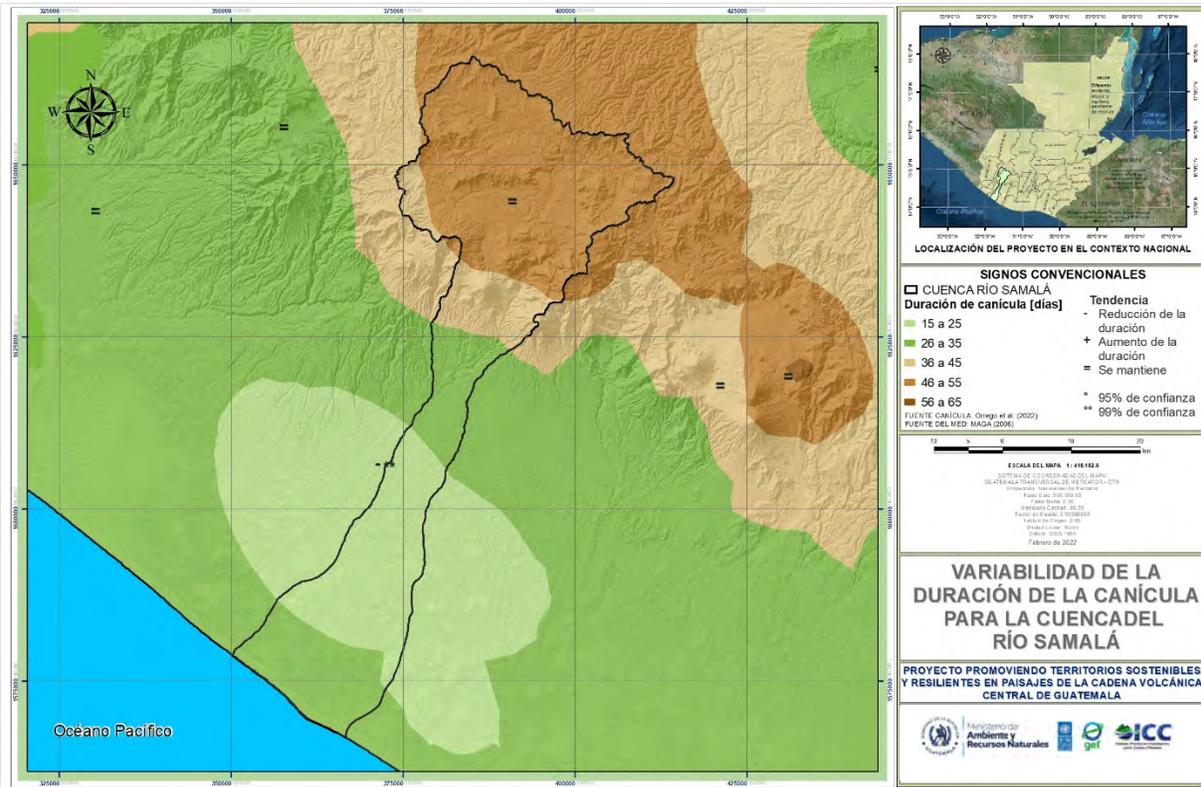


Figura 21. Variabilidad de la duración de la canícula en la cuenca del río Samalá

Fuente: Orrego León et al. (2022).

Otra variable utilizada por los autores mencionados previamente fue la intensidad, la cual resulta de relacionar la precipitación pluvial y la evapotranspiración potencial. En esta cuenca se diferencian dos intensidades, la primera (en la parte baja y media) va de -50 a 50 mm, y la segunda y de mayor intensidad en la cabecera de la cuenca, está comprendida entre los -150 a -50 mm (Figura 22).

El valor medio de la precipitación pluvial durante la canícula es inferior a 100 mm, principalmente en la zona media de la cuenca hasta el volcán Santiaguito y en un margen al noroeste de su cabecera. En el resto de la superficie de la cuenca del río Samalá precipitan entre 100 a 200 mm (Figura 23).

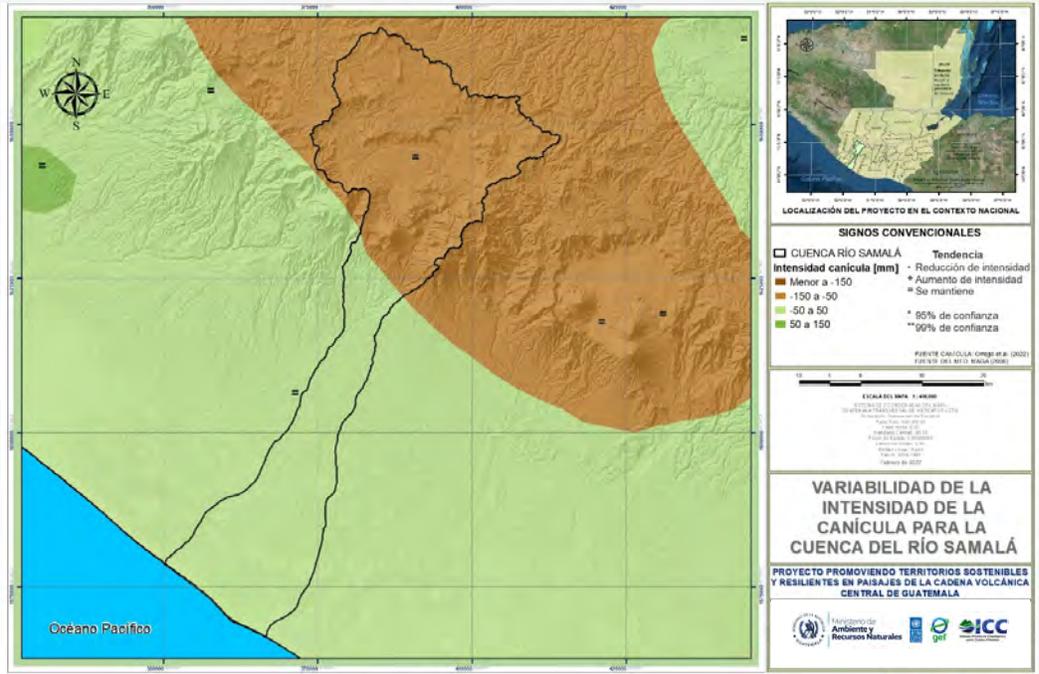


Figura 22. Variabilidad de la intensidad de la canícula en la cuenca del río Samalá
Fuente: Orrego León et al. (2022).

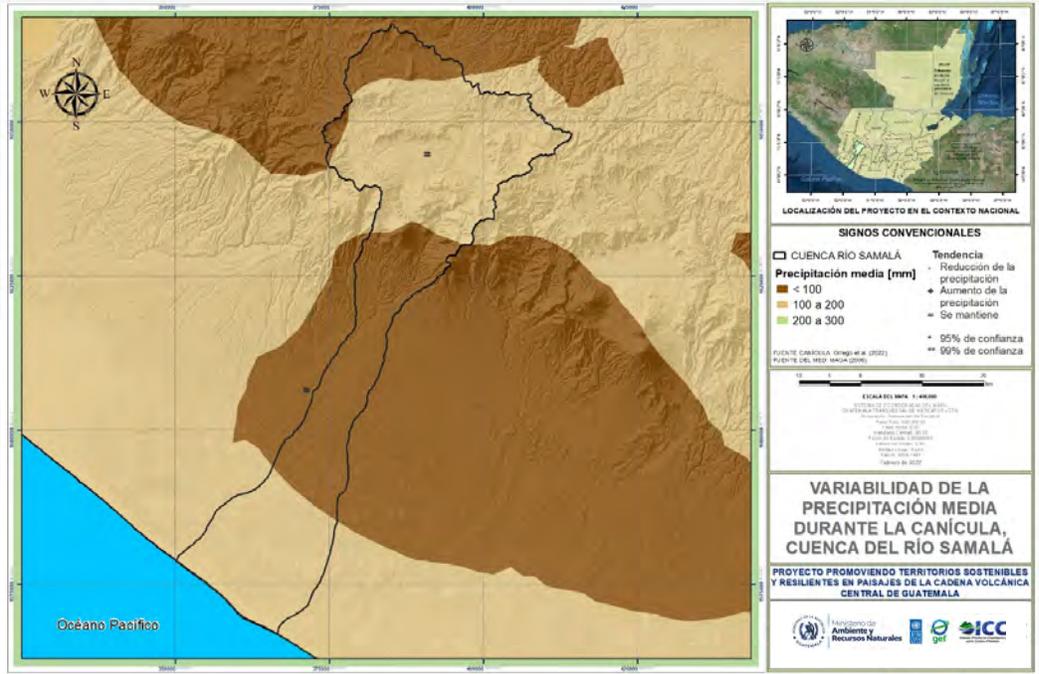


Figura 23. Variabilidad de la precipitación pluvial durante la canícula en la cuenca del río Samalá
Fuente: Orrego León et al. (2022).

6 CAMBIO CLIMÁTICO

6.1 Proyecciones de cambio climático

El Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2019a) realizó proyecciones de cambio climático para Guatemala utilizando el modelo climático regional RegCM y considerando los escenarios del Quinto Informe (AR5) del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), RCP 4.5 y RCP 8.5 (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 2019b). Con base en dicha información, el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2020a) elaboró un conjunto de mapas para las variables de precipitación pluvial y temperatura media anual de los períodos de análisis 2010-2039 y 2040-2069, y los escenarios de cambio climático ya mencionados. A partir de estos, a continuación se presenta la descripción de las proyecciones para la cuenca hidrográfica del río Samalá.

Según el escenario RCP 4.5, se prevé que incremente la banda de precipitación pluvial de < 500 mm en la cuenca del río Samalá durante el período 2040-2069, pero ocurrirá lo contrario en la banda adyacente (500-1000 mm), específicamente en la parte baja de la cuenca. En la cabecera de la cuenca se prevé el aumento de la superficie de las bandas de 3000-4000 mm y la reducción de las de > 4000 mm (Figura 24 y Figura 25).

Bajo el mismo escenario, se prevé que la variable de temperatura media anual muestre cierta dinámica al comparar los períodos analizados. En el período 2010-2069 los pisos o bandas térmicas sufrirían un desplazamiento a favor del incremento de elevación, para finalmente ubicarse según lo prevé el período 2040-2069, como se puede apreciar con la banda < 21 °C, ya que se reduciría la extensión bajo su influencia (Figura 26 y Figura 27).

En cuanto al escenario RCP 8.5, se prevé que en los períodos 2010-2039 y 2040-2069, la precipitación pluvial media anual muestre una dinámica similar a la del escenario RCP 4.5, como puede observarse con las bandas de precipitación pluvial < 500 mm y 500-1000 mm en la parte baja de la cuenca, y en las bandas 3000-4000 mm y > 4000 mm en la parte alta (Figura 28 y Figura 29). En cuanto a la temperatura media anual, las bandas térmicas muestran un desplazamiento a favor del incremento de la elevación al comparar los períodos 2010-2039 y 2040-2069, de allí que la banda > 29 °C incremente su área de exposición en la cuenca (Figura 30 y Figura 31).

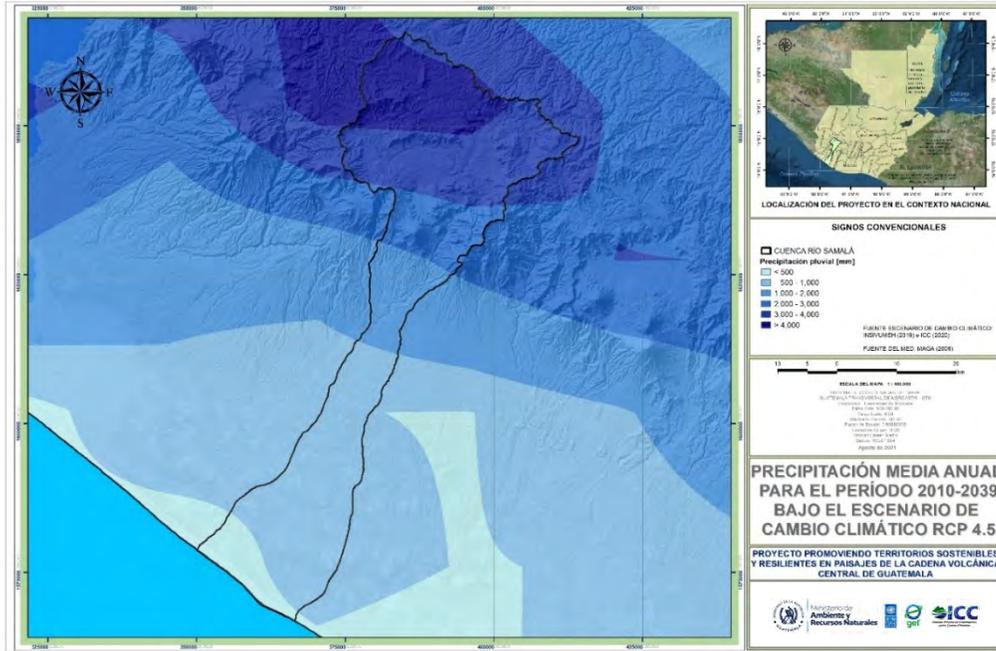


Figura 24. Precipitación pluvial media anual para el período 2010-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5

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

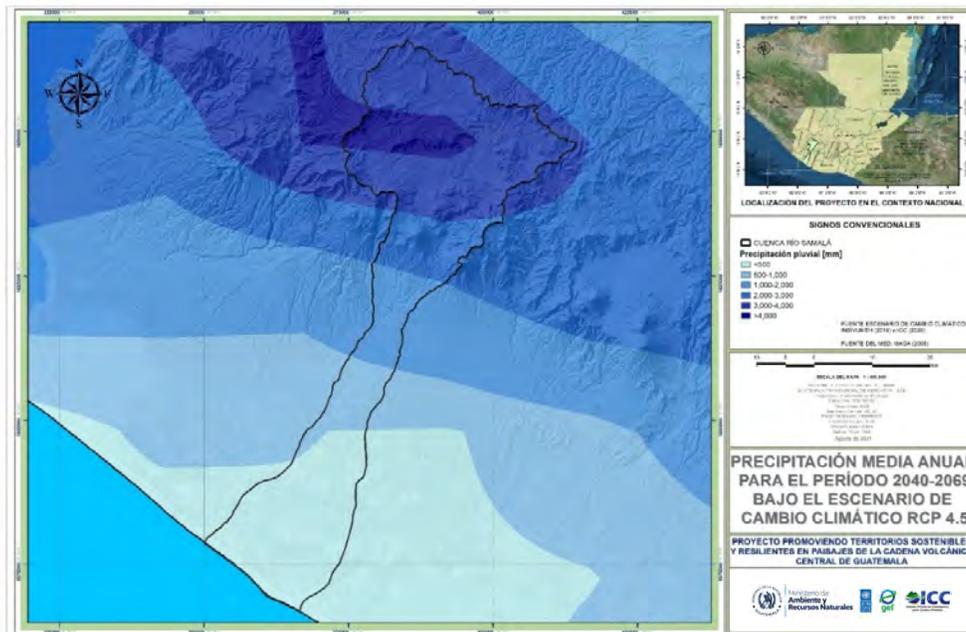


Figura 25. Precipitación pluvial media anual para el período 2040-2069, bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5

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

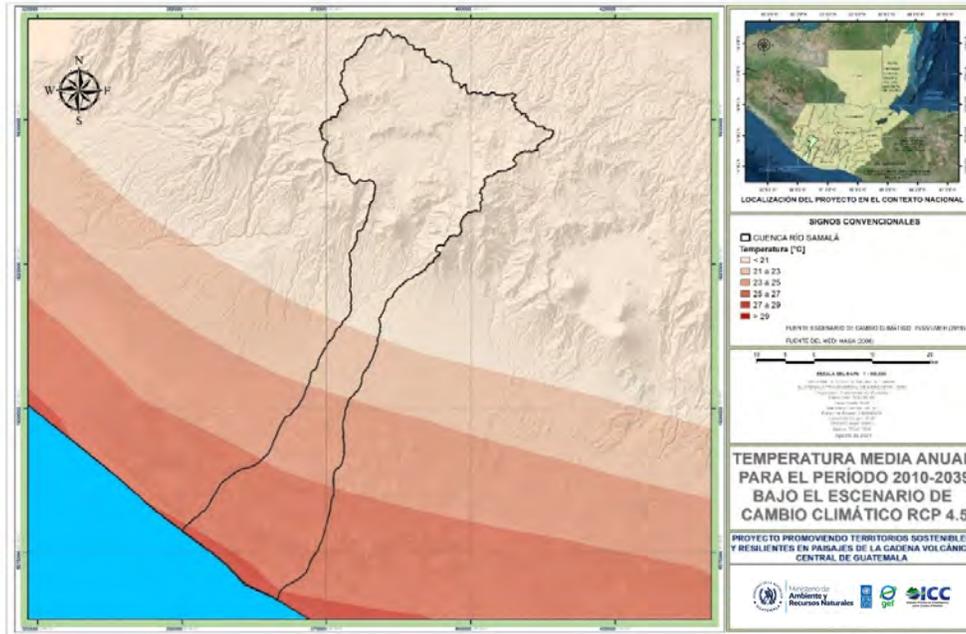


Figura 26. Temperatura media anual para el período 2010-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5

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

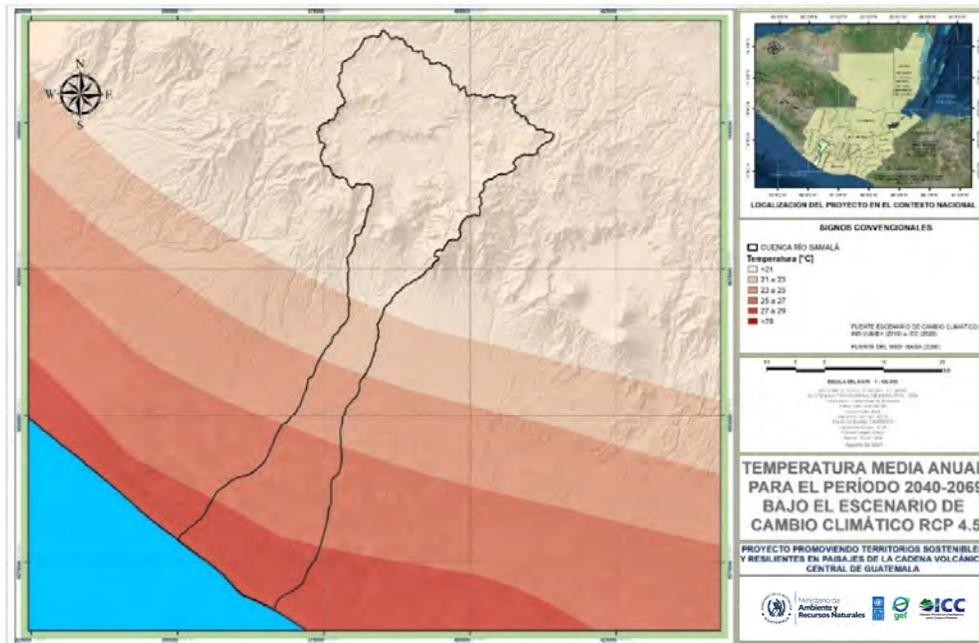


Figura 27. Temperatura media anual para el período 2040-2069, bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5

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

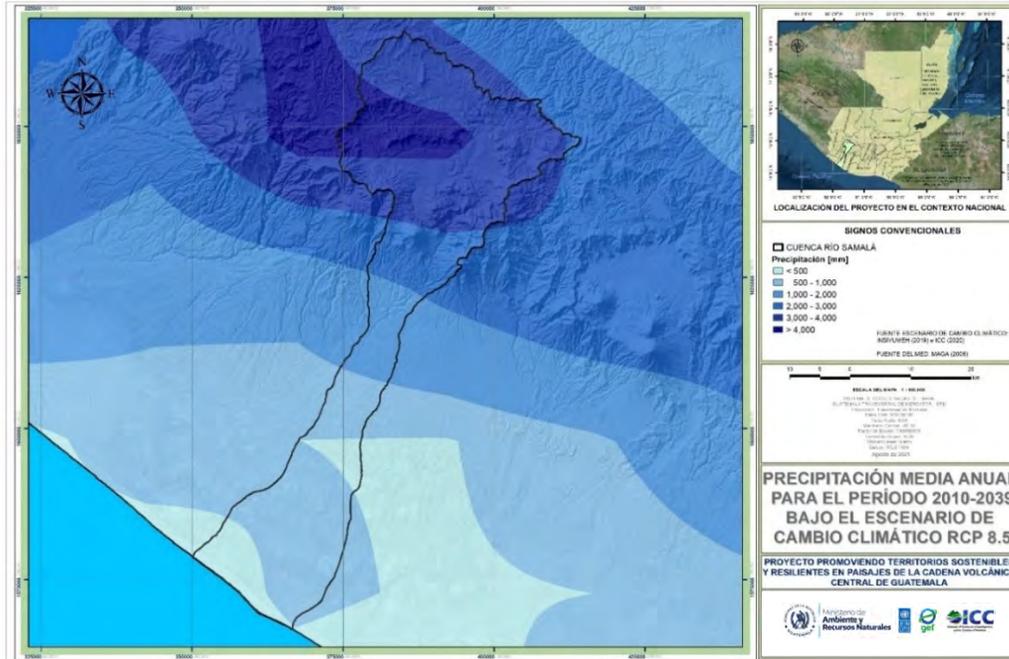


Figura 28. Precipitación pluvial media anual para el período 2010-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5

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

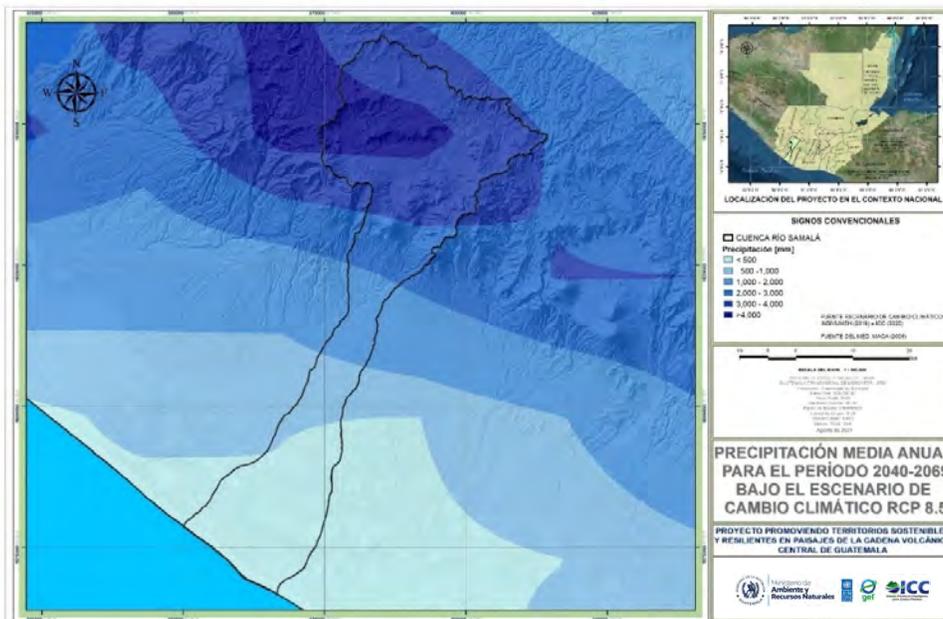


Figura 29. Precipitación pluvial media anual para el período 2040-2069, bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5

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

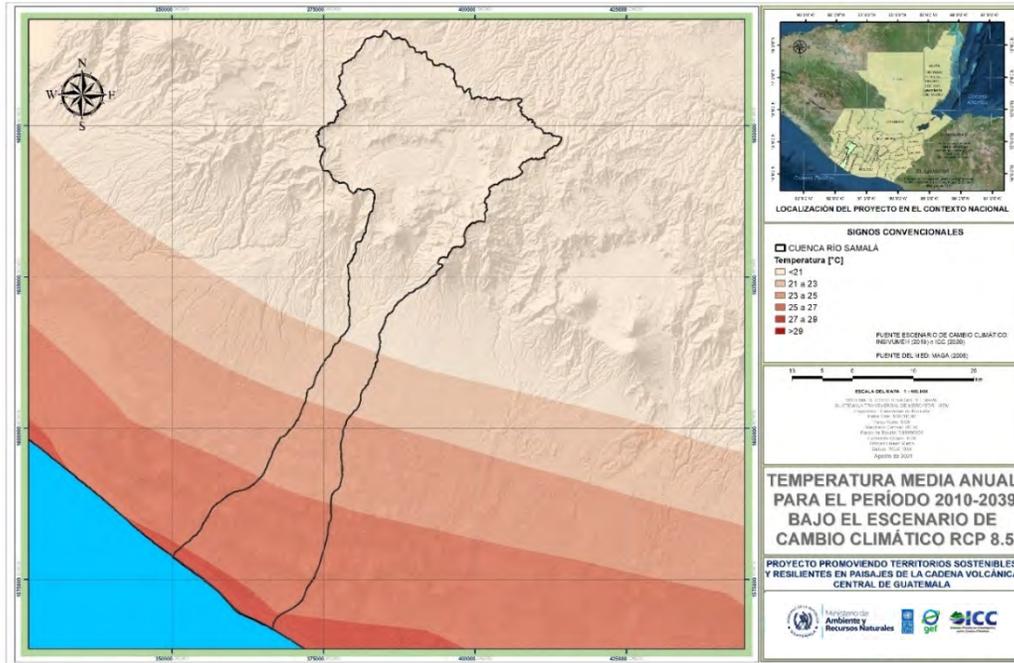


Figura 30. Temperatura media anual para el período 2010-2039, bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5.

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

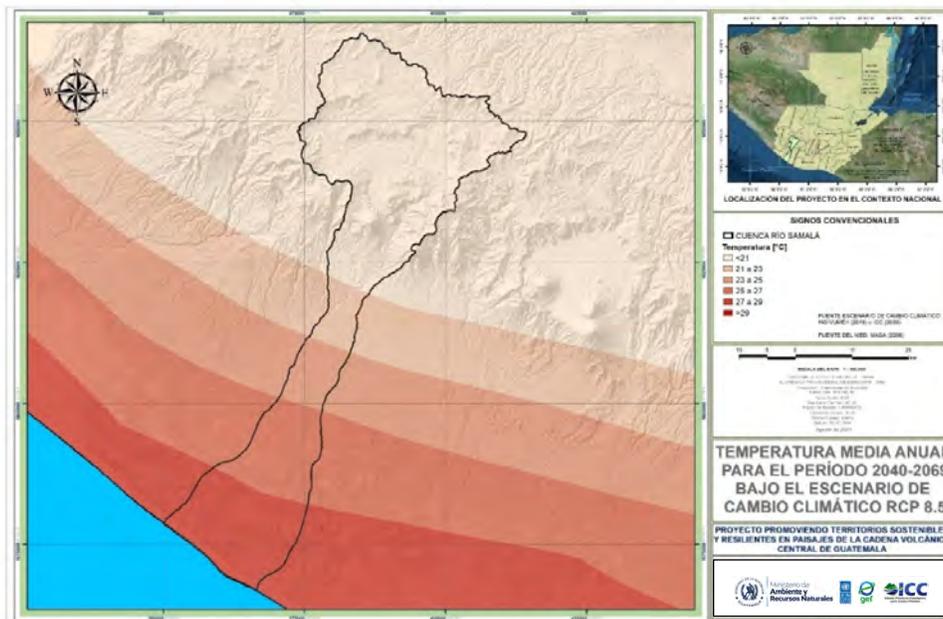


Figura 31. Temperatura media anual para el período 2040-2069, bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5

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 hídrico

Con base en el balance hidrológico anual realizado por el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (2015) para Guatemala, en la cuenca hidrográfica del río Samalá el mayor flujo de salida corresponde a la evapotranspiración (41 %), seguido por la escorrentía superficial (28 %), la recarga hídrica (17 %), el almacenamiento en el suelo (11 %) y la escorrentía subsuperficial (3 %). En cuanto a las entradas, la precipitación pluvial es el principal componente (89 %) y el resto corresponde al almacenamiento en el suelo del año anterior (Tabla 2).

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

Balance hidrológico anual (millones de metros cúbicos)						
Variable	Cuenca Samalá	Cuencas de nivel 7				
		Concepción	Xequijel	Xalcatá	Ixcayá	Samalá
Entradas						
Precipitación	2741.3	236.6	335.0	66.7	56.5	2046.4
Almacenamiento del año anterior	334.7	6.2	31.3	11.2	1.0	285.0
Salidas						
Evapotranspiración	1264.3	67.6	118.1	28.6	15.4	1034.6
Escorrentía superficial	861.7	69.2	78.8	19.0	17.1	677.6
Escorrentía subsuperficial	92.3	15.0	20.7	2.9	3.6	50.2
Recarga hídrica	523.1	84.8	117.5	16.2	20.4	284.2
Almacenamiento en el suelo	334.7	6.2	31.3	11.2	1.0	285.0
Disponibilidad hídrica	1811.8	175.2	248.3	49.3	42.1	1297.0

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

Durante el período 1984-2010, la evapotranspiración y la precipitación pluvial en la cuenca del río Samalá equivalieron a 732.3 mm y 1570.0 mm, respectivamente. Los flujos de escorrentía superficial fueron de 40.2 mm, los subsuperficiales de 32.0 mm y el flujo base de 451.8 mm. La producción de agua en la cuenca es de 524.0 mm y la recarga hídrica del acuífero profundo

es de 301.24 mm (Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe y Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 2016).

Se estima que la disponibilidad hídrica específica en esta cuenca hidrográfica es mayoritariamente de 0.5 a 1 millón de metros cúbicos por kilómetro cuadrado por año ($m^3/km^2/año$), lo cual ocurre en la parte alta o cabecera y en la parte baja de la cuenca. Le sigue la clase 1.0 a 1.5 $hm^3/km^2/año$, que abarca una zona discontinua desde la parte baja hasta la parte alta de la cuenca. La mayor disponibilidad (arriba de 2 millones de metros cúbicos por kilómetro cuadrado por año) se presenta en la zona de transición entre las partes medias y alta de la cuenca, cerca del complejo volcánico Santiaguito (Figura 32).

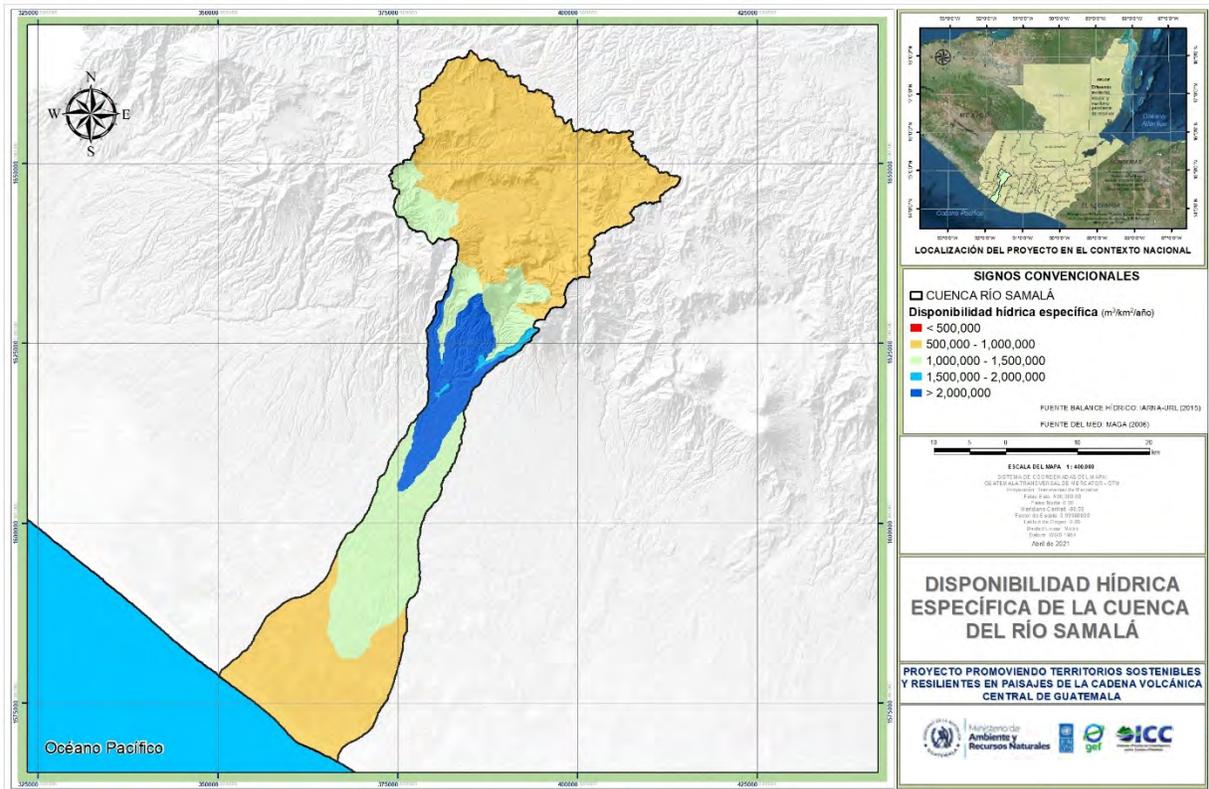


Figura 32. Disponibilidad hídrica específica ($m^3/km^2/año$) en la cuenca del río Samalá

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

7.2 Caudales

El Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2021c) monitorea el caudal de la cuenca hidrográfica del río Samalá durante la época seca a través del sistema de información de ríos. Esto se lleva a cabo en dos puntos desde el año 2016: el primero, denominado El Niño, es el de mayor elevación; mientras que el segundo se llama Samalá y se ubica en las cercanías de su desembocadura. Aguas arriba existe información hidrométrica actual del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2021) para las estaciones Candelaria y Cantel (Figura 33).

Durante las primeras 20 semanas del año del período 2016-2021, el punto de aforo El Niño presenta un caudal medio igual a $13.28 \text{ m}^3/\text{s}$, y sus percentiles 10 y 90 son de $12.67 \text{ m}^3/\text{s}$ y $13.97 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente (Figura 34). Por su lado, el punto Samalá tiene un caudal medio de $12.15 \text{ m}^3/\text{s}$, el percentil 10 es de $12.08 \text{ m}^3/\text{s}$ y el percentil 90 de $12.22 \text{ m}^3/\text{s}$ (Figura 35).

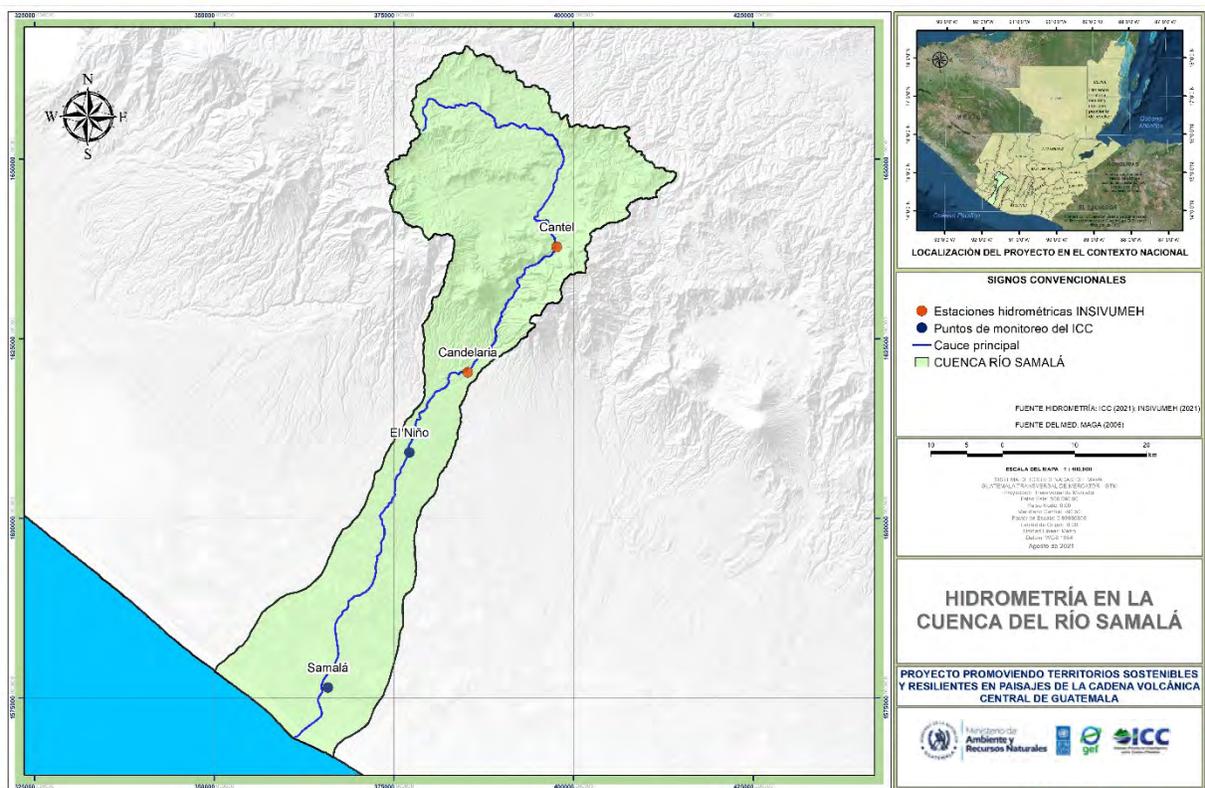


Figura 33. Hidrometría en la cuenca del río Samalá

Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2003); Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2021c).

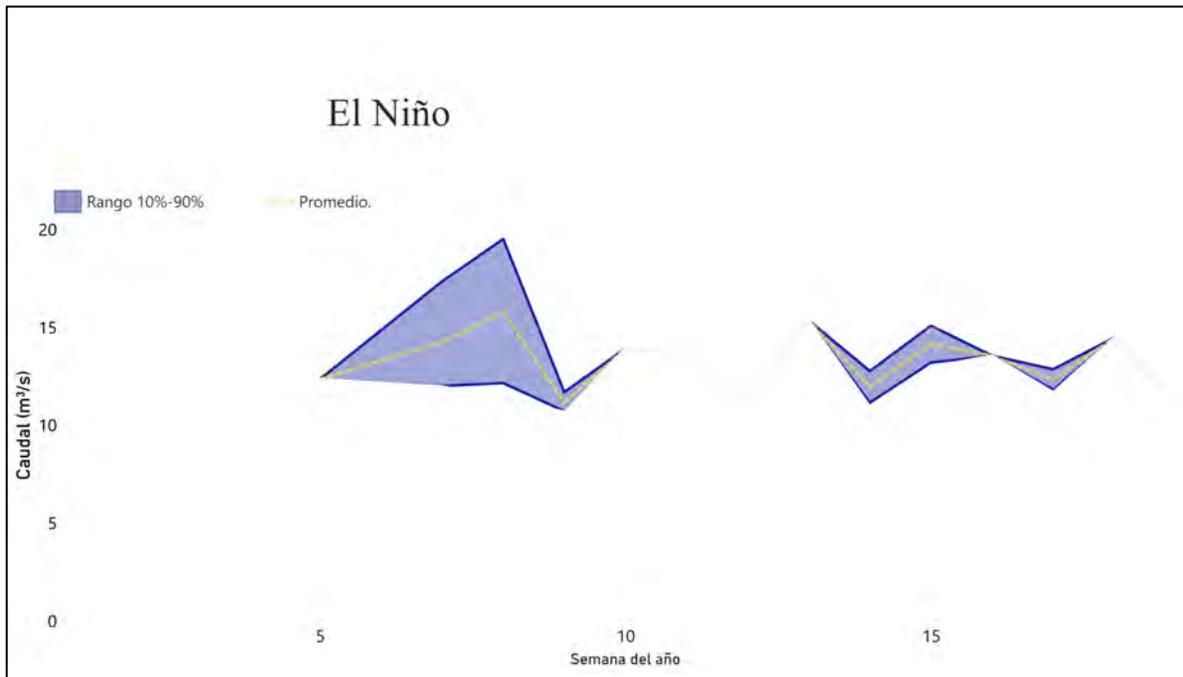


Figura 34. Caudales semanales históricos de la época seca en el punto de aforo El Niño, periodo 2016-2021

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2021c).

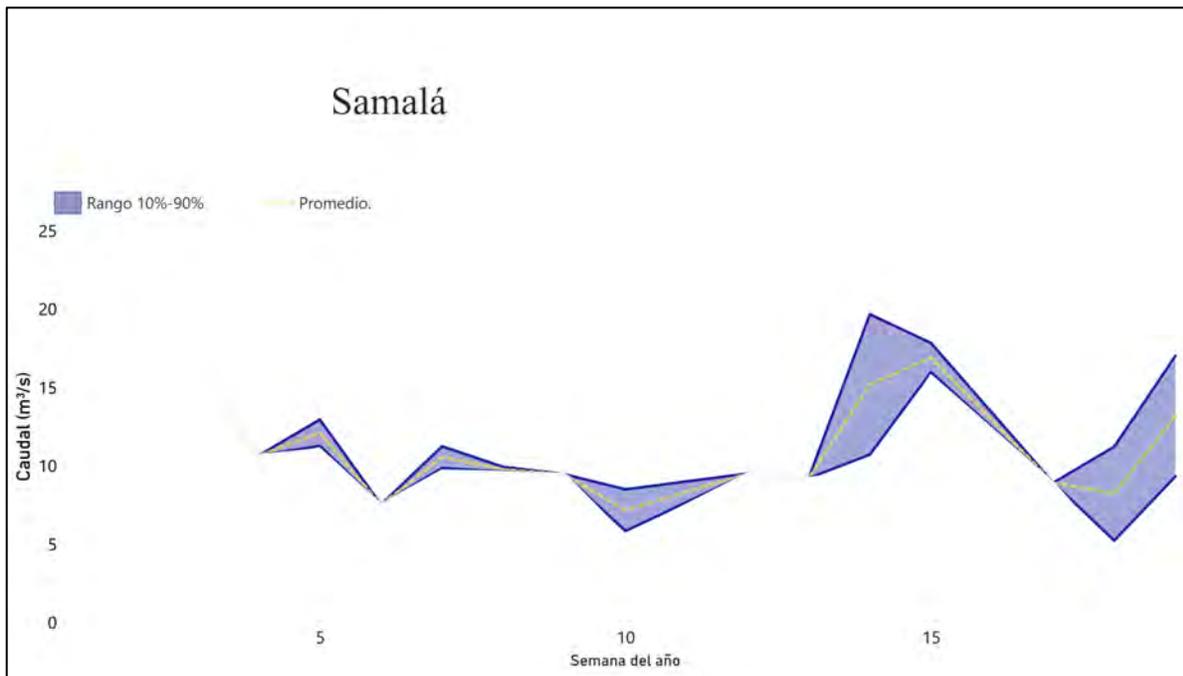


Figura 35. Caudales semanales históricos de la época seca en el punto de aforo Samalá, periodo 2016-2021

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2021c).

Durante el período 2004-2014 el caudal medio anual en la estación hidrométrica Candelaria fue igual a $9.4 \text{ m}^3/\text{s}$ y el caudal mediano (centro de la distribución) de $8.4 \text{ m}^3/\text{s}$; asimismo, el valor del primer cuartil fue de $6.79 \text{ m}^3/\text{s}$ y el del tercer cuartil de $12.43 \text{ m}^3/\text{s}$ (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 2021). El hidrograma anual de esta estación se presenta en la Figura 36, donde se muestra una distribución bimodal con picos de mayores descargas en mayo y el período de septiembre-octubre.

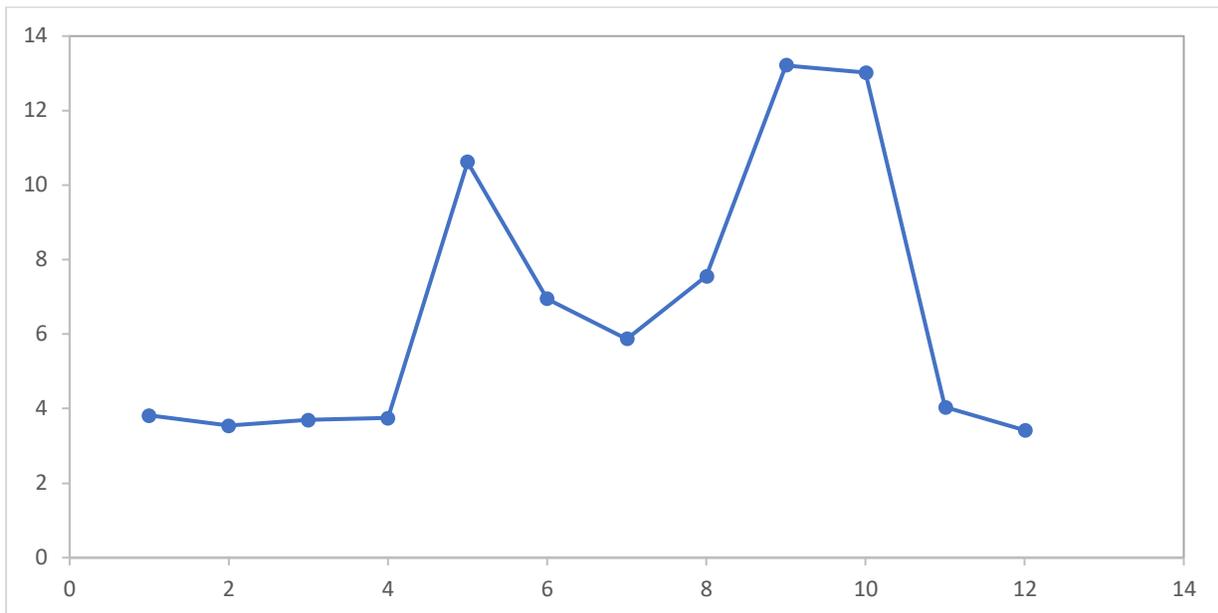


Figura 36. Hidrograma anual para el período 2004-2014 de la estación hidrométrica Candelaria

Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2021).

En la salida de la cuenca alta del río Samalá, que corresponde a la presa Santa María, el caudal anual medio equivale a $5.8 \text{ m}^3/\text{s}$ (Centro Experimental para el Desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa Rural y Alternativas de Desarrollo, 2008).

7.3 Agua subterránea

La mayor parte de la superficie de la cuenca hidrográfica del río Samalá tiene un potencial de aguas subterráneas moderado (36 %) y bajo (32.2 %). Luego se encuentran los potenciales alto (13.9 %), muy bajo (12.4 %) y muy alto (5.6 %). La cabecera de la cuenca concentra los potenciales muy alto y muy bajo, mientras que en la parte baja predominan los potenciales moderado y bajo (Figura 37).

La información descrita anteriormente fue estimada con base en el mapa elaborado por Cordillera S. A. *et al.* (2010), que considera las variables de estructuras geológicas, pendiente del terreno, densidad de drenaje, densidad de rasgos cársticos, tipo de roca, balance entre precipitación pluvial y evapotranspiración, y cuerpos de agua.

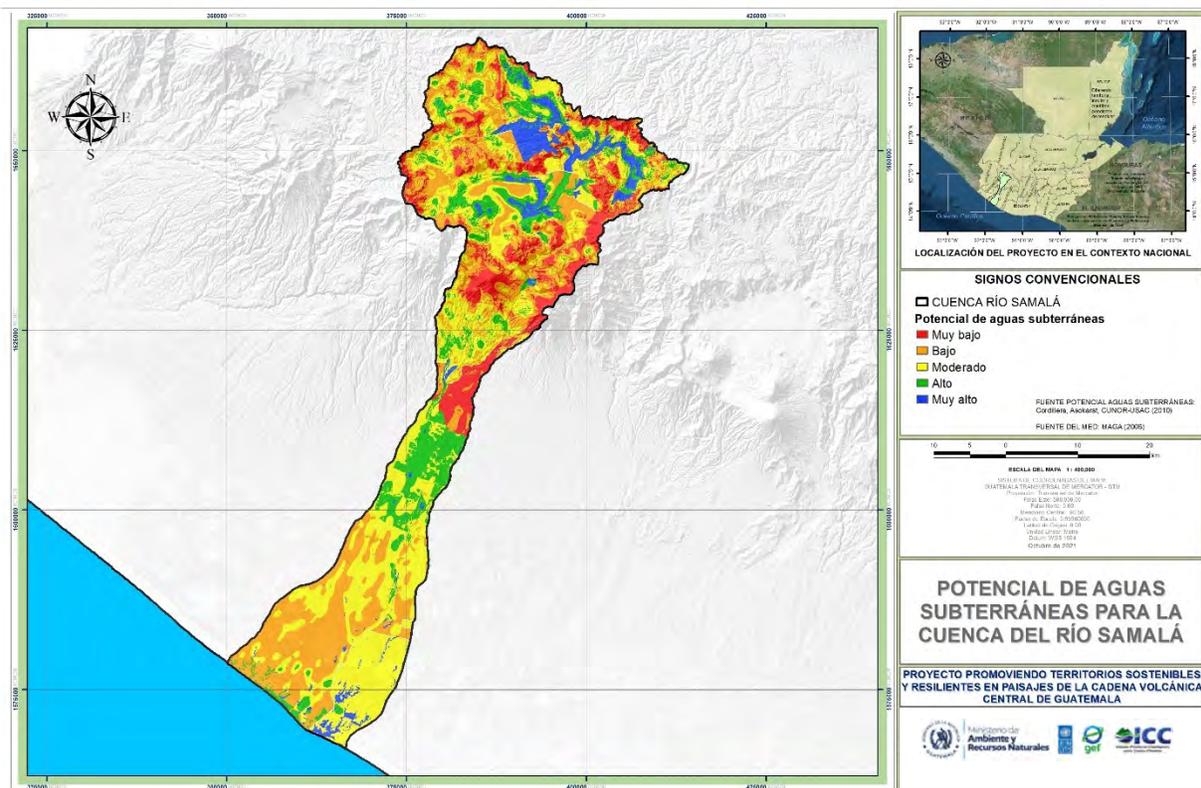


Figura 37. Potencial de aguas subterráneas en la cuenca del río Samalá
Fuente: Cordillera S. A. *et al.* (2010).

La profundidad del nivel freático en el abanico aluvial del río Samalá es monitoreada a través de una red de pozos por el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2021a). El promedio de esta profundidad para el mes de julio se ha mantenido entre los 6 a 8 metros durante los años 2018, 2019 y 2021 en la zona del abanico que corresponde

especialmente a la cuenca hidrográfica del río Samalá. También existen algunas zonas aisladas donde la profundidad va de los 4 a los 6 metros, y al este se ubica la porción de mayor profundidad (> 8 metros) en el municipio de San Andrés Villa Seca (Figura 38).

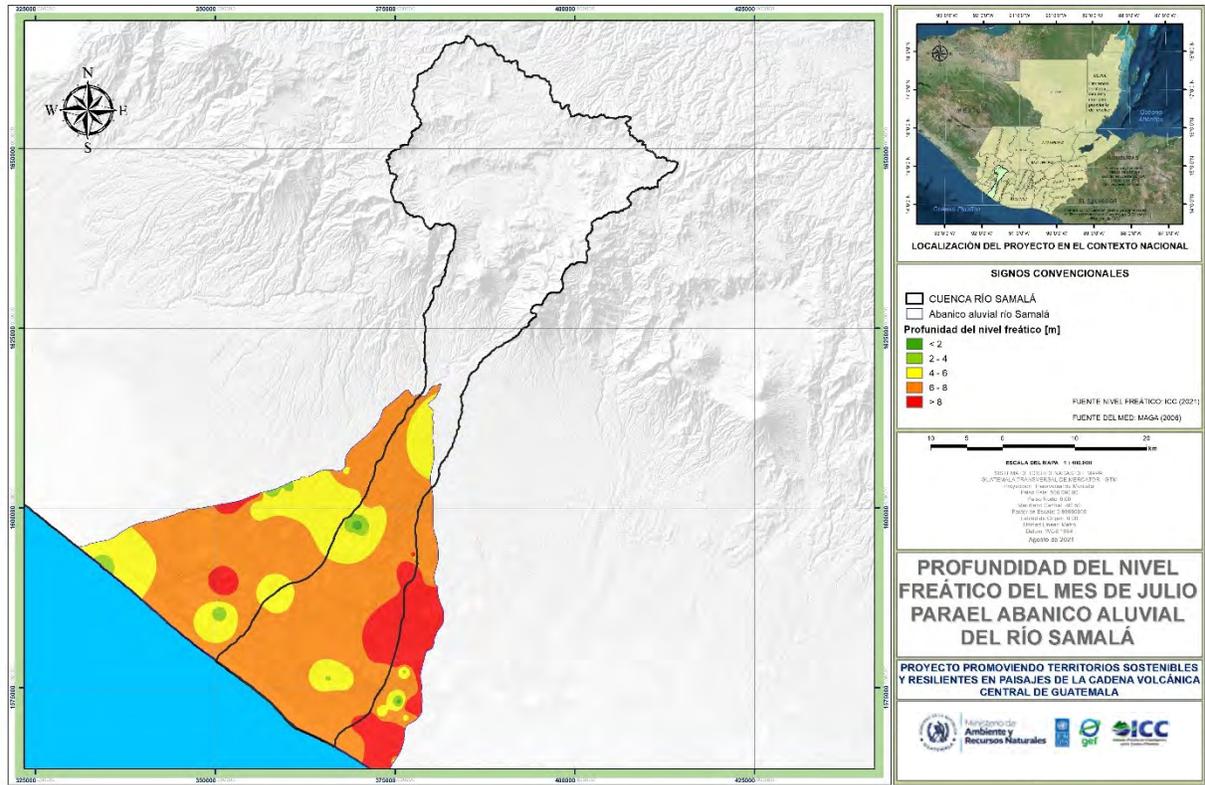


Figura 38. Profundidad media del nivel freático del abanico aluvial del río Samalá durante el mes de julio (años 2018, 2019 y 2021)
Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2021a).

7.4 Recarga hidrológica

Según el enfoque metodológico del Instituto Nacional de Bosques (2017a), las categorías de mayor recarga comprenden aquellas zonas con altas limitaciones en cuanto a los componentes de capacidad de uso, además donde predominan las texturas gruesas, las unidades geológicas con porosidad significativa para la recarga y un balance hídrico climático alto (Instituto Nacional de Bosques, 2017b). Generalmente son tierras con aptitud forestal (protección o producción) (Instituto Nacional de Bosques, 2005).

Según el mapa elaborado por el INAB, en la mayor parte de la superficie de la cuenca hidrográfica del río Samalá la recarga hidrológica es media (36 %)

o alta (25 %). En el 22 % la recarga es baja y en el 16 % es muy alta. En orden de importancia, en la parte alta de la cuenca existe recarga alta, media y baja; mientras que en la parte baja es mayoritariamente media y baja (Figura 39). Según el Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe y Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (2016), la recarga hídrica media multianual del acuífero profundo durante el periodo 1984-2010 fue de 301.24 mm. Por su lado, el Centro Experimental para el Desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa Rural y Alternativas de Desarrollo (2008), indican que la recarga en la cuenca alta del río Samalá es de 157 mm anuales.

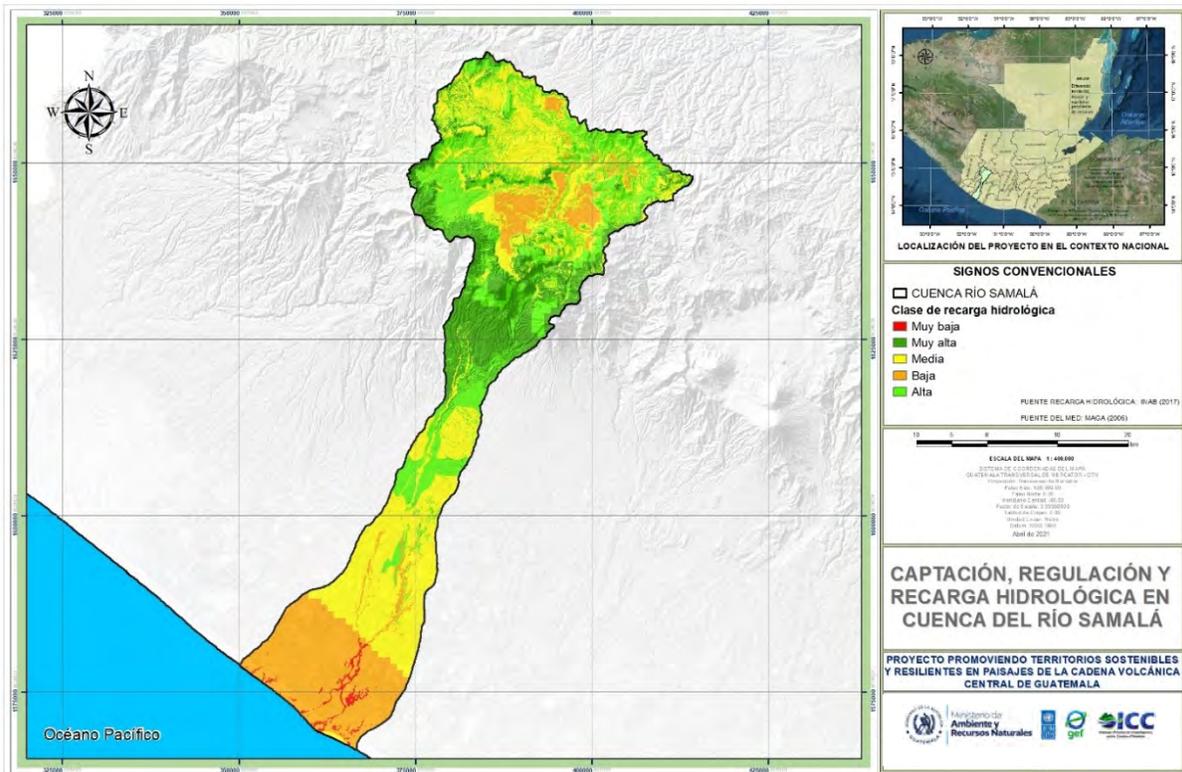


Figura 39. Captación, regulación y recarga hidrológica en la cuenca del río Samalá

Fuente: Instituto Nacional de Bosques (2017).

8 FISIOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGÍA

La mayor parte de la superficie de la cuenca hidrográfica del río Samalá está ubicada en la región fisiográfica de las tierras altas volcánicas (54 %), seguida por la llanura costera del Pacífico (39 %) y la pendiente volcánica reciente (7 %) (Tabla 3 y Figura 41). La evolución del paisaje de esta cuenca ha determinado la dominancia de las tierras altas volcánicas en su superficie, lo cual se comprende mejor al analizar su morfología, específicamente su curva hipsométrica.

En cuanto a la formación de cada una de estas regiones fisiográficas, según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación *et al.* (2001), quienes tuvieron a su cargo la elaboración del mapa fisiográfico-geomorfológico de la República de Guatemala, las tierras altas volcánicas se deben a la actividad volcánica de la zona ocurrida desde la edad geológica tardía del Paleozoico, donde existió un aporte amplio de rocas volcánicas que luego se cubrieron con pómez durante el Cuaternario.

En la historia volcánica reciente del gran paisaje de conos y domos volcánicos ubicados al sur del departamento de Quetzaltenango sobresale el volcán Santa María, que luego de una erupción violenta de tipo pliniana en 1902 originó el complejo de domos Santiaguito, que ha mantenido su actividad por más de cien años, sobresaliendo su alta actividad y peligrosidad en el arco volcánico de Centro América (de León *et al.*, 2019).

También son de especial interés las tierras altas volcánicas en esta cuenca, ya que en el gran paisaje del valle tectónico de Samalá se ubican las ciudades de Quetzaltenango, Cantel, Salcajá, Totonicapán, entre otras. La región fisiográfica denominada pendiente volcánica reciente está compuesta por materiales del Cuaternario y se ubica al sur de los departamentos de San Marcos y Quetzaltenango, y al norte de Retalhuleu. Esta se ha formado por materiales laháricos y depósitos de lodo provenientes de las tierras altas volcánicas, y por ceniza volcánica que originó suelos profundos con pendientes de entre 3 % a 8 % (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación *et al.*, 2001). Este gran paisaje es clave porque está expuesto a amenazas volcánicas por el complejo de domos Santiaguito.

Por último, en la región fisiográfica de llanura costera del Pacífico predominan grandes paisajes relacionados con el abanico aluvial del río Samalá (86 %), el cual se formó por el aporte continuo de material aluvial de los ríos Samalá, Ocosito, El Tambor, Nimá I y Nil; además de aportes de fragmentos de rocas de los conos volcánicos de Zunil, Santo Tomás, Santa María y Cerro Siete

Orejas. Por otro lado, las zonas de marismas se deben al mal drenaje y a las mareas marinas, y se consideran como áreas prioritarias debido a las inundaciones permanentes (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación *et al.*, 2001).

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

Región fisiográfica	Subregión fisiográfica	Gran paisaje	Área (%)
Tierras altas volcánicas	Zona montañosa y planicie central (Tecpán-Jalpatagua)	Conos y domos volcánicos	9.6
		Macizo intrusivo del cerro Xachuitz	1.3
		Montañas volcánicas altas de occidente	16.7
		Picos volcánicos Santo Tomás - Zunil	3.6
		Planicies onduladas	7.6
		Terrazas del río Talcaná	0.1
		Valle tectónico de Samalá	15.3
Pendiente volcánica reciente	Pendiente volcánica central (Atitlán - Pacaya)	Relleno volcánico de El Tumbador - Coatepeque - Nuevo San Carlos	7.2
Llanura costera del Pacífico	Planicie aluvial costera (Suchiate - Madre Vieja)	Abanico aluvial de los ríos Coyolate - Acomé - Achiguate (parte del vértice)	8.4
		Abanico aluvial de los ríos Coyolate - Acomé - Achiguate (parte distal)	11.4
		Abanico aluvial de los ríos Coyolate - Acomé - Achiguate (parte media)	13.3
		Restos de superficies planas originadas por sedimentos fluviales	0.9
		Zona de marismas del litoral del Pacífico	4.7

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

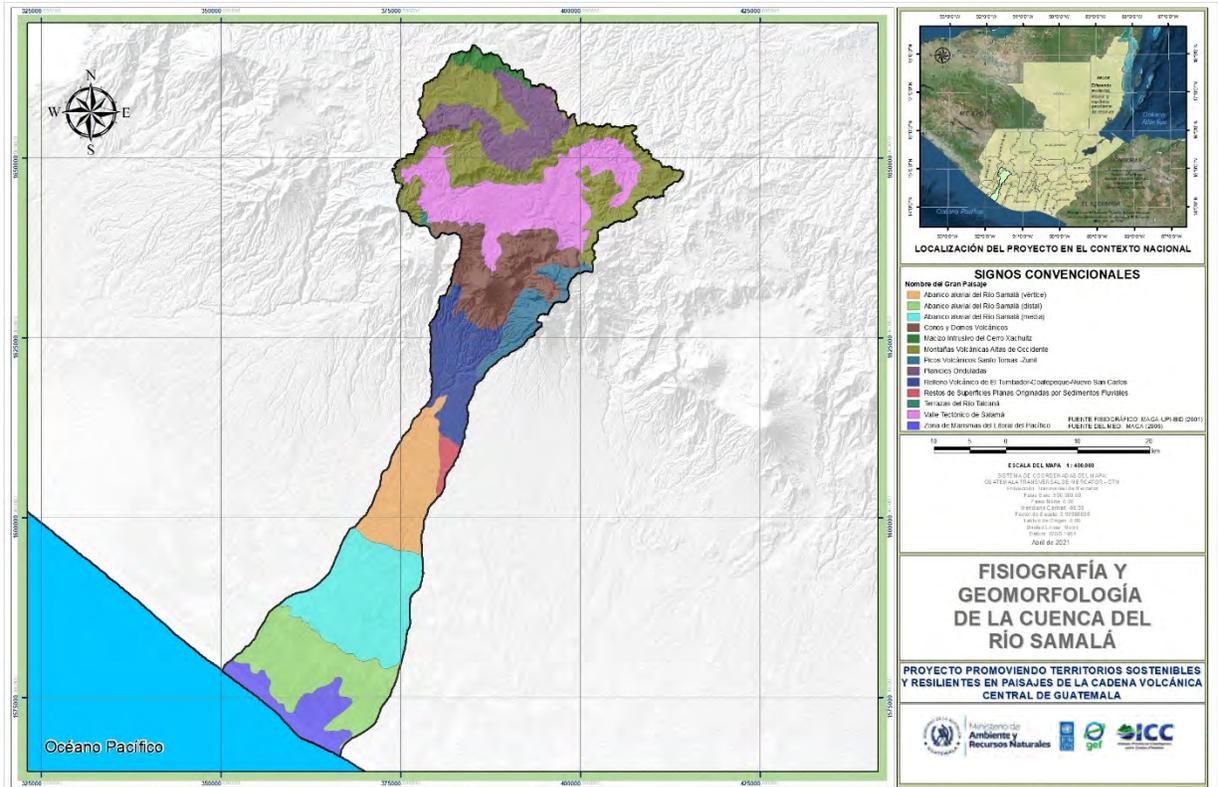


Figura 41. Fisiografía y geomorfología de la cuenca del río Samalá
 Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación et al. (2001).

9 TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE

La mayor parte de la superficie de la cuenca hidrográfica del río Samalá (42 %) es plana a ligeramente inclinada, con porcentajes de pendiente inferiores al 5 %, y corresponde con las zonas planas de la llanura costera del Pacífico y las partes planas del valle tectónico de Samalá. El 18 % del área de la cuenca es escarpada (con pendientes de 30 a 60 %); el 17 % es inclinada a fuertemente inclinada (pendientes de 5-15 %), el 14 % es moderadamente escarpada (pendientes de 15-30 %) y el 9 % muy escarpada (pendientes >60 %). Las zonas escarpadas se ubican en las zonas de picos volcánicos, conos y domos volcánicos, y montañas de las tierras altas volcánicas (Figura 42).

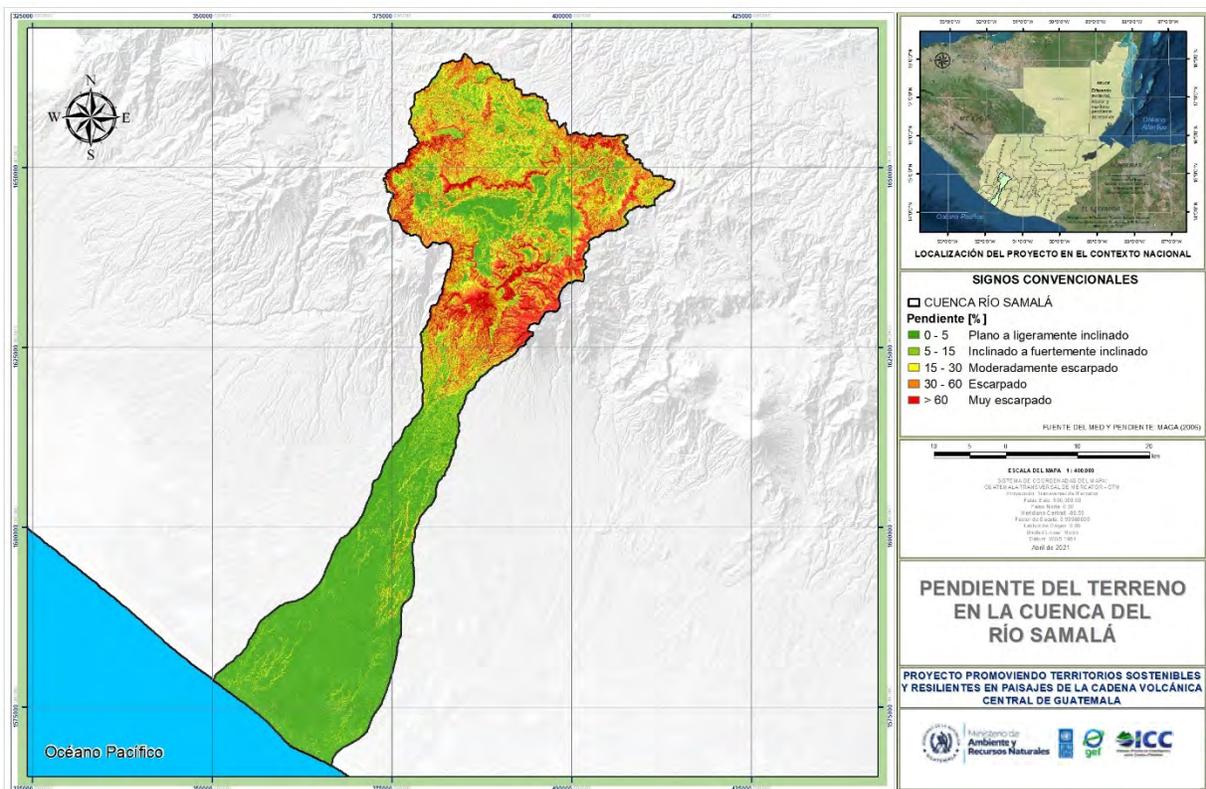


Figura 42. Pendiente del terreno en la cuenca hidrográfica del río Samalá
Fuente: Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos (2006).

10 GEOLOGÍA

Según el mapa geológico de la República de Guatemala elaborado por el Instituto Geográfico Nacional (1970), el 39 % de la superficie de la cuenca hidrográfica del río Samalá está conformada principalmente por aluviones del Cuaternario (Qa) y corresponde a la región fisiográfica de la llanura costera del Pacífico. El 25 % de la cuenca está ocupada por piroclásticos o pómez del Cuaternario (Qp), los cuales se encuentran en la cabecera de esta; el 22 % por rocas volcánicas del Terciario; el 14 % por rocas volcánicas del Cuaternario (Qv), en la pendiente volcánica reciente; y con menos del 1 % se encuentran las rocas metamórficas del Paleozoico (I) y los depósitos sedimentarios Cretácico-Terciarios (KTsb) en la zona norte de la cuenca (Figura 43).

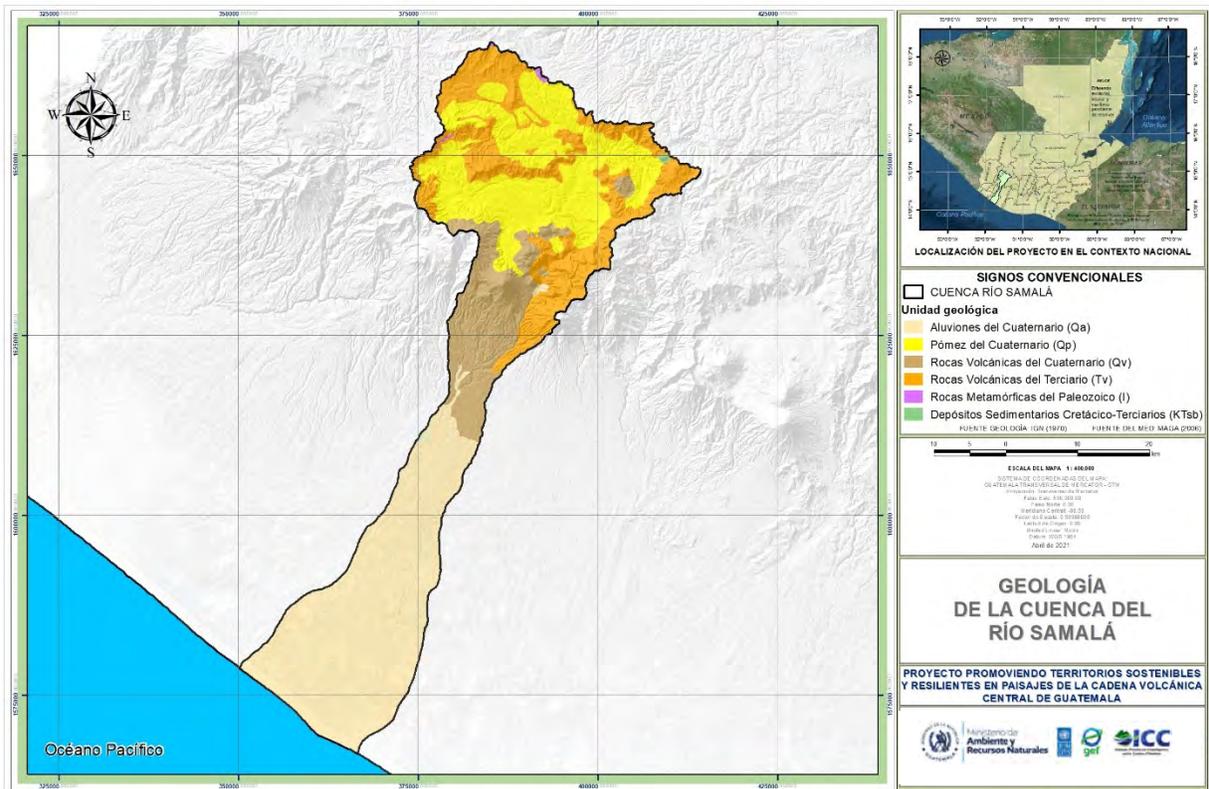
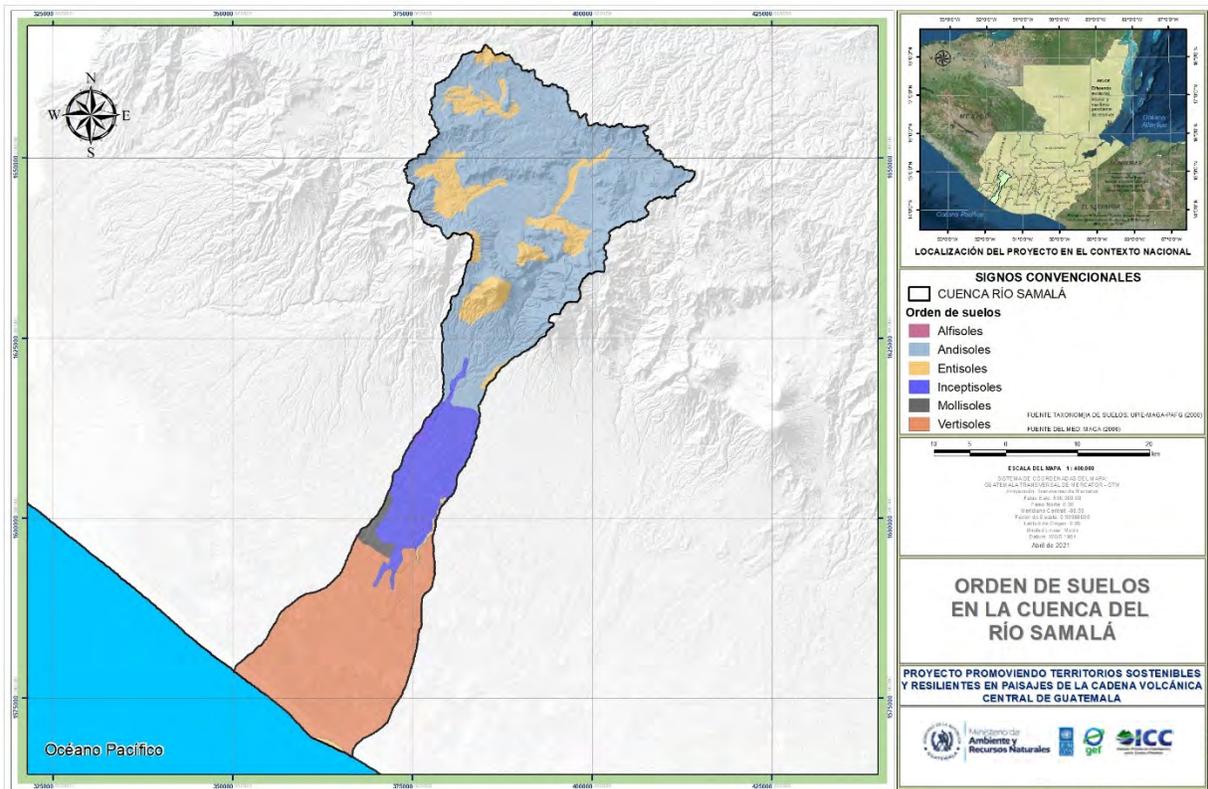


Figura 43. Geología de la cuenca hidrográfica del río Samalá
Fuente: Instituto Geográfico Nacional (1970).

11 SUELOS

Con base en la cartografía de clasificación taxonómica de los suelos de la República de Guatemala, en el 51 % de la superficie de la cuenca hidrográfica del río Samalá hay predominancia de los suelos del orden andisol, ubicados desde la parte media hasta la cabecera de la cuenca; en el 22 % los suelos son vertisoles, localizados en la parte baja correspondiente al abanico aluvial del río Samalá; en el 10 % los suelos son del orden entisol, situados en la cabecera de la cuenca; y otro 10 % son inceptisoles presentes en la parte baja de la cuenca, al sur del complejo de domos Santiaguito. Los molisoles representan una minoría en la cuenca con el 1 % (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación y Programa de Emergencia por Desastres Naturales, 2005) (Figura 44).



12 COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA

Para el año 2012, la cuenca hidrográfica del río Samalá estaba ocupada por los siguientes usos (en porcentaje de superficie ocupada): agricultura anual (29.4 %), bosques (19.3 %), pastizales (13.3 %) y hule (11 %). De las anteriores predominaba la agricultura anual, que se concentraba en la cabecera de la cuenca, entre los paisajes del valle tectónico de Samalá, montañas volcánicas altas de occidente y planicies onduladas. Los bosques se localizan en la cabecera de la cuenca, donde sobresale un área de bosque ubicada alrededor de los picos volcánicos Santo Tomás y Zunil. En el resto del territorio existían 12 usos de la tierra, que representaban el 26.9 % de la cuenca. El uso urbano (5.1 %) es relevante, ya que se concentra en la cabecera de la cuenca, y corresponde a la ciudad de Quetzaltenango y sus alrededores (Tabla 4 y Figura 45) (Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra, 2014).

Tabla 4. Usos de la tierra en 2012 y superficie ocupada en la cuenca del río Samalá

Categoría de uso de la tierra	Área (km²)	Área (%)
Urbano	82.2	5.1
Bosques	313.6	19.3
Zonas húmedas	2.6	0.2
Cuerpos de agua	43.0	2.7
Agricultura anual	477.0	29.4
Pastizales	216.2	13.3
Zonas agrícolas heterogéneas	4.3	0.3
Espacios abiertos, sin o con poca vegetación	14.7	0.9
Cultivos permanentes herbáceos	13.3	0.8
Cultivos permanentes arbóreos	129.5	8.0
Vegetación arbustiva baja (guamil-matorral)	17.3	1.1
Árboles dispersos	92.5	5.7
Banano-plátano	36.6	2.3
Café	0.6	< 0.1
Hule	178.1	11.0
Palma africana	0.0001	< 0.1

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

Según el *Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra para la República de Guatemala*, en el año 2020 se cultivaban granos básicos (maíz y frijol) en el 26.83 % de la superficie de la cuenca del río Samalá; en el 22.18 % existía cobertura boscosa con predominancia de bosque mixto (16.80 %); en el 10.12 % había pastos naturales y cultivados; y en el 9.64 % se identificó la presencia de caña de azúcar. Las categorías relacionadas con el uso urbano (tejido urbano continuo y discontinuo) representan el 4.67 %, de los cuales el primero se concentra en la cabecera de la cuenca (valle tectónico de Samalá) (Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos, 2021).

De los anteriores usos predominantes, los granos básicos, los bosques y el tejido urbano se localizan en la parte alta de la cuenca; mientras que los pastos y la caña de azúcar en la parte baja. El resto de las categorías de uso se pueden consultar en la Tabla 5 y Figura 46.

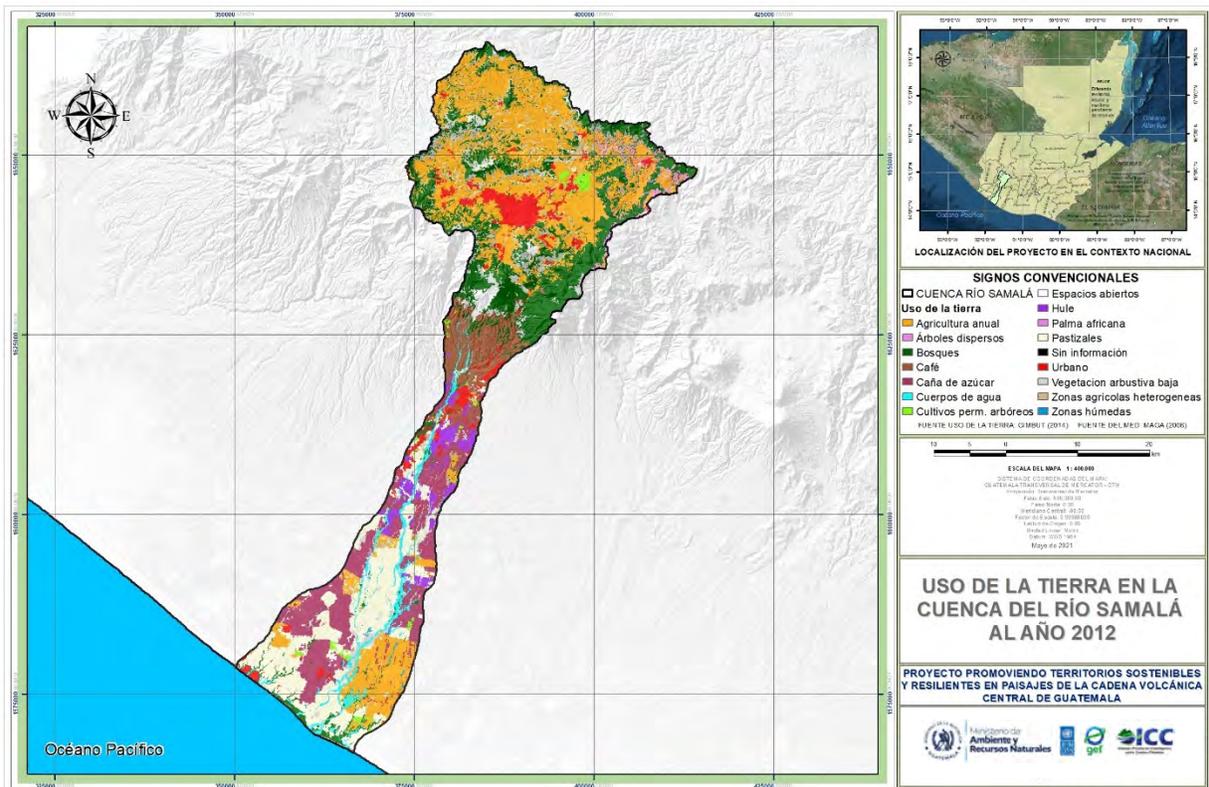


Figura 45. *Uso y cobertura de la tierra en la cuenca del río Samalá, año 2012*
Fuente: Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra (2014).

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

Código y cobertura vegetal y uso de la tierra	Área (%)
1.1.1. Tejido urbano continuo	2.977
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	1.693
1.1.3. Lotificaciones	0.204
1.2.5. Áreas turísticas, arqueológicas	0.001
1.3.1. Zonas de extracción minera (canteras)	0.063
1.3.2. Escombreras, vertederos o rellenos sanitarios y plantas de tratamiento	0.027
1.4.2. Instalación deportiva y recreativa	0.094
2.1.1. Granos básicos (maíz y frijol)	26.827
2.1.8. Tabaco	1.370
2.3.1. Pasto cultivado	4.347
2.3.2. Pasto natural	5.778
2.4.3. Huerto	1.586
3.1.1. Bosque latifoliado	2.064
3.1.3. Bosque mixto	16.807
3.1.4. Bosque de manglar	0.962
3.2.2. Árboles dispersos	0.373
3.3.1. Vegetación arbustiva baja (matorral y /o guamil)	3.039
3.4.1. Playas, dunas o arenales	0.603
3.4.2. Rocoso o lavas	1.165
3.4.3. Espacio con vegetación escasa (tierras desnudas y degradadas)	0.535
4.1.1. Pradera pantanosa	0.821
4.1.2. Zonas inundables	2.647
5.1.1. Río	0.520
5.1.2. Lago, laguna o laguneta	0.248
5.2.1. Estero	0.134
1.2.1.1. Agroindustria	0.085
1.2.1.2. Beneficios	0.007
1.2.1.3. Producción hidrobiológica (camaroneras, piscícolas)	0.028
1.2.1.4. Salinas	0.141
1.2.2.4. Instalación educativa	0.021
1.2.2.6. Cementerio	0.057
1.2.2.8. Otros comercios y servicios	0.071
1.2.4.2. Pista de aterrizaje	0.054

Código y cobertura vegetal y uso de la tierra	Área (%)
2.1.3.2 Otras hortalizas (papa, cebolla, repollo, zanahoria, lechuga y otros)	3.481
2.2.1.2. Piña	0.045
2.2.1.4. Flores y follajes	0.002
2.2.2.1. Café	3.952
2.2.3.1. Palma de aceite	0.151
2.2.3.4. Frutales deciduos	0.099
2.2.3.6. Hule	2.314
2.2.3.7. Aguacate	0.058
2.2.3.8. Mango	0.270
2.2.3.9. Cítricos	0.185
2.2.4.1. Caña de azúcar	9.637
2.4.2.3. Café y macadamia	0.587
3.2.1.1. Plantación de conífera	0.567
3.2.1.2. Plantación de latifoliada	0.121
2.2.3.10. Macadamia	0.331
2.2.3.11. Rambután	0.002
3.1.2. Bosque de coníferas	2.342
4.1.3. Humedal con vegetación	0.419
1.2.2.1. Centro comercial	0.015
1.2.2.2. Hospital	0.005
1.2.2.5. Prisión	0.006
1.2.2.7. Hidroeléctrica	0.007
1.4.1.1. Zoológicos	0.005
2.2.1.5. Mashán	0.008
2.2.3.5. Cacao	0.039
2.2.4.2. Cardamomo	0.002

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

Para el año 2016, el 21.0 % de la superficie de la cuenca del río Samalá estaba ocupada por cobertura forestal, principalmente en su parte alta. Durante el periodo 2010-2016, la dinámica forestal presentó una ganancia del 5.9 % y una pérdida del 3.5 %. Este análisis tomó como base el mapa de cobertura forestal y dinámica de la cobertura forestal realizado por el Instituto Nacional de Bosques *et al.* (2019) (Figura 47).

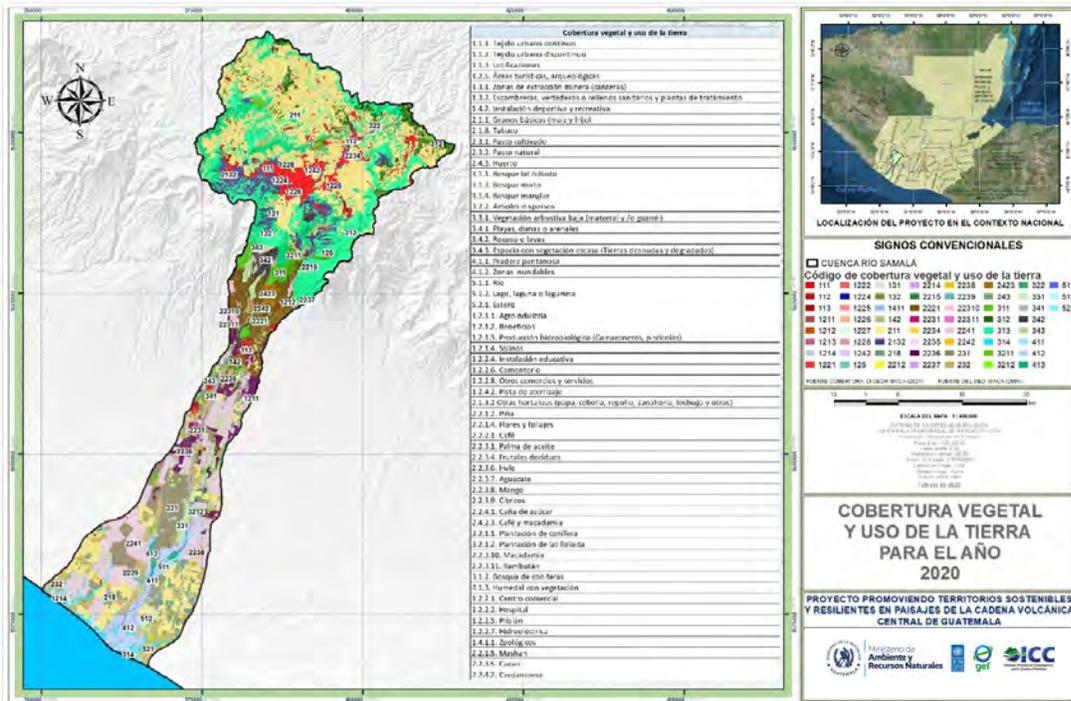


Figura 46. Cobertura vegetal y uso de la tierra en la cuenca del río Samalá, año 2020
 Fuente: Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos (2021).

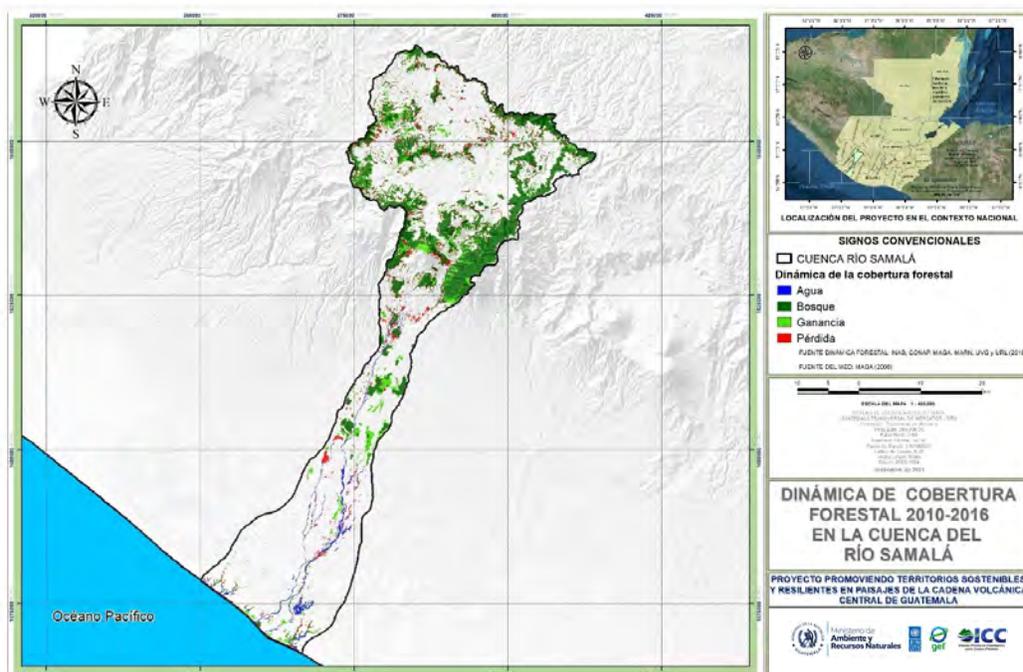


Figura 47. Dinámica de la cobertura forestal en la cuenca del río Samalá, periodo 2010-2016
 Fuente: Instituto Nacional de Bosques et al. (2019).

13 CAPACIDAD DE USO DEL SUELO

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).

La mayor parte de la cuenca hidrográfica del río Samalá (33.1 %) tiene aptitud para la agricultura con mejoras (Am), el 17.1 % para tierras forestales de producción (F), el 14.8 % para agricultura sin limitaciones (A), el 9.8 % para sistemas silvopastoriles (Ss), el 9.1 % para tierras forestales de protección (Fp), el 7.1 % para agroforestería con cultivos permanentes (Ap) y el 6.4 % para agroforestería con cultivos anuales (Aa) (Figura 48 y Tabla 6).

El 47.9 % de la cuenca tiene aptitud agrícola (con mejoras y sin limitaciones) en su parte baja y cabecera (valle tectónico de Samalá), el 26.2 % tiene aptitud forestal (producción y protección) en las partes media y alta, y el 23.3 % tiene aptitud para el desarrollo de cultivos o pasturas en asocio con árboles (agroforestería y sistemas silvopastoriles).

El enfoque metodológico del Instituto Nacional de Bosques (2000) propone una serie de condiciones de los factores (pendiente, profundidad, drenaje y pedregosidad) que definen las categorías de capacidad de uso, que se describen brevemente a continuación.

Agricultura sin limitaciones (A): tierras sin limitaciones de los cuatro factores, por lo que son aptas para el desarrollo de agricultura intensiva o extensiva, con o sin asocio. Se requiere de pocas prácticas intensas para la conservación de suelos.

Agricultura con mejoras (Am): presenta limitaciones moderadas en alguno de los factores para su uso agrícola pleno. Se requieren prácticas de conservación de suelos y de manejo del cultivo.

Agroforestería con cultivos anuales (Aa): estas tierras tienen limitación ya sea de pendiente o profundidad del suelo. Por ello, son aptas para cultivos agrícolas en asocio con árboles, pero se deben realizar prácticas de conservación del suelo y manejo del cultivo.

Sistemas silvopastoriles (Ss): tierras con limitaciones permanentes o temporales en alguno de los factores y en cuanto a drenaje interno. Son aptas para el desarrollo de pasturas en asocio con árboles.

Agroforestería con cultivos permanentes (Ap): tierras con limitaciones de profundidad del suelo y pendiente del terreno. Son aptas para cultivos permanentes en asocio con árboles, forestales o frutales.

Tierras forestales para producción (F): tierras con limitaciones de pendiente y pedregosidad, por lo que un cambio de uso representaría la pérdida de la capacidad productiva y su respectiva degradación. Son aptas para el desarrollo de bosques.

Tierras forestales de protección (Fp): presentan limitaciones de los cuatro factores, por lo que son aptas para el desarrollo del bosque. Tienen especial interés por la conservación de la biodiversidad, el capital natural y las fuentes de agua.

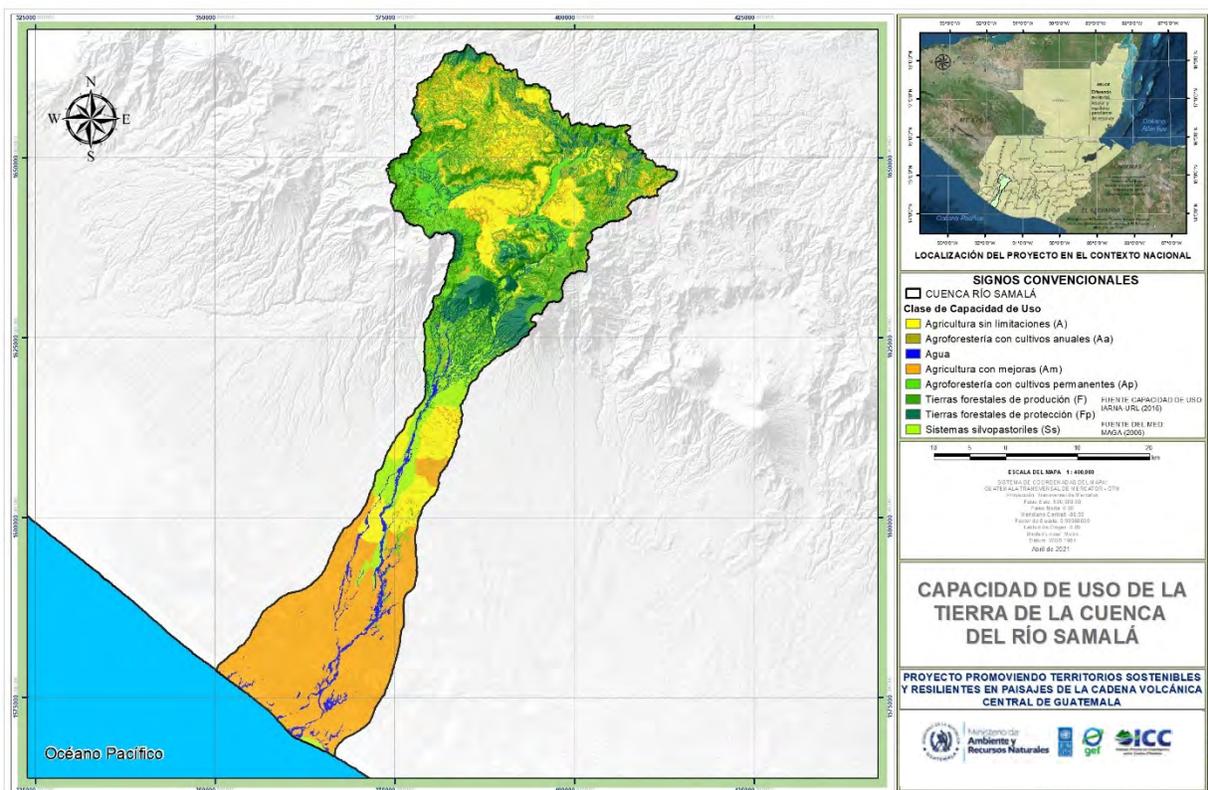


Figura 48. Capacidad de uso de la tierra en la cuenca del río Samalá según la metodología del INAB

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

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	14.8
Am	Agricultura con mejoras	33.1
Aa	Agroforestería con cultivos anuales	6.4
Ss	Sistemas silvopastoriles	9.8
Ap	Agroforestería con cultivos permanentes	7.1
F	Tierras forestales de producción	17.1
Fp	Tierras forestales de protección	9.1
Ag	Agua	2.7

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

La intensidad de uso de la tierra para la República de Guatemala se estimó a través del análisis cartográfico⁴ 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).

La mayor parte de la superficie de la cuenca hidrográfica del río Samalá está en sobreuso (45.1 %)⁵, desde la parte baja hasta su cabecera; en el 30.6 % el uso es adecuado; y en el 15.4 % hay subuso. Estas tres categorías suman el 91 % del área de la cuenca. El restante 9 % se complementa con las categorías urbana (5.1 %) y aquellas relacionadas con el agua (3.7 %) (Figura 49).

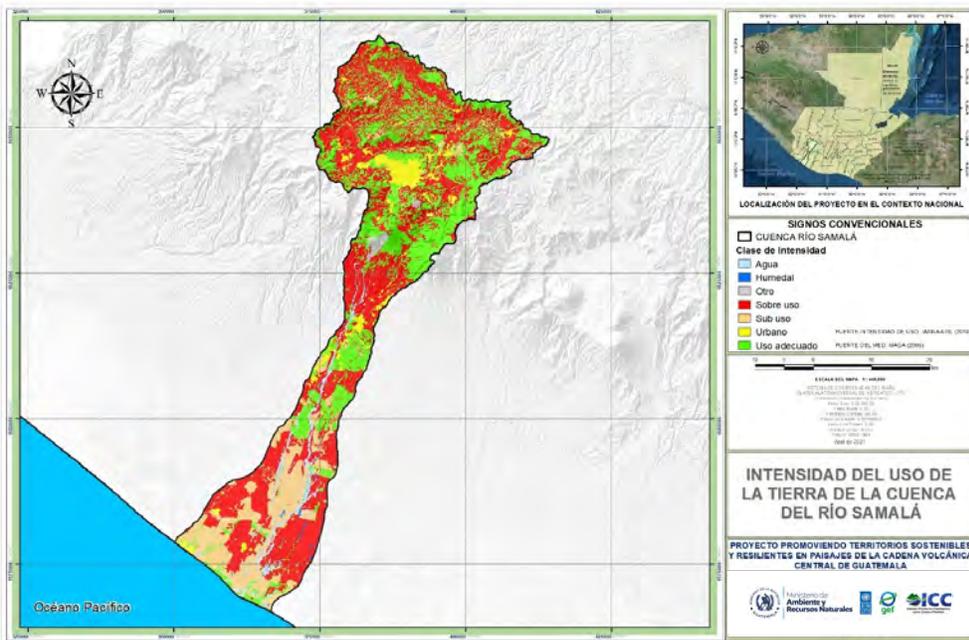


Figura 49. Intensidad de uso de la tierra en la cuenca del río Samalá

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

⁴ 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).

⁵ El 21.1 % de las áreas con sobreuso se debe a la discrepancia entre el uso actual de agricultura anual en zonas con capacidad de uso con alta y muy alta recarga hidrológica, que son áreas protegidas y cabecera de cuenca.

15 EROSIÓN HÍDRICA

Según la modelación de la erosión hídrica que realizó el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2021a) para la vertiente del Pacífico, utilizando la ecuación universal de pérdida de suelos (USLE, por sus siglas en inglés), el 35 % de la erosión en la cuenca se produce por los usos de la tierra de espacios abiertos⁶ (sin o con poca vegetación), vegetación arbustiva baja, y árboles dispersos, que presentan las mayores tasas de erosión hídrica (> 1000 t/ha/año). Estas tres categorías de uso, en conjunto con los bosques, están ubicadas en terrenos con pendientes superiores al 30 % (que representan las mayores pendientes en esta cuenca).

La agricultura anual en la cuenca del río Samalá presenta una tasa promedio de Fs de 720 t/ha/año, y contribuye a la mitad de la erosión generada en la cuenca, en un 29.4 % de la superficie de la cuenca que esta ocupa. El 15 % restante de erosión en la cuenca se produce por los otros usos de la tierra (Tabla 6). Entre la variedad de usos, el café, la palma africana y las zonas agrícolas heterogéneas tienen tasas de erosión superiores a las 200 t/ha/año. En las tierras con bosque, caña de azúcar, cultivos permanentes arbóreos y hule, la erosión es de 50 a 200 t/ha/año; mientras que en los pastizales es de 10 a 50 t/ha/año. En promedio, la erosión anual en esta cuenca es igual a 402 t/ha/año.

Según la clasificación de tasas de erosión hídrica propuesta por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (1980), el 30 % de la superficie de esta cuenca presenta erosión muy alta (> 200 t/ha/año), en el 25 % es alta (50-200 t/ha/año), en el 23 % es moderada (10-50 t/ha/año) y en el 22 % es leve o nula (<10 t/ha/año) (Figura 50).

⁶ La categoría de espacios abiertos (sin o poca vegetación) corresponde a la zona del complejo volcánico de Santa María-Santiaguito, donde la vegetación es escasa y existe un aporte continuo de sedimentos por el complejo de domos Santiaguito.

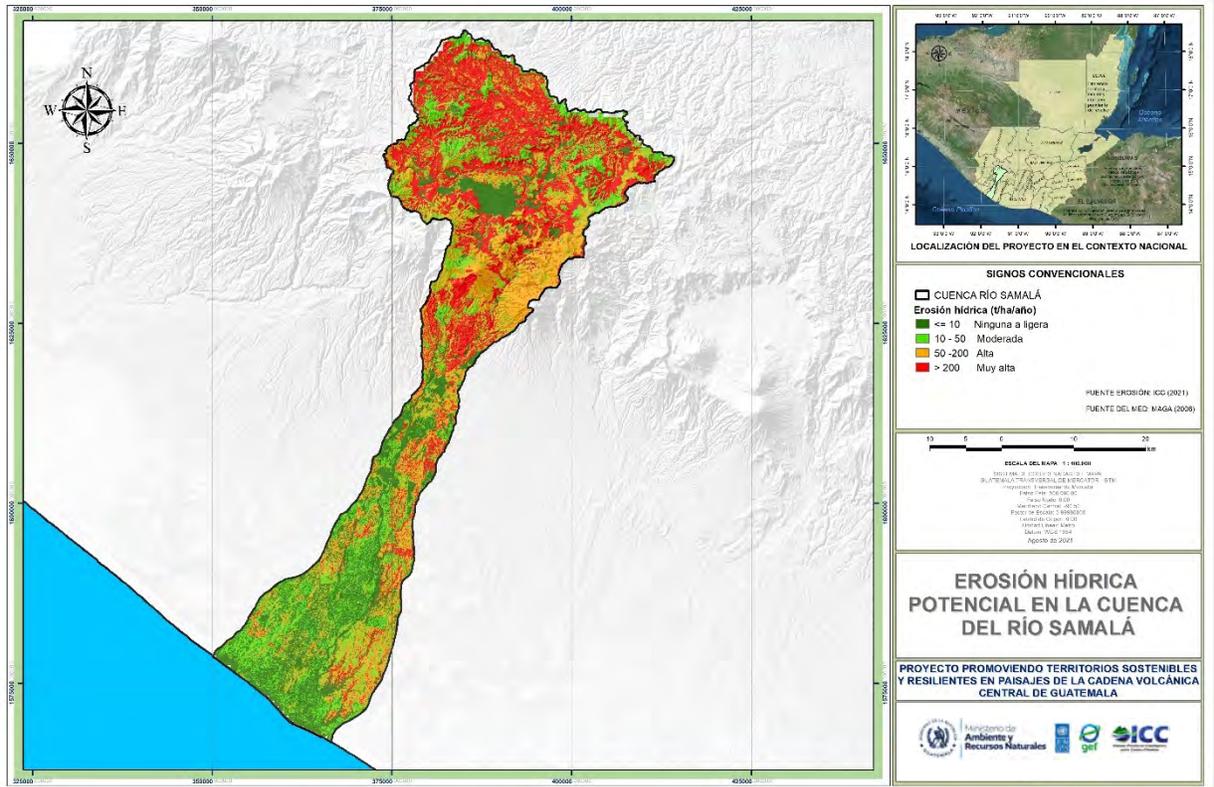


Figura 50. Erosión hídrica potencial en la cuenca del río Samalá
 Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2021).

16 ZONAS DE VIDA Y ECOSISTEMAS

Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge, en la cuenca hidrográfica del río Samalá existen siete zonas de vida: bosque húmedo montano bajo tropical (bh-MBT), que ocupa la mayor extensión territorial dentro de la cuenca (34.0 %) y se ubica en la cabecera; le sigue el bosque seco tropical (bs-T) (20.7 %) que se encuentra en la parte baja; el bosque muy húmedo montano tropical (bmh-MT) (17.7 %) en la cabecera, adyacente al bh-MBT; y el bosque húmedo tropical (bh-T) (15.5 %) en la parte baja (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2015).

De las tres zonas de vida restantes, el bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PMT) y el bosque muy húmedo tropical (bmh-T) se ubican en la zona de transición entre la cuenca baja y media, y representan el 7.2 % y el 4.1 % del área total de la cuenca, respectivamente. El bosque muy húmedo montano bajo tropical (bmh-MBT) ocupa tan solo el 1.0 % (Figura 51 y Tabla 7).

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

Zona de vida	Área (km ²)	Área (%)
Bosque húmedo montano bajo tropical (bh-MBT)	552	34.0
Bosque húmedo tropical (bh-T)	251	15.5
Bosque muy húmedo montano tropical (bmh-MT)	287	17.7
Bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PMT)	116	7.2
Bosque muy húmedo tropical (bmh-T)	66	4.1
Bosque seco tropical (bs-T)	335	20.7
Bosque muy húmedo montano bajo tropical (bmh-MBT)	16	1.0

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

El bosque húmedo montano bajo tropical (bh-MBT) se puede encontrar en altitudes que van de 1047 a 3207 m s.n.m., dentro de la media de 2150 m s.n.m. En esta zona de vida llueven anualmente 1360 mm, con un mínimo de 901 mm y un máximo de 2000 mm. Su temperatura media anual es de 15.48 °C, la máxima es de 18 °C y la mínima de 10 °C. Su relación de evapotranspiración potencial y precipitación pluvial es de 0.67, lo cual muestra que hay un excedente de agua (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2018). Algunas de las especies de flora que se pueden encontrar en esta zona son: *Abies guatemalensis*, *Acacia pennatula*, *Acaena elongata*, *Alnus jorullensis*, *Alsophila salvinii*, *Arbutus xalapensis*,

Arctostaphylos pyrifolia, *Baccharis vaccinioides*, *Billia hippocastanum*, *Buddleia nitida*, *Buddleia skutchii*, *Cavendishia guatemalensis*, *Ceanothus coeruleus*, *Cedrela pacayana*, *Cestrum aurantiacum*, *Chaetoptelea mexicana*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Citharexylum donnellsmithii*, *Clethra suaveolens*, *Cleyera theaeoides*, *Coriaria thymifolia*, *Cuphea cyanea*, *Cupressus lusitanica*, *Cyathea divergens*, *Dalia australis*, *Dendropanax arboreus*, *Dicksonia sellowiana*, *Didymopanax morototoni*, *Dodonea viscosa*, *Drimys granadensis*, *Ehretia luxiana*, *Eupatorium semialatum*, entre otras (Instituto Nacional de Bosques, 2001).

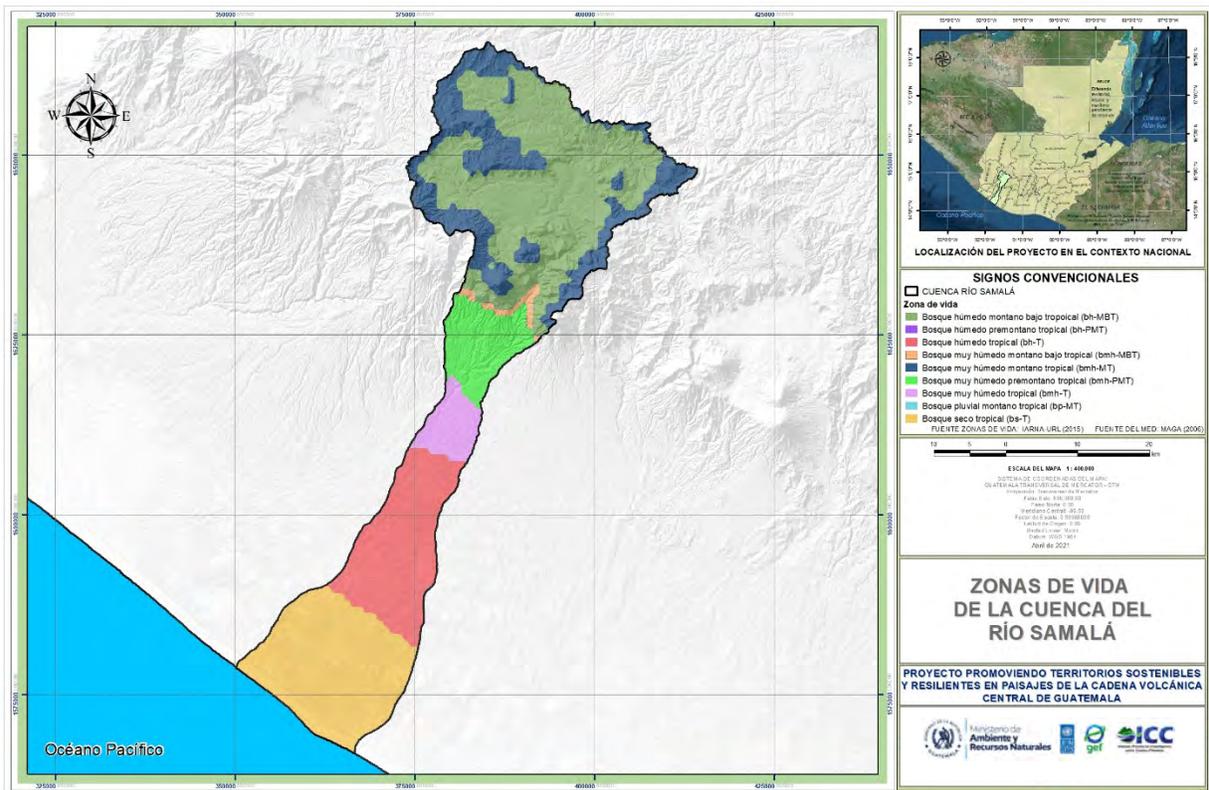


Figura 51. Zonas de vida en la cuenca hidrográfica del río Samalá, según el sistema de clasificación de Holdridge

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

El bosque seco tropical (bs-T) se ubica en altitudes que van desde 0 a 1082 m s.n.m. y su altitud media es de 196 m s.n.m. La precipitación pluvial media anual es de 1407 mm, y está comprendida desde los 705 a los 1863 mm. La temperatura media anual es de 25.7 °C, la mínima de 24 °C y la máxima de 28 °C. La relación entre la evapotranspiración potencial y la precipitación pluvial es de 1.08, con tendencia al déficit de agua (Instituto de Investigación

y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2018). Entre la biodiversidad de flora presente en esta zona de vida se pueden encontrar las siguientes especies: *Acacia pennatula*, *Achimenes erecta*, *Acoelorrhaphe wrightii*, *Allophylus cominia*, *Alseis yucatanensis*, *Ampelocera hotleii*, *Annona glabra*, *Aphelandra scabra*, *Aspidosperma cruentum*, *Aspidosperma megalocarpon*, *Aspidosperma stegomeris*, *Asterogyne martiana*, *Astrocaryum mexicanum*, *Astronium graveolens*, *Attalea cohune*, *Bactris mexicana* (Instituto Nacional de Bosques, 2001).

El bosque muy húmedo montano tropical (bmh-MT) está comprendido en las zonas que altitudinalmente van de los 1943 a los 3960 m s.n.m., con un valor promedio de 2979 m s.n.m. Las precipitaciones anuales van desde los 1141 a los 2056 mm, con una media de 1468 mm. Su temperatura media anual es de 10.40 °C, la mínima de 6.10 °C y la máxima de 15.50 °C. Es un ecosistema productor de excedentes de agua, ya que su relación entre la evapotranspiración potencial y la precipitación pluvial es de 0.41 (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2018). Entre la biodiversidad de especies de flora que ocurren en esta zona de vida, se pueden mencionar: *Abies guatemalensis*, *Acaena elongata*, *Alnus jorullensis*, *Alsophila salvinii*, *Arbutus xalapensis*, *Arctostaphylos pyrifolia*, *Baccharis vaccinioides*, *Billia hippocastanum*, *Buddleia nitida*, *Cavendishia guatemalensis*, *Ceanothus coeruleus*, *Cestrum aurantiacum*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Clethra suaveolens*, *Cleyera theaeoides*, *Coriaria thymifolia*, *Cuphea cyanea*, *Cupressus lusitanica*, *Cyathea divergens*, *Dalia australis*, *Dendropanax arboreus*, *Dicksonia sellowiana*, *Dodonea viscosa*, *Drimys granadensis*, *Eupatorium semialatum*, *Fuchsia arborescens*, *Fuchsia michoacanensis*, *Gimnosperma glutinosa*, *Gregia steyermaerkii*, *Halenia shannonii*, *Ilex belizensis*, *Ilex brandegeana*, entre otras (Instituto Nacional de Bosques, 2001).

El bosque húmedo tropical (bh-T) está situado en una elevación media de 182 m s.n.m., pero puede encontrarse desde los 0 a los 1139 m s.n.m. En cuanto a su clima, la precipitación media anual es de 2199 mm y la temperatura media anual de 25.65 °C. Ecológicamente produce excedentes de agua, pues su relación entre la evapotranspiración potencial y la precipitación pluvial es de 0.69 (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, 2018). Algunas especies de flora presentes en esta zona de vida son: *Acacia pennatula*, *Achimenes erecta*, *Acoelorrhaphe wrightii*, *Allophylus cominia*, *Alseis yucatanensis*, *Ampelocera hotleii*, *Annona glabra*, *Aphelandra scabra*, *Aspidosperma cruentum*, *Aspidosperma megalocarpon*, *Aspidosperma stegomeris*, *Asterogyne martiana*, *Astrocaryum mexicanum*, *Astronium*

graveolens, *Attalea cohune*, *Bactris mexicana*, *Bactris trichophylla*, *Bauhinia divaricata*, *Bernoullia flammea*, *Borreria oxyphylla*, *Brosimum alicastrum*, *Brosimum panamense*, *Bucida buceras*, *Bursera bipinnata*, entre otras (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 período 2010-2021 se observaron y reportaron más de 20 000 ocurrencias de flora y fauna en la cuenca hidrográfica del río Samalá, de las cuales predominaron las de fauna (99.5 %) y el 0.5 % corresponde a flora. De la fauna observada, el 96.6 % es avifauna, 3.3 % insectos y la minoría (< 0.1 %) son otras clases como mamíferos, reptiles, arácnidos, entre otras. En cuanto a especies de fauna, se han observado 343 de avifauna, 96 de insectos y 23 especies distribuidas en más de una clase, sumando un total de 462 especies. En cuanto a la flora, del total de observaciones un 87 % fue de dicotiledóneas, el 12 % de monocotiledóneas y el 2 % de la clase Polypodiopsida. En total, se han avistado 123 especies de flora, de las cuales 55 son dicotiledóneas, 9 monocotiledóneas y 1 de la clase Polypodiopsida. La distribución espacial de los avistamientos u observaciones se presenta en la Figura 52.

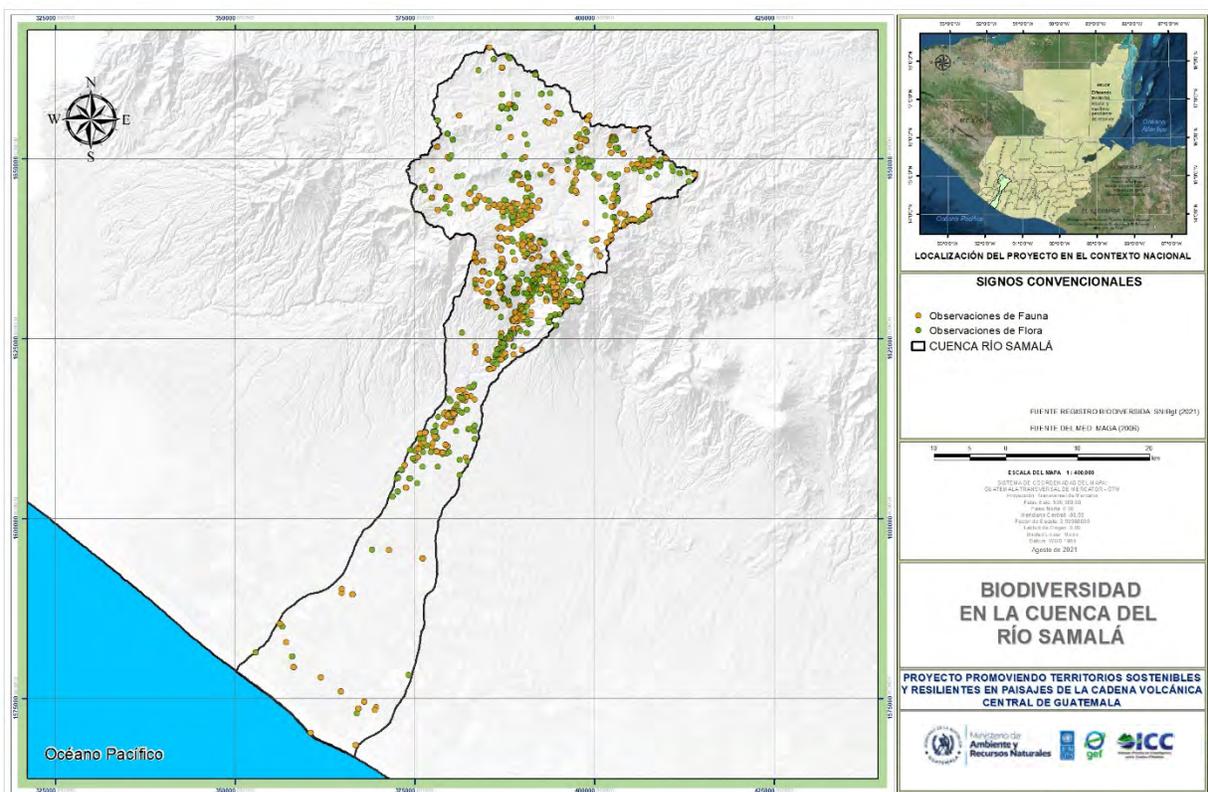


Figura 52. Biodiversidad de la cuenca del río Samalá, según el Sistema Nacional de Información sobre Diversidad Biológica
Fuente: Sistema Nacional de Información sobre Diversidad Biológica de Guatemala (2021).

Según el mapa actualizado del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (Sigap) (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2020), 151 km² de la cuenca hidrográfica del río Samalá se encuentran bajo alguna categoría de protección. La categoría mayoritaria en cuanto a superficie ocupada de la cuenca (47 %) es la de parque regional municipal, seguida por las zonas de veda definitiva (45 %) y con menos del 5 % están las siguientes categorías: reserva de uso múltiple, reserva natural privada y parque regional. La mayoría de estas se ubican entre la parte media y alta de la cuenca (Figura 53).

Los parques regionales municipales son: Cerro Mano de León (Cerro Sija), Concepción Chiquirichapa, El Caracol, Los Espinos, Mirasol y Tizate, Los Altos de San Miguel Totonicapán, Quetzaltenango – Saqbé y Zunil. Las zonas de veda definitivas corresponden a los siguientes volcanes: Cerro Quemado, Santa María, Santiaguito, Santo Tomás, Siete Orejas y Zunil. Dentro de las reservas naturales privadas están: Altamira, Finca Asturias y Finca Patrocinio (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2020).

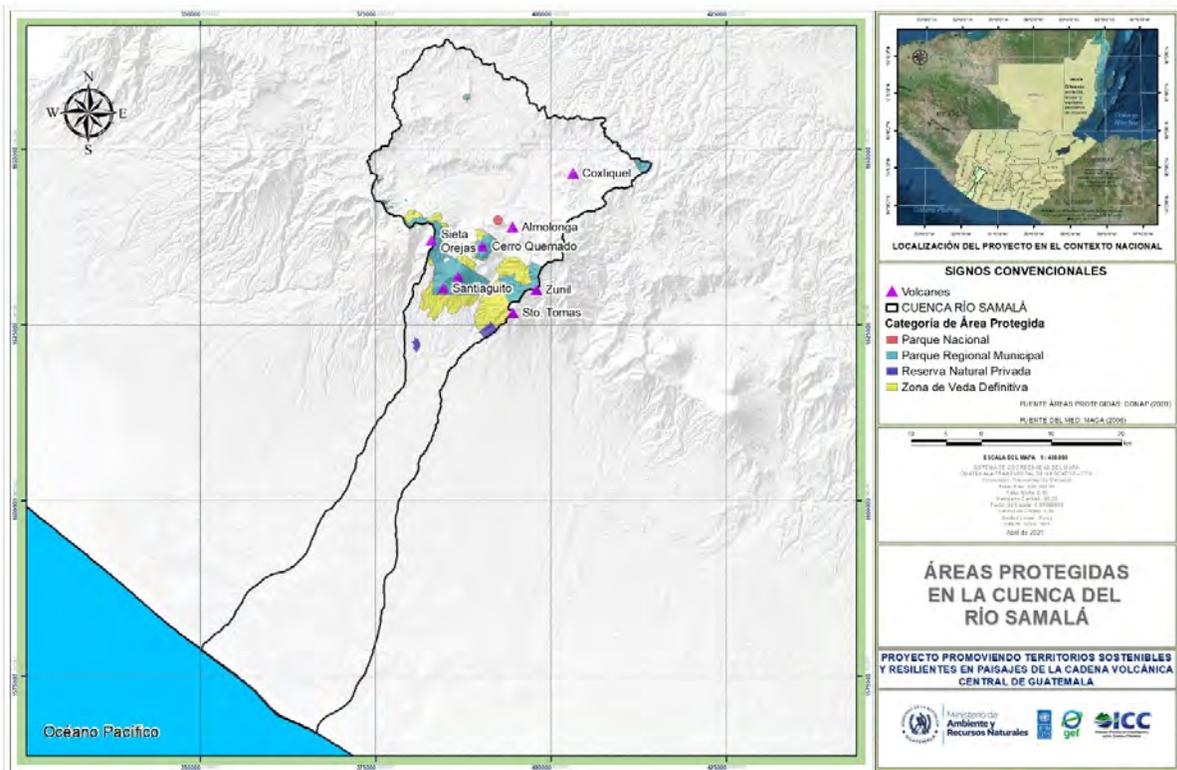


Figura 53. Áreas protegidas en la cuenca del río Samalá
Fuente: Consejo Nacional de Áreas Protegidas (2020).

18 RIESGO

18.1 Deslizamientos

El 14 % de la superficie de la cuenca hidrográfica del río Samalá está bajo algún tipo de riesgo (alto, medio, bajo), según lo muestra el mapa de riesgo por deslizamientos elaborado por el Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y El Caribe y la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (2010), considerando el evento de la tormenta tropical Agatha ocurrido en mayo de 2010. Las áreas con algún riesgo se ubican en la cabecera de la cuenca, en la porción de los departamentos de Quetzaltenango y Totonicapán que están dentro de esta cuenca. Dentro del área de riesgo en la cuenca, el 54 % corresponde a zonas de riesgo medio, el 26 % a riesgo bajo y el 21 % a riesgo alto (Figura 54).

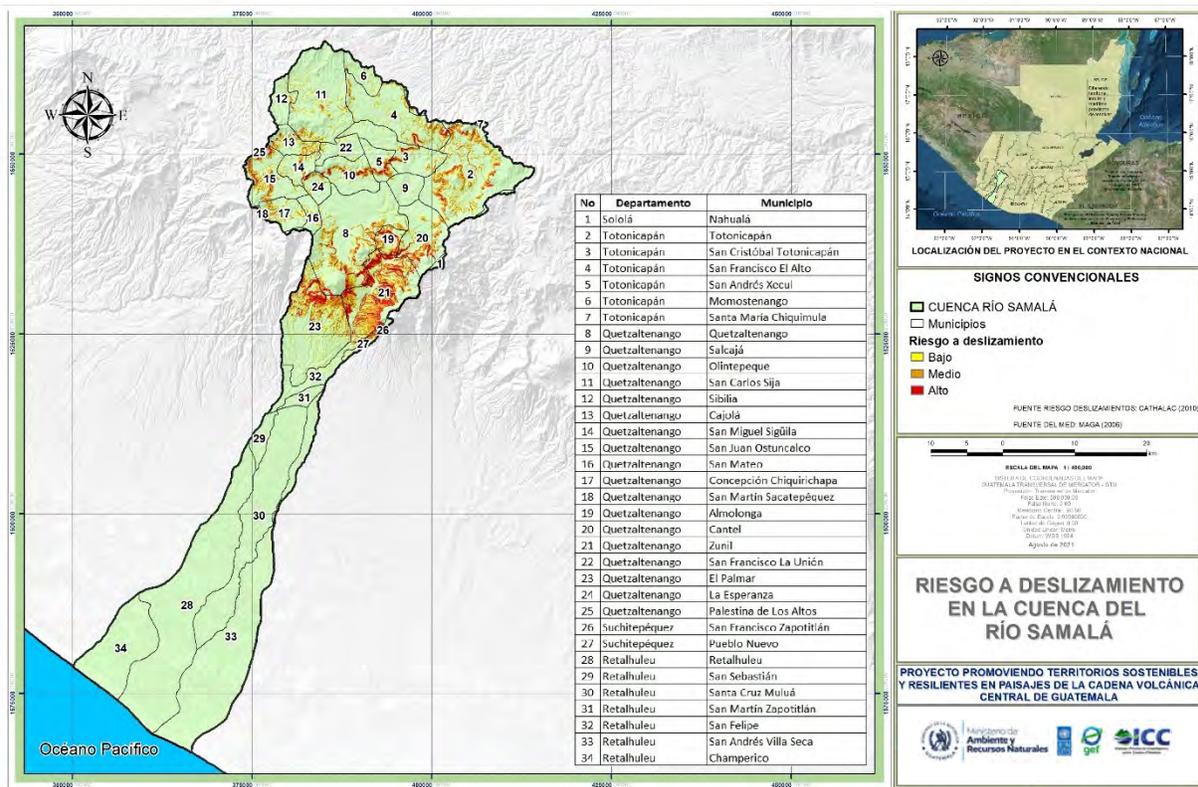


Figura 54. Riesgo a deslizamientos en la cuenca del río Samalá
 Fuente: Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe y Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (2010).

18.2 Inundaciones

Esta información se obtuvo con base en la integración de estudios sobre inundación en la vertiente del Pacífico realizados por el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2017). La información para la cuenca hidrográfica del río Samalá fue generada por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA, por sus siglas en inglés), quien elaboró el mapa de zonas susceptibles a inundación durante los períodos de retorno de 2, 10, 30 y 50 años (Agencia de Cooperación Internacional del Japón, 1985).

En el caso de la cuenca hidrográfica del río Samalá, los municipios con áreas susceptibles a ser inundadas son: San Sebastián, Santa Cruz Muluá, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu y Champerico (Figura 55).

El mapa de amenaza a inundaciones realizado por la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (2015) confirma que dichos municipios están bajo amenaza ante estos eventos y muestra la amenaza por inundaciones en la cabecera de la cuenca, principalmente en el paisaje del valle tectónico de Samalá (Figura 56).

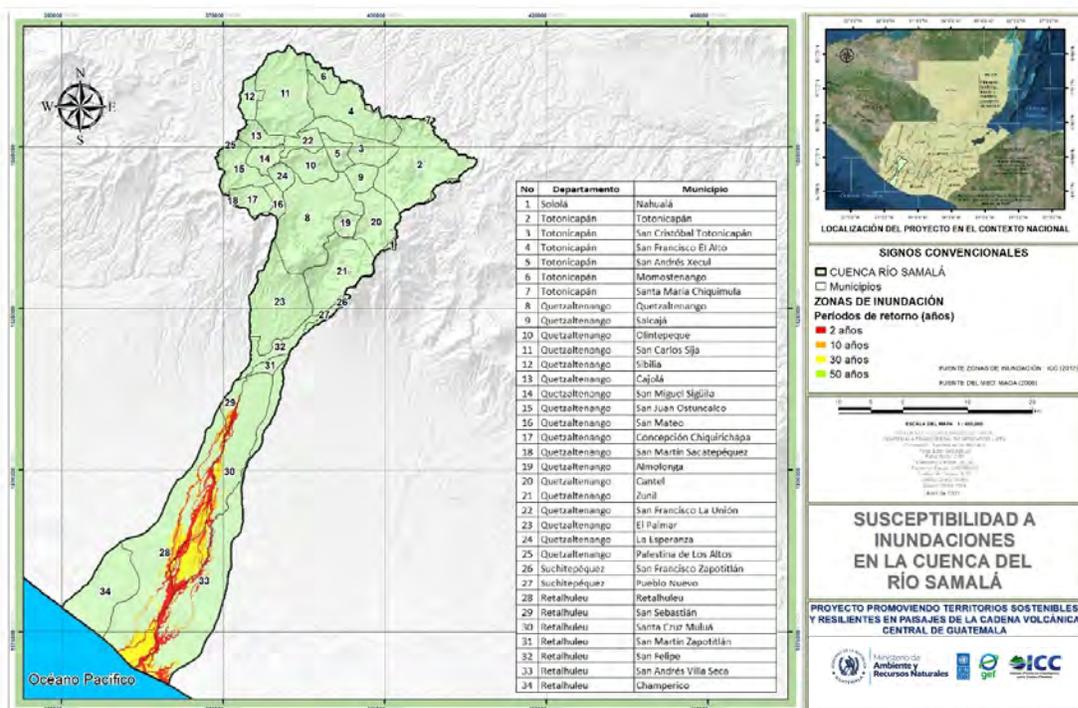


Figura 55. Susceptibilidad a inundaciones en la cuenca del río Samalá
Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (2017).

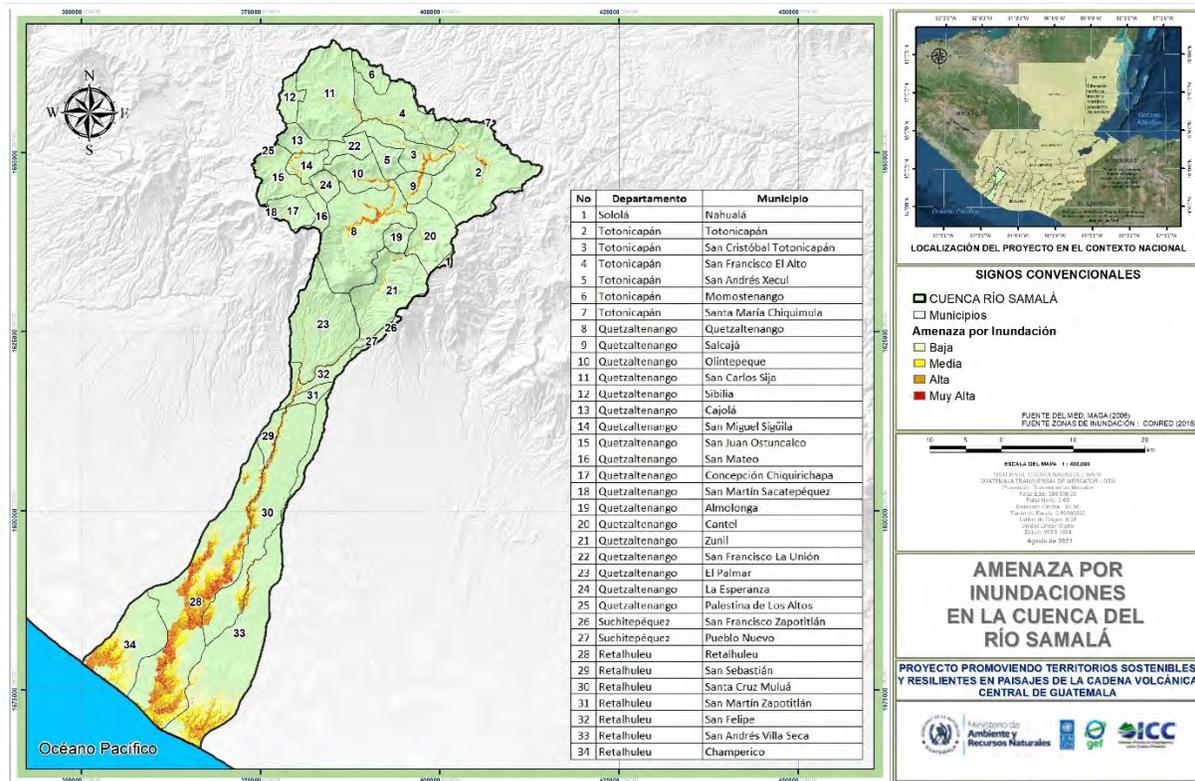


Figura 56. Amenaza por inundación en la cuenca del río Samalá
 Fuente: Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (2015).

18.3 Amenazas volcánicas

La cuenca hidrográfica del río Samalá cuenta con una variedad de volcanes en su superficie, de los cuales cobra importancia el complejo de domos Santiaguito, que se formó luego de una erupción violenta de tipo pliniana del volcán Santa María ocurrida en 1902, y ha mantenido su actividad por más de cien años, siendo uno de los más activos y peligrosos del arco volcánico de Centro América (de León *et al.*, 2019). Entre 2015 y 2016 las erupciones se intensificaron, produciendo columnas de ceniza de hasta 7 kilómetros de altura, que anteriormente habían sido de hasta 2 kilómetros, y flujos piroclásticos (Wallace *et al.*, 2020). De allí, que la consideración de las amenazas volcánicas de este complejo de domos es importante bajo el enfoque de cuenca, ya que las poblaciones que habitan al sur de este han sido afectadas a lo largo del último siglo (Figura 57).

El complejo Santiaguito está compuesto por cuatro domos, que en orden de oeste a este son: El Brujo, El Monje, La Mitad y Caliente (Figura 58). Este último se ha mantenido activo durante los últimos cincuenta años y durante el período 1922 a 1939. En el caso de los otros tres, El Brujo se mantuvo

activo desde 1958 a 1986, La Mitad entre 1939 y 1949, y El Monje de 1949 a 1958 (Rose, 1972).

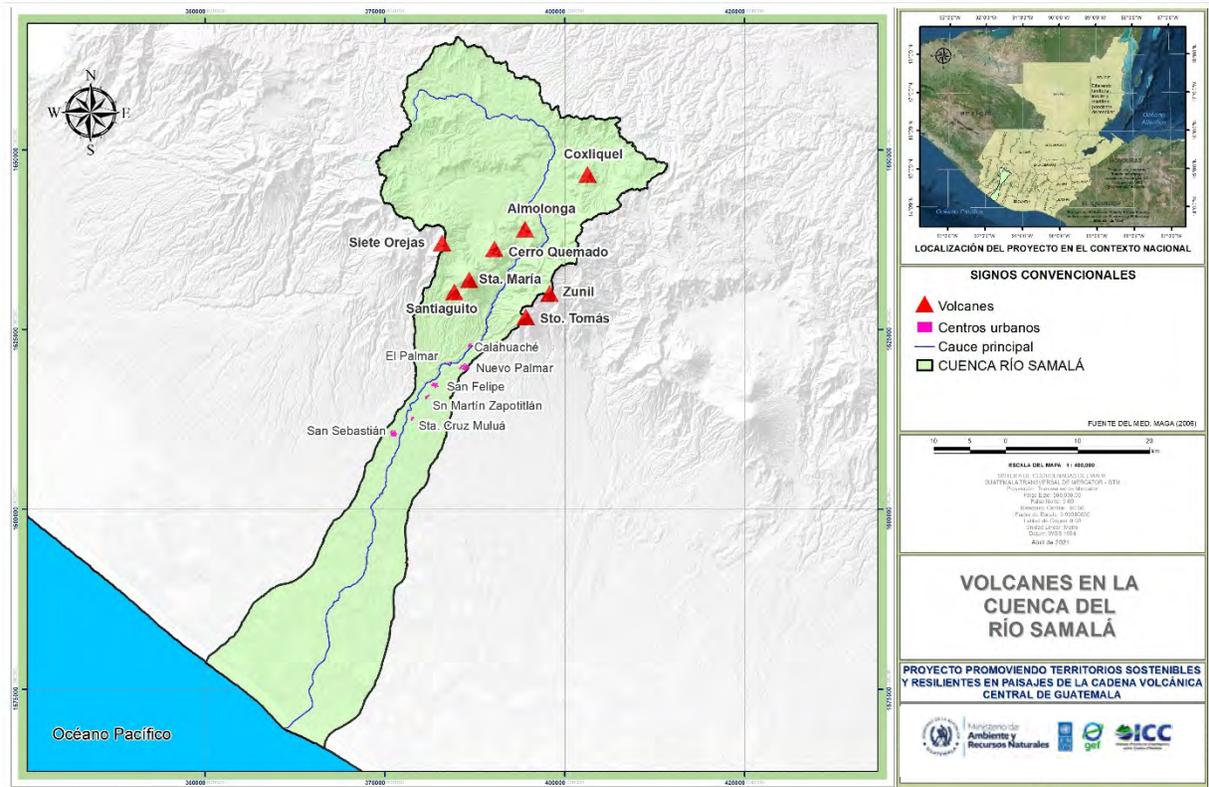


Figura 57. Volcanes en la cuenca del río Samalá
Fuente: MesoAmerican Research Center (2020).

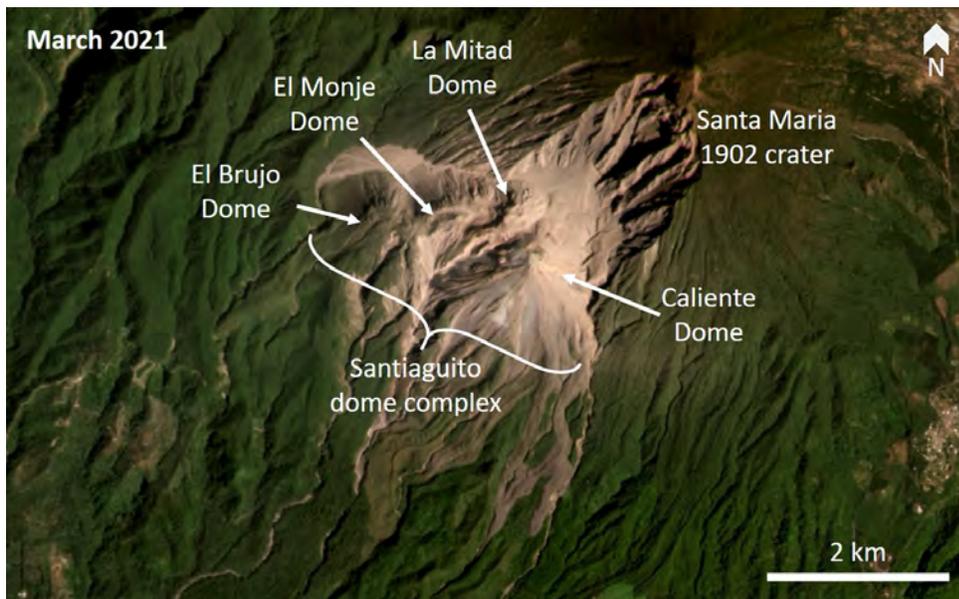


Figura 58. Complejo volcánico Santa María-Santiago
Fuente: tomado de Smithsonian Institute Global Volcanism Program (2021).

18.3.1 Lahares

En la historia reciente del complejo de domos Santiaguito existen cinco canales activos que constituyen el origen o cabecera de los ríos Nimá I, Nimá II, San Isidro, Concepción-Tambor y Tambor. Derivado de su actividad durante décadas, se evidencia un crecimiento continuo de los domos (Escobar *et al.*, 2010) (Figura 59).

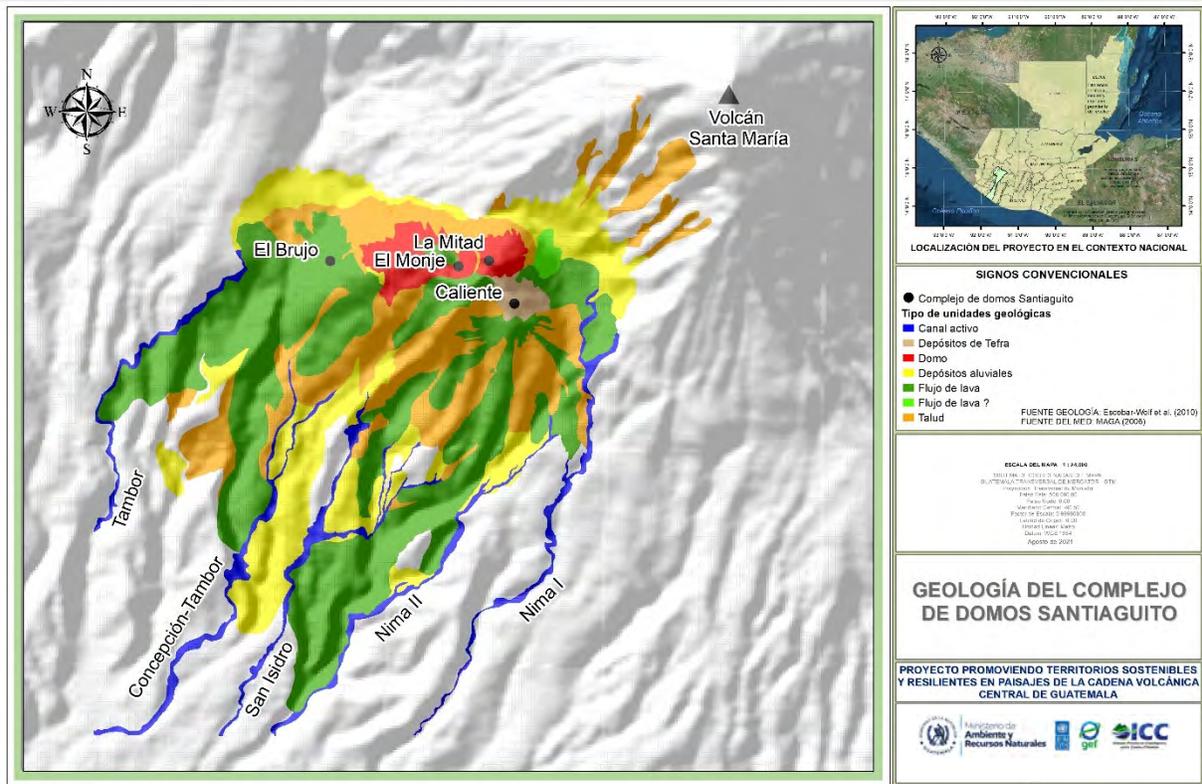


Figura 59. Geología del complejo de domos Santiaguito
Fuente: Escobar Wolf *et al.*, (2010).

Los ríos anteriormente mencionados constituyen el canal para el transporte de materiales generados por la actividad volcánica, tal y como sucedió con el descenso de lahares en los ríos Nimá II y El Tambor en 1983, que ocasionó la destrucción del centro urbano de El Palmar, Quetzaltenango. En esa ocasión, el exceso de sedimentos en el cauce del río Nimá II provocó su colapso y bloqueo, por lo que su curso se desvió hacia el río Nimá I, causando su desbordamiento. La última fase de destrucción de este poblado ocurrió en 1997 por la acción de los lahares (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 1998 y 2012). También cobra

importancia el río Cabello de Ángel, que es tributario del río Nimá I, por el descenso de lahares (Figura 60).

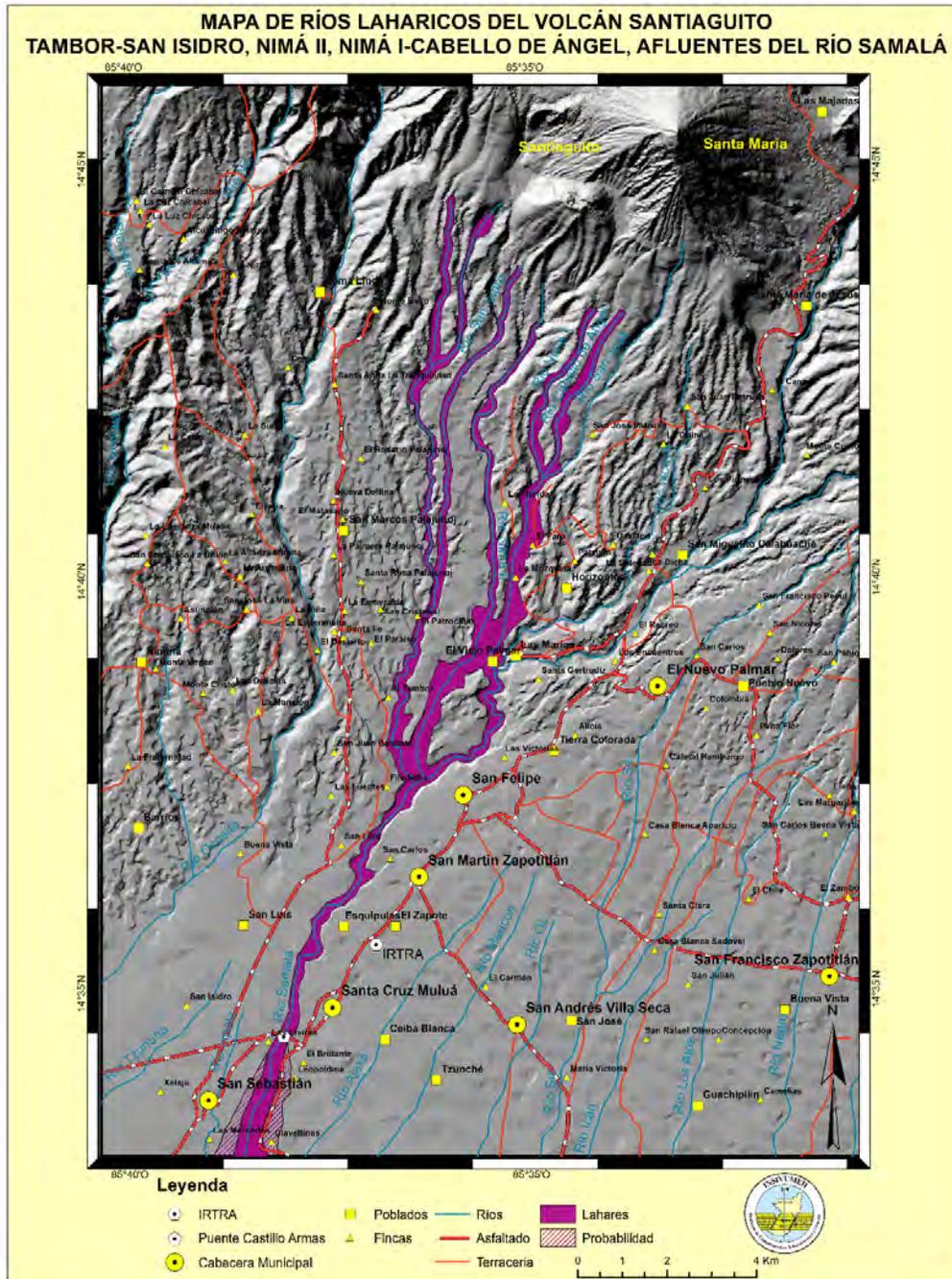


Figura 60. Mapa de ríos laháricos del volcán Santiaguito

Fuente: tomado del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2017).

18.3.2 Flujos piroclásticos y ceniza

Dentro de la historia eruptiva del complejo de domos Santiaguito, la erupción del volcán Santa María en 1902 produjo flujos piroclásticos que se extendieron hasta 10 kilómetros, en las cercanías de El Palmar (Smithsonian Institute Global Volcanism Program, 2021). Durante dicho evento se reportaron los siguientes fenómenos volcánicos tanto a nivel nacional, como internacional y global: (a) erosión en cárcavas, en Flores Costa Cuca, (b) balística y tormentas eléctricas en un rango de 18 kilómetros del volcán Santa María, (c) lahares en Caballo Blanco y Champerico del departamento de Retalhuleu, (d) gas (se refiere al ácido sulfúrico) que se registró en Cobán, Alta Verapaz, (e) flujo de piroclastos reportado hasta en Colima, México. Además se reportaron hundimientos, gas, ceniza y aerosoles (global) que ocasionaron anomalías pronunciadas (Berry *et al.*, 2021).

Luego, en 1929 se produjeron altas cantidades de flujos piroclásticos en el cauce del río Tambor que provocaron muertes en la finca El Patrocinio y pérdidas materiales (Figura 61). La erupción de 1973 también ocasionó cantidades considerables de flujos piroclásticos (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 2012).

Con base en la zonificación cartográfica de amenazas por flujos piroclásticos del complejo de domos Santiaguito realizada por Barillas-Cruz *et al.* (2003), existen cuatro zonas de amenaza:

- a. Zona de amenaza baja, donde los poblados que corresponden espacialmente con esta tienen un 40 % de probabilidad de ser afectados. Al momento de realizar este estudio se cuantificaban 120 poblados, entre los cuales están San Miguelito Calahuaché, El Palmar, Nuevo Palmar y San Felipe Retalhuleu. Esta zona tiene similitud con el evento de flujos piroclásticos ocurrido en 1929.
- b. Zona de amenaza media por flujos piroclásticos, donde se encuentran 19 poblados que tienen el 60 % de probabilidad de ser afectados. Este es un punto medio entre los eventos de 1929 (moderado) y 1973 (pequeño).
- c. Zona de amenaza alta, donde existe entre un 80 % a 100 % de probabilidad de que los dos poblados que existen en su zona de influencia sean afectados. Es una zona de importancia núcleo para la generación de materiales volcánicos como lava, flujos piroclásticos, entre otros, que pueden generar lahares en los ríos Nimá I y El Tambor (Figura 61).

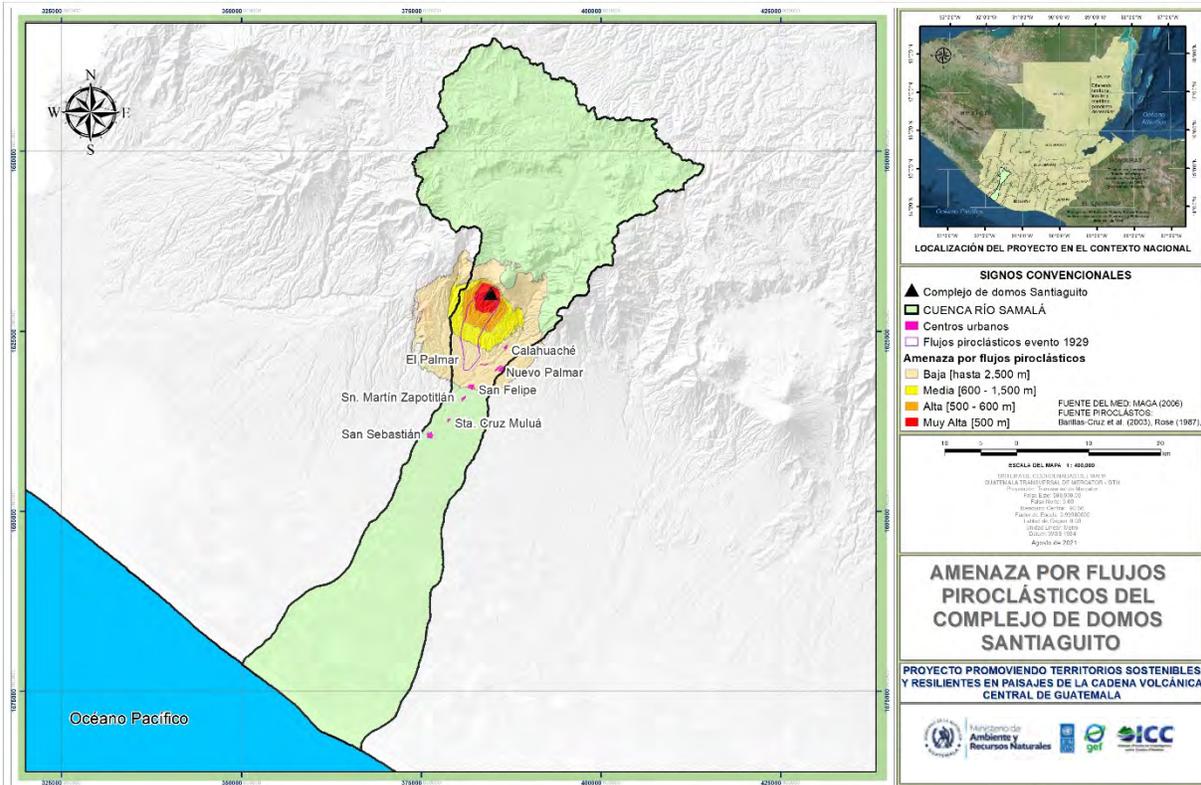


Figura 61. Amenaza por flujos piroclásticos en la cuenca del río Samalá
Fuente: Barillas-Cruz et al. (2003).

Derivado de la actividad más reciente del complejo de domos Santiaguito, y en específico del domo El Caliente, ocurrida del 29 de enero al 3 de febrero de 2022, se reportó la dispersión y caída de ceniza en dirección oeste y noreste del domo activo, llegando a alturas de entre 600 y 800 metros. Se registró la caída de ceniza en San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango (Ilanos del Pinal y Xecaracoj) y El Palmar (Loma Linda) (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 2022a).

Con base en el mapa de dispersión y caída de ceniza del 3 de febrero de 2022, se estima que la población expuesta a este evento en la cuenca del río Samalá fue de 85 752 (61 lugares poblados) y que en el lugar donde se registró la caída de ceniza habitaban 58 679 personas (42 lugares poblados) (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 2022b) (Figura 62).

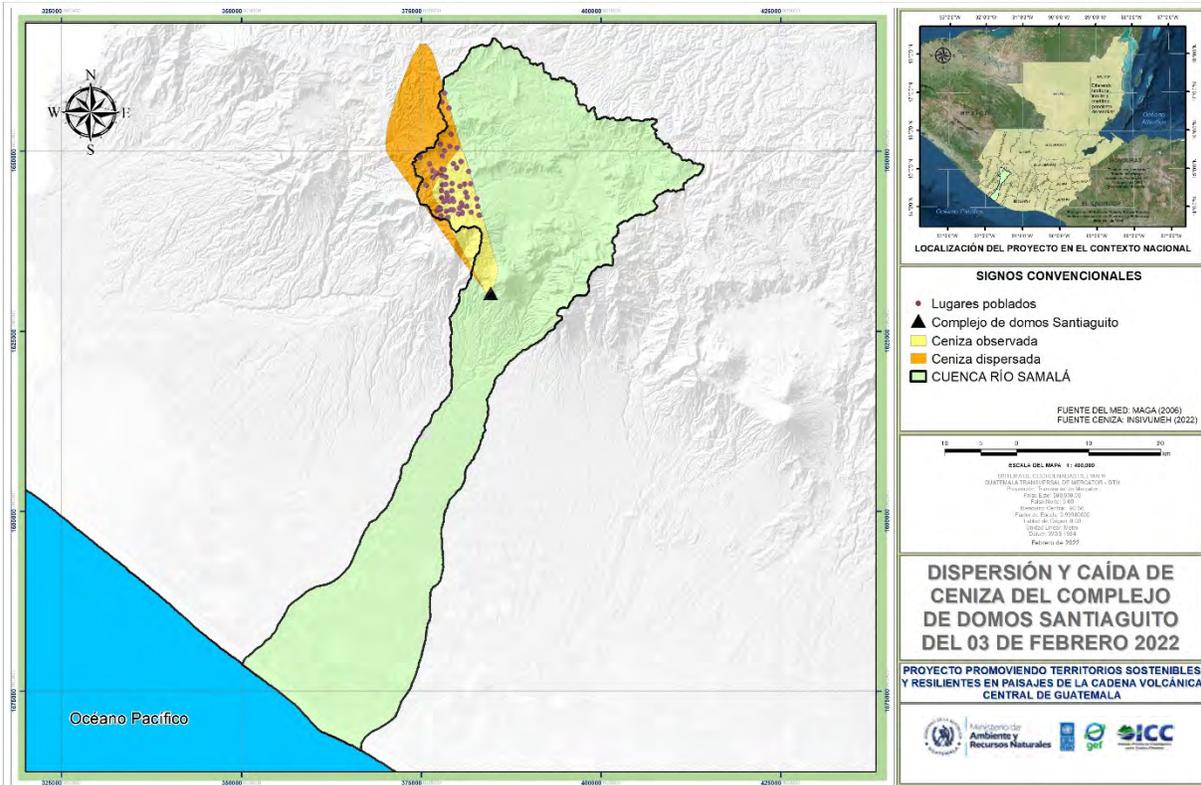


Figura 62. *Dispensión y caída de ceniza del complejo de domos Santiaguito durante el evento del 3 de febrero de 2022*

Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2022b).

18.4 Sequía

Un 38 % de la superficie de la cuenca hidrográfica del río Samalá está afecta a una amenaza mediana-baja por sequía, el 24 % a una amenaza alta y el 21 % a una amenaza muy baja. El resto de las categorías representan menos del 10 % del territorio de la cuenca cada una (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2015).

En la parte central de la cuenca la amenaza es muy baja (zonas desde la parte alta hasta el inicio de su cabecera), mientras que en la parte central de la cabecera la amenaza es alta con una zona de amenaza mediano-baja que la rodea. En la parte baja de la cuenca frecuentemente las amenazas son bajas, mediano-bajas, medias, altas y muy altas (esta última adyacente a la línea costera) (Figura 63).

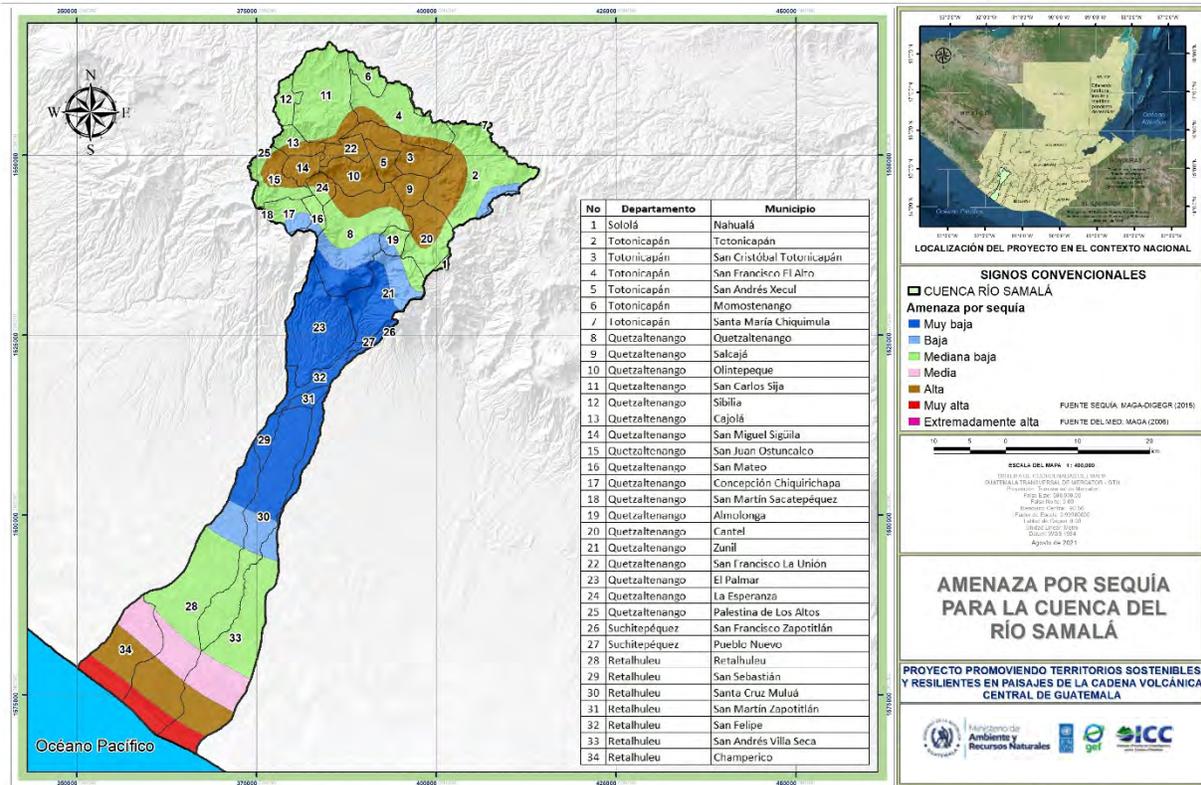


Figura 63. Amenaza por sequía en la cuenca del río Samalá
 Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (2015).

18.5 Vulnerabilidad sistémica

La vulnerabilidad sistémica considera las cuatro dimensiones del sistema socioecológico, que son la natural, social, económica e institucional (Gallopín, 2006). Con dicha base, 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 Landívar (2019b), elaboró el mapa de vulnerabilidad sistémica para Guatemala.

Con base en dicho mapa, el 44 % de la extensión territorial de la cuenca hidrográfica del río Samalá la vulnerabilidad sistémica es media, en el 28 % es alta, en el 26 % es baja y en menos del 1 % es muy baja y alta (Figura 64).

El 46 % del total de municipios ubicados en esta cuenca (34), tiene la mayor parte de su superficie bajo vulnerabilidad sistémica media, estos municipios son: Sibilia, Palestina de Los Altos, San Francisco La Unión, San Juan Ostuncalco, San Miguel Sigüilá, Olintepeque, La Esperanza, Concepción

Chiquirichapa, Cantel, San Martín Sacatepéquez, Almolonga, Santa Cruz Muluá, Champerico, San Cristóbal Totonicapán y San Andrés Xecul. En el 29 % la vulnerabilidad es baja y en el 26 % es alta (como San Carlos Sija, Cajolá, El Palmar, San Andrés Villa Seca, Nahualá, Momostenango, Santa María Chiquimula y San Francisco El Alto).

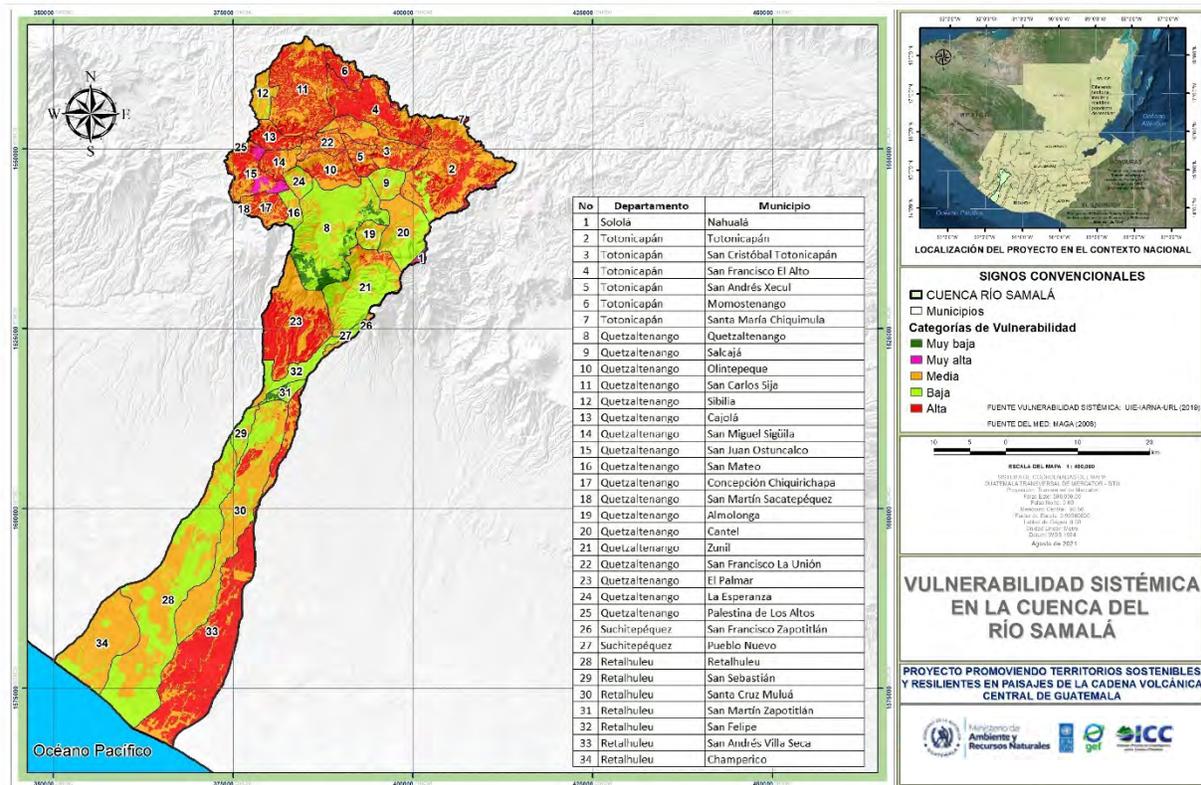


Figura 64. Vulnerabilidad sistémica en la cuenca del río Samalá
 Fuente: Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (2019b).

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.

Con base en dicho mapa, la mayor parte de la extensión territorial de la cuenca hidrográfica del río Samalá se encuentra bajo amenaza muy alta (37 %), el 28 % está bajo amenaza media, el 25 % bajo amenaza alta y en el 10 % la amenaza es baja o nula (Figura 65).

La amenaza es principalmente media en la cabecera, y muy alta en una parte de la cabecera y en la parte baja adyacente a la línea costera. Las restantes amenazas climáticas afectan el área ubicada entre la cuenca baja y media. De los 34 municipios ubicados dentro de la cuenca, el 40 % tiene la mayor parte de su área bajo la categoría de amenaza media, el 34 % se encuentra dentro de la categoría muy alta, el 20 % está bajo amenaza alta y el 6 % no está amenazado.

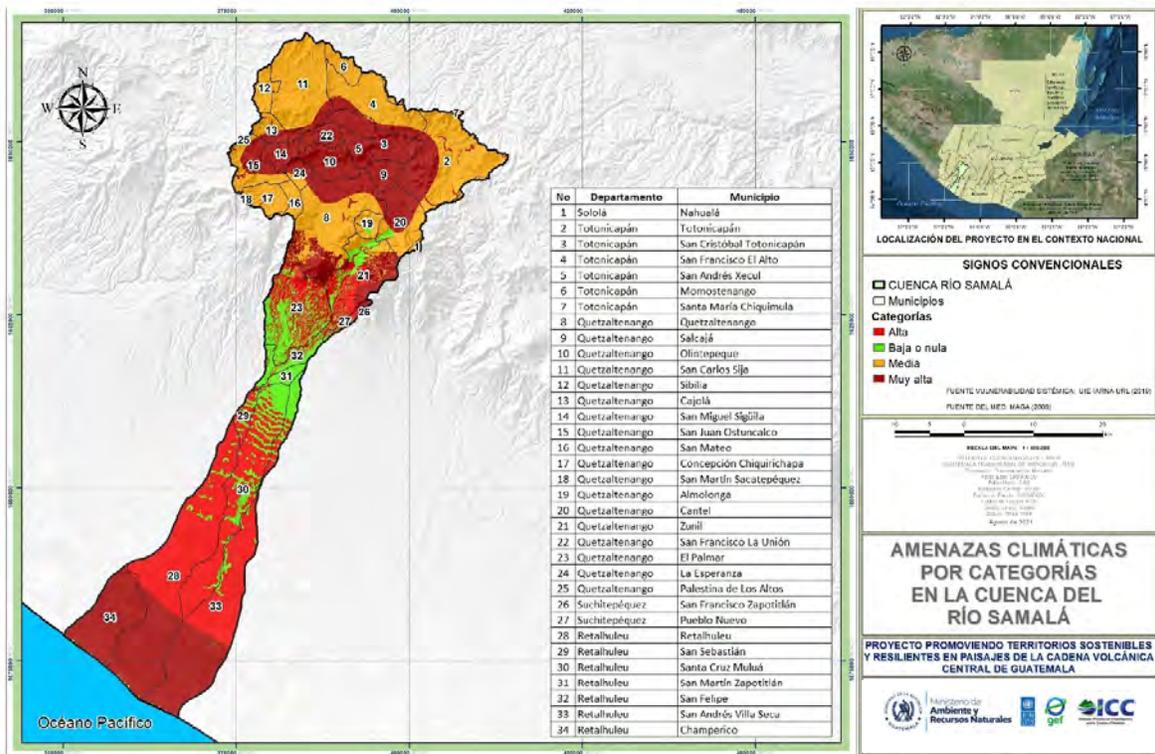


Figura 65. Amenazas climáticas por categorías en la cuenca del río Samalá Fuente: Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (2019a).

18.7 Riesgo a amenazas climáticas

Con base en los mapas de amenazas climáticas y vulnerabilidad sistémica de los dos apartados anteriores, Pérez y Gálvez (2020) produjeron el mapa de riesgo a amenazas climáticas, según el cual la mayor parte de la superficie de

la cuenca hidrográfica del río Samalá presenta riesgo alto. Por otro lado, en el 29 % el riesgo es medio, en el 12 % es bajo y en el 9 % es muy alto (Figura 66).

Este mapa categoriza el riesgo como alto cuando existe una amenaza alta (inundación, sequía, deslizamiento) o muy alta (dos o más amenazas) y la vulnerabilidad sistémica es media a alta. Por el contrario, el riesgo bajo es el resultado de amenazas, principalmente bajas (ninguna) y medias (heladas), y una vulnerabilidad sistémica muy baja a media.

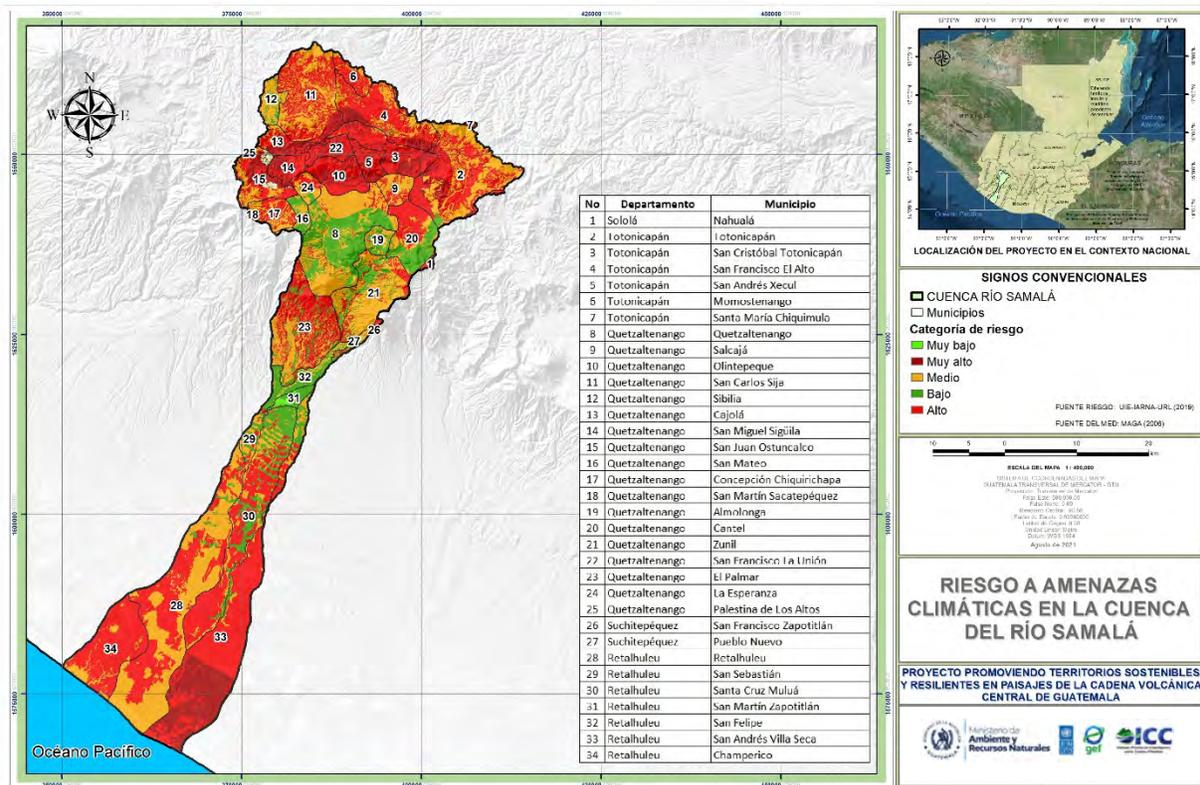


Figura 66. Riesgo a amenazas climáticas en la cuenca del río Samalá
Fuente: Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (2019).

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.

En promedio, el índice de peligro y exposición de la cuenca es de categoría alta (Figura 67). En el 35 % de los municipios este índice es bajo, en el 26 % es medio, en el 18 % es alto (San Andrés Villa Seca, San Felipe, Cantel, Palestina de Los Altos, Zunil y El Palmar), en el 12 % es muy bajo (San Andrés Xecul, Nahualá, Pueblo Nuevo, San Martín Zapotitlán) y en el 9 % es muy alto (Quetzaltenango). En cuanto a la superficie de la cuenca, el 27.1 % tiene un índice muy alto, el 26.8 % alto, el 24.1 % medio, el 19.8 % bajo y el 2.2 % muy bajo.

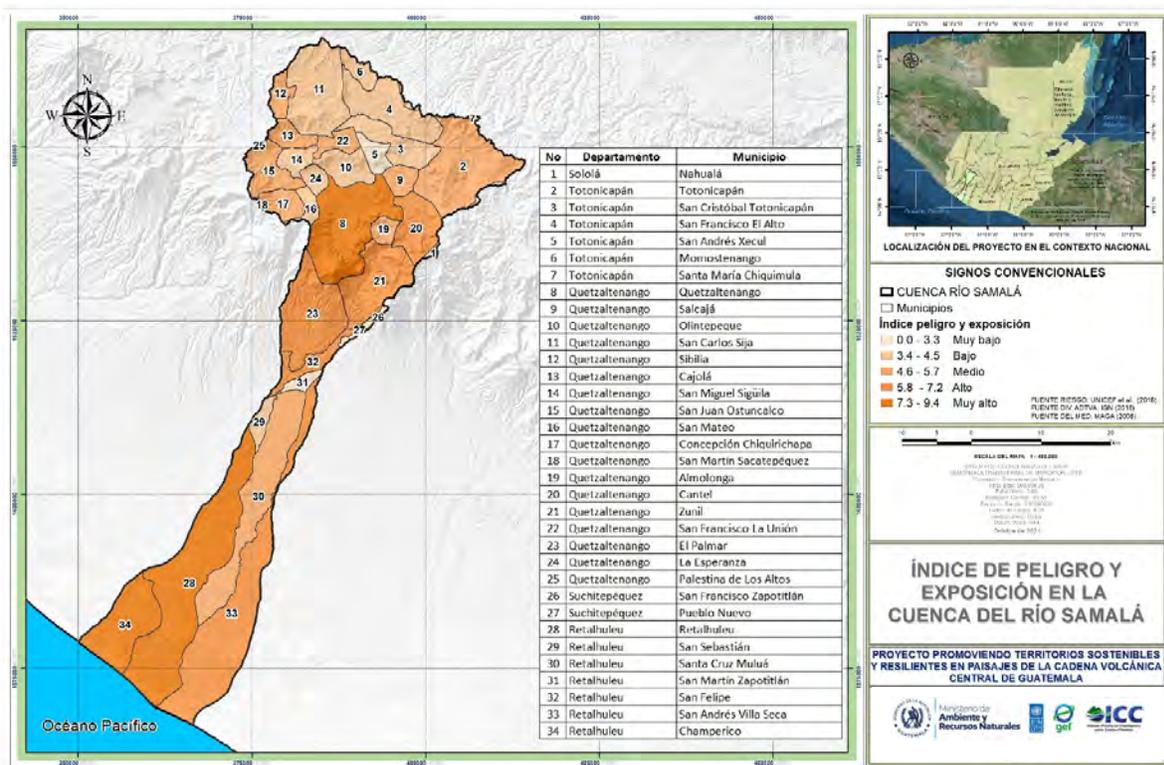


Figura 67. Índice de peligro y exposición a desastres para la cuenca del río Samalá

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

El índice promedio de vulnerabilidad de la cuenca se encuentra dentro de la categoría media (Figura 68). Con relación a la superficie ocupada, el 28.9 % del territorio presenta un índice de vulnerabilidad alto, el 28.5 % bajo, el 25.9 % medio, el 14.1 % muy bajo y el 2.6 % muy alto. En cuanto a los municipios, el 32.4 % tiene vulnerabilidad media, el 29.4 % alta, el 23.5 %

baja, el 11.8 % muy alta (Santa María Chiquimula, San Andrés Xecul, Momostenango y Nahualá) y el 2.9 % muy baja (Retalhuleu).

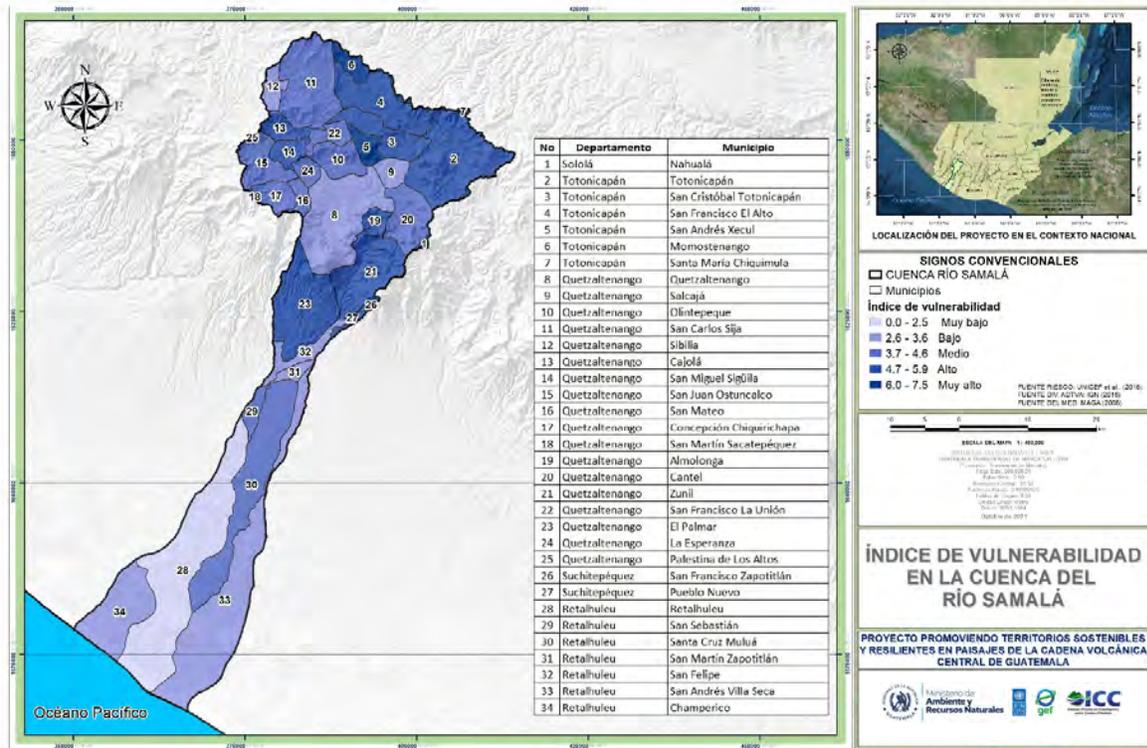


Figura 68. Índice de vulnerabilidad a desastres en la cuenca del río Samalá Fuente: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia et al. (2018).

En cuanto a la falta de capacidad de respuesta, la cuenca presenta un índice promedio de categoría medio. En el 36.0 % de la superficie de la cuenca el índice es bajo, en el 29.7 % es muy alto, en el 18.0 % es alto y en el 16.3 % es medio. En cuanto a los municipios con área en la cuenca, el índice es alto en el 35.3 %, muy alto en el 29.4 %, medio en el 17.6 % y bajo en el 17.6 %. Los municipios con índice muy alto son: San Mateo, Almolonga, Santa Cruz Muluá, San Francisco La Unión, San Miguel Sigüilá, San Andrés Villa Seca, Cajolá, Pueblo Nuevo, Zunil y San Martín Zapotitlán (Figura 69).

El índice de riesgo promedio en la cuenca hidrográfica del río Samalá es de categoría media. El índice es alto en un 32.4 % de su superficie, medio en el 31.3 %, bajo en el 23.7 % y muy bajo en el 12.1 % del territorio. De los 34 municipios con presencia en la cuenca, el 38.2 % presenta un índice medio, 29.4 % alto, 17.6 % bajo, 11.8 % muy alto y 2.9 % muy bajo. Los municipios con riesgo muy alto son El Palmar, Cajolá, Palestina de Los Altos y Zunil. De manera opuesta, San Martín Zapotitlán tiene riesgo muy bajo (Figura 70).

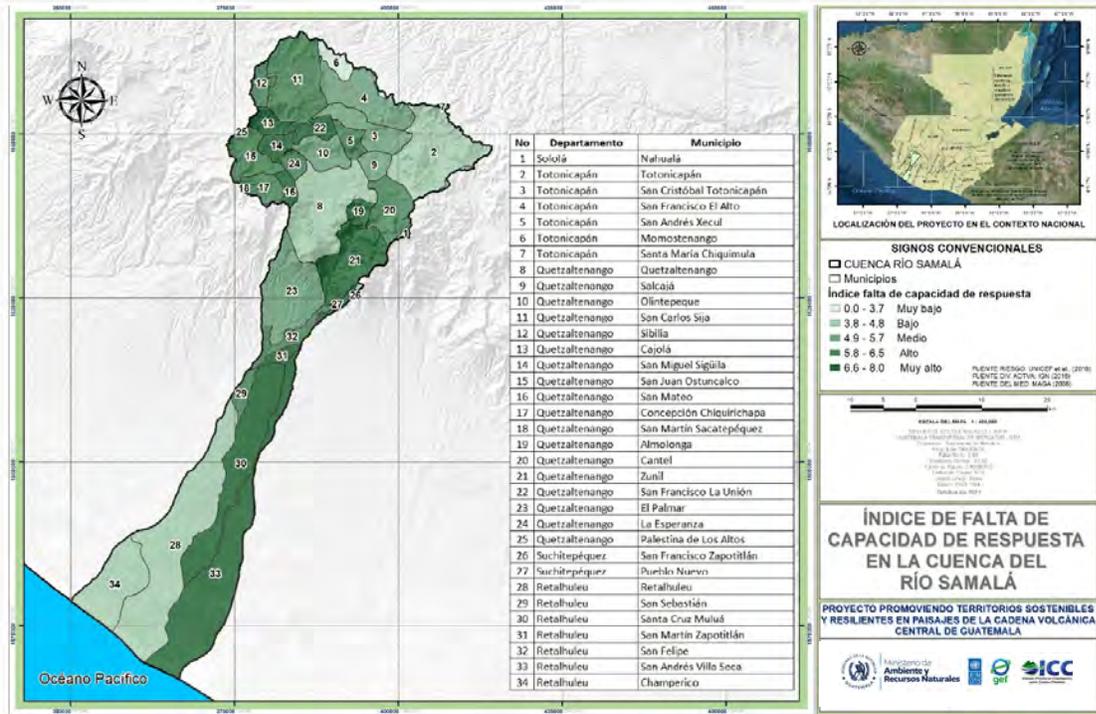


Figura 69. Índice de falta de capacidad de respuesta a desastres en la cuenca del río Samalá

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

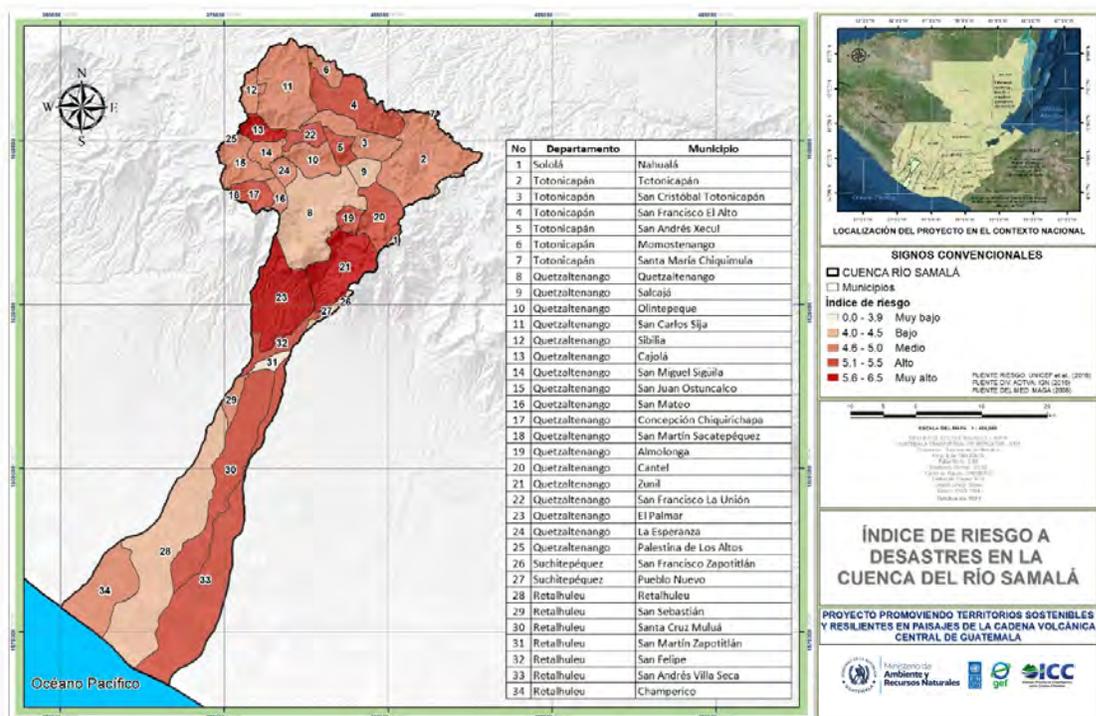


Figura 70. Índice de riesgo a desastres en la cuenca del río Samalá

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

19 TIRADEROS DE DESECHOS SÓLIDOS Y DESCARGA DE PLÁSTICOS AL MAR

Al año 2021 el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2021) registró 69 tiraderos de basura o vertederos de desechos sólidos, de los cuales la mayoría eran clandestinos y municipales, aunque en ambos casos predominó la falta de su respectivo instrumento ambiental. En algunas zonas de los departamentos de Quetzaltenango y Retalhuleu se evidencian tiraderos de basura próximos al cauce principal del río Samalá.

Se estima que en esta cuenca se descargan un total de 612.6 toneladas métricas al año de plásticos al mar a través de la red hídrica, de las cuales 600.4 t/año son aportadas por el río Samalá. La carga de plásticos mal manejados equivale a 17 580 t/año, según datos del estudio de simulación realizado por Meijer *et al.* (2021) (Figura 71).

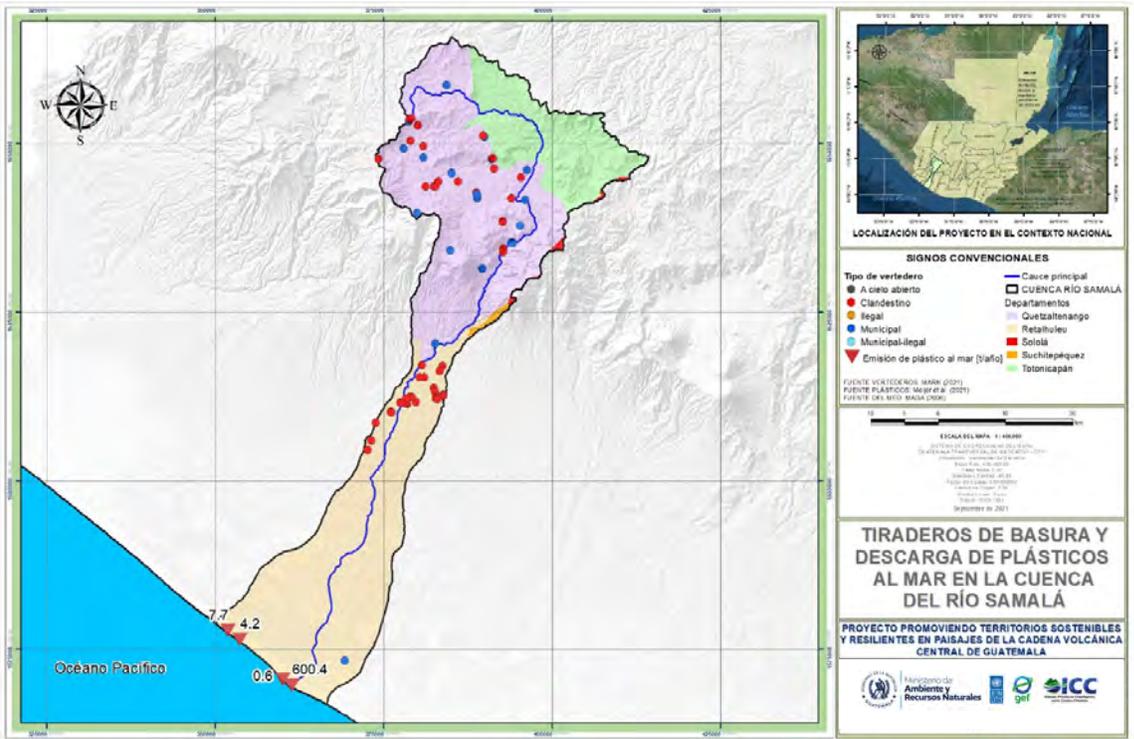


Figura 71. Tiraderos de basura y descarga de plásticos al mar en la cuenca del río Samalá
 Fuente: Meijer *et al.* (2021); Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2021).

20 APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

En la cuenca hidrográfica del río Samalá existe una capacidad instalada de generación de energía eléctrica de 130.38 megavatios (MW), según lo indica el Ministerio de Energía y Minas (2021). Esta capacidad la constituyen siete centrales hidroeléctricas que se localizan en las proximidades del cauce principal del río Samalá y en jurisdicción del departamento de Quetzaltenango. De este total, la central con mayor capacidad instalada es la Hidro Canadá, con 47.4 MW (Tabla 8 y Figura 72).

Tabla 8. Centrales hidroeléctricas en la cuenca del río Samalá

n.º	Nombre	Capacidad instalada (MW)
1	Hidroeléctrica Cueva María	4.80
2	Planta hidroeléctrica Santa María	6.88
3	Hidro Canadá	47.40
4	Hidroeléctrica El Recreo	26.00
5	Central generadora eléctrica Montecristo	13.00
6	El Recreo II	23.00
7	Hidroeléctrica Cuevamaría	9.30

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2021).

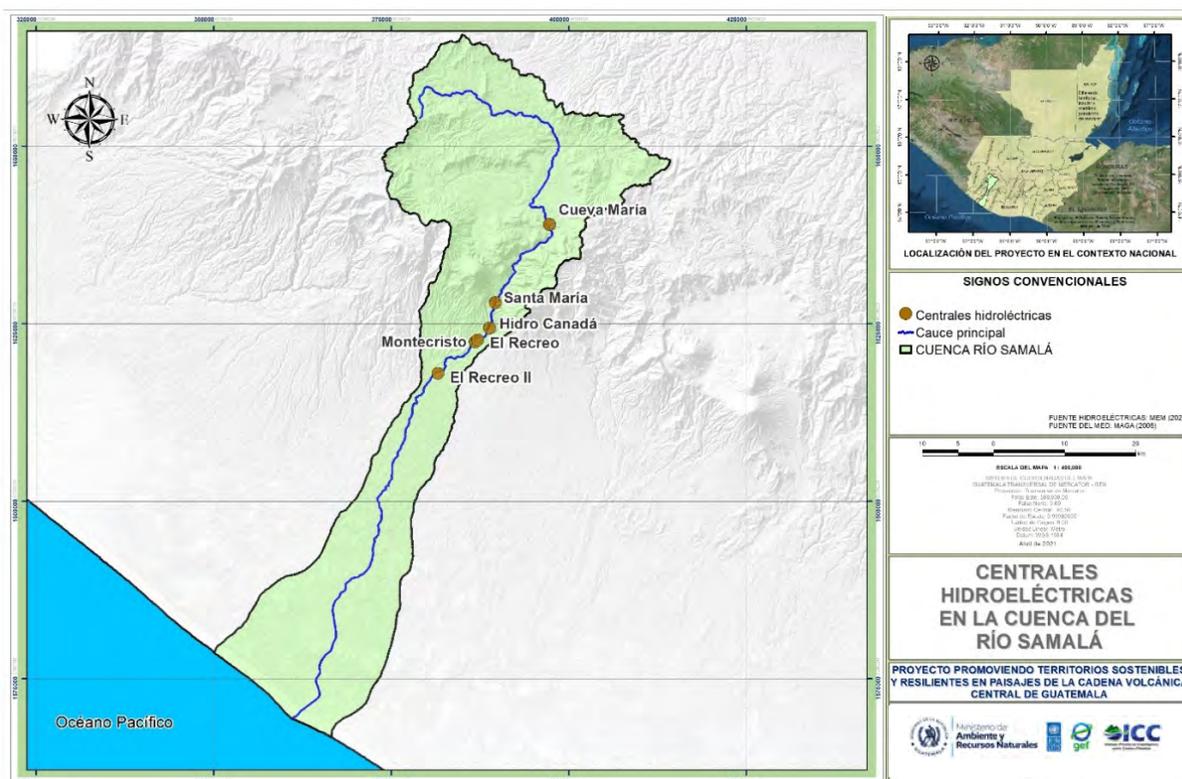


Figura 72. Centrales hidroeléctricas en la cuenca del río Samalá

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2021).

21 SÍNTESIS DE LA CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA

La cuenca hidrográfica del río Samalá es parte de la vertiente del Pacífico de Guatemala y posee una extensión igual a 1623 km². Debido a sus aspectos morfológicos, la tendencia a que ocurran eventos de inundación es alta. Asimismo, su potencial de escorrentía superficial es alto; mientras que el potencial de recarga hídrica y la infiltración son bajos. Por sus características muy montañosas y relieve escarpado, esta cuenca es susceptible a la erosión hídrica intensa (con potencial medio-alto), y al transporte y deposición de sedimentos.

Las variables climáticas medias anuales durante el periodo 1991-2020 fueron de 1748.9 ± 851.0 mm de precipitación pluvial y 20.56 ± 5.94 °C de temperatura. La evapotranspiración potencial media anual durante el período 2000-2013 se estima que fue de 2006 ± 430 mm. Con relación a la variabilidad de la época lluviosa (1980-2018), las duraciones más frecuentes estuvieron distribuidas en dos categorías: entre 115 a 150 días y de 150 a 175 días. La amenaza por sequía es alta en la cabecera de la cuenca, que es donde se concentra la población de esta cuenca (Ciudad de Quetzaltenango), y extremadamente alta en la zona adyacente a la línea costera. La canícula presentó una variación de 15 a 55 días de duración durante el periodo 1980-2019, los periodos más cortos ocurrieron en la cuenca baja (15-25 días), mientras que los más largos en la cuenca alta (46-55 días), con intensidades desde -150 a 50 mm, y una precipitación media menor a 200 mm.

Según las proyecciones de cambio climático de Guatemala (2010-2039, 2040-2069) bajo los escenarios RCP 4.5 y 8.5, la precipitación pluvial media anual disminuirá en la cuenca baja-media e incrementará en la cuenca alta, en comparación con la situación del período 1991-2020. En cuanto a la temperatura media anual, se prevé que se mantenga por debajo de los 21 °C en la cuenca alta y por arriba de los 25 °C en la cuenca baja.

Según el balance hídrico de la cuenca, la disponibilidad hídrica es de 1811.8 millones de metros cúbicos, con valores predominantemente de 0.5 a 1 millón de m³/km²/año, pero superiores a 2 millones de m³/km²/año en la zona sur del complejo volcánico Santiaguito. Durante la época seca del período 2016-2021 se registró un caudal medio igual a 12.15 m³/s en la zona de desembocadura, mientras que en la parte baja-media una estación meteorológica (El Niño) registró 13.28 m³/s. El caudal medio anual reportado en la estación hidrométrica Candelaria fue igual a 9.4 m³/s durante el período 2004-2014. El potencial de aguas subterráneas es predominantemente moderado (36 %), y es más alto en la cuenca alta (5.6 %). La recarga

hidrológica es mayoritariamente media (36 %), y se estima que es igual a 523.1 millones de metros cúbicos anuales.

Según el mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra del 2020, en la superficie de la cuenca predominan los siguientes usos: granos básicos (26.83 %), bosque (22.18 %), pastos (10.12 %), caña de azúcar (9.64 %) y urbano (4.67 %). La cuenca tiene principalmente aptitud agrícola (47.9 %), seguida por aptitud forestal (26.2 %), y para agroforestería y sistemas silvopastoriles (23.3 %). La mayor parte de la superficie está sobreutilizada (45.1 %) y la erosión anual media a nivel de cuenca es igual a 402 t/ha/año.

Esta cuenca se encuentra bajo la amenaza volcánica del complejo de domos Santiaguito o volcán Santiaguito (el cual intensificó sus erupciones entre los años 2015 y 2016 y produjo columnas de ceniza de hasta 7 kilómetros de altura, que previamente habían sido de hasta 2 kilómetros); además del historial de actividad eruptiva y episodios de desastre ocurridos en el último siglo. Las tierras de la cuenca baja son susceptibles a eventos de inundación, desde San Sebastián Retalhuleu hasta la salida al mar Pacífico. El 14 % del territorio de la cuenca es susceptible a deslizamientos (municipios de los departamentos de Quetzaltenango y Totonicapán).

Para 2021 se contabilizaron 69 basureros en la cuenca, la mayoría clandestinos, que a su vez carecen de instrumentos ambientales. Se estima que la descarga de plásticos al mar es igual a 612.6 toneladas métricas al año. Al 2021 existían siete centrales hidroeléctricas en funcionamiento, con un total de 47.4 megavatios (MW) de capacidad instalada, todas localizadas en el departamento de Quetzaltenango.

En cuanto a la biodiversidad y ecosistemas, en esta cuenca predominan las zonas de vida de bosque húmedo montano bajo tropical (34.0 % del territorio de la cuenca), seguido del bosque seco tropical (20.7 %) y el bosque muy húmedo montano tropical (17.7 %). Entre los años 2010 y 2021 se registraron más de 20 000 observaciones de flora y fauna en el territorio de la cuenca, predominantemente de fauna (99.5 %), dentro de las cuales la mayoría es avifauna (96.6 %) e insectos (3.3 %).

REFERENCIAS

- Barillas-Cruz, M., van Westen, C., Orozco, E., Thono, I., Lira, E., Peters Guarín, G. y Tax, P. (2003). Zonificación de amenazas naturales en la cuenca del río Samalá y análisis de vulnerabilidad y riesgo en la población de San Sebastián Retalhuleu, Guatemala. *GEOS*, 23(1), 17-24.
- Berry, H. C., Cashman, K. V. y Williams, C. A. (2021). Data on the 1902 Plinian eruption of Santa María volcano, Guatemala. *Data in Brief*, 35, 1-19.
- 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].
- Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe y Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. (2016). *Impactos del cambio climático sobre la seguridad hídrica en la cuenca del Río Samalá, Guatemala y medidas de adaptación*.
- Centro Experimental para el Desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa Rural y Alternativas de Desarrollo. (2008). *Plan de manejo de la cuenca alta del Río Samalá*.
- 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.
- de León, A., Cisneros, A., Schmitt, K., Storm, S., Weber, B., Schindlbeck-Belo,

- J. C., Trumbull, R. B. y Juárez, F. (2019). Millennial to decadal magma evolution in an arc volcano from zircon and tephra of the 2016 Santiaguito eruption (Guatemala). *Lithos*, 340, 209-222.
- 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.
- Escobar Wolf, R., Matías Gomez, R. O. y Rose, W. I. (2010). Notes on a new geologic map of Santiaguito dome complex, Guatemala. En *Geological Society of America Digital Map and Chart Series*, 8.
- 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-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*.
- 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. (1988). *Estudio preliminar del problema de "El Palmar, Quetzaltenango", Reporte Técnico*.
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2003). *Red hidrométrica nacional* (mapa digital).

- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2012). *Volcán Santiaguito*.
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2017). *Mapa de ríos laháricos del volcán Santiaguito* [mapa].
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2018). *Variabilidad y cambio climático en Guatemala*.
- 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. (2022a). *Boletín vulcanológico especial BESAN #003-2022. Actualización de actividad por descenso de flujos piroclásticos volcán Santiaguito*.
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2022b). *Información de estaciones meteorológicas de la vertiente del Pacífico, para el período 1991 a 2020* [conjunto de datos].
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2022c). *Mapa de dispersión de ceniza volcánica, volcán Santiaguito del 2022/02/03, 09:45 horas*.
- Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2017). *Mapa de zonas de inundación en la vertiente del Pacífico de Guatemala, cuencas Ocosito a María Linda*.
- 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). *Profundidad del nivel freático del abanico aluvial del río Samalá, junio 2018*,

2019 y 2020 (mapa digital].

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2021c). *Resumen meteorológico 2020 del sur de Guatemala*.

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2021d). *Síntesis del sistema de información de los ríos de la costa Sur de Guatemala: promedio de caudales comparativos en la temporada seca de los años 2017-2021*.

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2022). *Precipitación acumulada anual, temperatura media anual, isoyetas e isotermas para el período 1991-2020, para la vertiente del Pacífico* [mapa digital].

Japan International Cooperation Agency. (1985). *Proyecto de control de inundaciones: los ríos Achiguate y Pantaleón, informe ejecutivo*. Ministerio de Comunicaciones, Transportes y Obras Públicas.

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

MesoAmerican Research Center. (2020). *Regional volcanoes Mesoamerica* [mapa virtual]. University of California.

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. (2021). *Información de vertederos de las delegaciones de Sacatepéquez, Chimaltenango, Escuintla, Quetzaltenango, Retalhuleu, Suchitepéquez y San Marcos* [conjunto de datos].

Ministerio de Energía y Minas. (2021). *Centrales hidroeléctricas y sus cuencas*.

- 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.
- 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.
- Rose, W. I. (1972). Santiaguito volcanic dome, Guatemala. *Geological Society of America Bulletin*, 83(5), 1413-1434.
- Sistema Nacional de Información sobre Diversidad Biológica de Guatemala. (2021). *Registros de ocurrencia* [conjunto de datos]. <https://snib.conap.gob.gt/>
- Smithsonian Institute Global Volcanism Program. (2021). *Tacaná Volcano*.

<https://volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=341130>

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, 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. (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)*.

Wallace, P. A., Lamb, O. D., De Angelis, S., Kendrick, J. E., Hornby, A. J., Díaz-Moreno, A., González, P. J., von Aulock, F. W., Lamur, A. y Utleby, J.

E. P. (2020). Integrated constraints on explosive eruption intensification at Santiaguito dome complex, Guatemala. *Earth and Planetary Science Letters*, 536, 116-139.



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**

Plan de protección y conservación
de la cuenca hidrográfica del río

Samalá

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 Samalá

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 Samalá. 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	ix
INTRODUCCIÓN	1
1 METODOLOGÍA	2
1.1 Métodos para realizar las estimaciones	4
2 TERRITORIO	5
3 COMPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN.....	7
3.1 Población urbana/rural	10
3.2 Población por pueblo: maya, garífuna, xinka, afrodescendiente, ladino y extranjero	11
3.3 Población maya por comunidades lingüísticas	12
3.4 Pobreza.....	13
4 SALUD	16
4.1 Natalidad y fecundidad	16
4.2 Defunciones.....	16
4.3 Morbilidad	18
4.4 Servicios externos e internos	19
4.5 Inmunizaciones	20
4.6 Desnutrición	21
4.7 Infraestructura de salud	21
5 EDUCACIÓN	23
5.1 Alfabetismo	23
5.2 Acceso y uso de dispositivos digitales e internet	25
5.3 Establecimientos educativos.....	26
6 HOGARES Y VIVIENDA.....	28
6.1 Vivienda.....	30
7 SERVICIOS BÁSICOS.....	32
7.1 Servicio sanitario.....	32
7.2 Cobertura eléctrica	32
7.3 Fuentes de energía para cocinar	35
7.4 Formas de eliminación de la basura	36
8 USO DEL AGUA.....	39
8.1 Fuente principal de agua para consumo en los hogares.....	39
9 INFRAESTRUCTURA VIAL.....	42

10	ACTIVIDADES ECONÓMICAS.....	47
10.1	Aspectos de las actividades económicas del departamento de Quetzaltenango	47
10.2	Aspectos de las actividades económicas del departamento de Retalhuleu	48
10.3	Aspectos de las actividades económicas del departamento de Totonicapán	49
10.4	Empresas por tamaño.....	51
10.5	Parque vehicular	51
10.6	Ocupación hotelera	52
10.7	Migración	52
10.8	Remesas.....	53
10.9	Índice de precios del consumidor (IPC) de la región VI	54
10.10	Población en edad de trabajar.....	55
11	INSTITUCIONALIDAD.....	57
11.1	Instituciones presentes	57
11.2	Aspectos de seguridad y justicia.....	58
12	FORMAS DE ORGANIZACIÓN.....	60
12.1	48 Cantones de Totonicapán.....	60
12.2	Otras organizaciones	61
12.3	Organización política	62
12.4	Sistema de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural	65
13	GOBERNANZA.....	69
13.1	Agua	69
13.2	Bosques.....	70
13.3	Suelos	71
14	HISTORIA Y ASPECTOS CULTURALES.....	74
14.1	Historia.....	74
14.2	Aspectos culturales	77
15	SÍNTESIS DE LA CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA.....	80
	REFERENCIAS	82

Índice de tablas

Tabla 1. Composición de la población en la cuenca del río Samalá	10
Tabla 2. Población por pueblo en la cuenca del río Samalá, año 2018	11
Tabla 3. Porcentaje de la población que vive en pobreza en los departamentos de la cuenca del río Samalá, año 2014.....	13
Tabla 4. Categoría socioeconómica según el Inform (2018) por total del municipio	14
Tabla 5. Causas principales de morbilidad general en las personas de los departamentos con presencia en la cuenca del río Samalá, año 2019	19
Tabla 6. Programas de vacunación en los departamentos con presencia en la cuenca del río Samalá, año 2019	20
Tabla 7. Tipo de servicio de salud en los departamentos con presencia en la cuenca del río Samalá en el año 2019.....	21
Tabla 8. Población de cuatro años y más por nivel educativo en los departamentos de la cuenca del río Samalá, año 2018.....	23
Tabla 9. Establecimientos educativos por niveles en el departamento de Retalhuleu, año 2010	26
Tabla 10. Establecimientos educativos por niveles en el departamento de Totonicapán, año 2010.....	26
Tabla 11. Fuente principal de energía para cocinar en los hogares de los departamentos que tienen presencia en la cuenca del río Samalá, año 2018	35
Tabla 12. Longitud de carreteras y caminos en los departamentos con presencia en la cuenca del río Samalá en el año 2010.....	46
Tabla 13. Número de empresas por tamaño en los departamentos con presencia en la cuenca del río Samalá, año 2015	51
Tabla 14. Empadronamiento por sexo en los departamentos de la cuenca del río Samalá	62
Tabla 15. Diputados distritales de los departamentos de la cuenca del río Samalá	63
Tabla 16. Distribución de los miembros de las corporaciones municipales por sexo y organizaciones políticas ganadoras	63
Tabla 17. Marco legal del agua en Guatemala.....	69
Tabla 18. Marco legal forestal en Guatemala	70
Tabla 19. Marco legal de los suelos en Guatemala.....	71

Índice de figuras

Figura 1. División político-administrativa de la cuenca hidrográfica del río Samalá ..	6
Figura 2. Población total por poblados en la cuenca del río Samalá, año 2018	7
Figura 3. Población por sexo en los municipios de la cuenca del río Samalá, año 2018	9
Figura 4. Población relativa maya por comunidad lingüística en la cuenca del río Samalá, año 2018	12
Figura 5. Población que vive en pobreza en los departamentos de la cuenca del río Samalá, año 2014 (en porcentaje).....	14
Figura 6. Tasa global de fecundidad por departamento en la cuenca del río Samalá, año 2020	16
Figura 7. Principales causas de muerte en el departamento de Quetzaltenango, año 2020	17
Figura 8. Principales causas de muerte en el departamento de Retalhuleu, año 2020	17
Figura 9. Principales causas de muerte en el departamento de Totonicapán, año 2020	18
Figura 10. Causas de inasistencia a los establecimientos educativos de la población de entre 4 y 29 años en la cuenca del río Samalá, año 2018 (en porcentaje).....	24
Figura 11. Población de siete años o más por tasa de alfabetismo en la cuenca del río Samalá, año 2018 (porcentaje).....	24
Figura 12. Población de siete años o más que utiliza celular, computadora y/o internet en la cuenca del río Samalá, año 2018 (en porcentaje)	25
Figura 13. Porcentaje de hogares por departamento, incluyendo sólo los municipios presentes en la cuenca del río Samalá, año 2018.....	28
Figura 14. Porcentaje de hogares en los municipios presentes en la cuenca del río Samalá, año 2018	29
Figura 15. Tipo de hogares en los municipios presentes en la cuenca del río Samalá, año 2018.....	30
Figura 16. Tipo de vivienda en los municipios con presencia en la cuenca del río Samalá, año 2018 (en porcentaje).....	31
Figura 17. Tipo y uso de servicio sanitario en los hogares de los municipios presentes en la cuenca del río Samalá, año 2018.....	32
Figura 18. Cobertura eléctrica por departamento, incluyendo sólo los municipios presentes en la cuenca del río Samalá, año 2018.....	33
Figura 19. Cobertura eléctrica en los municipios con presencia en la cuenca del río Samalá, año 2018	34

Figura 20. Fuente principal de energía para cocinar en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Samalá, año 2018 (en porcentaje) .	35
Figura 21. Fuente principal de energía para cocinar en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Samalá, año 2018	37
Figura 22. Principal forma de eliminación de la basura en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Samalá, año 2018 (en porcentaje).....	38
Figura 23. Fuente principal de agua para consumo en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Samalá, año 2018 (en porcentaje) .	39
Figura 24. Fuente principal de agua para consumo por municipio con presencia en la cuenca del río Samalá, año 2018.....	41
Figura 25. Mapa vial del departamento de Quetzaltenango	43
Figura 26. Mapa vial del departamento de Retalhuleu	44
Figura 27. Mapa vial del departamento de Totonicapán	45
Figura 28. Número de empresas por actividad económica en los departamentos con presencia en la cuenca del río Samalá, año 2015	52
Figura 29. Variación porcentual interanual del índice de precios del consumidor (IPC), región VI, serie histórica 2017-2021	54
Figura 30. Variación interanual del índice de precios del consumidor (IPC) por división de gasto, año 2021	55
Figura 31. Población en edad de trabajar activa (PEA) e inactiva (PEI) en los departamentos de la cuenca del río Samalá, año 2018.....	56
Figura 32. Tasa de víctimas por causa de delito en los departamentos con presencia en la cuenca del río Samalá, año 2020	59
Figura 33. Sistema de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural.....	67

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 Samalá 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 usaron datos disponibles 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 municipios en cada departamento es la siguiente:

1. Quetzaltenango

- Subregión 1: San Martín Sacatepéquez, Concepción Chiquirichapa, Ostuncalco, San Miguel Sigüilá, Cajolá y Palestina de Los Altos.
- Subregión 2: Cantel, Salcajá, Quetzaltenango, San Mateo, La Esperanza, Olinstepeque.
- Subregión 3: Zunil y Almolonga.
- Subregión 4: San Carlos Sija, Sibilia y San Francisco La Unión.
- Subregión 5: Génova, Flores Costa Cuca, Coatepeque, Colomba y El Palmar.
- Subregión 6: Cabricán y Huitán.

2. Retalhuleu

- Territorio norte: San Sebastián, Santa Cruz Muluá, San Martín Zapotitlán, San Felipe, Nuevo San Carlos y El Asintal.
- Territorio sur: Retalhuleu, Champerico y San Andrés Villaseca.

3. Totonicapán

- Subregión aguas termales: San Bartolo Aguas Calientes y Momostenango.
- Subregión Samalá: San Francisco el Alto, San Andrés Xecul y San Cristóbal Totonicapán.
- Subregión Tzolojche: Santa María Chiquimula y Santa Lucía la Reforma.

- Subregión Chwimequenj´a: Totonicapán (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 Samalá partió del *XI Censo de Población* que realizó el Instituto Nacional de Estadística (2002), que contabiliza un total de 757 poblados en la cuenca donde habitaban 617 051 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 municipal con mayor exactitud.

Mediante un modelo aritmético se calculó la tasa de crecimiento anual, la cual fue aplicada por igual a 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 Momostenango, en el que la población total de mujeres es de 55 586, lo cual representa un 53 %. Al aplicar esta tasa a la población de la cuenca del río Samalá, se estimó que la población femenina es de 8985.

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

2 TERRITORIO

Los departamentos que tienen superficie o área en la cuenca hidrográfica del río Samalá son: Sololá, Totonicapán, Quetzaltenango, Suchitepéquez y Retalhuleu de la región VI (Figura 1), donde 34 municipios tienen superficie parcial o total en la cuenca. Se identificaron 757 poblados según el listado de lugares poblados del *XI Censo de Población* (Instituto Nacional de Estadística, 2002).

El 17 % del área de la cuenca hidrográfica del río Samalá se encuentra en el departamento de Totonicapán, que incluye seis municipios: Totonicapán, San Cristóbal Totonicapán, San Francisco El Alto, San Andrés Xecul, Momostenango y Santa María Chiquimula.

El 41 % del área de la cuenca se encuentra en el departamento de Quetzaltenango, en dieciocho municipios: Quetzaltenango, Salcajá, Olinstepeque, San Carlos Sija, Sibilia, Cajolá, San Miguel Sigüila, San Juan Ostuncalco, San Mateo, Concepción Chiquirichapa, San Martín Sacatepéquez, Almolonga, Cantel, Zunil, San Francisco La Unión, El Palmar, La Esperanza y Palestina de Los Altos.

El 41 % del área de la cuenca se encuentra en el departamento de Retalhuleu, en siete municipios: Retalhuleu, San Sebastián, Santa Cruz Muluá, San Martín Zapotitlán, San Felipe, San Andrés Villa Seca y Champerico.

Porcentajes menores del área de la cuenca se encuentran en el departamento de Sololá en el municipio de Nahualá (0.38 %) y en el departamento de Suchitepéquez (0.40 %) en los municipios de San Francisco Zapotitlán y Pueblo Nuevo.

A lo largo del presente documento se hará una breve narrativa de los departamentos de Totonicapán, Quetzaltenango y Retalhuleu, que son los que tienen mayor superficie en la cuenca.

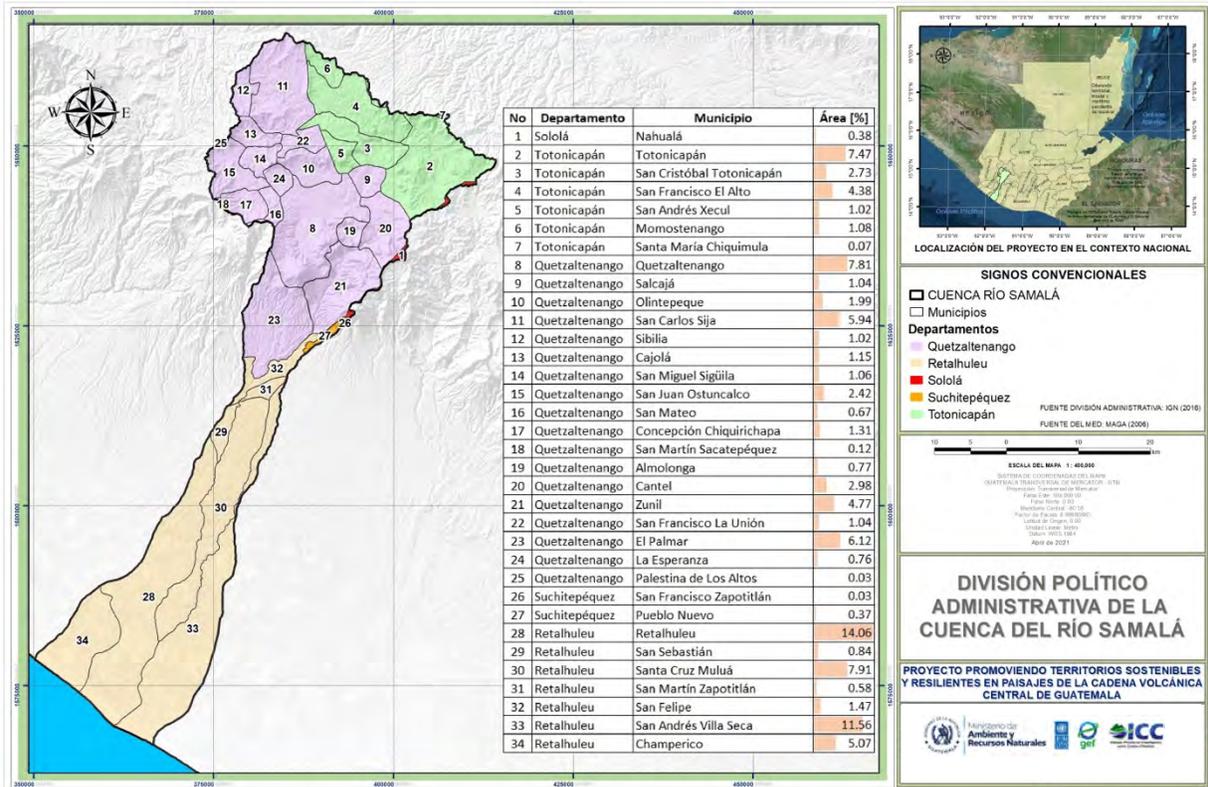


Figura 1. División político-administrativa de la cuenca hidrográfica del río Samalá

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 816 181 personas. Entre los años 2002 y 2018, la densidad poblacional pasó de 380 a 503 personas por kilómetro cuadrado (personas/km²). Al 2018, del total de la población que habitaba en la cuenca el 58 % correspondía al departamento de Quetzaltenango, el 14 % a Retalhuleu y el 27 % a Totonicapán (Figura 2).

En los 18 municipios de Quetzaltenango que se encuentran dentro el área de cobertura se encuentran 335 lugares poblados. No se encontraron lugares poblados dentro de la cuenca de los municipios de San Martín Sacatepéquez (área en la cuenca 0.12 %) y Palestina de Los Altos (área en la cuenca 0.03 %). Dentro de los siete municipios de Retalhuleu que se encuentran en el área de cobertura hay 248 lugares poblados. En los seis municipios de Totonicapán que se encuentran en el área de cobertura hay 173 lugares poblados. No se encontraron lugares poblados dentro de la cuenca en el municipio de Santa María Chiquimula (área en la cuenca 0.07 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2002).

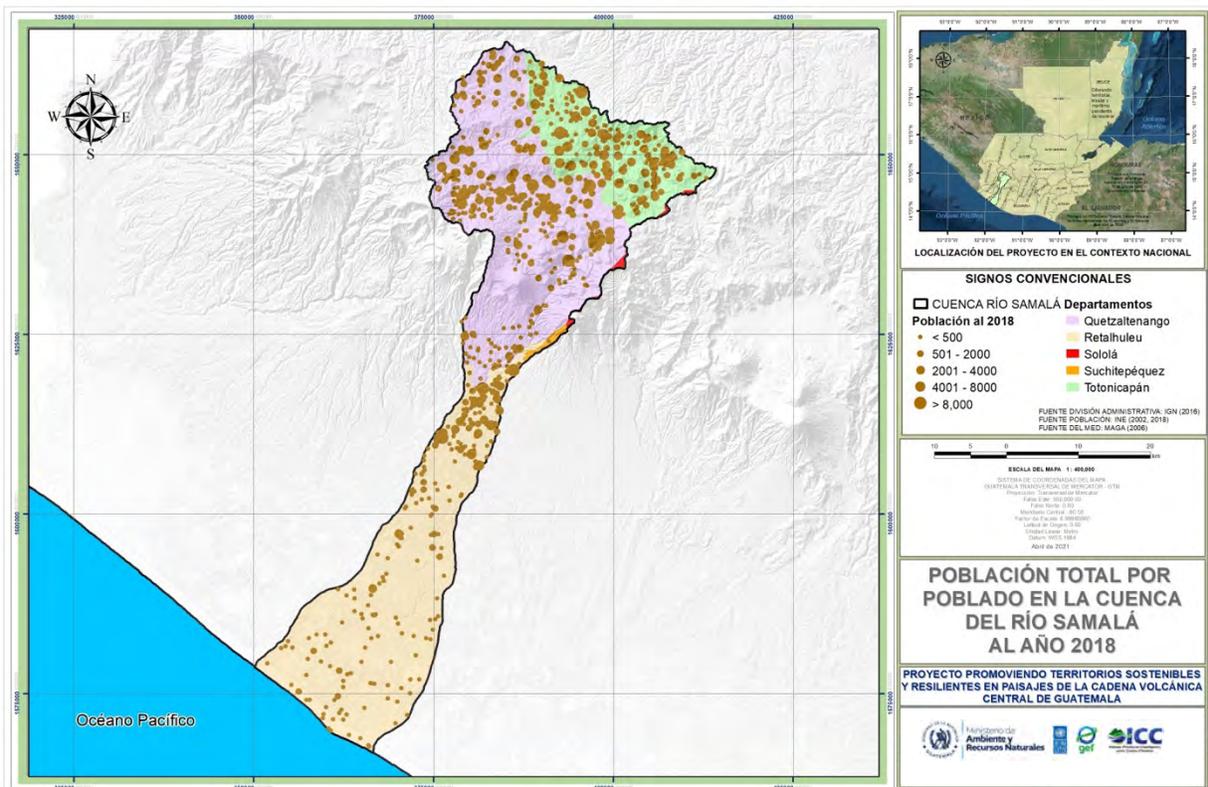


Figura 2. Población total por poblados en la cuenca del río Samalá, año 2018
Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2002, 2018).

Para 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 (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 Samalá son los siguientes: (1) Menores de edad (19 años o menos): 42 %, (2) 20-34 años: 26 %, (3) 35-59 años: 23 % y (4) personas de la tercera edad (mayores a 60 años): 9 %. La población en la cuenca es altamente joven, ya que el 68 % está conformado por menores de edad y adultos jóvenes.

Se estima que el 53 % de la población total en los municipios que se encuentran en la cuenca es femenina, mientras que 47 % es masculina. En los municipios de Quetzaltenango los porcentajes son de 53 % para mujeres y 47 % para hombres. En los municipios de Retalhuleu el 51 % corresponde a mujeres y el 49 % a hombres. Finalmente, en los municipios de Totonicapán se estima que el 54 % corresponde a mujeres y 46 % a hombres (Instituto Nacional de Estadística, 2018). La participación de hombres y mujeres en los municipios con lugares poblados en la cuenca se observa en la Figura 3.

En cuanto al estado conyugal, el Censo 2018 considera la situación de la población de 10 años o más, lo que permitió identificar que: 44 % se declara estar soltero, 49 % se encuentra unido o casado, 2 % está separado o divorciado y 4 % es viudo.

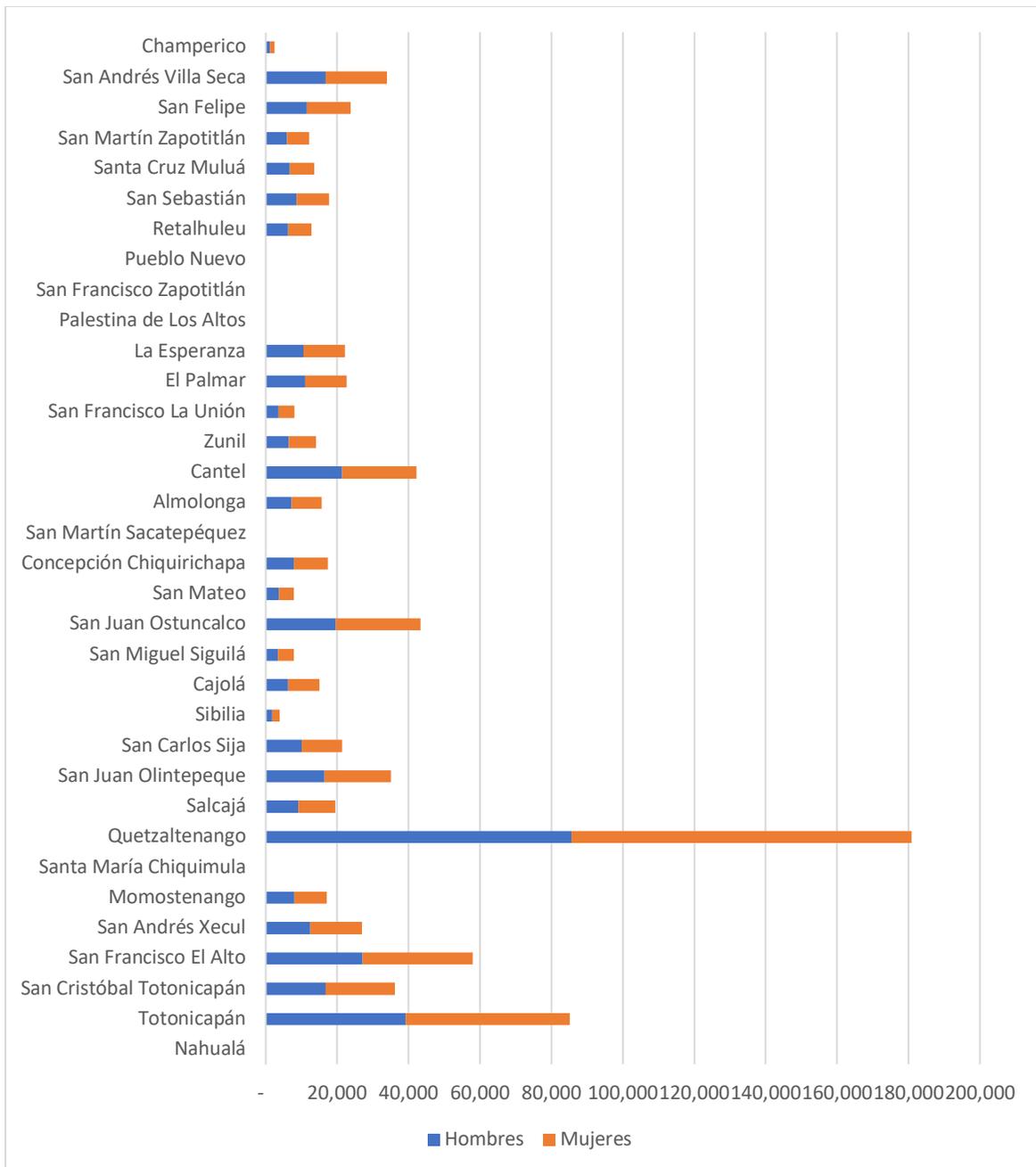


Figura 3. Población por sexo en los municipios de la cuenca del río Samalá, año 2018

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

3.1 Población urbana/rural

Según la categorización del último censo de población, se estima que el total de la población urbana en la cuenca hidrográfica de Samalá es de 72 % y la rural de 28 %, considerando que solo 28 de los 34 municipios con superficie en la cuenca aportan población (Tabla 1). En Quetzaltenango, el 81 % de la población que vive en la cuenca ocupa el área urbana y 19 % vive en el área rural. En los municipios de Retalhuleu que tienen presencia en la cuenca, 45 % de los habitantes vive en el área urbana y 55 % en el área rural. Por último, en Totonicapán 69 % vive en el área urbana y 31 % en el área rural (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

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

Departamento	Municipio	Área de la cuenca (%)	Población estimada al 2018*	Urbana (%)	Rural (%)
Sololá	Nahualá	0.38	-	-	-
Totonicapán	Totonicapán	7.47	85 141	100	-
	San Cristóbal Totonicapán	2.73	36 119	35	65
	San Francisco El Alto	4.38	57 894	67	33
	San Andrés Xecul	1.02	26 984	56	44
	Momostenango	1.08	17 072	15	85
	Santa María Chiquimula	0.07	-	-	-
Quetzaltenango	Quetzaltenango	7.81	180 706	100	-
	Salcajá	1.04	19 434	88	12
	San Juan Orintepeque	1.99	35 060	90	10
	San Carlos Sija	5.94	21 445	16	84
	Sibilia	1.02	3949	10	90
	Cajolá	1.15	14 948	100	-
	San Miguel Sigüilá	1.06	7889	59	41
	San Juan Ostuncalco	2.42	43 335	40	60
	San Mateo	0.67	7895	98	2
	Concepción Chiquirichapa	1.31	17 342	57	43
	San Martín Sacatepéquez	0.12	-	-	-
	Almolonga	0.77	15 724	78	22
	Cantel	2.98	42 142	85	15
	Zunil	4.77	14 118	76	24

Departamento	Municipio	Área de la cuenca (%)	Población estimada al 2018*	Urbana (%)	Rural (%)
	San Francisco La Unión	1.04	7939	43	57
	El Palmar	6.12	22 607	66	34
	La Esperanza	0.76	22 166	89	11
	Palestina de Los Altos	0.03	-	-	-
Suchitepéquez	San Francisco Zapotitlán	0.03	-	-	-
	Pueblo Nuevo	0.37	-	-	-
Retalhuleu	Retalhuleu	14.06	12 793	100	-
	San Sebastián	0.84	17 750	32	68
	Santa Cruz Muluá	7.91	13 545	35	65
	San Martín Zapotitlán	0.58	12 083	31	69
	San Felipe	1.47	23 765	71	29
	San Andrés Villa Seca	11.56	33 870	25	75
	Champerico	5.07	2466	30	70
Total		100 %	816 181	72	28

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

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

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

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

n.º	Pueblo	Población relativa (%)
1	Maya	66.50
2	Garífuna	0.08
3	Xinka	0.03
4	Afrodescendiente/creole/afromestizo	0.20
5	Ladino	33.00
6	Extranjero	0.19

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

3.3 Población maya por comunidades lingüísticas

El total de la población maya en la cuenca es de 66.50 %. En 28 municipios de los 34 que tienen lugares poblados en la cuenca predomina la población hablante de k'iche', y en segundo lugar se encuentra la comunidad lingüística mam (Figura 4).

Se estima que un alto porcentaje de la población del departamento de Quetzaltenango habla k'iche'. Más del 90 % de la población de los siguientes municipios habla dicho idioma: Quetzaltenango, Salcajá, San Juan Olinstepeque, San Carlos Sija, Almolonga, Cantel, Zunil, San Francisco La Unión y La Esperanza. En el caso de Retalhuleu, los municipios de San Sebastián, Santa Cruz Muluá, San Felipe y San Andrés Villa Seca, tienen tasas por arriba del 80 %. Mientras que en Totonicapán se estima que en los municipios con lugares poblados en la cuenca se habla el idioma en un 99 %.

La segunda mayor comunidad lingüística que tiene presencia en la cuenca es la mam. Este idioma se habla en el 98 % de los siguientes municipios del departamento de Quetzaltenango: Cajolá, San Miguel Sigüilá, San Juan Ostuncalco y Concepción Chiquirichapa. En el departamento de Retalhuleu los porcentajes más altos estimados son: Retalhuleu (33 %), San Martín Zapotitlán (38 %) y Champerico (57 %). Por último, en el departamento de Totonicapán se estima que no existe presencia de la comunidad mam en los municipios ubicados dentro de la cuenca (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

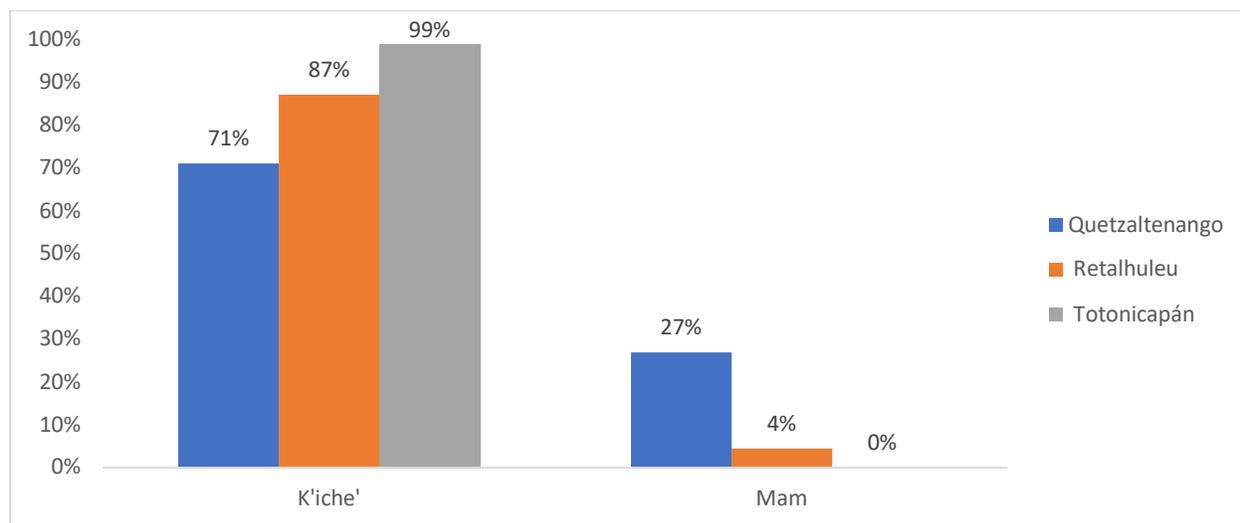


Figura 4. Población relativa maya por comunidad lingüística en la cuenca del río Samalá, año 2018

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

3.4 Pobreza

Según datos de la *Encuesta Nacional de Condiciones de Vida* (Encovi) (2014), el 61.9 % de la población que habita en la cuenca es pobre (Figura 5), de la cual el 23.1 % vive en pobreza extrema y 38.7 % en pobreza no extrema (Tabla 3).

Tabla 3. Porcentaje de la población que vive en pobreza en los departamentos de la cuenca del río Samalá, año 2014

Departamento	Pobreza (%)		
	Extrema	No extrema	Total
Totonicapán	41.1	36.4	77.5
Quetzaltenango	16.7	39.4	56.0
Retalhuleu	15.3	40.8	56.1
Total	23.1	38.7	61.9

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 departamentos de la cuenca tienen un riesgo dentro de las categorías: bajo, medio, alto y muy alto. De los 34 municipios presentes en la cuenca de los departamentos de Quetzaltenango y Retalhuleu, 24 % tiene una condición de vulnerabilidad socioeconómica de bajo riesgo. En los departamentos de Retalhuleu, Quetzaltenango y Suchitepéquez, el 44 % de la población vive en condición de riesgo mediano. En los departamentos de Quetzaltenango, Suchitepéquez, Sololá y Totonicapán, el 18 % de los municipios tiene una condición socioeconómica de alto riesgo y un 15 % de los municipios del departamento de Totonicapán tiene muy alto riesgo.

Los municipios con lugares poblados en la cuenca que más llaman la atención por su situación socioeconómica de bajo riesgo son: Quetzaltenango, Salcajá, Sibilia, San Mateo, San Carlos Sija, Retalhuleu, San Felipe y Santa Cruz Muluá. Los municipios con muy alto riesgo se ubican en el departamento de Totonicapán, estos son: Totonicapán, San Francisco El Alto, San Andrés Xecul, Santa María Chiquimula y Momostenango (Tabla 4).

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.

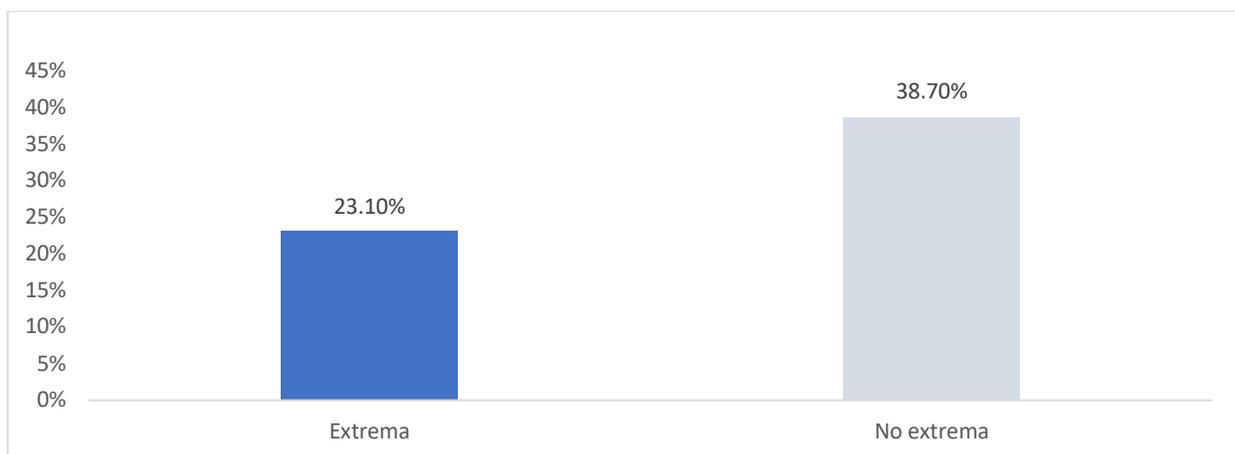


Figura 5. Población que vive en pobreza en los departamentos de la cuenca del río Samalá, año 2014 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2014).

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

n.º	Departamento	Municipio	Inform socio económico	Nivel de riesgo
1	Quetzaltenango	Quetzaltenango	2.2	Bajo
2	Quetzaltenango	Salcajá	2.3	
3	Quetzaltenango	Sibilia	3.0	
4	Quetzaltenango	San Mateo	3.0	
5	Quetzaltenango	San Carlos Sija	3.1	
6	Retalhuleu	Retalhuleu	3.1	
7	Retalhuleu	San Felipe	3.3	
8	Retalhuleu	Santa Cruz Muluá	3.4	
9	Retalhuleu	San Andrés Villa Seca	3.6	Medio
10	Quetzaltenango	Cantel	3.7	
11	Quetzaltenango	San Francisco La Unión	3.7	
12	Retalhuleu	Champerico	3.8	
13	Quetzaltenango	Olintepeque	3.9	
14	Quetzaltenango	El Palmar	3.9	
15	Retalhuleu	San Martín Zapotitlán	3.9	
16	Quetzaltenango	Concepción Chiquirichapa	4.1	
17	Suchitepéquez	San Francisco Zapotitlán	4.1	
18	Quetzaltenango	La Esperanza	4.2	
19	Quetzaltenango	San Martín Sacatepéquez	4.3	
20	Quetzaltenango	San Juan Ostuncalco	4.4	
21	Quetzaltenango	Zunil	4.4	

n.º	Departamento	Municipio	Inform socio económico	Nivel de riesgo
22	Retalhuleu	San Sebastián	4.4	
23	Quetzaltenango	Palestina de Los Altos	4.6	
24	Quetzaltenango	San Miguel Sigüilá	5.1	Alto
25	Quetzaltenango	Almolonga	5.1	
26	Suchitepéquez	Pueblo Nuevo	5.3	
27	Quetzaltenango	Cajolá	5.4	
28	Totonicapán	San Cristóbal Totonicapán	5.7	
29	Sololá	Nahualá	5.9	
30	Totonicapán	Totonicapán	6.0	Muy alto
31	Totonicapán	San Francisco El Alto	6.4	
32	Totonicapán	San Andrés Xecul	6.7	
33	Totonicapán	Santa María Chiquimula	7.5	
34	Totonicapán	Momostenango	7.9	

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 por departamento con presencia en la cuenca del río Samalá es de: Quetzaltenango (17 911, con una variación del año anterior de -8.7 %), Retalhuleu (7075, con una variación del año anterior de -9.6 %) y Totonicapán (11 838, con una variación del año anterior de -5.7 %) (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 los departamentos con presencia en la cuenca del río Samalá es de 2.1 para el departamento de Quetzaltenango, 2.1 para Retalhuleu y 2.7 para Totonicapán (Instituto Nacional de Estadística, 2020f) (Figura 6).

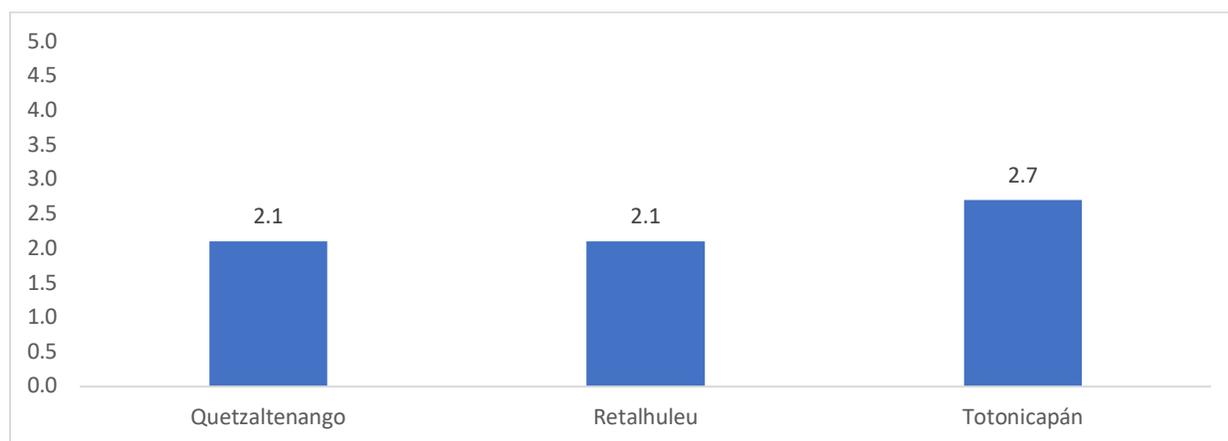


Figura 6. Tasa global de fecundidad por departamento en la cuenca del río Samalá, año 2020

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2020f).

4.2 Defunciones

En el departamento de Quetzaltenango se registraron 5616 defunciones. En promedio murieron 15.4 personas al día, y fallecieron más hombres (56.7 %) que mujeres. La principal causa de muerte fue por "otras causas" (45 %), y en orden de importancia le siguieron: síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio no clasificados en otra parte (13 %), así como COVID-19 (10 %) (Figura 7) (Instituto Nacional de Estadística, 2020c).

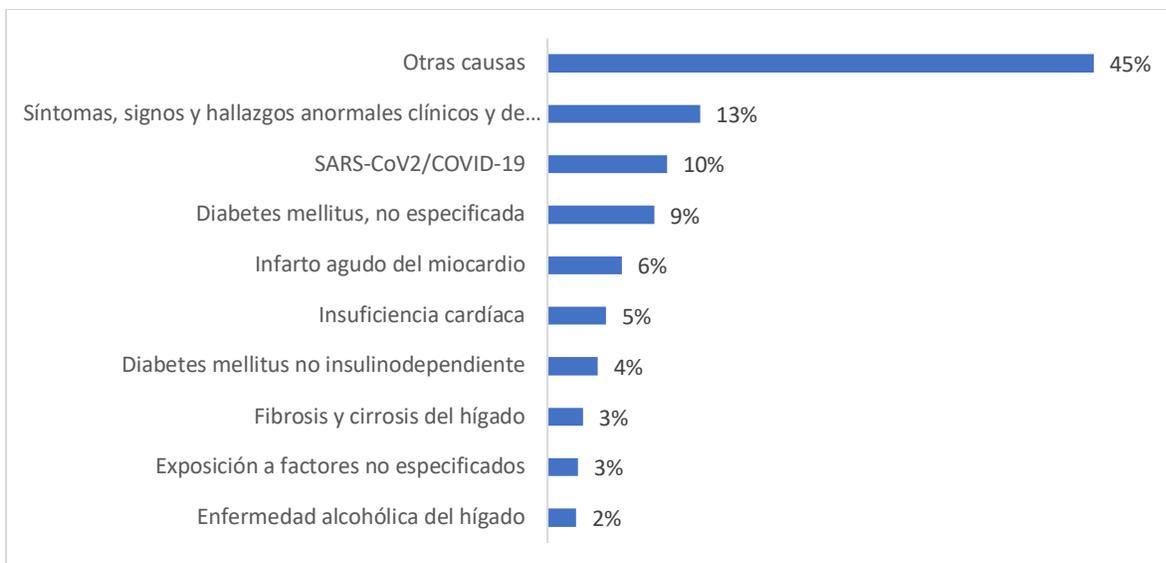


Figura 7. Principales causas de muerte en el departamento de Quetzaltenango, año 2020

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2020c).

En el departamento de Retalhuleu se registraron 2255 defunciones. En promedio murieron 6.2 personas al día y fallecieron más hombres (59.6 %) que mujeres. La principal causa de muerte fue por síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio no clasificados en otra parte (51 %). En orden de importancia le siguieron: otras causas (25 %), así como COVID-19 (6 %) (Figura 8) (Instituto Nacional de Estadística, 2020c).



Figura 8. Principales causas de muerte en el departamento de Retalhuleu, año 2020

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2020c).

En el departamento de Totonicapán se registraron 2921 defunciones. En promedio murieron ocho personas al día y fallecieron más hombres (58.7 %) que mujeres. La principal causa de muerte fue por síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio no clasificados en otra parte (34 %). En orden de importancia le siguieron: otras causas (33 %), así como diabetes mellitus no especificada (9 %) (Figura 9) (Instituto Nacional de Estadística, 2020c).

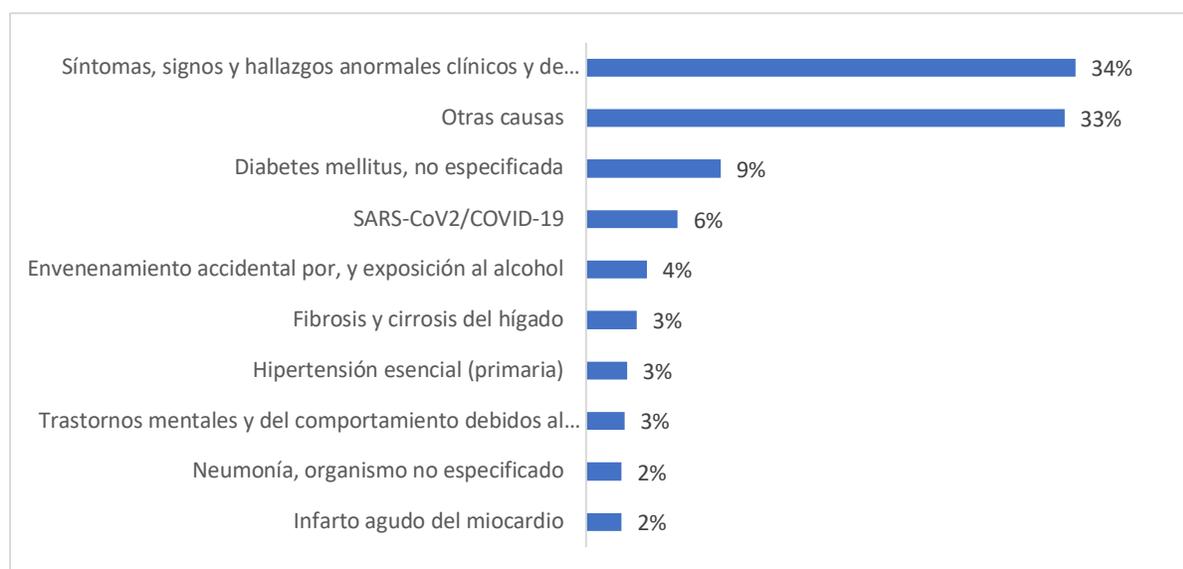


Figura 9. Principales causas de muerte en el departamento de Totonicapán, año 2020

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 identificó las siguientes causas principales de morbilidad, lo cual se consideró relevante porque se evidencian enfermedades relacionadas con el consumo de agua (Tabla 5).

Otras causas de morbilidad en Quetzaltenango son: amigdalitis aguda (63 236 personas) y diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso (24 762 personas); en Retalhuleu: amigdalitis aguda (16 424 personas) y amebiasis (8093 personas); y en Totonicapán: amigdalitis aguda (48 712 personas), diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso (20 602 personas), amebiasis (16 861) y parasitosis intestinal (15 290 personas) (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2019).

Tabla 5. Causas principales de morbilidad general en las personas de los departamentos con presencia en la cuenca del río Samalá, año 2019

n.º	Causa de morbilidad general	Quetzaltenango	Retalhuleu	Totonicapán
1	Rinofaringitis aguda (resfriado común)	94 461	29 126	97 096
2	Gastritis	29 706	11 177	23 714
3	Infección de vías urinarias	25 101	14 949	18 793

Fuente: 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 52 679 personas en el departamento de Quetzaltenango. La mayor demanda de servicios fue por enfermedad renal crónica (32.1 % del total de casos atendidos), le siguieron: otras causas (26.5 %); supervisión de embarazo normal (6.3 %); síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio no clasificados en otra parte (4.2 %); otros trastornos del sistema urinario (3.3 %) y otros (Instituto Nacional de Estadística, 2020a).

En el departamento de Retalhuleu los centros hospitalarios privados brindaron consultas externas a 16 101 personas. La mayor demanda fue por otras causas (36.0 % del total de casos atendidos), le siguieron en orden de importancia: síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio no clasificados en otra parte (10.3 %); enfermedad renal crónica (9.0 %); otros exámenes especiales e investigaciones en personas sin quejas o sin diagnóstico informado (8.8 %); otras gastroenteritis y colitis de origen infeccioso y no especificado (3.4 %) y otros (Instituto Nacional de Estadística, 2020a).

Por último, en el departamento de Totonicapán los centros hospitalarios privados brindaron consultas externas a 9549 personas. La mayor demanda fue por otras causas (30.4 % del total de casos atendidos), le siguieron en orden de importancia: enfermedad renal crónica (20.4 %); síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio no clasificados en otra parte (4.9 %); otros exámenes especiales e investigaciones en personas sin quejas o sin diagnóstico informado (4.8 %); supervisión de embarazo normal (4.3 %) y otros (Instituto Nacional de Estadística, 2020a).

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

En cuanto a los servicios internos³, los centros hospitalarios privados del departamento de Quetzaltenango brindaron atención a 10 070 personas en 2020. La mayor demanda fue por otras causas (33.5 % del total de casos atendidos), y le siguieron en orden de importancia: parto único por cesárea (13.4 %) y nacidos vivos según lugar de nacimiento (13.3 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2020b).

En el departamento de Retalhuleu se brindaron servicios internos a 7395 personas. La mayor demanda fue por otras causas (21.4 % del total de casos atendidos), y le siguieron en orden de importancia: nacidos vivos según lugar de nacimiento (17.5 %) y parto único por cesárea (16.6 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2020b).

Por último, en el departamento de Totonicapán se brindaron servicios internos a 2904 personas. La mayor demanda fue por otras causas (25 % del total de casos atendidos) y le siguieron en orden de importancia: nacidos vivos según lugar de nacimiento (20.5 %) y parto único por cesárea (14.6 %) (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 los departamentos con presencia en la cuenca del río Samalá (Tabla 6).

Tabla 6. Programas de vacunación en los departamentos con presencia en la cuenca del río Samalá, año 2019

n.º	Departamento	Quetzaltenango	Retalhuleu	Totonicapán
	Población infantil menor de 1 año	20 819	6637	12 744
	Vacunas	(%)		
1	Tuberculosis	61	75	74
2	Hepatitis B	40	51	54
3	Pentavalente*	70	99	82
4	Antipoliomielítica*	54	106	77
5	Rotavirus**	71	102	85
6	Influenza	27	18	85
7	Neumococo**	71	27	74
8	Sarampión, paperas y rubeola***	88	93	88

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).

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

4.6 Desnutrición

Según el *Cuarto Censo Nacional de Talla en Escolares* (2015), en la región VI —a la que pertenecen los departamentos de Quetzaltenango, Retalhuleu y Totonicapán—, se identificó que de 96 918 niños censados⁴, 58.4 % se encuentra en estado nutricional normal y 41.6 % tiene retardo de talla, de los cuales 31.5 % se encuentra 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).

En lo que se refiere a la clasificación de vulnerabilidad nutricional según prevalencia de retardo en talla o desnutrición crónica, los departamentos de Quetzaltenango y Totonicapán se encuentran entre los que tienen valores más altos, con 35.1 % y 59.5 % respectivamente. Retalhuleu se ubica en el grupo de departamentos con vulnerabilidad moderada, con 26.6 % (Ministerio de Educación, 2015).

4.7 Infraestructura de salud

La distribución de infraestructura de salud en los departamentos con presencia en la cuenca del río Samalá se presenta a continuación (Tabla 7).

Tabla 7. Tipo de servicio de salud en los departamentos con presencia en la cuenca del río Samalá en el año 2019

n.º	Tipo de servicio de salud	Quetzaltenango	Retalhuleu	Totonicapán	Total
1	Hospitales	3	1	1	5
2	CAP	7	1	6	14
3	Caimi	1	0	1	2
4	Cenapa	0	0	2	2
5	Puesto de salud fortalecido	0	3	25	28
6	Centros de salud tipo "A"	0	0	1	1
7	Centros de salud tipo "B"	16	9	3	28
8	Puestos de salud	75	35	22	132
9	Maternidades cantonales	0	0	0	0
10	Centros de urgencias 24 horas	0	0	3	3
11	Clínicas periféricas	2	0	1	3

⁴ Niños censados: niños y niñas asistentes al 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).

n.º	Tipo de servicio de salud	Quetzaltenango	Retalhuleu	Totonicapán	Total
12	Centros de convergencia	59	3	63	125
13	Unidades notificadoras	102	45	26	173
14	Clínicas médicas particulares	42	76	No se cuenta con información	118
15	Hospitales y/o sanatorios privados	25	7		32
16	Farmacias	82	121		203
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 Samalá son los siguientes: (1) a nivel pre-primario: 4 %, (2) nivel primario: 42 %, (3) nivel medio: 29 % y 4) superior: 7 % (licenciatura, maestría y doctorado). El restante 18 % de la población no cuenta con ningún nivel de formación educativa (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

La población del municipio de Cajolá del departamento de Quetzaltenango cuenta con el mayor porcentaje de población sin ningún nivel de formación educativa (39 %). Al contrario, el municipio de Quetzaltenango del mismo departamento cuenta con la población que tiene el mayor nivel educativo superior a nivel licenciatura (17 %).

En el departamento de Quetzaltenango se estima que de la población mayor de cuatro años que habita en la cuenca, el 59 % ha estudiado el nivel pre-primario y primario, y sobresale que 10 % ha cursado el nivel superior. Se estima que el 66 % de la población del departamento de Retalhuleu y el 74 % de Totonicapán ha estudiado a nivel de pre-primaria y primaria (Tabla 8).

Tabla 8. Población de cuatro años y más por nivel educativo en los departamentos de la cuenca del río Samalá, año 2018

Departamento	Población relativa (%)			
	Ninguno	Pre-primaria y primaria	Medio	Superior
Quetzaltenango	15	43	31	10
Retalhuleu	17	49	31	3
Totonicapán	23	51	23	3
Total	18	42	29	7

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

La inasistencia a los establecimientos educativos del 18 % de la población que no ha recibido ninguna educación en los tres departamentos se atribuye a diversos factores sociales. La población entre 4 a 29 años de la cuenca no asiste a estudiar principalmente por: falta de dinero (25 %), tener que trabajar (16 %) y por falta de gusto o deseo de asistir (13 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2018) (Figura 10).

5.1 Alfabetismo

El 86 % de la población que habita la cuenca del río Samalá es mayor de siete años, de la cual el 85 % de ellos es alfabeta (sabe leer y escribir) y 15 % que

es analfabeto. Del 85 % de las personas alfabetas, el 42 % corresponde a hombres y 43 % a mujeres (Figura 11). Se estima que 29 % asiste a un establecimiento educativo y 71 % no. De la población que asiste, el 81 % estudia es su mismo municipio y el resto ha salido de este para acceder a educación. Sobresalen los municipios de Quetzaltenango y San Mateo con los porcentajes más altos de alfabetismo, 94 % y 93 % respectivamente (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

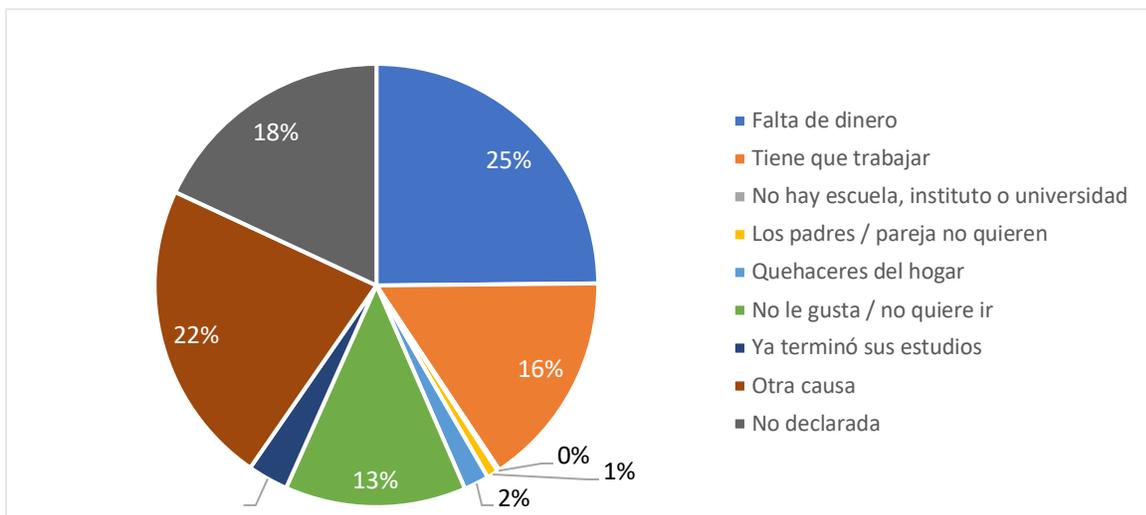


Figura 10. Causas de inasistencia a los establecimientos educativos de la población de entre 4 y 29 años en la cuenca del río Samalá, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

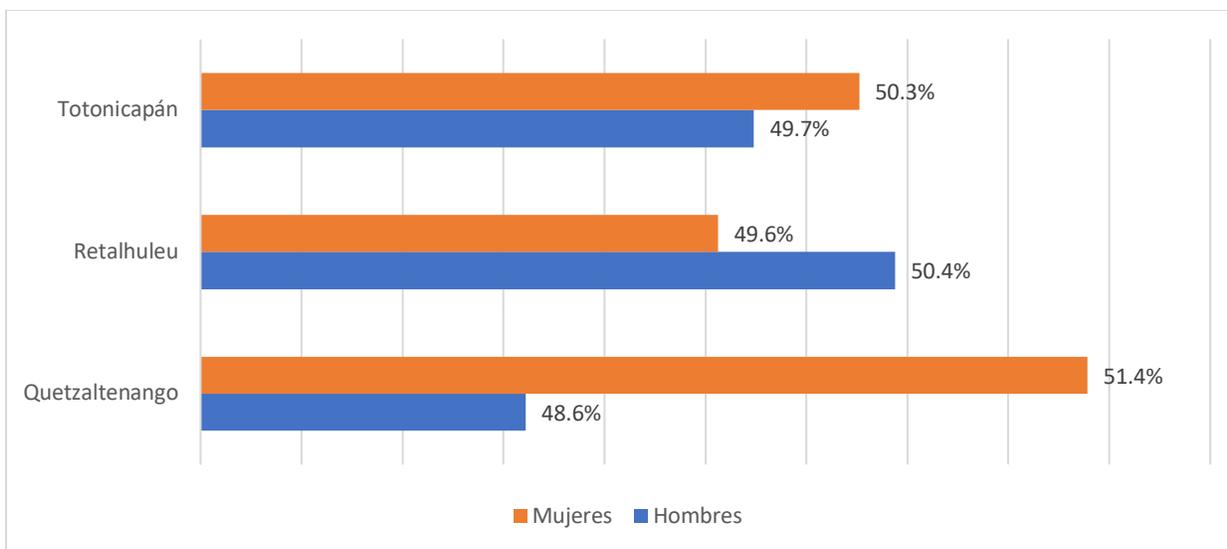


Figura 11. Población de siete años o más por tasa de alfabetismo en la cuenca del río Samalá, año 2018 (porcentaje)

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 más ágil y directa. El uso del celular es el más común y un 67 % de la población relativa de la cuenca del río Samalá mayor a siete años tiene acceso a dicho dispositivo. Sin embargo, 31 % de la población aún no lo utiliza en su diario vivir (Figura 12) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

La computadora es el segundo dispositivo más popular, 2.6 de cada 10 personas en la cuenca la utiliza, por lo que un 73 % 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 que habita en la cuenca, solo un 34 % usa internet, 64 % 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 de cada departamento con mayor acceso y uso de internet son: Quetzaltenango (Quetzaltenango), Retalhuleu y San Martín Zapotitlán (Retalhuleu) y Totonicapán (Totonicapán) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

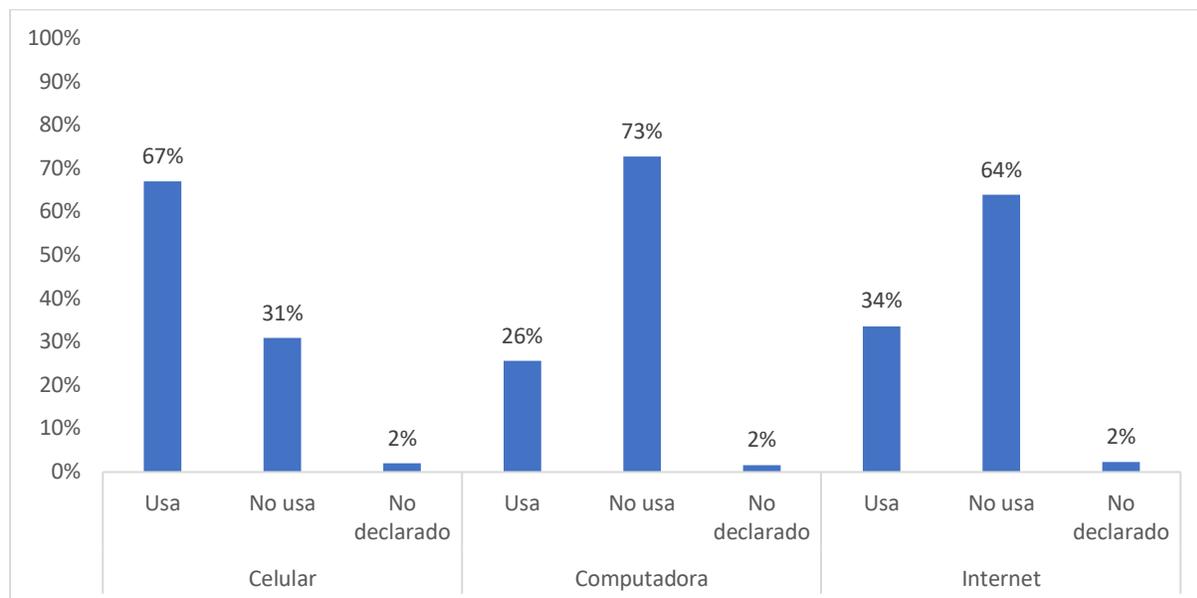


Figura 12. Población de siete años o más que utiliza celular, computadora y/o internet en la cuenca del río Samalá, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

5.3 Establecimientos educativos

En el departamento de Quetzaltenango se identificaron los siguientes establecimientos educativos en las subregiones con municipios presentes en la cuenca del río Samalá:

- En la subregión 2, los establecimientos se concentran principalmente alrededor de la cabecera municipal de Quetzaltenango. En comparación con Olintepeque, La Esperanza y San Mateo; los municipios de Quetzaltenango, Salcajá y Cantel tienen menos establecimientos.
- El Palmar es el municipio con menor cantidad de escuelas en la subregión 5; mientras que Coatepeque y Génova presentan el mayor número de establecimientos educativos de la subregión (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

En la Tabla 9 se presenta el detalle de los establecimientos educativos en el departamento de Retalhuleu, y en la Tabla 10 los del departamento de Totonicapán.

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

n.º	Nivel educativo	Público/Privados
1	Pre-primaria bilingüe	12
2	Pre-primaria	278
3	Primaria	330
4	Primaria de adultos	4
5	Básico	159
6	Diversificado	58
Total		841

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

Tabla 10. Establecimientos educativos por niveles en el departamento de Totonicapán, año 2010

n.º	Nivel	Públicos/Privados
1	Pre-primaria bilingüe	203
2	Pre-primaria	71
3	Primaria	294
4	Básico	23
Total		591

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

Con relación a las universidades, en la cuenca del río Samalá se cuenta con la presencia de las siguientes: Centro Universitario de Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Cunoc), Universidad Rafael Landívar

(URL), Universidad Mariano Gálvez (UMG), Universidad Mesoamericana, Universidad Galileo, Universidad Rural y Universidad de Occidente-Panamericana (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a, b, c).

6 HOGARES Y VIVIENDA

En este apartado se presentan los datos de los hogares ubicados en los municipios que tienen lugares poblados dentro de la cuenca del río Samalá de los departamentos de Quetzaltenango, Retalhuleu y Totonicapán. No fue posible interpolar los datos según el Censo 2018, debido a que no se contaba con información sobre el número de hogares que hay en cada lugar poblado dentro de 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. La distribución de los hogares se muestra en la Figura 13.

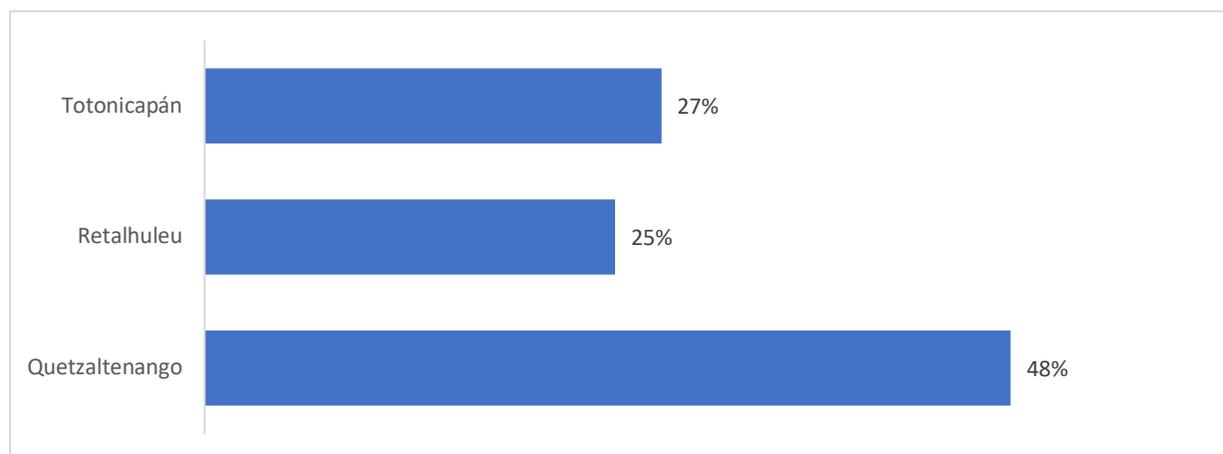


Figura 13. Porcentaje de hogares por departamento, incluyendo sólo los municipios presentes en la cuenca del río Samalá, año 2018

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

Los municipios con más hogares en todo el territorio de la cuenca son: Quetzaltenango (Quetzaltenango) con 18 %, Retalhuleu (Retalhuleu) con 9 % y Totonicapán (Totonicapán) con 10 % (Figura 14).

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).

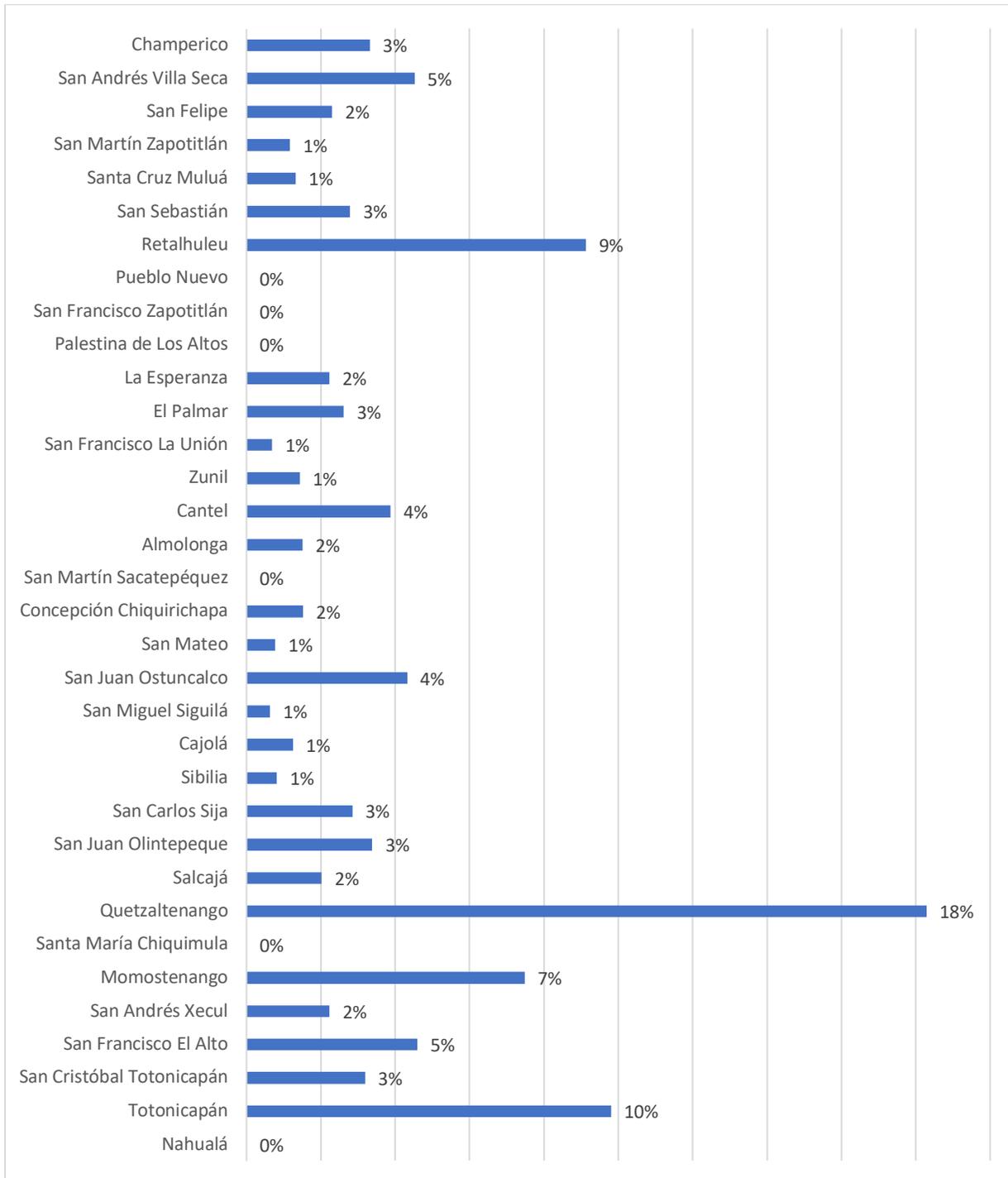


Figura 14. Porcentaje de hogares en los municipios presentes en la cuenca del río Samalá, año 2018

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

En los municipios que tienen presencia en la cuenca del río Samalá, el 59 % de los hogares es nuclear y el 33 % es extendido (Figura 15).

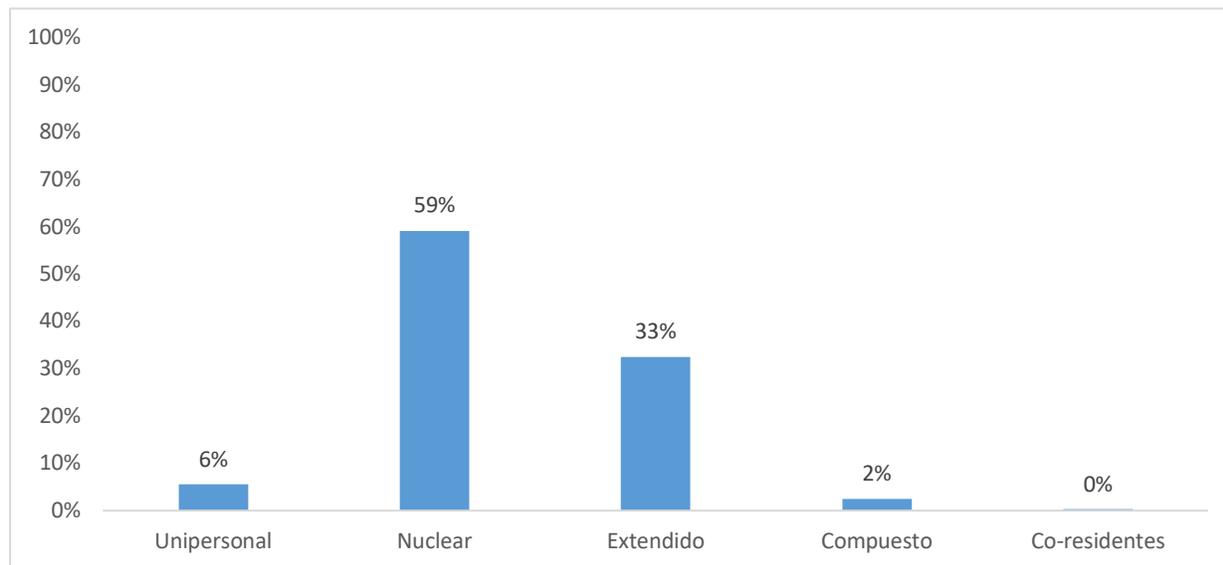


Figura 15. Tipo de hogares en los municipios presentes en la cuenca del río Samalá, año 2018

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

Según el Censo 2018, la distribución de la tenencia de la vivienda de la población en los municipios que tienen presencia en la cuenca del río Samalá es la siguiente: 81 % declara ser propietario, 11 % alquila y 8 % tiene viviendas cedidas o prestadas (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

En lo que se refiere al sexo del propietario de la vivienda, según el Censo 2018 el 56 % corresponde a hombres y 26 % a mujeres, un 16 % corresponde a ambos (hombre y mujer) y el resto (2 %) no quiso dar a conocer el sexo del propietario. En cuanto a la toma de decisiones en el hogar, en el 23 % de los casos la ejerce un hombre, en el 19 % una mujer y en el 57 % por ambos.

6.1 Vivienda

Según el Censo 2018, de las viviendas de los municipios que tienen lugares poblados en la cuenca del río Samalá, el 97.1 % es formal, 0.9 % es apartamento, 0.6 % es cuarto en casa de vecindad, 0.8 % es rancho, 0.3 % es improvisada y el resto corresponde a otro tipo de vivienda. La condición de ocupación de las viviendas particulares es la siguiente: 77 % ocupada, 2 % de uso temporal, 21 % desocupada y otros (Figura 16).

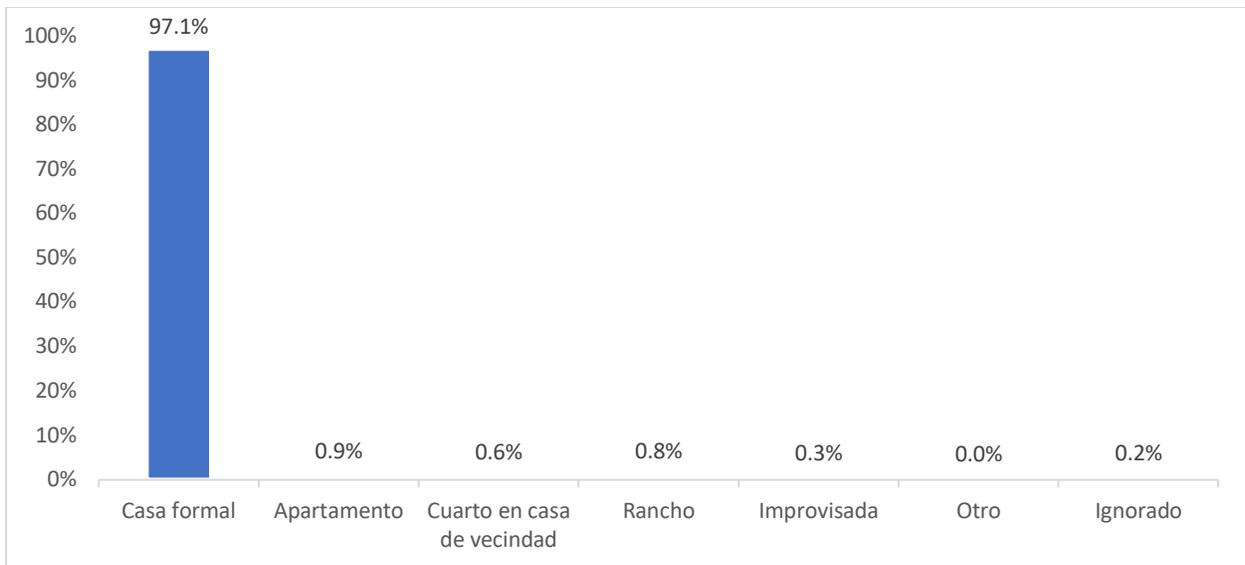


Figura 16. Tipo de vivienda en los municipios con presencia en la cuenca del río Samalá, año 2018 (en porcentaje)
 Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

7 SERVICIOS BÁSICOS

7.1 Servicio sanitario

Los hogares ubicados en los municipios que tienen lugares poblados en la cuenca hidrográfica del río Samalá en los departamentos de Quetzaltenango, Retalhuleu y Totonicapán utilizan los siguientes tipos de servicio sanitario: inodoro conectado a red de drenajes (52 %), inodoro conectado a fosa séptica (5 %), excusado lavable (3 %), letrina o pozo ciego (38 %) y no tienen acceso a servicio sanitario (2 %) (Figura 17) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

Se estima que en el departamento de Quetzaltenango el municipio con mayor porcentaje de uso de letrina o pozo ciego es San Francisco La Unión (88 %), seguido de San Carlos Sija (66 %). En Retalhuleu, los municipios donde más se usa letrina o pozo ciego son: Champerico (5.7 de cada 10 hogares) y San Andrés Villa Seca (4.8 de cada 10 hogares). En el caso del departamento de Totonicapán, uno de los municipios donde más se usa letrina o pozo ciego es Momostenango (7.9 de cada 10 hogares) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

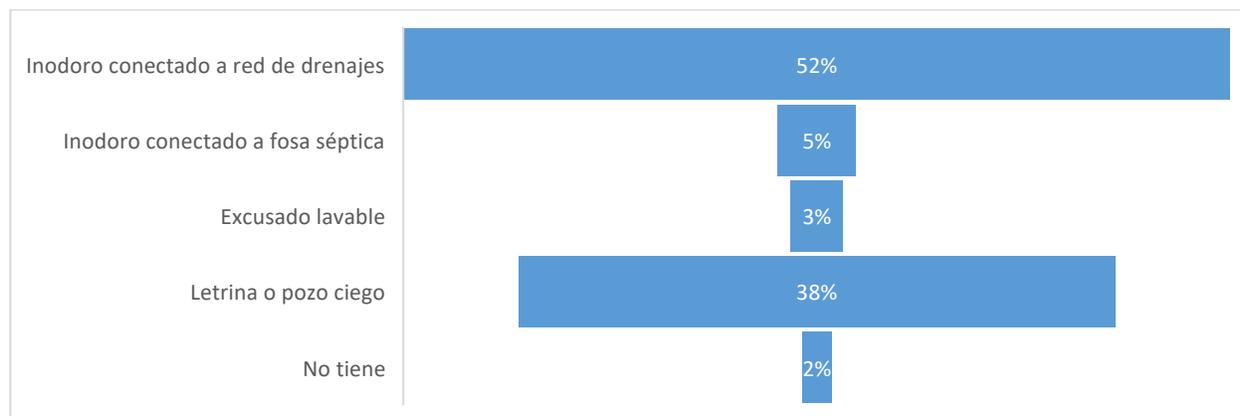


Figura 17. Tipo y uso de servicio sanitario en los hogares de los municipios presentes en la cuenca del río Samalá, año 2018

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

7.2 Cobertura eléctrica

Los hogares ubicados en los municipios que tienen presencia en la cuenca del río Samalá de los departamentos de Quetzaltenango, Retalhuleu y Totonicapán, utilizan el siguiente alumbrado: red de energía eléctrica (96.3 %), panel solar o eólico (0.4 %), gas corriente (0.1 %), candela (2.8 %) y otros medios de alumbrado (0.3 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

En el departamento de Quetzaltenango, un 97 % del total de los hogares ubicados en los municipios que tienen presencia en la cuenca tiene acceso a la red de energía eléctrica, mientras que un 2 % utiliza candela y 0.2 % usa panel solar o eólico.

En el departamento de Retalhuleu, 94 % del total de los hogares ubicados en los municipios que tienen presencia en la cuenca, usa la red de energía eléctrica y un 4.8 % aún utiliza candela, principalmente en los municipios de Nuevo San Carlos y El Asintal.

Por último, en el departamento de Totonicapán, en el municipio de La Blanca el 91 % de los hogares se conecta a la red de energía eléctrica, 4 % utiliza candela, 1 % emplea paneles solares y el resto usa otros tipos de alumbrado (Instituto Nacional de Estadística, 2018) (Figura 18).

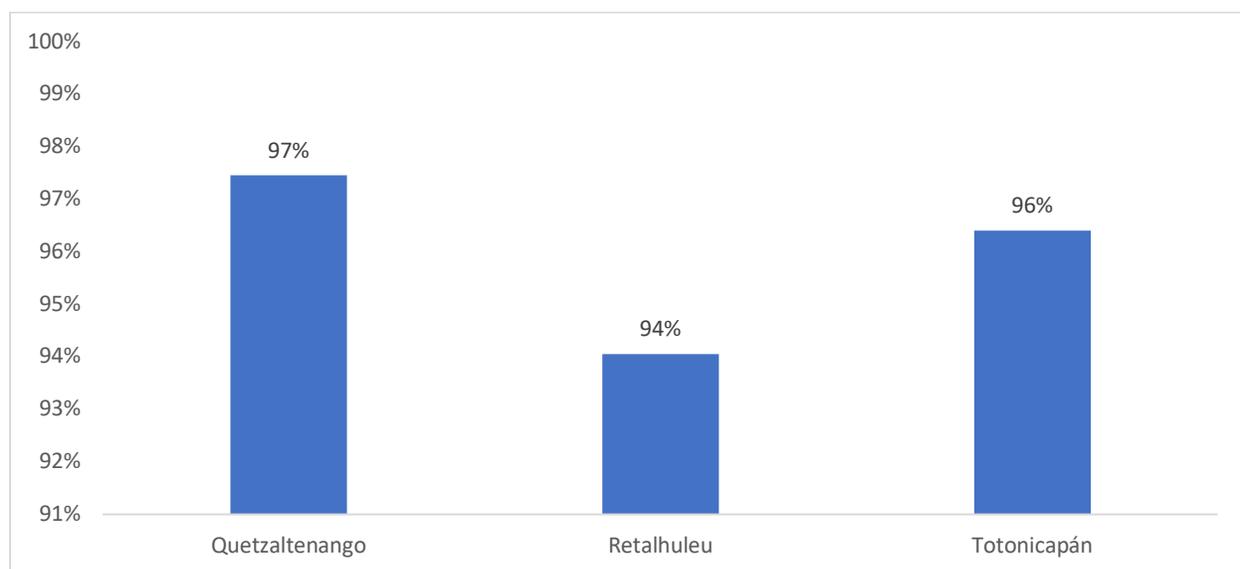


Figura 18. Cobertura eléctrica por departamento, incluyendo sólo los municipios presentes en la cuenca del río Samalá, año 2018

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

Los municipios con menor cobertura de energía eléctrica (94 %) en el departamento de Quetzaltenango son: San Miguel Sigüilá y San Francisco La Unión. En el departamento de Retalhuleu los municipios con menor cobertura (92 %) son: Santa Cruz Muluá, San Andrés Villa Seca y Champerico. En el departamento de Totonicapán el municipio de Momostenango es el que tiene menor cobertura eléctrica (94 %) (Figura 19).

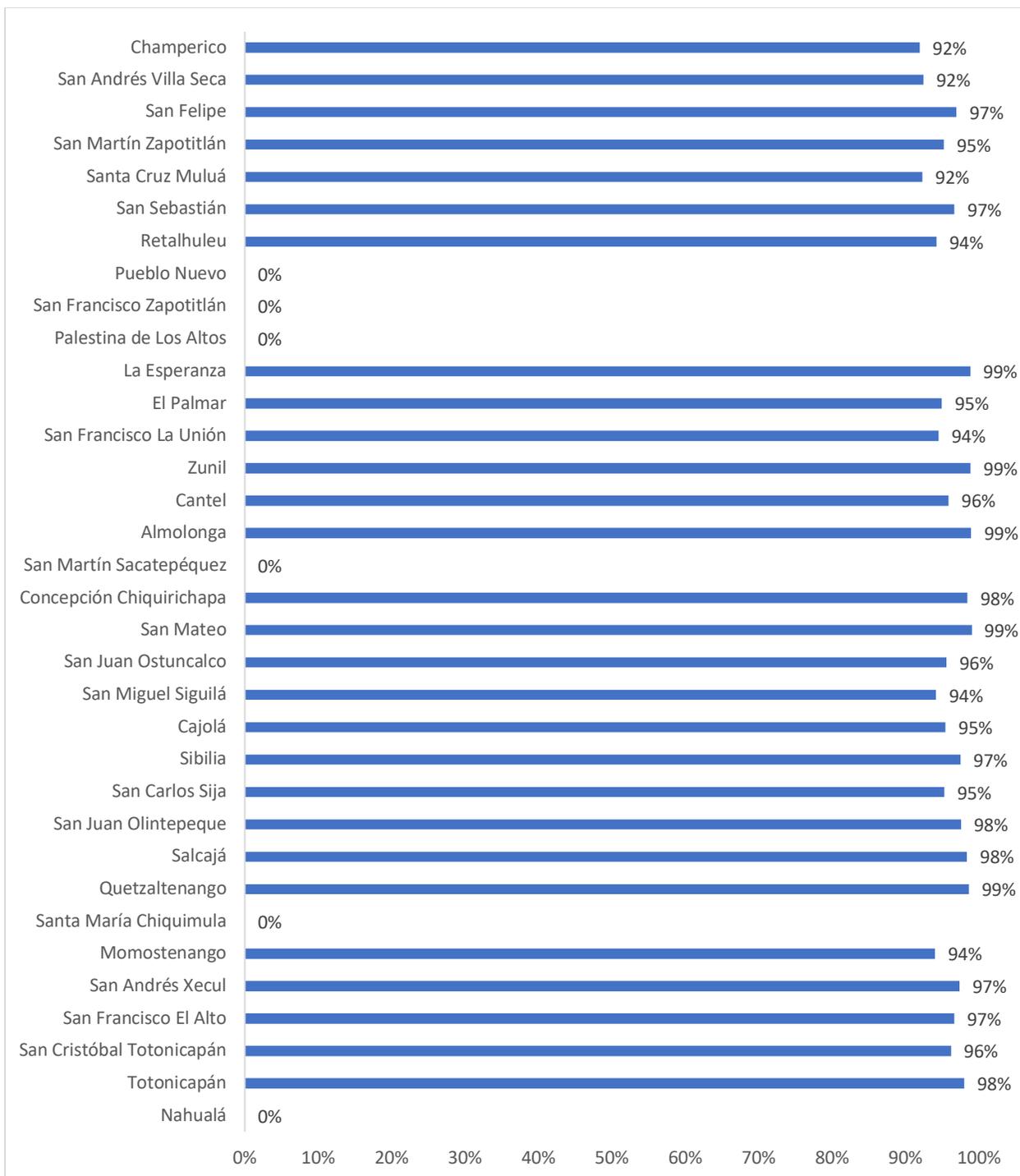


Figura 19. Cobertura eléctrica en los municipios con presencia en la cuenca del río Samalá, año 2018

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 Samalá, las principales fuentes de energía para cocinar son: leña (57 %), gas propano (42 %), electricidad (0.4 %) y 1 % no cocina. El 71 % de los hogares cuenta con un cuarto exclusivo para cocinar, mientras que 29 % no, lo que implica que en un mismo espacio se realizan muchas actividades del hogar, incluyendo posiblemente dormir (Figura 20) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

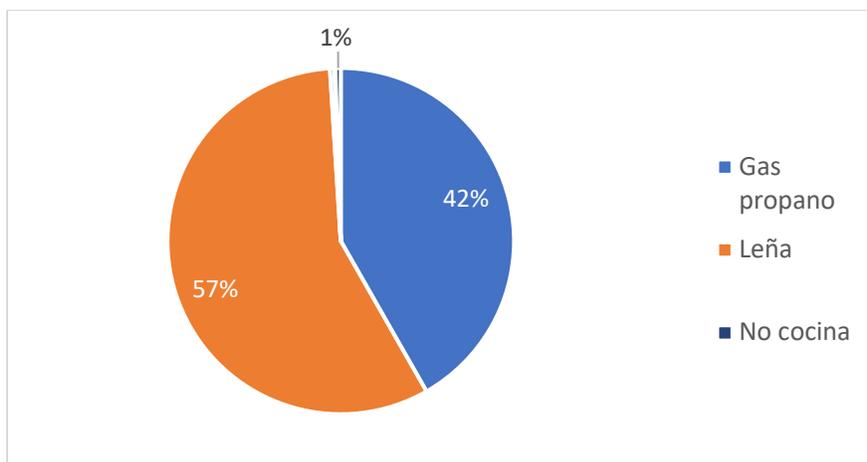


Figura 20. Fuente principal de energía para cocinar en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Samalá, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

En la Tabla 11 se muestra la forma en la cual se distribuye el uso de fuentes de energía para cocinar en los municipios que tienen lugares poblados dentro de la cuenca del río Samalá de los departamentos de Quetzaltenango, Retalhuleu y Totonicapán.

Tabla 11. Fuente principal de energía para cocinar en los hogares de los departamentos que tienen presencia en la cuenca del río Samalá, año 2018

Departamento	Fuente de energía para cocinar (%)				
	Gas propano	Leña	Electricidad	Carbón	Gas corriente
Quetzaltenango	56.8	42.2	0.7	0.0	0.0
Retalhuleu	40.6	57.9	0.3	0.0	0.0
Totonicapán	16.3	83.3	0.2	0.0	0.0
Total	42	57	0.4	0.0	0.0

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

En el departamento de Quetzaltenango, un alto porcentaje de los hogares de los siguientes municipios usan leña para cocinar: San Carlos Sija (93 %), Cajolá (94 %), San Miguel Sigüilá (91 %), Concepción Chiquirichapa (94 %) y San Francisco La Unión (95 %). En el caso del departamento de Retalhuleu son los siguientes municipios: San Andrés Villa Seca (79 %) y Champerico (69 %); y en el departamento de Totonicapán son: Momostenango (94 %), San Francisco El Alto (89 %) y San Andrés Xecul (82 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

Los municipios que más utilizan gas propano como fuente principal de energía para cocinar son: San Felipe (55 %) y Retalhuleu (50 %) del departamento de Retalhuleu; Almolonga (88 %) y Quetzaltenango (83 %) del departamento de Quetzaltenango; y San Cristóbal Totonicapán (24 %) y Totonicapán (24 %) del departamento de Totonicapán (Figura 21) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

7.4 Formas de eliminación de la basura

Se estima que los hogares de los departamentos con presencia en la cuenca utilizan como principal forma de eliminación de basura la quema (42 %), seguida de: servicio municipal (32 %), servicio privado (6 %), abonera o reciclaje (11 %), la tiran en río, quebrada o mar (2 %) y el resto usa otros medios (Figura 22).

El manejo de los desechos sólidos es un problema evidente en el departamento de Quetzaltenango debido a que ningún municipio maneja adecuadamente la basura ni los desechos líquidos. Según la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (2011a) es uno de los cinco departamentos más contaminados del país.

En el departamento de Retalhuleu los desechos sólidos son manejados por cada municipalidad. En el municipio de Retalhuleu hay un tren de aseo municipal y servicio privado con cuotas domiciliarias mensuales de Q 15.00 y comerciales de Q 30.00. Se dispone de un relleno sanitario en el municipio de Champerico, el cual recibió financiamiento para la construcción de una planta de tratamiento de desechos sólidos, pero no se concluyó, convirtiéndose en un botadero. Los demás municipios tienen un tren de aseo débil y botaderos de basura. Todos los municipios tienen el servicio en las cabeceras municipales, pero en las comunidades rurales los desechos sólidos se queman, entierran o depositan en basureros clandestinos (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

Por último, en ninguno de los municipios del departamento de Totonicapán existen plantas de tratamiento de desechos líquidos y sólidos, tampoco se maneja adecuadamente la basura, por lo cual ha incrementado la aparición de vertederos clandestinos (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

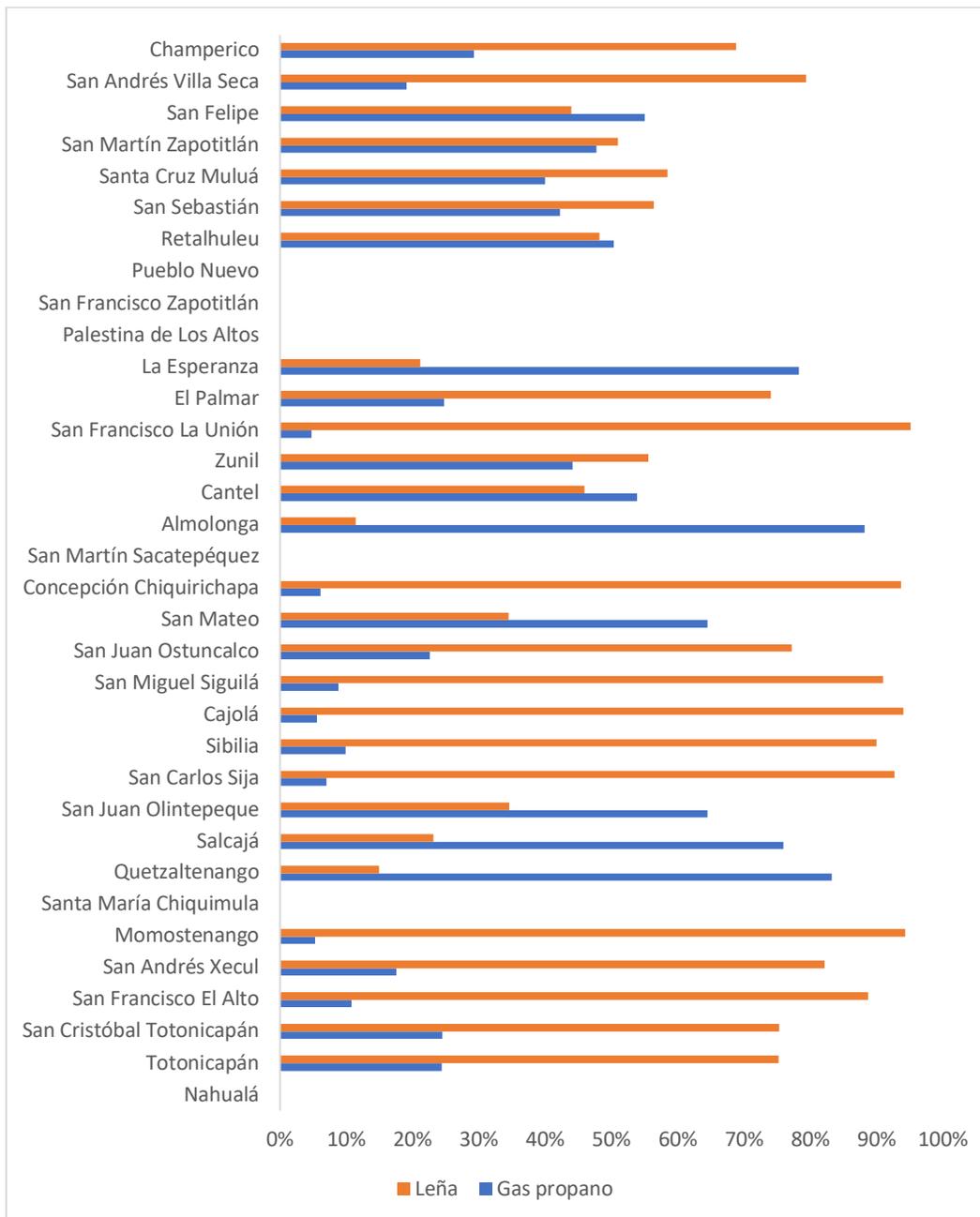


Figura 21. Fuente principal de energía para cocinar en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Samalá, año 2018

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

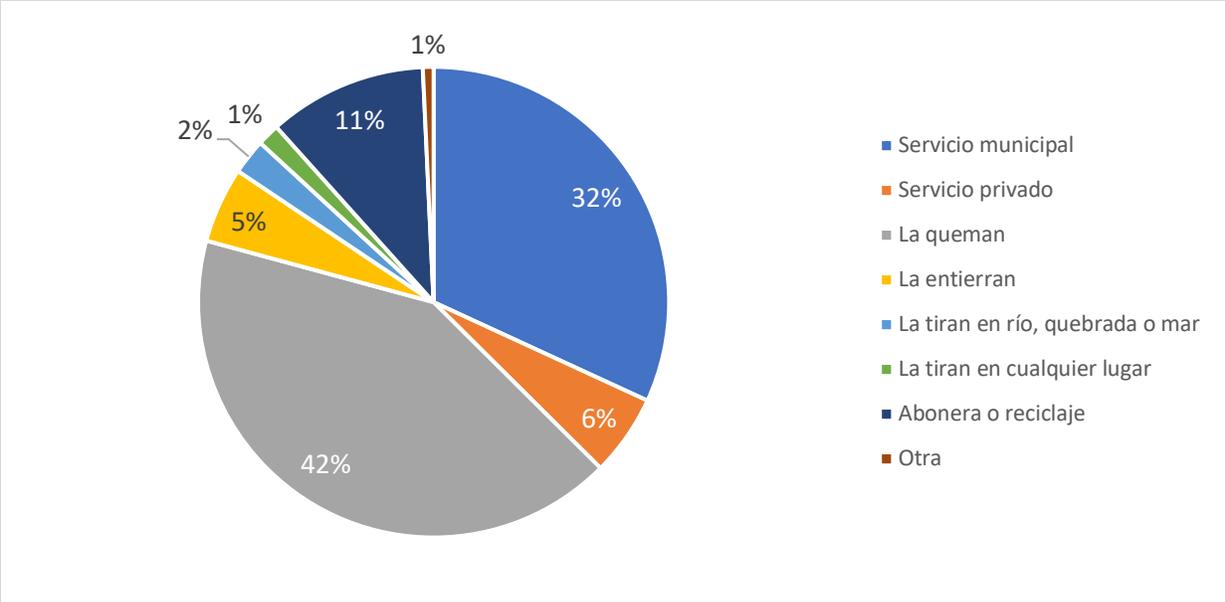


Figura 22. Principal forma de eliminación de la basura en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Samalá, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

8 USO DEL AGUA

8.1 Fuente principal de agua para consumo en los hogares

Con base en el Censo 2018, se procesó información sobre la principal fuente de agua para consumo en el total de los hogares del municipio, y se omitió a los municipios que no tienen población en la cuenca. Se estima que el 66 % de los hogares en los municipios de los departamentos de Quetzaltenango, Retalhuleu y Totonicapán que tienen presencia en la cuenca, utiliza la tubería en la vivienda como principal fuente de agua para consumo. Le sigue el agua de pozo perforado (18 %), tuberías fuera de la vivienda (9 %), manantial o nacimiento (2 %) y chorro público (5 %) (Figura 23) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

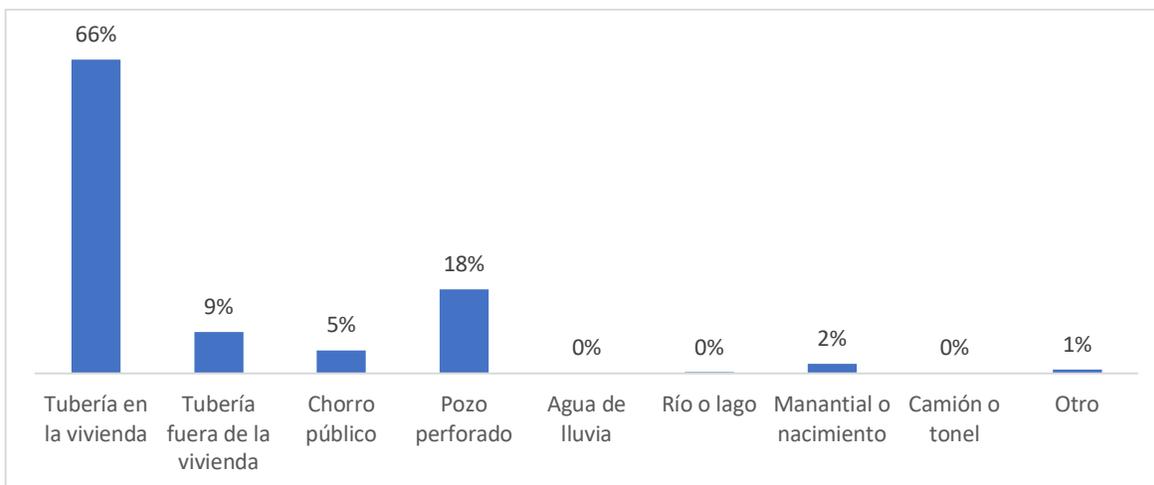


Figura 23. Fuente principal de agua para consumo en los hogares de los municipios con presencia en la cuenca del río Samalá, año 2018 (en porcentaje)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

En el departamento de Retalhuleu las principales fuentes de acceso a agua para consumo en los hogares son diferentes al resto de departamentos: 45 % obtiene agua por medio de tubería en la vivienda, 41 % de pozo perforado, 2 % de manantial o nacimiento y 8 % por medio de tubería fuera de la vivienda. Los municipios que utilizan la tubería como fuente primaria de acceso a agua para consumo en la vivienda son: San Felipe (80 %), San Martín Zapotitlán (76 %) y Retalhuleu (55 %). En el caso de los municipios de San Sebastián (71 %) y San Andrés Villa Seca (53 %) su fuente principal es el pozo perforado (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

En el departamento de Totonicapán las principales fuentes de acceso a agua para consumo en los hogares son: tubería en la vivienda (58 %), pozo perforado (16 %), chorro público (11 %), manantial o nacimiento (4 %) y tubería fuera de la vivienda (10 %). Los municipios que utilizan la tubería como fuente primaria de acceso a agua para consumo en la vivienda son: San Andrés Xecul (64 %), San Francisco El Alto (62 %) y Momostenango (58 %). En el caso de los municipios de San Cristóbal Totonicapán (27 %) y San Andrés Xecul (23 %) su principal fuente de acceso a agua en la vivienda es el pozo perforado. Todos los municipios con lugares poblados en la cuenca del río Samalá del departamento tienen como fuente de acceso el agua manantial o nacimiento, con porcentajes de entre 4 % y 7% (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

En el departamento de Quetzaltenango las principales fuentes de acceso a agua para consumo en los hogares son: tubería en la vivienda (80 %), pozo perforado (6 %), manantial o nacimiento (2 %) y tubería fuera de la vivienda (8 %). Los municipios cuya fuente primaria de acceso a agua para consumo en la vivienda es la tubería son: Concepción Chiquirichapa (98 %), San Mateo (96 %) y Salcajá (95 %) (Figura 24) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

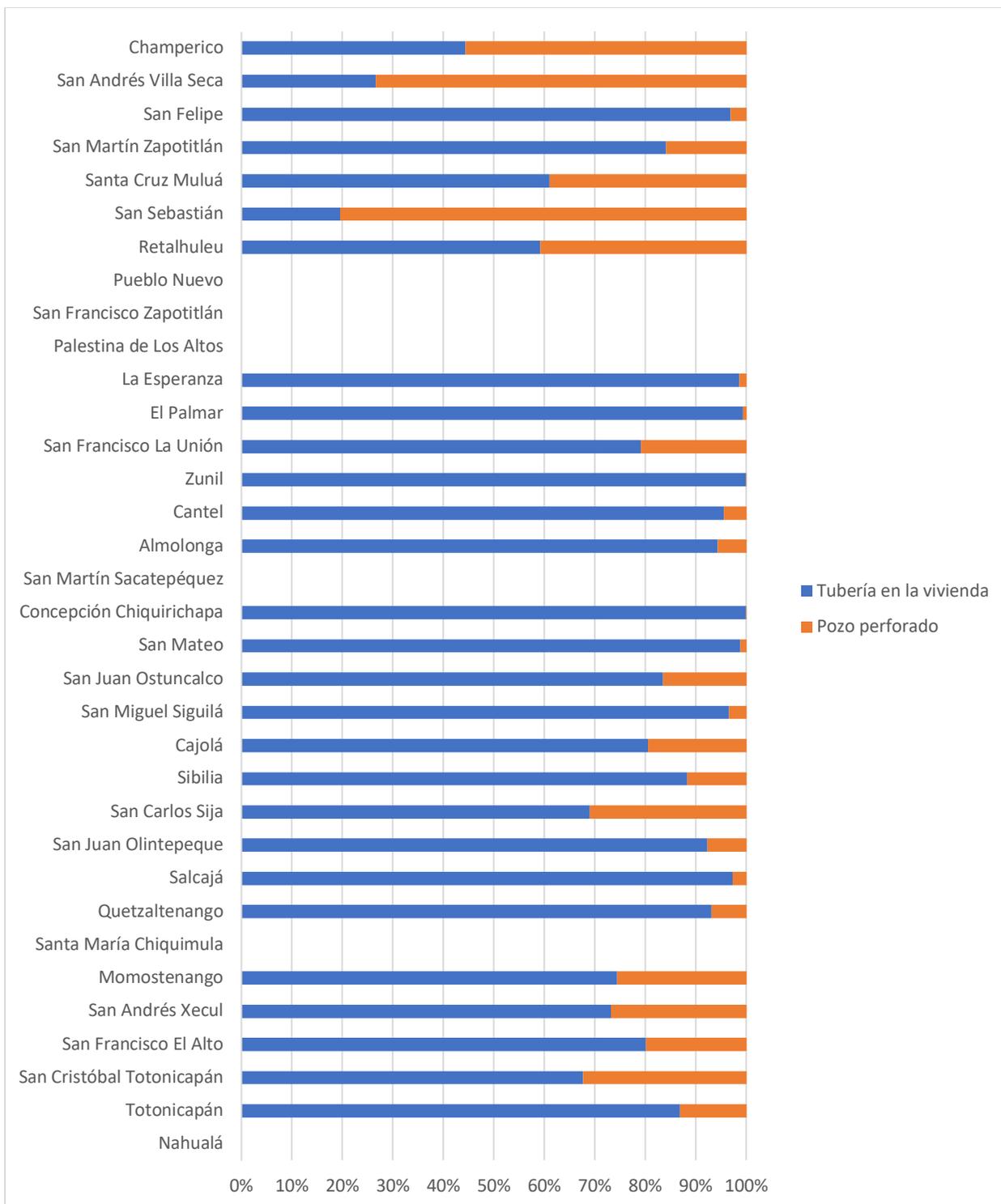


Figura 24. Fuente principal de agua para consumo por municipio con presencia en la cuenca del río Samalá, año 2018
 Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

9 INFRAESTRUCTURA VIAL

Según los planes departamentales de desarrollo de Quetzaltenango, Retalhuleu y Totonicapán (2011), en el departamento de Quetzaltenango el acceso vial se genera desde San Marcos, Totonicapán, Huehuetenango, Chimaltenango y Guatemala vía cuatro caminos. En lo que se refiere a la conectividad hacia las comunidades, cantones y caseríos de los municipios, por lo general esta ocurre desde las cabeceras municipales (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011).

Quetzaltenango dispone de vías asfaltadas que interconectan a la mayor parte de los municipios, exceptuando Huitán y Cabricán que todavía cuentan con carretera de terracería (Figura 25). Se conecta por carretera con todos los departamentos de la región occidental y el resto de la República. Entre las principales rutas nacionales están: ruta nacional 1, que de la Ciudad Capital de Guatemala conduce a la frontera con México, atravesando el departamento de este a oeste; ruta nacional 9-S que conduce a Retalhuleu, donde entronca con la carretera internacional del Pacífico CA-2; ruta nacional 9-N hacia Totonicapán y Huehuetenango; ruta nacional 12-S que enlaza al oeste del departamento con el de San Marcos (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

En el departamento de Retalhuleu la carretera principal es la CA-2, que lo atraviesa, pero se encuentra amenazada por el río Samalá en la vuelta del niño y en el puente Castillo Armas, km 183-184 (Figura 26). De acuerdo con la regionalización subdepartamental, en el territorio norte se encuentra la mayor conectividad, donde la CA-2 sirve como eje transversal y conecta a los municipios de San Sebastián, Retalhuleu, El Asintal y Nuevo San Carlos. Este mismo eje de conectividad (CA-2) articula, a través de la carretera que conduce a Quetzaltenango, a los municipios de Santa Cruz Muluá, San Martín Zapotitlán, San Felipe y parcialmente a San Andrés Villa Seca. En el territorio sur está compuesto por la parte baja de los municipios de Retalhuleu, San Andrés Villaseca y el municipio de Champerico; pero tiene problemas de conectividad en el centro 2, la Máquina (parte sur de San Andrés Villaseca) debido a que se no cuenta con carretera hacia su cabecera municipal, por lo que se debe utilizar la vía de la carretera de Cuyotenango-Tulate (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

En general, los caminos internos de los municipios de Retalhuleu son de terracería, y algunos lugares poblados se encuentran aislados por falta de carreteras. Comunidades como Caballo Blanco y otras del sur del municipio de Retalhuleu, tienen mejor conectividad con la ciudad de Coatepeque que con la misma cabecera departamental.

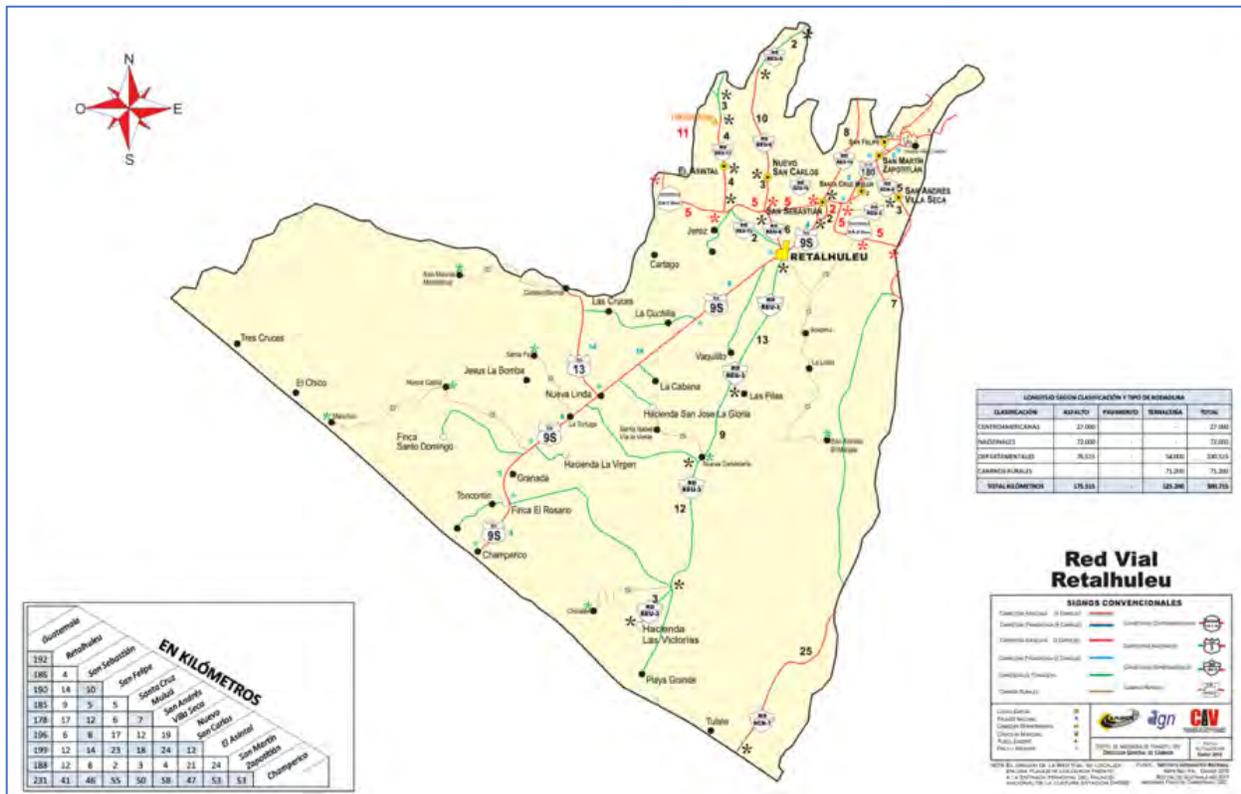


Figura 26. Mapa vial del departamento de Retalhuleu
 Fuente: Instituto Geográfico Nacional (2010).

Por último, en el departamento de Totonicapán la conectividad es fluida entre las cabeceras municipales y la departamental, y las carreteras son en su mayoría asfaltadas (Figura 27) (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

Al recorrer longitudinalmente la red vial que conecta los tres departamentos mayoritarios en la cuenca (Quetzaltenango, Retalhuleu y Totonicapán) —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 12).

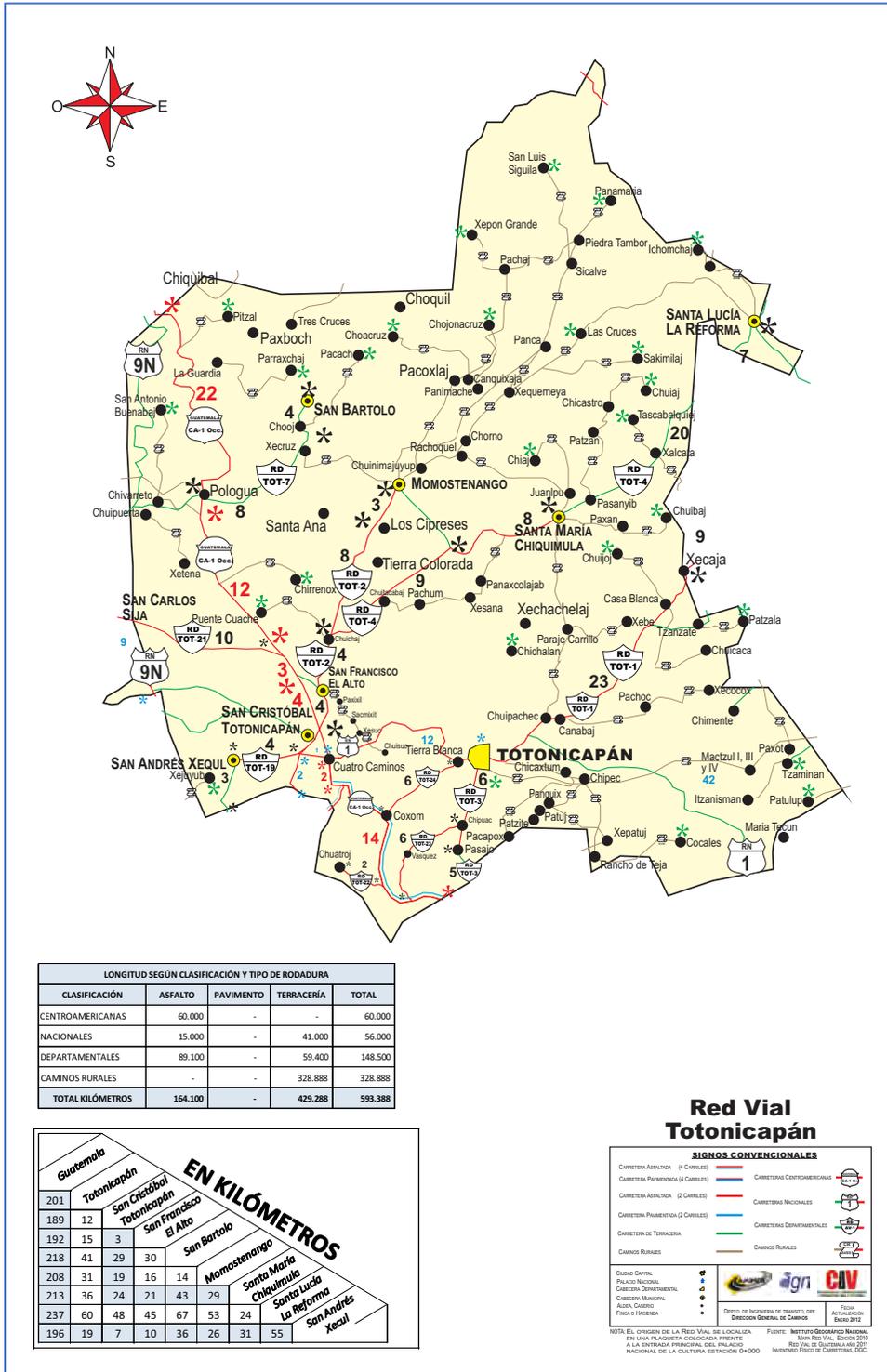


Figura 27. Mapa vial del departamento de Totonicapan
Fuente: Instituto Geográfico Nacional (2010).

Tabla 12. Longitud de carreteras y caminos en los departamentos con presencia en la cuenca del río Samalá en el año 2010

Longitud según clasificación y tipo de rodadura					
Departamento	Clasificación	Asfalto	Pavimento	Terracería	Total
Quetzaltenango	Centroamericanas	58 000	0	0	58 000
	Nacionales	133 100	22 000	17 000	172 100
	Departamentales	173 800	10 300	109 350	293 450
	Caminos rurales	0	0	217 362	217 362
Retalhuleu	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
Totonicapán	Centroamericanas	60 000	0	0	60 000
	Nacionales	15 000	0	41 000	56 000
	Departamentales	89 100	0	59 400	148 500
	Caminos rurales	0	0	328 888	328 888
Total de kilómetros		704 515	32 300	898 200	1 635 015

Fuente: Instituto Geográfico Nacional (2010).

10 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

10.1 Aspectos de las actividades económicas del departamento de Quetzaltenango

El desarrollo económico del departamento de Quetzaltenango es importante por la producción de café, banano y cítricos propios de las zonas cálidas en los municipios de Coatepeque, Génova y Palestina de los Altos. En lo que respecta al café, se cultiva en los límites de la región de la bocacosta, específicamente en los municipios de Colomba Costa Cuca, El Palmar y Coatepeque, pero recientemente se ha sustituido por la siembra de caña de azúcar, hule, palma africana, piña, horticultura y otros cultivos (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

Existen pequeños empresarios que se han dedicado a la crianza del ganado porcino en Coatepeque, Flores Costa Cuca y Génova. También es importante la producción de gallinas de engorde y ponedoras en menor escala, en diferentes municipios de Quetzaltenango (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

La actividad empresarial vinculada al sector industrial en el departamento es variada e incluye las siguientes: procesamiento a través de varias tenerías, fabricación de calzado, fabricación de derivados de pieles, procesamiento de harina y producción de textiles. La construcción es una de las ramas más dinámicas de la economía urbana, se fundamenta en el crecimiento de las cabeceras departamentales y municipales, especialmente Quetzaltenango, en donde destaca la construcción de viviendas, locales comerciales y pequeños edificios; además de la inversión en infraestructura urbana que realizan los fondos sociales y las municipalidades (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

Las actividades comerciales, tanto formales como informales, se centran especialmente en las cabeceras de los municipios de Quetzaltenango y Coatepeque y, en menor escala, en San Juan Ostuncalco. El comercio de las hortalizas y papas se lleva a cabo mediante un sistema de articulación de la economía campesina que se caracteriza porque los productores, además de producir, captan y comercializan la producción, acercándola a los intermediarios, no directamente al consumidor final (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

La economía de Quetzaltenango es pujante, la cabecera está considerada como la segunda ciudad más importante del país. El sector primario ocupa el

primer lugar en importancia a nivel del departamento en productividad y generación de trabajo. En la cabecera y en los cascos urbanos municipales resalta la tercerización de la economía, sobresale una estructura empresarial significativa basada en la existencia de infraestructura del sistema bancario con fuerte presencia en la cabecera, pero también en las cabeceras municipales como Coatepeque, San Juan Ostuncalco, y Salcajá.

El comercio es floreciente y dinámico, se cuenta con infraestructura moderna para los servicios educativos a nivel de primaria y medio (ciclos básico y diversificado), así como el superior (que atrae a estudiantes de los municipios y departamentos circunvecinos). El comercio en boutiques, almacenes y grandes supermercados tiene alta presencia en la cabecera departamental, mientras que en las cabeceras municipales los cascos urbanos mantienen un comercio diverso al por mayor y menor, turismo local, servicios de comunicación, centros hoteleros y hospitales médicos bastante competitivos a nivel nacional e internacional. Esas condiciones generan encadenamientos a nivel de sus municipios y de otros departamentos como San Marcos, Totonicapán, Sololá, Huehuetenango (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

10.2 Aspectos de las actividades económicas del departamento de Retalhuleu

Las principales actividades productivas en Retalhuleu son agrícolas. La agricultura en el departamento es variada, con cultivos anuales como maíz blanco, maíz amarillo, ajonjolí y tomate; y cultivos perennes como caña de azúcar, hule, plátano, banano, café, cacao, macadamia, mango, limón, naranja y piña (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

Durante los últimos años, se ha incrementado el área destinada al cultivo de la caña, desplazando la producción de granos básicos y otros cultivos. A la producción anual y perenne se pueden añadir cultivos de riego como chile, melón, sandía, pepino, frijol, y árboles frutales como mandarinas, papaya, rambután y cocos. Asimismo, se encuentran plantas dispersas (anonas, chicos, tamarindo, caimitos, aguacates, mamey) y pastos para el ganado. En cuanto a ganadería se reportan altos números de bovinos, cerdos y aves (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

Entre otras actividades se extrae arena de las playas, especialmente en Champerico; piedra del río Samalá; y arena, piedra y balastro del río Ocosito. También se extrae arena de la Peña de San Felipe. Se conoce de un proyecto

de minería para la extracción de hierro a partir de arena de mar en las playas del litoral de San Andrés Villa Seca, Retalhuleu y Champerico (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

Existen dos ingenios en el departamento que se dedican a la producción de azúcar, y uno de ellos a la producción de alcoholes y generación de energía eléctrica. Además, se contabiliza en este sector lo siguiente: una fábrica de globos y guantes de hule, tres empacadoras de mango para exportación, dos empacadoras de camarón fresco para exportación, tres descortezadoras de ajonjolí, una planta clasificadora de semilla de maíz, una fábrica de baterías para automotores, dos fábricas de hielo, varias panificadoras, una de productos lácteos, una embotelladora de bebidas carbonatadas, una distribuidora de cerveza, una fábrica de concentrados para animales, un laboratorio de crianza de Moscamed, una recicladora de papel y cartón, y varias fábricas de block. La mayoría de esta planta industrial se concentra en el municipio de San Sebastián (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

Retalhuleu tiene una larga tradición como exportador de materias primas, como café, hule, azúcar, camarones, mangos, piñas, bananos, plátanos y ajonjolí. Todos estos productos son principalmente para el mercado externo: Estados Unidos de América y Europa. Además, produce para el mercado nacional maíz, plátanos, bananos, piñas, mangos, papayas y otros (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

10.3 Aspectos de las actividades económicas del departamento de Totonicapán

El sector primario del departamento se basa en la agricultura de subsistencia. Las familias son agricultoras por costumbre, cultura y necesidad, y se dedican a la siembra del maíz, frijol, ayote y otros granos para garantizar temporalmente la seguridad alimentaria familiar (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

Actualmente está tomando auge la producción tecnificada de hortalizas diversas y arveja china para exportación. Existen veintiséis sistemas de riego en todo el departamento, especialmente en San Cristóbal Totonicapán, la cabecera departamental, Momostenango y Santa María Chiquimula. Sin embargo, no se cuenta con una estrategia departamental que integre dichas producciones y las impulse competitivamente a otros mercados, más bien, se catalogan como iniciativas privadas de productores locales y de personas del municipio de Almolonga, que se constituyen en productores e intermediarios

potenciales, pues son los que tienen experiencia de comercialización a nivel nacional y centroamericano. Por otro lado, destaca la producción de tomate, papa y hortalizas, así como la fruticultura (cítricos, naranja, limón, lima, entre otros) en las zonas bajas de Momostenango, Santa Lucía la Reforma, San Bartolo Aguas Calientes y Santa María Chiquimula (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

Otra actividad que se desarrolla en todos los municipios del departamento es la crianza casera de aves de corral, cerdos, vacas, conejos y ovejas. Estas actividades son desarrolladas principalmente por mujeres y su comercialización se desarrolla de manera individual e informal. También son consumidos durante fiestas familiares.

En general, el sector industrial en el departamento es artesanal y descansa en las bases familiares. En San Francisco El Alto se produce ropa bajo el concepto de maquila, generando una comercialización millonaria a nivel local y nacional. También es importante la producción de camisas y pantalones en Santa María Chiquimula y de ponchos de lana en Momostenango.

San Cristóbal presenta un nivel de desarrollo especialmente en la agroindustria de lácteos, conserva de frutas, morería, bloqueras y tejeduría (cortes típicos, güipiles, fajas, servilletas, manteles, perrajes, blusas bordadas). La producción de cerámica en el departamento es variada, ya que existen artesanos especializados en cerámica vidriada (cabecera de Totonicapán) para exportación. También existen los artesanos de la ebanistería (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

En lo que se refiere al sector terciario, el comportamiento de la generación de bienes y servicios ha variado rápidamente. A nivel departamental, se ha incrementado la actividad económica informal, especialmente el comercio al por menor, donde vendedores ambulantes ofrecen diversos artículos para todo tipo de compradores, especialmente en las áreas urbanas de cada municipio. El comercio al por mayor se caracteriza por la presencia de abarroterías, centros de distribución y centros comerciales que son visibles en las cabeceras municipales; así como los comerciantes pendulares, que tienen una sobresaliente capacidad de incursionar en mercados regionales y nacionales (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

La comercialización es mucho más dinámica en la cabecera departamental y municipal debido al grado de conectividad desarrollado, y porque las condiciones de infraestructura son mejores que en el interior de cada municipio. En la cabecera departamental existen servicios financieros formales

de bancos y cooperativas. La economía del departamento descansa en las micro y pequeñas industrias artesanales y familiares, que son importantes por la generación de empleo.

10.4 Empresas por tamaño

En el 2015, el 96.6 % de las empresas del departamento de Quetzaltenango registradas en la Oficina Coordinadora Sectorial de Estadísticas (OCSE-mipyme) se catalogó como micro. Este porcentaje fue el 97.2 % en el departamento de Retalhuleu y 98.9 % en el departamento de Totonicapán (Tabla 13). Las empresas clasificadas como grandes y medianas tuvieron una participación menor (Ministerio de Economía, 2015).

Tabla 13. Número de empresas por tamaño en los departamentos con presencia en la cuenca del río Samalá, año 2015

n.º	Empresas por tamaño	Quetzaltenango	Retalhuleu	Totonicapán
1	Grandes	35	6	1
2	Medianas	136	23	15
3	Pequeñas	1410	306	105
4	Micro	45 017	11 791	11 913
Total de empresas		46 598	12 126	12 034

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 Quetzaltenango, Retalhuleu y Totonicapán se estima que el 32.5 % se dedicó a actividades inmobiliarias, empresariales y de alquileres; le siguieron en orden de importancia: el comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos (25.1 %); el transporte, almacenamiento y comunicaciones (7.67 %); y el restante porcentaje corresponde a “otros” (Figura 28).

10.5 Parque vehicular

En el 2020, el parque vehicular del departamento de Quetzaltenango fue de 3 307 625 (6.9 % del total nacional), en el departamento de Retalhuleu esta cifra fue de 1 021 296 (2.1 % del total nacional) y en el departamento de Totonicapán de 555 495 (1.2 % del total nacional) (Instituto Nacional de Estadística, 2020e).

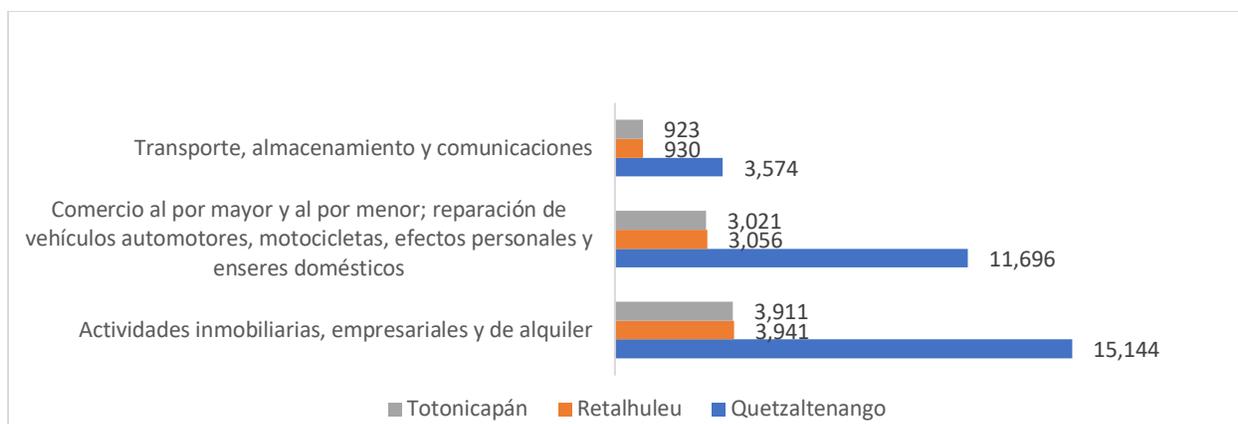


Figura 28. Número de empresas por actividad económica en los departamentos con presencia en la cuenca del río Samalá, año 2015
Fuente: Ministerio de Economía (2015).

10.6 Ocupación hotelera

En 2013, el mayor nivel de ocupación hotelera en el departamento de Quetzaltenango se alcanzó en septiembre (47.5 %), mientras que el menor nivel fue en marzo (16.6 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2013a). En el departamento de Retalhuleu el mayor nivel de ocupación se alcanzó en abril (29.9 %) y el menor en marzo (7.5 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2013b). Por último, en el departamento de Tonicapán el mayor nivel de ocupación se alcanzó en abril (74.6 %), mientras que el menor fue en marzo (15.5 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2013c).

10.7 Migración⁵

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 los siguientes porcentajes corresponden a los departamentos de la cuenca del río Samalá con relación al total nacional: 6.2 % de Quetzaltenango, 2.8 % de Retalhuleu y 2.0 % de Tonicapán. El principal país de destino es Estados Unidos, seguido de México y Canadá.

El INE registró que la emigración de personas guatemaltecas de los departamentos de la cuenca del río Samalá, según solicitud de pasaporte, fue de: 25 396 personas de Quetzaltenango, 6850 personas de Retalhuleu y 10 685 personas de Tonicapán, quienes tuvieron como principal país de

⁵ 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.

destino los Estados Unidos y, en menor porción, Canadá y México (Instituto Nacional de Estadística, 2021).

Además, se registraron 123 213 personas retornadas de siete años y más de edad, de las cuales los siguientes porcentajes corresponden a la cuenca del río Samalá: 7.79 % (Quetzaltenango), 2.58 % (Retalhuleu) y 0.79 % (Totonicapán) (Organismo de las Naciones Unidas para la Migración, 2017).

Según la Arquidiócesis de Los Altos, Quetzaltenango-Totonicapán, las principales causas de migración son: pobreza, falta de fuentes de trabajo, problemas familiares, falta de tierras para cultivar, salarios injustos, despidos masivos e indirectos por la caída del precio del café, deseos de superación, búsqueda de centros educativos, decaimiento de las artesanías y crecimiento demográfico. Los que más migran son hombres, jóvenes y personas del área rural (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

Las categorías de migrantes internos son: temporeros, emigrantes, comerciantes, desplazados, empleadas domésticas, inmigrantes, deportados, retornados, refugiados y desmovilizados. También se da la migración interna hacia la capital de Guatemala, la cabecera de Quetzaltenango, Almolonga, San Juan Ostuncalco, Concepción Chiquirichapa, Zunil, San Francisco el Alto (Totonicapán) y hacia los departamentos de oriente (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

En el departamento de Totonicapán la migración laboral hacia las ciudades cercanas (como hacia la cabecera misma) es histórica y tiene una interpretación sociológica, política, económica y social. También existe el llamado comercio pendular hacia la costa sur y el oriente, basado en la compraventa y viceversa. Se reporta migración interna hacia las fincas de Retalhuleu, Mazatenango y de la franja costera.

10.8 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 7.1 % corresponde a Quetzaltenango, 2.8 % a Retalhuleu y 2.1 % a Totonicapán (Organismo de las Naciones Unidas para la Migración, 2017).

De las 516 243 personas receptoras de remesas en Guatemala, 6.3 % resultaron beneficiadas en Quetzaltenango, 2.5 % en Retalhuleu y 1.3 % en Totonicapán (con relación al total nacional) (Organismo de las Naciones Unidas para la Migración, 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 los departamentos en la cuenca del río Samalá recibieron las siguientes cantidades con relación al total nacional: USD 412 996 733 (7.83 %) en Quetzaltenango, USD 157 704 834 (2.99 %) en Retalhuleu y USD 140 639 687 (2.66 %) en Totonicapán. La distribución del gasto del total de volumen de remesas recibidos es 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, alquileres de instalaciones y otros); 49.84 % para inversión y ahorro (reparación, construcción y compra de vivienda; terrenos; ahorro e inversión en seguros) y 7.74 % para inversión social (gastos en salud y educación) (Organismo de las Naciones Unidas para la Migración, 2017).

10.9 Índice de precios del consumidor (IPC) de la región VI

El índice de precios del 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 pertenecen los departamentos de Quetzaltenango, Retalhuleu y Totonicapán, el IPC registró una variación interanual de 3.28 % en el 2021. Durante el periodo 2017-2021 (Figura 29), la variación más alta se registró en 2017 cuando alcanzó 4.31 %, mientras que en 2018 ocurrió la variación más baja de la región (0.92 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2022).

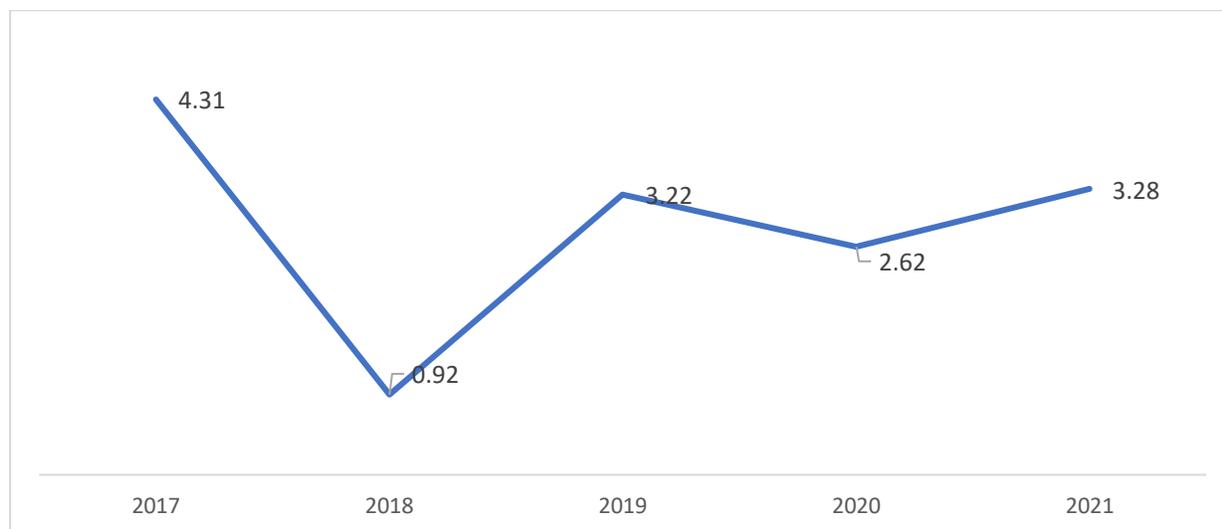


Figura 29. Variación porcentual interanual del índice de precios del consumidor (IPC), región VI, serie histórica 2017-2021

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2022).

De las doce divisiones de gasto que integran el IPC (Figura 30), 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, 2022).

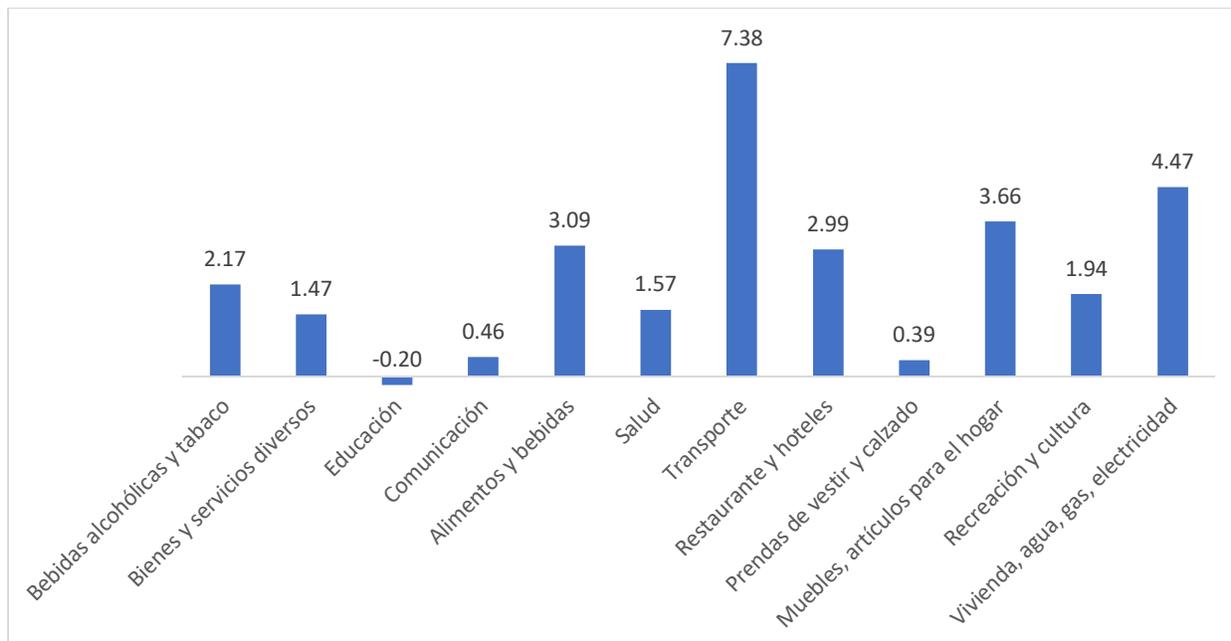


Figura 30. Variación interanual del índice de precios del consumidor (IPC) por división de gasto, año 2021

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2021).

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).

10.10 Población en edad de trabajar

Con base en el Censo 2018, se estimó que el 52 % de la población de 15 años o más en la cuenca hidrográfica del río Samalá es económicamente activa

(PEA). La población se categoriza en: ocupada⁶ (51 %) y desocupada⁷ (1 %), de esta última la población económicamente activa se estima como cesante⁸ (0.7 %) y aspirante⁹ (0.4 %). Entre las otras categorías se estima que el 48 % de la población está económicamente inactiva, de la cual el 9 % se encuentra estudiando, 29 % realiza quehaceres del hogar, 2 % corresponde a jubilados y el otro 9 % lleva a cabo otras actividades o se desconoce su actividad económica. El 41 % de las personas económicamente activas labora en el mismo municipio, 6 % fuera del municipio o país y el resto no declaró (Figura 31) (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

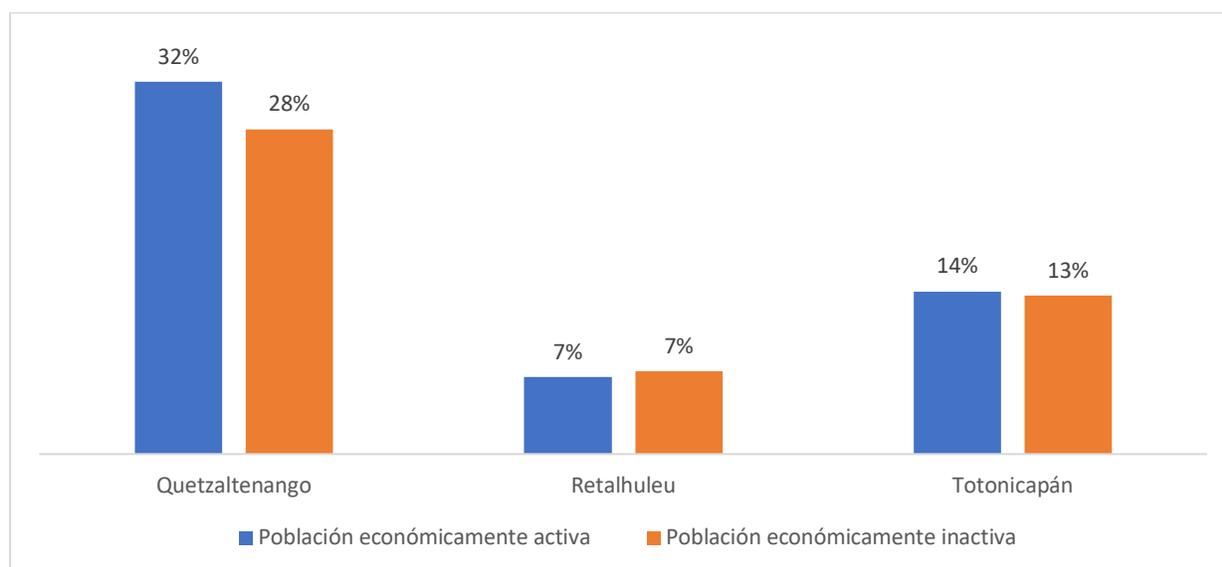


Figura 31. Población en edad de trabajar activa (PEA) e inactiva (PEI) en los departamentos de la cuenca del río Samalá, año 2018

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2018).

⁶ 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.

⁷ Desocupada: personas disponibles para trabajar que hicieron gestiones para encontrar un trabajo.

⁸ Cesante: quienes buscaron trabajo y ya tienen experiencia laboral.

⁹ Aspirante: quienes buscan trabajo por primera vez.

11 INSTITUCIONALIDAD

11.1 Instituciones presentes

En cuanto a la presencia de entidades públicas en Quetzaltenango, Retalhuleu y Totonicapán se han identificado delegaciones que se ubican en las cabeceras departamentales que les dan cobertura a los municipios. Las que se relacionan por su quehacer en el territorio con la cuenca hidrográfica del río Samalá son:

Dirección Departamental del Ministerio de Salud Pública 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, Infraestructura 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).

Otras instituciones presentes en el departamento de Quetzaltenango son: Consejo de Coordinación y Planificación del Sector Público, Agropecuario, Forestal e Hidrobiológico (Codep); Coordinación Regional del Instituto Nacional de Administración Pública (INAP); Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (Intecap), que también tiene sedes en Retalhuleu y Totonicapán; Dirección Regional del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA); Instituto Nacional de Cooperativas (Inacop) y la Academia de las Lenguas Mayas (ALMG) (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

Cada 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 las cabeceras departamentales 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 cuanto a la detención de sospechosos de cometer algún hecho delictivo, en 2020 la PNC detuvo a 4671 personas en Quetzaltenango. Del total de delitos, el 49.6 % corresponde a otras causas, y le siguieron en orden de importancia: amenazas (13.6 %) y lesiones leves (13.7 %). En Retalhuleu se detuvo a 3204 personas. Del total de delitos, el 53.0 % fue por otras causas, y le siguieron en orden de importancia: amenazas (14.6 %) y hurto (5.4 %). Por último, en Totonicapán se detuvo a 873 personas. Del total de delitos, el 58.0 % corresponde a otras causas, y le siguieron en orden de importancia: amenazas (14.7 %) y lesiones leves (9.5 %) (Figura 32) (Instituto Nacional de Estadística, 2021).

En el 2020, la PNC reportó 1191 víctimas de hechos delictivos en el departamento de Quetzaltenango¹⁰, el 66 % de los casos fue de hombres y el 34 % de mujeres. La tasa de homicidios fue de 11.3 por cada 100 000 habitantes. En el departamento de Retalhuleu la PNC reportó 727 víctimas de hechos delictivos, el 65 % de los casos corresponde a hombres y el 35 % mujeres. La tasa de homicidios fue de 14.0 por cada 100 000 habitantes. Por último, en el departamento de Totonicapán la PNC reportó 180 víctimas de hechos delictivos, el 61 % de los casos fue de hombres y el 39 % de mujeres.

¹⁰ Datos de la Unidad de Estadísticas Socioculturales y de Seguridad del Instituto Nacional de Estadística (INE), con datos de la Policía Nacional Civil (PNC).

La tasa de homicidios fue de 1.6 por cada 100 000 habitantes (Instituto Nacional de Estadística, 2021).

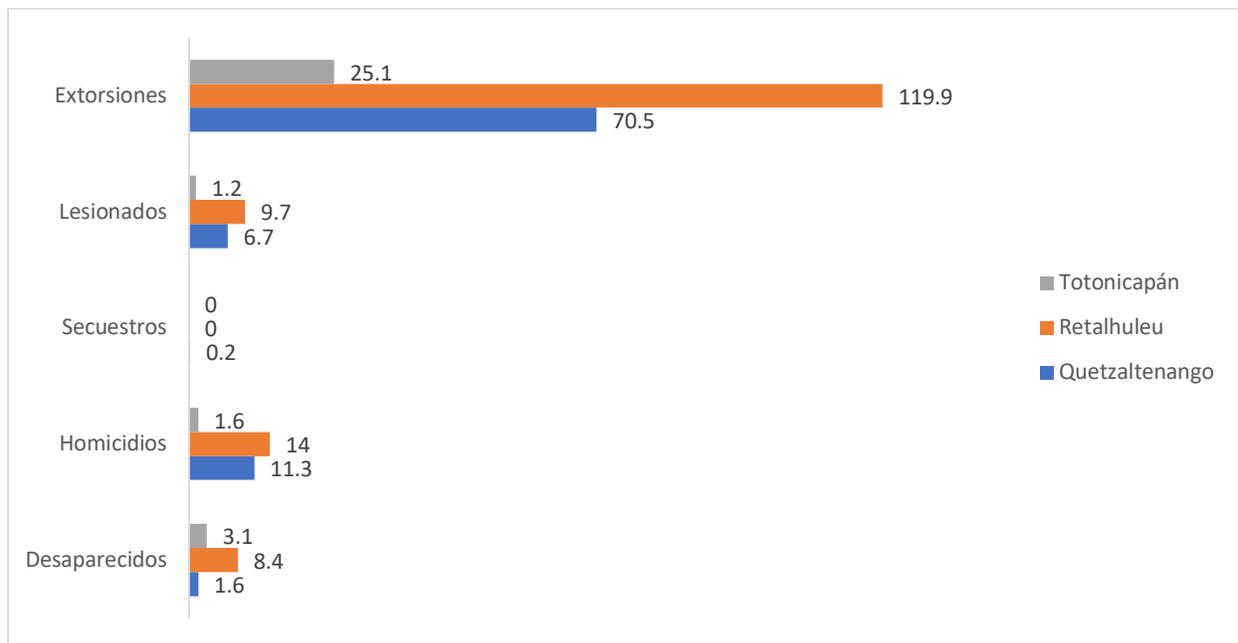


Figura 32. Tasa de víctimas por causa de delito en los departamentos con presencia en la cuenca del río Samalá, año 2020

Nota. Por cada 100 000 habitantes. Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2021).

12 FORMAS DE ORGANIZACIÓN

12.1 48 Cantones de Totonicapán

La organización social del departamento de Totonicapán es diversa y forma parte de un tejido en el que predominan las estructuras, normas y mecanismos tradicionales de toma de decisiones.

En las comunidades funcionan las corporaciones comunitarias, las cuales en su mayoría están integradas por: alcalde auxiliar, secretario, representantes de fontaneros, guardabosques y representante de educación. Estas corporaciones tienen a su cargo la gestión de todos los asuntos relacionados con la comunidad, incluyendo la administración de los recursos naturales, la resolución de conflictos, entre otros; propiciando el gobierno comunitario. En las comunidades del departamento de Totonicapán no existen los consejos de desarrollo, ya que en su lugar funcionan las organizaciones tradicionales (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y Universidad del Valle de Guatemala, 2019).

La Asociación de los 48 Cantones de Totonicapán tiene una amplia presencia en la región, y realiza esfuerzos para el reconocimiento y respeto de sus derechos en cuanto al uso, manejo y conservación de sus recursos naturales. Está integrada por varios actores, dentro de los cuales existe la participación directa de los presidentes de las corporaciones comunitarias, lo cual permite establecer un vínculo entre las comunidades y la dinámica de toma de decisiones de este ente colectivo a nivel regional (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y Universidad del Valle de Guatemala, 2019).

Los habitantes de este territorio aplican normas y mecanismos tradicionales para recibir derechos de obtención de beneficios derivados de la gestión comunitaria y de los recursos naturales. Estos derechos adquiridos requieren en igual medida de obligaciones mediante la prestación de servicios en favor de la comunidad, a lo que se conoce como *k'axk'ol*.

Otro elemento organizacional que se presenta es la *parcialidad*, que corresponde a un linaje familiar, es decir, un grupo de personas ligadas por una relación de parentesco fuerte (generalmente descendientes de un mismo núcleo familiar), que tienen derechos comunes sobre una porción de territorio que se denomina igualmente "parcialidad". En Totonicapán se cuenta con 13 parcialidades, que cuentan con una estructura organizacional interna y se conforman de forma colectiva en una mesa de parcialidades que funciona

como espacio de análisis, formulación de propuestas y articulación en torno a problemas y necesidades que afectan la gestión y el estado de los recursos naturales (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y Universidad del Valle de Guatemala, 2019).

Para estas comunidades, el territorio no es una simple delimitación geográfica, sino que se conceptualiza como el conglomerado de elementos vivos, espirituales y físicos que les permite llevar una vida plena en total armonía entre los diferentes seres que habitan en él, siendo el agua uno de los elementos vitales y centrales en la dinámica social y planificación territorial de los pueblos indígenas (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y Universidad del Valle de Guatemala, 2019).

12.2 Otras organizaciones

El departamento de Quetzaltenango es sede de organizaciones no gubernamentales (ONG) de diversa expresión y rol, así como de organismos internacionales que se ubican principalmente en la cabecera departamental, aunque varias de estas tienen sede en los distintos municipios.

Algunas ONG que articulan lo público y lo privado son la Mesa de Competitividad y los Grupos Gestores. Además, están presentes organismos internacionales como los Consulados de México y de Italia. En el departamento se establecieron desde hace varios años la Cámara de Comercio, la Cámara de Industria y la Cámara de Turismo. Asimismo, existen otras formas de organización privadas como la Asociación de Empresarios de Quetzaltenango y la Asociación de Gerentes de Quetzaltenango (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011a).

El departamento de Retalhuleu cuenta con ONG que trabajan con la micro, pequeña y mediana empresa a través de servicios de crédito y asesorías en administración; la Cámara de Comercio, que aglutina a medianos y grandes comerciantes; la Asociación de Ganaderos de Sur Occidente de Guatemala (Agsogua); la Asociación de Hoteleros; el Comité de Autogestión Turística (CAT); la Asociación de Vendedores del Mercado y la Asociación de Expendedores de Gasolina. El sector cooperativo cuenta con 29 cooperativas de producción, ahorro y crédito e integrales; el Grupo Gestor; y asociaciones campesinas cuya reivindicación histórica ha sido el acceso a la tierra, y en la actualidad han ampliado su interés a otros temas. Dentro de la cooperación internacional se encuentra la Xunta de Galicia y la Cooperación Galega, que tiene programas de desarrollo en los municipios de Champerico y Retalhuleu (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

En el departamento de Totonicapán la cooperación interinstitucional ocurre mediante la relación entre las ONG y las entidades gubernamentales. La cobertura en salud se brinda principalmente en las jurisdicciones y centros comunitarios de salud; pero también se cuenta con la presencia de entidades como Visión Mundial, CMM, Apader, ADISS, Asosam, Asociación Toto Integrado, entre otras, que apoyan procesos importantes de salud desde una visión alternativa; y también es importante el rol de las comadronas (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

La Cámara de Comercio en Totonicapán fue organizada con el propósito de promover y desarrollar el comercio del departamento. Es una de las afiliadas a la Cámara de Comercio de Guatemala, aunque no cuenta con sede, pero tiene 38 afiliados. También se identificó al Grupo Gestor Totonicapán, organización que tiene como fin promover el desarrollo económico y social del departamento (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

12.3 Organización política

Según la *Memoria de Elecciones 2019*, el padrón electoral de las últimas elecciones en los departamentos con presencia en la cuenca hidrográfica del río Samalá fue de 55.7 % mujeres y 44.3 % hombres (Tabla 14) (Tribunal Supremo Electoral, 2020).

Tabla 14. Empadronamiento por sexo en los departamentos de la cuenca del río Samalá

n.º	Departamento	Mujeres empadronadas (%)	Hombres empadronados (%)
1	Quetzaltenango	55.9	44.1
2	Retalhuleu	53.8	46.2
3	Totonicapán	56.8	43.2
Total		55.7	44.3

Fuente: Tribunal Supremo Electoral (2020).

En lo que se refiere a los diputados distritales para los departamentos de Quetzaltenango, Retalhuleu y Totonicapán, se eligieron 13 representantes, de los cuales todos son hombres. Por el partido político UNE se eligieron 23 % de los representantes, 15 % fueron electos por el partido Vamos, 23 % por el partido Valor y el resto se distribuye entre los partidos políticos Winaq, VIVA, PHG, Todos y BIEN (Tabla 15).

Tabla 15. Diputados distritales de los departamentos de la cuenca del río Samalá

n.º	Quetzaltenango	Retalhuleu	Totonicapán
1	Duay Antoni Martínez y Aree Alvín Aguilar (Vamos)		Diego Israel González Alvarado (Vamos)
2	Rubén Misael Escobar (UNE)	Edwin Lux (UNE)	Mariano Eulises Soch Vásquez (UNE)
3	Adán Pérez y Pérez (Winaq), Nery Rene Mazariegos (VIVA) y Emilio de Jesús Maldonado (PHG)		Alfredo Adolfo Caniz Ajpacajá (Todos) y Marvin Estuardo Alvarado Morales (BIEN)
4	Gerardín Ariel Díaz (Valor)	José Luis Galindo y Esteban Rubén Barrios (Valor)	

Fuente: Tribunal Supremo Electoral (2020).

Las 34 corporaciones municipales están integradas por 376 miembros distribuidos en los puestos de alcalde, síndicos, concejales y suplentes. De los alcaldes, 33 son hombres. Del total de electos, el 8 % corresponde a mujeres y el 92 % a hombres. Según la *Memoria de Elecciones 2019* no hay información sobre el municipio de San Felipe.

Los partidos políticos predominantes en la elección del 2019 fueron la UNE, con siete de las corporaciones municipales con presencia en la cuenca; Valor y Todos, con cinco corporaciones cada uno; BIEN y Vamos con tres corporaciones cada uno; y dos corporaciones para cada uno de los siguientes partidos políticos: CREO, PHG, VIVA y FCN-Nación. Los partidos políticos UCN y Victoria, así como el comité cívico PAPA ocuparon una corporación municipal cada uno (Tabla 16).

Tabla 16. Distribución de los miembros de las corporaciones municipales por sexo y organizaciones políticas ganadoras

Municipios	Miembros de la corporación	Género		Organización política electa para alcaldía	Otras organizaciones
		Mujeres	Hombres		
Número de personas					
Quetzaltenango	19	3	16	PHG	Fuerza, Valor, CREO, Winaq, VIVA
San Mateo	10	0	10	UNE	Vamos
San Martín Sacatepéquez	11	0	11	VIVA	Vamos, Todos

Municipios	Miembros de la corporación	Género		Organización política electa para alcaldía	Otras organizaciones
		Mujeres	Hombres		
	Número de personas				
El Palmar	11	2	9	Valor	Vamos, VIVA
Retalhuleu	14	2	12	BIEN	Valor, UNE
San Sebastián	10	2	8	Valor	Unionista, Todos, BIEN
San Felipe*	9	2	7	Valor	BIEN, Podemos.
Champerico	11	1	10	UNE	CCCC, Todos, MLP
Cajolá	10	0	10	FCN-Nación	Todos, UNE
San Juan Ostuncalco	11	1	10	UNE	Fuerza, CCO, Valor, PPT
Concepción Chiquirichapa	10	1	9	PAPA	DC, UNE
Palestina de Los Altos	10	1	9	UNE	Todos, CREO, BIEN
San Martín Zapotitlán	10	5	5	Todos	UNE, Valor
Nahualá	14	0	14	Vamos	Libre, UNE
Totonicapán	14	3	11	UNE	Todos
San Cristóbal Totonicapán	11	1	10	FCN-Nación	Humanista, BIEN
San Francisco El Alto	11	1	10	Vamos	Podemos, Convergencia
San Andrés Xecul	11	0	11	UNE	Humanista, BIEN, Vamos
Momostenango	14	0	14	Todos	UNE, Podemos, BIEN, Vamos, Convergencia
Santa María Chiquimula	11	0	11	Victoria	Vamos, BIEN, UNE
Salcajá	10	1	9	CREO	Vamos
San Juan Orintepeque	11	1	10	BIEN	PHG, Avanza
San Carlos Sija	11	0	11	Valor	Vamos, Fuerza
Sibilia	10	0	10	Todos	Valor
San Miguel Sigüilá	9	0	9	CREO	Todos, UNE
Almolonga	10	0	10	Vamos	CCA, BIEN
Cantel	11	0	11	Todos	BIEN, Vamos, VIVA
Zunil	10	0	10	BIEN	UNE, Valor

Municipios	Miembros de la corporación	Género		Organización política electa para alcaldía	Otras organizaciones
		Mujeres	Hombres		
	Número de personas				
San Francisco La Unión	10	0	10	VIVA	PC, URNG-MAIZ
La Esperanza	10	3	7	Todos	Libre, PHG, CCLE
San Francisco Zapotitlán	10	1	9	UCN	UNE, Todos
Pueblo Nuevo	10	0	10	PHG	UNE
Santa Cruz Muluá	10	1	9	Valor	PC, Vamos
San Andrés Villa Seca	11	3	8	UNE	FCN-Nación, Valor, Vamos
Total	375	35	340		

Nota. *No aparece registro de alcalde en el TSE. Fuente: Tribunal Supremo Electoral (2020).

12.4 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 las cuales estaba la reforma a la Ley de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural—. En la Figura 33 se describen los niveles del sistema.

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.



Figura 33. Sistema de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural

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

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

Tabla 17. 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 18).

Tabla 18. 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 19 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 19. 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 Agrícola, y por su medio el Gobierno de la

Enfoque	Institución	Legislación
		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	MARN	Ley de creación de la Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago de Atitlán y su Entorno

Enfoque	Institución	Legislación
de 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

Cada territorio tiene aspectos relevantes que lo diferencian en su historia y cultura a pesar de que están dentro de la misma región y cuenca, por lo que se dará una breve narrativa de los tres departamentos con mayor superficie en la cuenca hidrográfica del río Samalá: Quetzaltenango, Retalhuleu y Totonicapán.

14.1 Historia

14.1.1 Quetzaltenango

En el año 1300, príncipes de la Confederación Quiché conquistaron a los mames asentados en esta región. Los quichés le dieron el nombre de *Shelajúj Noj*, en honor al volcán que se llamaba "lajuj noj", que significa "diez ideas", y a los lugares que estaban al pie del volcán le llamaron *she lajuj noj*. Xelajú estaba gobernado por diez principales, cada uno de los cuales tenía autoridad sobre 8000 viviendas con más de 300 000 habitantes (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

Los nahoas mexicanos que acompañaban a Pedro de Alvarado identificaron a la zona con el ideograma que se lee como "en la muralla del Quetzal". Los dos nombres de Quetzaltenango son de origen indígena y este último fue dado por los mexicanos que se relacionaban con los quichés de la región. Alvarado dominó militarmente a Xelajú y Olinstepeque y dejó en la administración de los nuevos territorios al teniente Juan de León y Cardona, quien fundó el 7 de mayo de 1524 la primera población de ladinos en el punto denominado "sak kaha", que quiere decir "agua clara" y que hasta 1806 fue conocida como San Luis Perdido (hoy Salcajá). Alvarado fundó la ciudad de Quetzaltenango de la Real Corona, el 15 de mayo de 1524 (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

14.1.2 Retalhuleu

El nombre de Retalhuleu proviene etimológicamente de dos voces: *retal* que en idioma k'iche' se interpreta como "señal" y *huleu* que significa "hoyo de tierra"; lo cual se puede definirse como "señal de tierra" (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

Algunos relatos hacen referencia a que, cuando Pedro de Alvarado llegó a conquistar dichas tierras, formó con su espada una señal en el aire, indicando la separación en dos del territorio que vislumbraba: del lado derecho el

territorio del pueblo mam y del lado izquierdo el área del pueblo k'iche' (quedando este último límite sobre el río Nil, en lo que actualmente es la cabecera departamental de Retalhuleu (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b).

Entre algunos aspectos relevantes de la historia retalteca se encuentran los siguientes (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011b):

- Se habilitaron aduanas para el comercio de importación y exportación en Champerico, que se constituyó en uno de los puntos de mayor importancia de entrada marítima por el océano Pacífico de Centroamérica (esto, alrededor del año 1849).
- El departamento fue creado mediante Decreto de fecha 16 de octubre de 1877.
- Desde el período liberal hasta la última parte del siglo XIX, el departamento alcanzó la pujanza económica como resultado del cultivo del café, que le permitió ubicarse como uno de los sitios más prósperos del país.

14.1.3 Totonicapán

El departamento de Totonicapán fue creado por medio del Decreto n.º 72 del 12 de agosto de 1872. El 13 de febrero de 1838 formó parte del Estado de Los Altos o Sexto Estado, hasta el 8 de mayo de 1849, cuando se incorporó nuevamente al Estado de Guatemala. El nombre de Totonicapán proviene del náhuatl *atotonilco*, donde *totonilco* significa "lugar o cerro". La toponimia expresada ideográficamente por el signo *atl* significa "en la boca de una olla colocada sobre las piedras que forman el *tlecuile*" ("hogar o fogón"). Una olla pintada de negro en asiento indica la cocción del fuego. *Atotonilli* significa agua caliente ("en las aguas termales") y *co* es una proposición locativa. Por lo tanto, puede traducirse como "el lugar del agua caliente o de aguas termales" (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

La antigua ciudad de Totonicapán, o sea, la segunda ciudad quiché durante el período indígena, se fundó primero en las planicies de Patzac y Ojercaibal. Después de cierto tiempo, y por diversas razones, este lugar fue abandonado y la población se asentó en el llamado *Chuimeq'enja'* "lugar del agua caliente", que es el nombre como aún se le conoce entre los indígenas. Durante el período hispánico, formó parte de la provincia denominada

Totonicapán o Güegüetenango (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

El departamento se caracteriza principalmente porque el mayor porcentaje de su población es maya k'iche', lo cual se evidencia por el predominio de este idioma, que es especialmente practicado por las mujeres, aunque también se comunican por medio del castellano. La población manifiesta su cultura a través de la práctica de valores cosmogónicos y espiritualidad, el tipo de alimentos que consume, el traje que utiliza, el idioma que habla, el amor a la tierra, la creencia en los nahuales regidores del destino de la humanidad, entre otros (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011).

El traje típico es la expresión más importante de su identidad. Este rasgo cultural ha sido protegido especialmente por las mujeres. El traje tiene vistosos colores, donde predominan el rojo, verde, amarillo y negro. El traje de gala de las mujeres consiste en un corte de color negro jaspeado u otro color, con adornos de terciopelo en la orilla, acompañado muchas veces de una blusa blanca de tela tipo "blonda" con bordados de pájaros, rosas y animales como venados. También se utilizan güipiles, con colores base como el rojo, verde, azul, negro, etc. Aunque existe una variedad de trajes típicos, guardan similitudes como el uso del corte enrollado, los colores y las fajas anchas (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

La religión predominante es la católica, aunque también hay población cristiana evangélica, y los que responden a la cosmovisión maya, que fue fusionada mediante un sincretismo religioso durante los tiempos de la colonia como una estrategia de conservación de las creencias ancestrales, ya que a la vez se celebraban rituales religiosos de carácter occidental y el culto a sus dioses como expresión de respeto y devoción.

Cada municipio cuenta con su respectivo santo patrono, y las ferias patronales son organizadas por la cofradía del lugar. Una de las mayores fortalezas de la identidad de la población de este departamento se refleja en el número significativo de lugares sagrados que existen, que forman parte de su expresión cosmogónica y se ubican especialmente en San Cristóbal Totonicapán, Momostenango, San Andrés Xecul y San Francisco El Alto (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2011c).

14.2 Aspectos culturales

14.2.1 Visión indígena del agua

La población maya en la cuenca hidrográfica del río Samalá pertenece a las comunidades lingüísticas mam (68.1 %) y k'iche' (26.4 %) (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 del 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 divino¹¹. 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, y 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 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).

¹¹ Las aguas son consideradas como símbolo de unión entre el mundo de los vivos y los antepasados.

En el caso de las parcialidades de Totonicapán, la participación de las mujeres en la gestión del agua es baja, ya que se les atribuye tener más energías negativas, que son perjudiciales para los nacimientos de agua. Para que las mujeres puedan participar directamente en la gestión del agua en estructuras definidas es necesario hacer una petición de permiso y perdón al *nawal* del agua, para poder utilizar nuevos nacimientos. Adicionalmente, según Sarazúa (2019) se deben considerar algunos principios, que se describen a continuación (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y Universidad Del Valle de Guatemala, 2019).

a) Principio energético

El nacimiento del agua corresponde a energía femenina, es fuente de alta carga energética que viene del interior de la Madre Tierra, de Xibalbá, el inframundo maya, donde inicia la vida. Allí se planta la semilla y germina la vida, en este espacio fueron concebidos Hunahpú e Ixbalanqué, los gemelos míticos educadores de la actual civilización, quienes después de terminar su obra civilizatoria, subieron al cielo convertidos en el Sol y la Luna, respectivamente.

La mujer también es poseedora de alta carga energética, y prueba de ello es la capacidad de concepción. Dentro de ella se desarrolla otra vida y de ella nace un nuevo ser. Las ancianas en las comunidades dicen: “como el espíritu del nacimiento de agua es mujer se avergüenza cuando una humana se acerca porque no se siente igual, por esa razón se va, se aleja el agua”. Esto es un símil de la Ley de Cargas, cuando enuncia que dos energías iguales se repelen y dos contrarias se atraen. Por eso en ese espacio es necesaria la presencia de energía masculina, porque dos energías contrarias se complementan.

b) Principio espiritual-sagrado

La deidad *Uk'ux Ulew* (Corazón de la Tierra o Madre Tierra) es un espacio sagrado en donde el nacimiento del agua es el útero cósmico que se abre para expulsar el elemento sagrado esencial para la vida, que también necesita de la presencia de energía masculina a través de los cuidados que los comunitarios realizan cuando limpian y ordenan el entorno, cuando le hacen compañía, y cuando dialogan y alimentan al nacimiento de agua como una muestra de respeto y agradecimiento a las deidades específicas mayas.

Estas acciones, como también agradecer a las deidades guardianas de los cuerpos de agua, se realizan a través de ofrendas que se presentan al

nacimiento de agua, cuyo contorno se adorna con flores y se coloca tabaco, azúcar, miel o licor, y también se pueden verter pequeñas cantidades de agua de mar para limpiarlo de bacterias. Todo este proceso se acompaña con rezos de agradecimiento por la existencia del nacimiento de agua dedicados a las cuatro abuelas guardianas cósmicas de los cuerpos de agua (Kaja' paluna', Chomija', Tz'ununija', Kaqixaja'), a la trilogía sagrada que da origen a la existencia de la vida en el planeta a partir del agua sagrada (Nim kakulja', Rax kalkualja', Ch'ip kalkualja'), así como a los guardianes cósmicos de los bosques, las montañas y los barrancos (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y Universidad del Valle de Guatemala, 2019).

En otras comunidades la participación de la mujer puede variar, y en algunos casos es más activa, de tal manera que ellas pueden participar directamente en la gestión del agua mediante estructuras definidas, pero para ello es necesario hacer un proceso de petición.

15 SÍNTESIS DE LA CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

Se estima que la población de la cuenca hidrográfica del río Samalá es de 816 181 personas, distribuidas en 757 lugares poblados de los siguientes departamentos (según el porcentaje que ocupan en el área de la cuenca): Sololá (0.38 %), Totonicapán (17 %), Quetzaltenango (41 %), Suchitepéquez (0.40 %) y Retalhuleu (41 %). La población es altamente joven debido a que alrededor del 68 % se encuentra comprendida entre los 0 a 34 años; existe una ligera mayoría de mujeres (53 %) que de hombres (47 %). El 72 % de la población habita en el área urbana y el 28 % en el área rural. La mayor parte de la población pertenece al pueblo maya (67 %), mientras que el 33 % corresponde al pueblo ladino. Las comunidades lingüísticas predominantes son: k'iche' (83 %) y mam (15 %).

Alrededor del 39 % de la población vive en pobreza y 23 % en pobreza extrema, con niveles de riesgo socioeconómico entre bajo, medio y alto. La tasa global de fecundidad se estima entre 2.1 a 2.7 en los departamentos de la cuenca. Entre las causas principales de muerte en el año 2020 están: síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, COVID-19, diabetes mellitus, entre otras. Las principales causas de morbilidad general fueron: infecciones respiratorias agudas (resfriado común), gastritis e infección de vías urinarias. Adicionalmente, se reportan: amigdalitis aguda, diarrea, gastroenteritis de presunto origen infeccioso, amebiasis y parasitosis intestinal.

Se estima que aproximadamente el 42 % de la población ha recibido educación a nivel preprimaria y primaria, y alrededor de un 7 % ha recibido educación superior (licenciatura, maestría y doctorado). Entre las principales causas de inasistencia escolar se pueden mencionar: falta de dinero, no le gusta/no quiere ir y tener que trabajar. La tasa de alfabetismo es de más del 85 %, con porcentajes de 42 % para hombres y 43 % para mujeres.

La mayoría de los hogares de la cuenca hidrográfica se ubica principalmente en la parte alta y media. Los tipos de servicio sanitario predominantes son inodoro conectado a red de drenajes (52 %) y letrina o pozo ciego (38 %). La cobertura eléctrica en los hogares de la cuenca es del 96 %. Se estima que las principales fuentes de energía para cocinar son: gas propano (42 %) y leña (57 %). Entre las formas de eliminación de la basura que más se usan se pueden mencionar: servicio municipal (32 %), abonera o reciclaje (11 %) y quema (42 %). Las principales fuentes de agua para consumo en el hogar en la parte media y baja de la cuenca son: tubería en la vivienda (66 %), tubería fuera de la vivienda (9 %) y pozo perforado (18 %)

Entre las actividades económicas principales se identificaron las siguientes: (a) agricultura de café, banano, maíz, frijol, ayote, ajonjolí, tomate y cítricos; (b) agricultura a gran escala con azúcar, hule, palma, piña, plátano, cacao, macadamia, horticultura y otros, y en general la agricultura para la exportación y consumo local; (c) fabricación de calzado y derivados de pieles; (d) procesamiento de harina; (e) producción de textiles; (f) construcción, que es una de las ramas más dinámicas; y (g) actividades comerciales formales e informales. El 97 % de las empresas registradas está catalogada como microempresas. Se estima que la población económicamente activa es de alrededor del 52 % y más del 48 % califica como económicamente inactiva.

En lo que se refiere a las formas de organización, en los departamentos existen organizaciones que abordan el tema de agua y bosques como los 48 Cantones de Totonicapán, además de algunas cámaras, asociaciones, mesas técnicas, 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 la Unidad Nacional de la Esperanza (UNE), Valor y Todos, además se identificó mayor ocupación de puestos públicos por parte de hombres (un 92 % aproximadamente), que de mujeres.

Dentro de las principales instituciones que atienden aspectos relacionados con la cuenca hidrográfica se pueden mencionar: gobernaciones departamentales, 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 generalmente en las cabeceras departamentales, y de esos lugares se movilizan a los municipios.

Finalmente, en lo que se refiere a la historia y aspectos culturales, se determinó que el origen del agua se considera como divino según la visión de los pueblos mayas, además de que según su concepción no se hace separación entre la vida cotidiana, religión y 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. (1986). Decreto Número 70-86. Ley Preliminar de Regionalización.
- 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. Ciudad de Guatemala, Guatemala: 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. (2013a). *Caracterización departamental Quetzaltenango*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2013b). *Caracterización departamental Retalhuleu*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2013c). *Caracterización departamental Totonicapán*.
- 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. (2015). *Cuarto Censo Nacional de Talla.*
- Ministerio de Energía y Minas. (2020). *Política de Electrificación Rural 2020-2050.*
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2019). *Memoria de estadísticas vitales y vigilancia epidemiológica.*
- Organismo de las Naciones Unidas para la Migración. (2017). *Encuesta sobre migración internacional de personas guatemaltecas y remesas 2016.*
- Presidencia de la República. (2002). Acuerdo Gubernativo Número 461-2002. *Reglamento de la Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural.*

- 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. (2011a). *Plan de Desarrollo Departamental PDD del Departamento Quetzaltenango*.
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2011b). *Plan de Desarrollo Departamental PDD del Departamento Retalhuleu*.
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2011c). *Plan de Desarrollo Departamental PDD del Departamento Totonicapán*.
- Serrano, J. D. (diciembre del 2011). *Hacia una buena gobernanza para la gestión integrada de los recursos hídricos*. Water Forum of the Americas.



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**

Plan de protección y conservación
de la cuenca hidrográfica del río

Samalá

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 Samalá

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 Samalá. 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	3
3 PRIORIZACIÓN DE ACTORES.....	5
3.1 Posición	5
3.2 Interés	7
3.3 Influencia.....	7
4 AGRUPACIÓN Y MAPEO DE ACTORES.....	10
REFERENCIAS.....	20

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de actores de la cuenca hidrográfica del río Samalá del sector público, privado, sociedad civil, organismos internacionales y academia.....	12
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Índice de figuras

Figura 1. Metodología para realizar el mapeo de actores	2
Figura 2. Posición de los actores de la cuenca hidrográfica del río Samalá	6
Figura 3. Interés de los actores de la cuenca hidrográfica del río Samalá	8
Figura 4. Influencia de los actores de la cuenca hidrográfica del río Samalá....	9
Figura 5. Mapa de actores de la cuenca hidrográfica del río Samalá.....	11

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

CIV	Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda
Comude	consejo municipal de desarrollo
Conap	Concejo 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
Mineco	Ministerio de Economía
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 Samalá 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 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 Samalá 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 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 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).

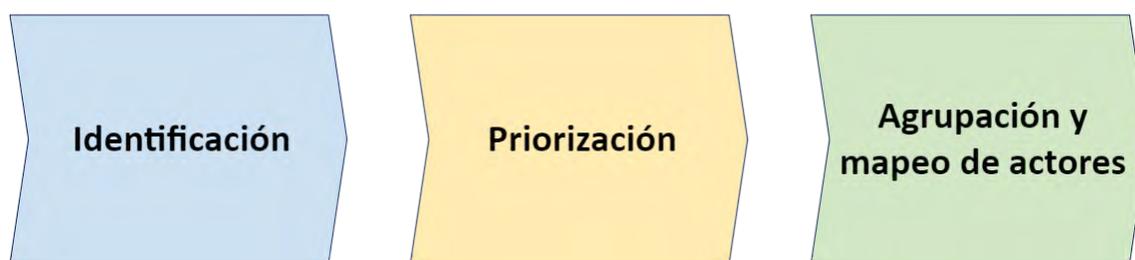


Figura 1. Metodología para realizar el mapeo de actores

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 ningún.
- 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

Según los resultados de los talleres realizados, los actores que muestran el mayor apoyo activo y pasivo son las municipalidades; el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN); el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA); el Instituto Nacional de Bosques (INAB) y el Gobierno central (Figura 2).

Treinta y cuatro corporaciones municipales tienen superficie en la cuenca hidrográfica del río Samalá, que son las que se percibe más apoyan el manejo y 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: Retalhuleu (14.06 %), San Andrés Villa Seca (11.56 %) y Quetzaltenango (7.81 %).

El MARN fue el actor considerado como el que más apoya el manejo y la 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: municipalidades, MARN, MAGA, comunidades y 48 Cantones. Los agricultores y productores, la Metrópolis de los Altos y los finqueros se ubican en una posición desconocida. Las municipalidades, las asociaciones y las parcialidades fueron ubicadas como indecisos por los participantes del taller.

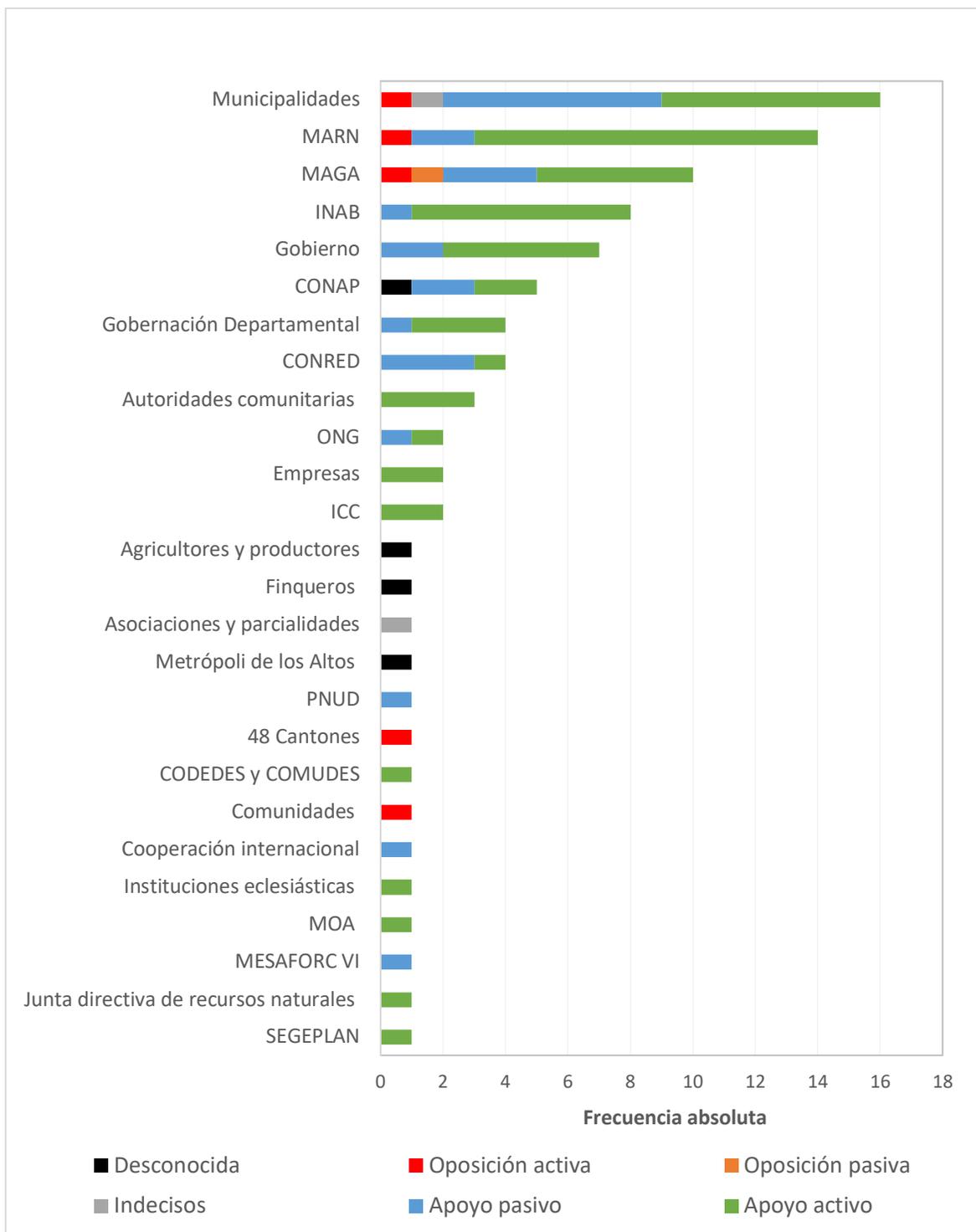


Figura 2. Posición de los actores de la cuenca hidrográfica del río Samalá
Fuente: elaboración propia (2022).

3.2 Interés

Los actores identificados dentro de la categoría de “el más interesado” fueron el MARN, las municipalidades, el INAB, el Gobierno Central, Gobernación Departamental y las autoridades comunitarias. Su actuar en cuanto a la gestión de los recursos naturales se atribuye al cumplimiento de sus objetivos institucionales (Figura 3).

Los actores que se ubicaron dentro de la categoría de mucho interés, además de los mencionados como “el más interesado”, fueron el MAGA, el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap), el Consejo Nacional para la Reducción de Desastres (Conred), las empresas y el Instituto Privado de Cambio Climático (ICC). Con interés moderado o algún interés se ubicaron en parte las municipalidades, el INAB, los agricultores y productores, la Metrópolis de los Altos, las comunidades y el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Con poco o ningún interés se mencionaron al MAGA y al Conap.

3.3 Influencia

Se identificaron como los actores más influyentes o con mucha influencia al MARN, al Gobierno Central, a las municipalidades y a la Gobernación Departamental. Con moderada influencia se mencionaron al MAGA, al INAB, al Conap, a las asociaciones y parcialidades y a la cooperación internacional; con algo de influencia a la Metrópolis de los Altos y PNUD; con poca o ninguna influencia al MARN; y con influencia desconocida a los finqueros (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.

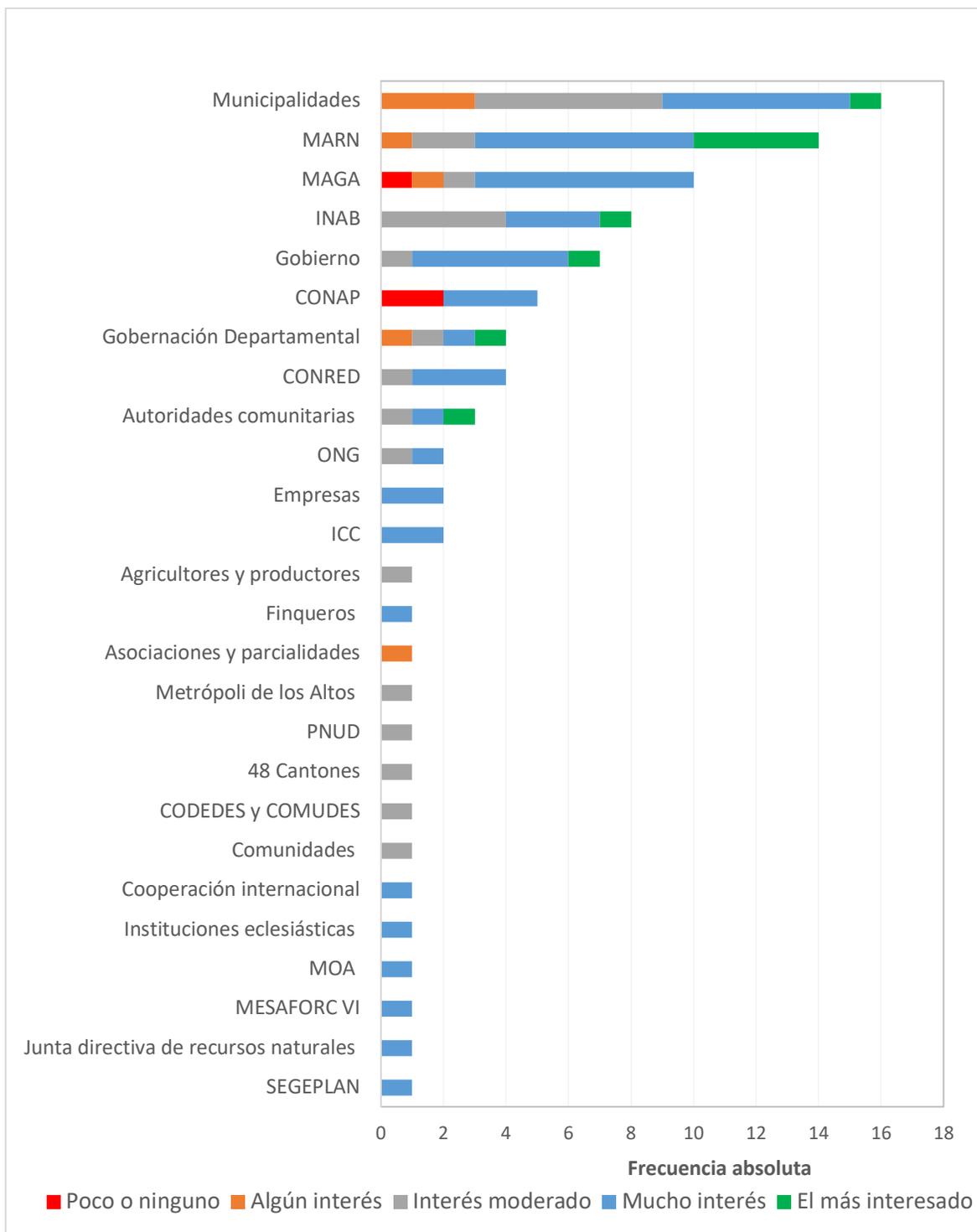


Figura 3. Interés de los actores de la cuenca hidrográfica del río Samalá
Fuente: elaboración propia (2022).

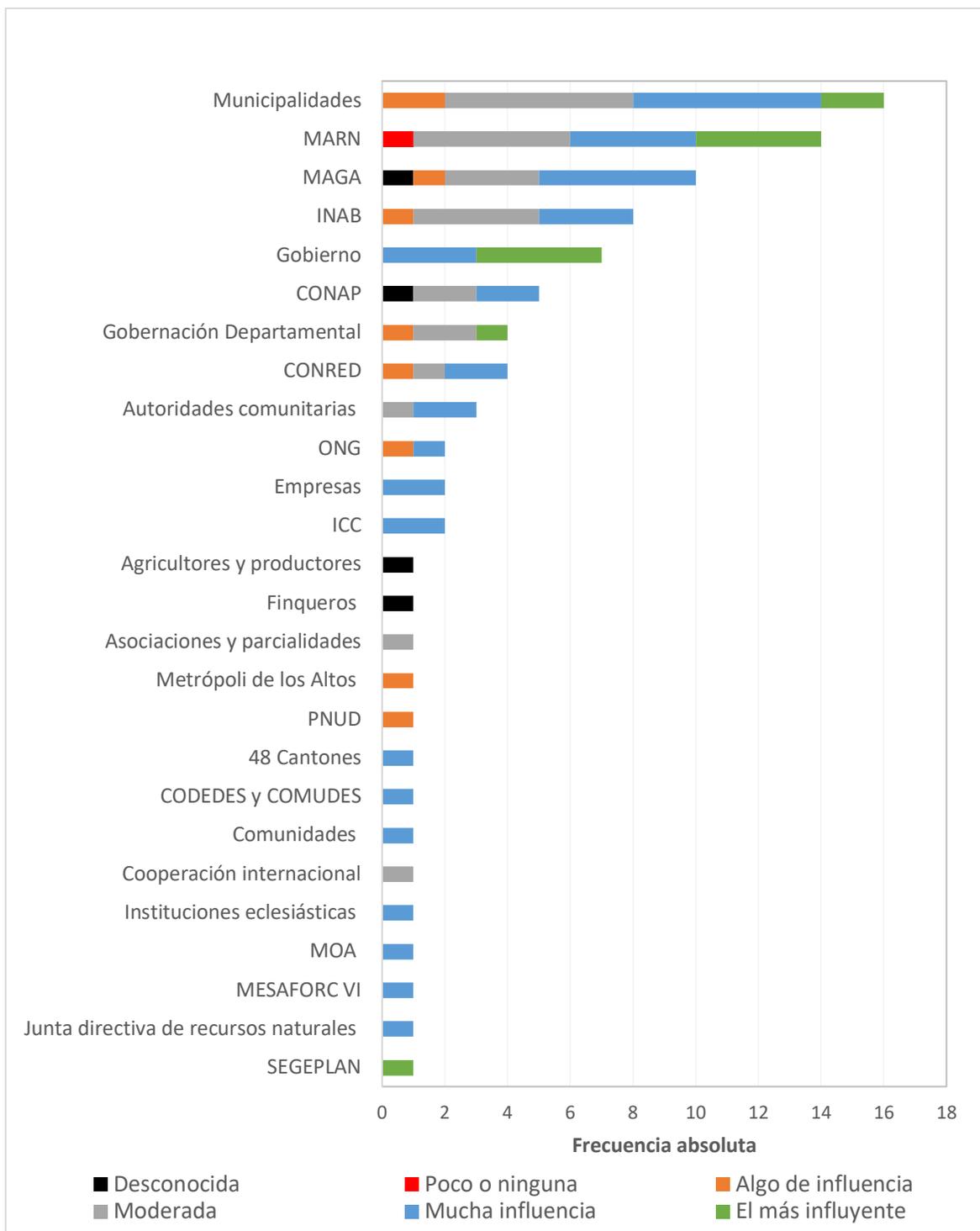


Figura 4. Influencia de los actores de la cuenca hidrográfica del río Samalá
Fuente: elaboración propia (2022).

4 AGRUPACIÓN Y MAPEO DE ACTORES

Los **actores clave** se ubican en la parte superior de la pirámide porque son calificados por tener una posición de apoyo por lo general activo, se denominan como los más interesados y tienen muy alta influencia para implementar acciones en la cuenca. Entre ellos se encuentran las municipalidades, el MARN, el MAGA, el INAB, el Conap, Gobernación Departamental y la Conred.

En la cuenca hidrográfica del río Samalá existen 34 corporaciones municipales. Algunas tienen más interés que otras debido al área de la cuenca que se encuentra en su territorio. El MARN es un actor de alta prioridad debido a su mandato según la Ley del Organismo Ejecutivo.

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 encuentran las empresas, las autoridades comunitarias, el ICC, las ONG, la Mesa Occidental del Agua (MOA), la Segeplán y la Mesafor.

Luego se encuentran los **actores secundarios**, que son calificados por tener una posición de apoyo u oposición activo o pasivo, con interés e influencia moderada para implementar acciones en la cuenca. Entre ellos se encuentran: líderes comunitarios, cooperación internacional, Cocodes, Comudes, 48 Cantones y comunidades.

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: PNUD, Metrópolis de los Altos, agricultores y productores, asociaciones y parcialidades, y finqueros (Figura 5).

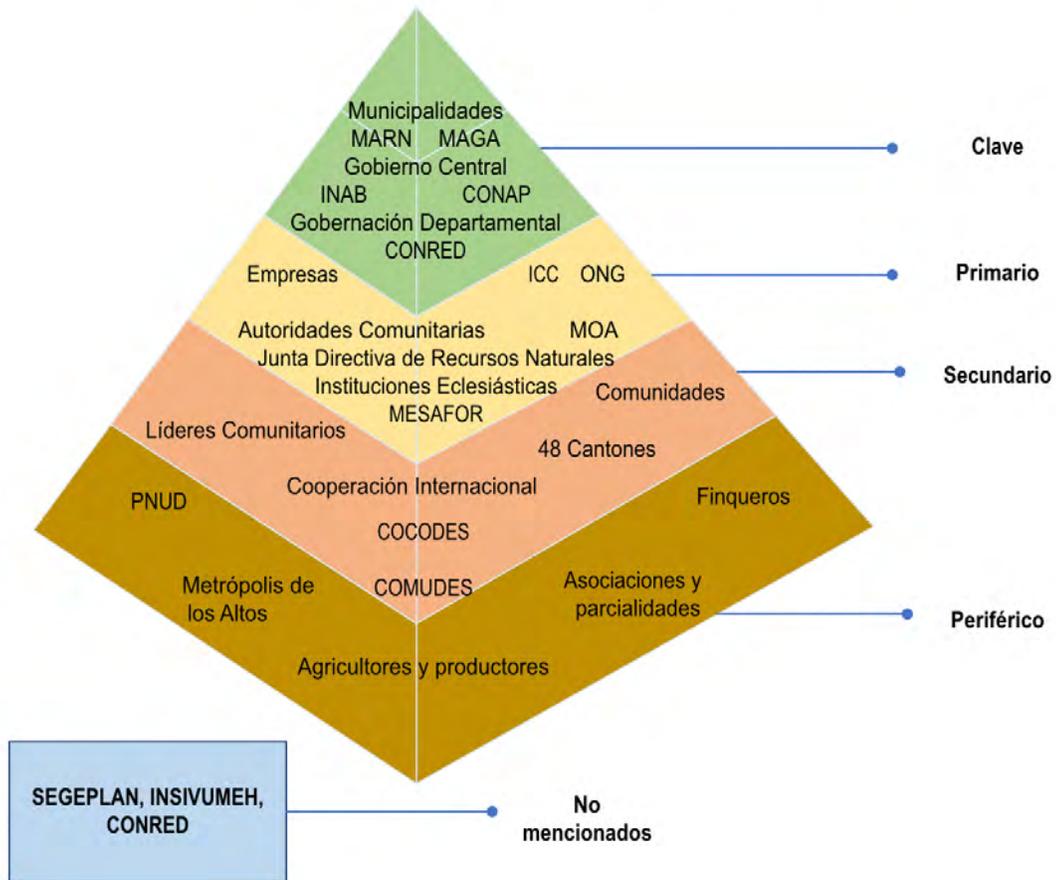


Figura 5. Mapa de actores de la cuenca hidrográfica del río Samalá
 Fuente: elaboración propia (2022).

El resultado del mapeo evidenció que algunos actores importantes no fueron mencionados en 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 Samalá 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	Conservar las 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).

n.º	Actor	Área temática	Objetivo
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 del país y a la preservación higiénica del medio ambiente (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2022).
6	Ministerio de Agricultura y Ganadería (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	Se encarga de colaborar con el 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 los 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

n.º	Actor	Área temática	Objetivo
			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.
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,

n.º	Actor	Área temática	Objetivo
			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 en sufragio universal y secreto, por el sistema de distritos electorales y lista nacional, para un período de cuatro años, pudiendo ser reelectos (Congreso de la República de Guatemala, 1985).
17	Ministerio de Gobernación (Mingob)	Político	Representar en el seno de la administración pública al presidente de la República y coordinar a los gobernadores departamentales. Entre sus dependencias se encuentra la Dirección de Protección a la Naturaleza de la Policía Nacional Civil (Diprona), la cual vela por la conservación de los recursos naturales, atención de denuncias y delitos contra el ambiente (Ministerio de Gobernación, 2022).
Sector público local			
18	Gobernación Departamental	Político	El gobernador es el representante del presidente en el departamento y vela por la gobernabilidad.

n.º	Actor	Área temática	Objetivo
19	Municipalidades	Político	Propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico (Congreso de la República de Guatemala, 1985).
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	Finqueros	Económico	Propietarios de una extensión de tierra que se utiliza para la producción agrícola, con fines de lucro o uso personal.
22	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.
23	Asociación Nacional del Café (Anacafé)	Económico	Producir café, conservar los bosques y la biodiversidad, realizar restauración forestal y brindar asistencia técnica.
Sociedad civil			
24	Organizaciones no Gubernamentales (ONG)	Ambiental	Instituciones sin ánimo de lucro que no dependen del Gobierno y realizan actividades de interés social.
25	Comunidades	Social	Son lideradas por un órgano de coordinación que vela por los intereses de los miembros de la comunidad.
26	Autoridad comunitaria	Social	Representar a una comunidad y liderar la toma de decisiones por intereses compartidos.
27	48 Cantones	Social	Organización política que está integrada por los alcaldes comunitarios de los 48 cantones del municipio de Totonicapán, la cual tiene, entre otros temas

n.º	Actor	Área temática	Objetivo
			<p>prioritarios, el cuidado de bosques y el agua. Su comité o junta directiva reemplazó a la antigua alcaldía indígena como parte de un proceso de fortalecimiento de las autoridades indígenas y de nuevas reivindicaciones frente el Estado. Este proceso fue conducido por los alcaldes comunales, a través de una junta directiva cuya sede se emplaza en la cabecera municipal de Totonicapán, la cual se constituye como el centro de referencia del gobierno indígena de las comunidades y su legitimación se basa en la asamblea de las autoridades comunales.</p>
28	Junta directiva de bienes y recursos naturales 48 Cantones	Ambiental	Cuidar, proteger y conservar los bienes, recursos naturales y toda la diversidad biológica existente dentro de los bosques comunales de Totonicapán (Equator Initiative, 2022).
29	Mesa Forestal de Concertación Región VI (Mesaforc VI)	Social	Ser un espacio de diálogo en el sector forestal que facilite la articulación de los actores de dicha instancia (Instituto Nacional de Bosques, 2017).
30	Mesa Occidental del Agua (MOA)	Ambiental	Realizar la coordinación interna de los distintos actores que integran la MOA y abrir el espacio a otros actores, para definir roles de aporte de estos integrantes (Global Water Partnership, 2021).
31	Instituciones eclesiásticas	Social	Agrupar a personas con las mismas creencias religiosas.
32	Metrópolis de los Altos		Es una mancomunidad que "unifica el espíritu de municipios que conforman la Metròpoli de los Altos, que trabaja para la

n.º	Actor	Área temática	Objetivo
			solución de problemas comunes; a través de la formulación y gestión de políticas, programas y proyectos ambientales, económicos y sociales intermunicipales; para el beneficio común de nuestro territorio y de sus habitantes” (Metrópolis de los Altos, 2022).
33	Asociaciones y parcialidades	Social	La Constitución Política de la República de Guatemala, reconoce y garantiza el derecho de asociación; y que la personalidad jurídica de las asociaciones civiles sea afecta de su inscripción en el Registro Civil del municipio donde se constituyan.
34	Agricultores y productores	Económico	Grupos de individuos que se dedican a cultivar la tierra.
Organismos internacionales			
35	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.
36	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)	Social	Red mundial de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para el desarrollo, que propugna el cambio y hace que los países tengan acceso al conocimiento, a la experiencia y a los recursos necesarios para ayudar a que las personas se labren un futuro mejor (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2022).
Academia			
37	Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC)	Ambiental	Crear y promover acciones y procesos que faciliten la mitigación y la adaptación al cambio climático en la región

n.º	Actor	Área temática	Objetivo
			con base en lineamientos técnico-científicos (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2022).

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.
- 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.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2022). *Conap - Página principal - Acerca del Conap*. www.conap.gob.gt
- 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.
- Equator Initiative. (2022). *Junta Directiva de Bienes y Recursos Naturales 48 Cantones*. <https://www.equatorinitiative.org/2020/04/24/solution11256/>
- Global Water Partnership. (27 de agosto de 2021). *Conversatorio sobre la Mesa Occidental del Agua en Guatemala*. https://www.gwp.org/es/GWP-Centroamerica/EN_ACCION/NOTICIAS/conversatorio-sobre-la-mesa-occidental-del-agua-en-guatemala/
- Instituto Geográfico Nacional. (2022). *IGN - Página principal*. www.ign.gob.gt
- Instituto Nacional de Bosques. (2017). *Mesa de Forestal de Concertación*. <https://docs.google.com/viewer?url=https%3A%2F%2Fwww.inab.gob.gt%2Fimagenes%2Fboletines%2F2017%2F Abril%2Fmesa%2520forestal%2520concertacion%2520region%2520VI.PDF>
- Instituto Nacional de Bosques. (2022). *Acerca del INAB*. <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

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2022). *Página principal - Misión y visión*. www.icc.org.gt

Metrópolis de los Altos. (2022). Mancomunidad Metrópoli de los Altos - *Página principal*. <https://www.metropolidelosaltos.org>

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 Gobernación. (2022). *Mingob - Página principal*. www.mingob.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

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. (2022). *PNUD - Página principal*. <https://www.unaids.org/es/aboutunaids/unaidscosponsors/undp>

Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia. (2022). *SCEP - Página principal - Nosotros*. 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



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**

Plan de protección y conservación
de la cuenca hidrográfica del río

Samalá

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 Samalá

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 Samalá. 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	10
1.3.1 Pérdida de la cobertura forestal	10
1.3.2 Mal manejo de los desechos sólidos	15
1.3.3 Falta de gobernanza	20
1.3.4 Descarga de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente	23
1.3.5 Erosión hídrica	29
1.3.6 Escasez de agua.....	33
2 LÍNEA BASE	35
3 ZONIFICACIÓN TERRITORIAL	47
3.1 Metodología	47
3.2 Propuesta de zonificación territorial.....	50
4 PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE CUENCA	54
4.1 Resumen ejecutivo	54
4.2 Visión	57
4.3 Misión.....	57
4.4 Horizonte	57
4.5 Justificación.....	57
4.6 Objetivos	58
4.7 Marco lógico	60
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: Gestión del agua	77

4.9.5	Programa 5: Manejo y conservación del recurso suelo	81
4.9.6	Programa 6: Gestión del riesgo	81
4.10	Costos del Plan	84
4.11	Estrategia de ejecución y financiamiento.....	87
4.11.1	Sostenibilidad	88
REFERENCIAS		89
ANEXOS.....		100

Índice de tablas

Tabla 1.	Matriz de marco lógico de los problemas identificados y priorizados para la cuenca del río Samalá.....	4
Tabla 2.	Cambios de cobertura forestal y tasa de deforestación en la cuenca del río Samalá.....	10
Tabla 3.	Cobertura forestal en la cuenca hidrográfica del río Samalá.....	11
Tabla 4.	Balance de biomasa leñosa en la cuenca hidrográfica del río Samalá	12
Tabla 5.	Incentivos forestales implementados en la cuenca del río Samalá entre 1998 y 2020.....	13
Tabla 6.	Erosión hídrica y producción de sedimentos en la cuenca del río Samalá .	31
Tabla 7.	Necesidades de información básica a escala de cuenca para el Plan.....	35
Tabla 8.	Indicadores de línea base relacionados con las problemáticas de la cuenca hidrográfica del río Samalá	36
Tabla 9.	Categorías de zonificación territorial para la cuenca del río Samalá.....	48
Tabla 10.	Categorías de zonas de manejo especial en la cuenca del río Samalá	49
Tabla 11.	Categorías de zonificación del territorio en la cuenca del río Samalá	50
Tabla 12.	Categorías de zonificación del territorio en la cuenca del río Samalá (continuación)	51
Tabla 13.	Categorías de las zonas de manejo especial en la cuenca del río Samalá	52
Tabla 14.	Matriz del marco lógico del Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Samalá	60
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	72
Tabla 17.	Actividades del Programa de gobernanza territorial con enfoque de cuenca hidrográfica	75

Tabla 18. Actividades del Programa de gestión del agua	78
Tabla 19. Actividades del Programa de manejo y conservación del recurso suelo ..	81
Tabla 20. Actividades del Programa de gestión del riesgo	82
Tabla 21. Costos del Plan de Manejo Integral de la cuenca hidrográfica del río Samalá	85

Índice de figuras

Figura 1. Etapas del diagnóstico de la cuenca hidrográfica del río Samalá.....	2
Figura 2. Cambio neto anual de la cobertura forestal en la cuenca del río Samalá ..	11
Figura 3. Basura acumulada en la ciudad de Quetzaltenango	17
Figura 4. Plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en la cuenca del río Samalá	25
Figura 5. Áreas de cultivo agrícola mezcladas con la zona habitacional y próxima al cauce del río Samalá en el municipio de Zunil, Quetzaltenango	29
Figura 6. Curva hipsométrica relativa de la cuenca hidrográfica del río Samalá.....	30
Figura 7. Metodología para la zonificación territorial de la cuenca del río Samalá ..	48
Figura 8. Zonificación territorial de la cuenca hidrográfica del río Samalá	51
Figura 9. Zonificación de las áreas de alta recarga hídrica y potencial de restauración de las zonas de ribera en la cuenca del río Samalá.....	52
Figura 10. Zonificación de las áreas de manejo especial de la cuenca hidrográfica del río Samalá.....	53
Figura 11. Esquema del Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Samalá con sus programas (numerados) y su vinculación con las prioridades de desarrollo nacional y los Objetivos de Desarrollo Sostenible	67



ACUERDO MINISTERIAL NÚMERO 402-2023

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 Cuentas Hidrográficas de la República de Guatemala, establece en el artículo 7 que el Plan de Protección y Conservación de Cuentas 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.





GOBIERNO DE
GUATEMALA

MINISTERIO DE
AMBIENTE Y
RECURSOS
NATURALES

POR TANTO

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 Samalá".

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 Samalá", 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 Samalá" 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 surta sus efectos inmediatamente.

COMUNIQUESE



G. Barrios Garrido

Ing. Gerson Elías Barrios Garrido
Ministro

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales



7 AVENIDA 3-67, ZONA 13, CIUDAD DE GUATEMALA
PBX: (502) 2423-0500 / www.imarn.gob.gt



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
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 (Alianza Mundial para el 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 Organizaciones 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
MEM	Ministerio de Energía y Minas
MFEWS	Sistema Mesoamericano de Alerta Temprana para Seguridad Alimentaria
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
NASA	National Aeronautics and Space Administration (Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio)
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
Provia	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
Sesán	Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional
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 Samalá. 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 Samalá 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; Ortigón *et al.*, 2005).



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

Recorridos de campo: mediante los cuales se recopiló información sobre el estado de la cuenca a través de la observación.

Caracterización biofísica y socioeconómica: corresponde a la descripción de un conjunto de variables biofísicas y socioeconómicas de la cuenca. Ambos componentes fueron desarrollados previo al diagnóstico de la cuenca, y apoyan los procesos de análisis realizados.

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 con los actores de la cuenca, que posteriormente fueron sistematizadas utilizando el enfoque del marco lógico (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, ubicación 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 Samalá, 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. Descarga de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente
5. Erosión hídrica
6. Escasez de agua

Otras de las problemáticas identificadas por los actores durante la fase de diagnóstico fueron: degradación de los ecosistemas, débil educación ambiental, malas prácticas agrícolas y ganaderas, falta de ordenamiento territorial, amenazas volcánicas (complejo de domos Santiaguito), pobreza, amenaza por inundaciones, conflictividad por tenencia de la tierra y construcción de viviendas en zonas de riesgo.

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

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. • Agricultura de minifundio • Incendios forestales. • Plagas forestales. • Explotación indiscriminada de madera (madereros y leñeros) • Falta de un buen manejo forestal. • Poco interés en los incentivos forestales del INAB. • Limitada aplicación de la legislación forestal. • Crecimiento poblacional. • Incremento de la demanda de la leña asociado al modelo energético de la población en el hogar. • Débil o baja gobernabilidad ambiental y/o débil ejercicio democrático. • Habilitación de áreas con cobertura forestal para otros usos. • Falta de seguridad alimentaria. • Pobreza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Afectación de los medios de vida asociados. • Aumento de la erosión hídrica y producción de sedimentos (azolvamiento). • Vulnerabilidad a deslizamientos e inundaciones. • Alteración de los flujos del ciclo hidrológico. • Fragmentación del paisaje y de los corredores biológicos. • Pérdida de la biodiversidad terrestre. • Inundaciones. • Pérdida y/o deterioro de los bienes y servicios ecosistémicos del bosque. • Reducción de los sumideros de carbono. 	<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 • Academia • Sociedad civil • Cooperación internacional • Organizaciones no gubernamentales • Asociaciones civiles de representación indígena y de la mujer 	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar la restauración del paisaje, aplicarla y monitorearla. • Aplicar y cumplir la legislación forestal. • Fortalecer las capacidades y la concientización. • Realizar acciones de recuperación, restauración y/o conservación forestal; con enfoque en áreas de recarga hídrica. • Realizar la zonificación territorial de la cuenca. • Promover acciones de manejo sostenible forestal. • Implementar un sistema de pago/compensación por servicios ambientales (PSA/CSA) y realizar la valoración económica de la pérdida de la cobertura forestal.

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores para involucrar	Alternativas de solución
<p>Mal manejo de los desechos sólidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Débil gobernabilidad en materia sanitaria y ambiental. • Pobre gobernanza para el buen manejo y gestión de los desechos sólidos. • Ausencia de legislación que regule la contaminación de los suelos. • Ordenamiento territorial. • Incremento de la población. • Falta de cultura y educación para la clasificación de la basura. • Limitadas capacidades en cuanto al manejo de los desechos sólidos. • Débil cumplimiento o incumplimiento de la legislación existente. • Pobre gobernanza con enfoque de cuenca. • Disposición de la basura en basureros que no cuentan con instrumentos ambientales. • Eliminación de la basura por medio de métodos que no garantizan su manejo adecuado. • Falta de planificación municipal para el manejo de los desechos sólidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación de las fuentes de agua superficial y subterráneas. • Contaminación del suelo. • Deterioro de la belleza escénica y/o contaminación visual. • Acumulación de basura en el cauce de ríos y descarga al océano Pacífico. • Deterioro de la calidad de los servicios ecosistémicos. • Acumulación de basura en las zonas azolvadas de los ríos. • Emisión de gases de efecto invernadero. • Afectación a la biodiversidad terrestre, del suelo y acuática. • Propagación de enfermedades humanas. 	<p>En la totalidad del territorio de la cuenca</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Municipalidades • Comunidades • Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) • Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (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. • Realizar un plan municipal de desechos y residuos sólidos y/o implementarlo, con un sistema de monitoreo y evaluación. • Fortalecer capacidades. • Brindar educación ambiental a todos los niveles. • Realizar la valoración económica del daño al ambiente (gestión de pago y/o mecanismo financiero ambiental). • Realizar una campaña de concientización ambiental.

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores para involucrar	Alternativas de solución
					<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar y poner en marcha la planta regional de tratamiento de desechos sólidos.
Falta de gobernanza	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de voluntad política. • Débil cumplimiento o falta de cumplimiento de la legislación. • Centralización en la toma de decisiones. • Débil capacidad del Estado. • Poco involucramiento de los consejos de desarrollo. • Falta de planificación y gestión integral sostenible del territorio con enfoque de cuenca. • Falta de integración y participación de los actores 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta o débil gobernabilidad y del ejercicio de la democracia. • Mal manejo y gestión de los recursos naturales. • Pérdida o detrimento de la calidad de los servicios ecosistémicos. • Débil gestión del riesgo multidimensional. • Gestión inefectiva de los gobiernos locales. • Desconocimiento de las acciones, plataformas, proyectos, y problemáticas relativas a los recursos naturales, población, servicios básicos, entre otros. • Deficiente gestión de los gobiernos locales enfocada en las prioridades y/o problemáticas del territorio. • Falta de información y empoderamiento sobre la problemática de la cuenca. 	En la totalidad del territorio de la cuenca	<ul style="list-style-type: none"> • Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural (Conadur) • Consejo departamental de desarrollo urbano (Codede) • Consejo municipal de desarrollo (Comude) • Consejo comunitario de desarrollo (Cocode) • Gobernación • INAB • MARN • Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) • Comunidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Dar cumplimiento a la legislación. • Dar cumplimiento al Acuerdo Gubernativo 19-2021. • 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 el Conadur. • Promover la participación ciudadana en el manejo y gestión de las problemáticas, y dar cumplimiento a la legislación. • Seleccionar al personal idóneo en las instituciones. • Fortalecer las capacidades a todo nivel.

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores para involucrar	Alternativas de solución
Falta de gobernanza				<ul style="list-style-type: none"> • Asociaciones civiles y de pueblos originarios • Empresas privadas relacionadas con el uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la valoración económica de las presiones al ambiente causadas por las problemáticas de la cuenca. • Captar y/o diseñar fondos ambientales en apoyo al manejo de la cuenca.
Descarga de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente	<ul style="list-style-type: none"> • Pobre gobernabilidad efectiva y gobernanza para el tratamiento de aguas residuales. • Pobre cumplimiento de la legislación en adición a múltiples prórrogas del Acuerdo Gubernativo 236-2006. • Vacíos técnicos en la legislación. • Capacidades limitadas o no fortalecidas en la temática. • Prevalencia de plantas de tratamiento sin funcionamiento. • Pobre densidad de plantas de tratamiento en la cuenca. • Incremento de la población. • Falta de un plan de ordenamiento territorial. • Falta de educación ambiental y concientización desde los hogares. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación de fuentes de agua superficial y subterránea. • Afectación de la biodiversidad acuática. • Emisiones de gases de efecto invernadero. • Propagación e incremento de incidencia de enfermedades humanas. • Deterioro de la calidad de los bienes y servicios ecosistémicos. • Impacto negativo en la calidad de los medios de vida relacionados al consumo de agua, recreación, alimentación y otros. 	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 37-2021, Acuerdo Gubernativo 285-2022, Código Municipal, Código de Salud, otros) • Ampliar la densidad de las plantas de tratamiento, implementarlas y establecer un sistema de monitoreo y evaluación. • Fortalecer capacidades. • Realizar campañas de sensibilización.

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores para involucrar	Alternativas de solución
Descarga de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente					<ul style="list-style-type: none"> • Brindar educación ambiental. • Evaluar y aplicar tecnologías de tratamiento comunitario. • Realizar la valoración económica del daño al ambiente (gestión de pago y/o mecanismo financiero ambiental).
Erosión hídrica	<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de legislación sobre la degradación del suelo. • Aspectos morfológicos de la cuenca. • Cambio y/o uso de la tierra con deficiente cobertura. • Alta agresividad de la precipitación pluvial o erosividad. • Susceptibilidad natural del suelo a ser erosionado. • Alto volumen y velocidad de escorrentía superficial. • Falta y/o deficiente implementación de prácticas de conservación del suelo y el agua. • Pendientes del terreno de alto grado y longitud. • Malas prácticas de manejo de cultivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Degradación del suelo. • 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) • Riesgo de inseguridad alimentaria. • Incremento de los costos de producción. • Azolvamiento de corrientes fluviales por el aporte de sedimentos. • Potencial cierre de bocanarras. 	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"> • Aplicar y dar cumplimiento a la legislación relacionada con la degradación del suelo. • Impulsar la formulación de la legislación en materia de degradación del suelo. • Diseñar e implementar prácticas de conservación de los suelos. • Fortalecer capacidades. • Diseñar, mejorar, evaluar e implementar estructuras para la retención de sedimentos.

Problema	Causas	Efectos	¿Dónde?	Actores para involucrar	Alternativas de solución
Erosión hídrica					<ul style="list-style-type: none"> • Incrementar la cobertura forestal del bosque de galería. • Brindar asistencia técnica a productores agrícolas. • Realizar la valoración económica del servicio ecosistémico por erosión evitada (mecanismo financiero ambiental).
Escasez de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión del agua deficiente. • Variabilidad y cambio climático. • Crecimiento poblacional. • Cambio del uso/cobertura de la tierra. • Contaminación del agua. • Falta de gobernanza del recurso hídrico • Falta de una Ley de Agua. • Alto valor de la huella hídrica para la producción de bienes y servicios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conflictividad social. • Deterioro del bienestar humano. • Inseguridad hídrica. • Degradación de las tierras. • Disminución de los niveles de agua subterránea. • Deterioro de los ecosistemas. • Inseguridad alimentaria. 	En la totalidad del territorio de la cuenca	<ul style="list-style-type: none"> • Municipalidades • Comunidades • MARN • Gobierno central • MAGA • MSPAS • INAB 	<ul style="list-style-type: none"> • Promover los diálogos para una Ley de Agua. • Crear o fortalecer la gobernanza del recurso hídrico. • Mejorar tecnologías de riego agrícola. • Fortalecer y brindar asistencia técnica para sistemas de riego. • Mejorar la eficiencia en la cobertura del sistema de agua potable.

Fuente: elaboración propia con base en información primaria y secundaria consultada y sistematizada para el diagnóstico de la cuenca del río Samalá (2021-2022).

1.3 Análisis de problemas

1.3.1 Pérdida de la cobertura forestal

1.3.1.1 Causas

Una de las grandes causas de la pérdida de cobertura forestal en Guatemala y en la región de la costa sur y occidente es el cambio de uso de las áreas con cobertura forestal para fines agrícolas, ganaderos, urbanos y desarrollo de infraestructura (Consejo Nacional de Áreas Proregidas, 2008; Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2013 y *et al.*, 2018). Similares hallazgos fueron identificados durante los talleres de diagnóstico participativo realizados. En la región de occidente destaca el cambio de uso para fines agrícolas de subsistencia en minifundio, además de la realización de actividades ilegales por parte de algunos madereros y leñadores (Junta Directiva de Bienes y Recursos Naturales 48 Cantones *et al.*, 2021); mientras que en la costa sur la principal causa es la agricultura comercial a cargo de la agroindustria de la zona (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales *et al.*, 2018). En la cuenca alta del río Samalá se ha identificado como principal causante de la pérdida de cobertura forestal la habilitación de áreas para cultivar granos básicos (Centro Experimental para el Desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa Rural y Alternativas de Desarrollo, 2008).

Según la dinámica forestal de esta cuenca, han existido dos periodos con cambios netos positivos: 2001-2006 y 2010-2016, de los cuales el segundo significó el mayor cambio neto en superficie (3891.96 ha) y correspondientemente la mayor tasa de incremento forestal anual (2.4 %). Sin embargo, durante el período 2006-2010 hubo un leve cambio neto negativo que representó una tasa de deforestación anual o pérdida de cobertura forestal de -0.07 %, ocasionada por la disminución de las ganancias y pérdidas brutas en comparación con los otros dos períodos (Tabla 2).

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

Período	Pérdida bruta	Ganancia bruta	Cambio neto		Tasa de deforestación anual (%)
	(hectáreas)		Área de cuenca (%)		
2001-2006	5989.86	7425.54	1435.68	0.88	0.88
2006-2010	4134.87	4056.93	-77.94	-0.05	-0.07
2010-2016	5598.45	9490.41	3891.96	2.40	2.45

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

Los cambios netos anuales reflejan un superávit de cobertura forestal durante los periodos 2001-2006 y 2010-2016, que fue mucho mayor en este último. La mayor pérdida neta forestal anual ocurrió en el periodo 2006-2010. Esta dinámica muestra que en el año 2016 se recuperó el 13.6 % de la cobertura forestal en comparación con el año base (2010). En cuanto a las pérdidas netas anuales, la Figura 2 muestra una tendencia a mantenerse, a diferencia de las ganancias netas anuales que incrementaron más durante el último periodo.

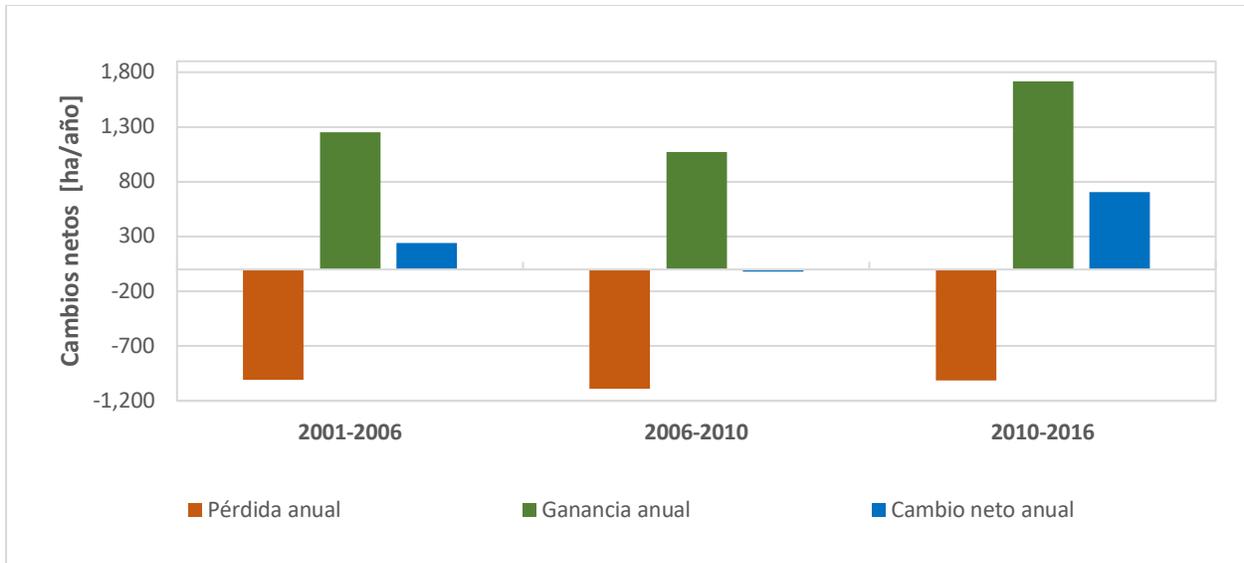


Figura 2. Cambio neto anual de la cobertura forestal en la cuenca del río Samalá

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

En cuanto a la superficie que ocupa la cobertura forestal en la cuenca del río Samalá, durante los años evaluados el mayor registro sucedió en 2016 con 21 %, seguido de los años 2006 (17.76 %) y 2010 (17.69 %). La menor cobertura se registró en el año 2001 (16.85 %) (Tabla 3).

Tabla 3. Cobertura forestal en la cuenca hidrográfica del río Samalá

Año	Superficie con cobertura forestal	
	(hectáreas)	Área cuenca (%)
2001	27 352.98	16.85
2006	28 820.7	17.76
2010	28 714.14	17.69
2016	34 072.0	21.00

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

Esta dinámica refleja que durante el último período incrementaron los esfuerzos para mejorar la cobertura forestal. Sin embargo, se considera necesario prestar atención a las zonas donde se están perdiendo los bosques, principalmente por el rol ecosistémico que juegan al soportar la producción de bienes y servicios para los habitantes y la biodiversidad.

Otra causa ligada a la pérdida de la cobertura forestal es el incremento poblacional, con lo cual aumenta la demanda de la leña para la realización de actividades en el hogar, como la cocción de alimentos. De allí que en los municipios que ocupan superficie dentro de la cuenca del río Samalá, el 57 % de los hogares utiliza como fuente principal la leña (Instituto Nacional de Estadística, 2018). Se estima que en la cuenca existe un déficit anual de leña, dado que la demanda es superior a la oferta por más de seis veces. Este déficit es mayor para la proporción de población del departamento de Quetzaltenango, seguida por la que habita en Totonicapán y Retalhuleu (Tabla 4). Más de 15 municipios de esta cuenca se encuentran entre los priorizados a nivel nacional por su déficit de leña anual (Instituto Nacional de Bosques, 2015).

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

Departamento ¹	Demanda	Oferta	Balance
	toneladas de biomasa leñosa anual (t biomasa/año)		
Totonicapán	334 854	53 609	-281 245
Quetzaltenango	581 740	128 876	-452 864
Retalhuleu	163 666	61 347	-102 320
Cuenca del río Samalá	334 854	53 609	-281 245

Nota. ¹ Estimación con base en la proporción de población de cada departamento en la cuenca hidrográfica del río Samalá. 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).

Por otro lado, se considera necesario realizar esfuerzos para incrementar la superficie de los bosques por medio de estrategias para el manejo forestal sostenible, como los incentivos forestales: Programa de Incentivos Forestales (Pinfor), Programa de incentivos forestales para poseedores de pequeñas extensiones de tierra de vocación forestal o agroforestal (Pinpep) y Programa de incentivos para el establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala (Probosque).

Entre 1998 y 2020 se implementaron 15 632.76 hectáreas de incentivos forestales bajo las diferentes modalidades en la cuenca del río Samalá, que equivalen al 9.6 % de su superficie. La mayoría fue bajo la modalidad de manejo de bosque natural para protección (Tabla 5). Sobresale el trabajo

desarrollado para la conservación forestal y de la biodiversidad en los bosques comunales (Grupo Promotor de Tierras Comunales, 2009); así como el de los 48 cantones de Totonicapán (cuenca alta) que emplea un sistema administrativo de sus tierras, bosques y agua con base en la cosmovisión ancestral (Noack, 2014).

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

Programa	Modalidad				Total
	Manejo de bosque natural (producción)	Manejo de bosque natural (protección)	Plantaciones forestales	Sistemas agroforestales	
	hectáreas				
Pinfor		2106.13	1934.14		4040.27
Pinpep	24.42	807.44	677.99	10.78	1520.63
Probosque	10.84	9988.42	72.60		10 071.86
Total	35.26	12 901.99	2684.73	10.78	15 632.76

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

Otra causa de la pérdida de cobertura forestal son los incendios que ocurren en la cuenca alta del río Samalá (Centro Experimental para el Desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa Rural y Alternativas de Desarrollo, 2008). Entre 2001 y 2017 se registraron 433 incendios forestales en el departamento de Quetzaltenango y 677 en Totonicapán (Instituto Nacional de Bosques, 2017a). A nivel nacional las principales causas de incendio forestal en 2017 fueron: quemas agrícolas, incendios intencionados, leñadores, quema de basura y quema de pastos (Instituto Nacional de Bosques, 2017b). La Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (2020) atendió 170 incidentes de emergencia ocasionados por incendios forestales entre 2009 y 2014, de los cuales la mayoría ocurrieron en los municipios de Totonicapán (35.3 %) y Quetzaltenango (33.5 %).

Una causa más de pérdida de cobertura forestal es la tala ilegal o ilícita (Centro Experimental para el Desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa Rural y Alternativas de Desarrollo, 2008). Estas actividades se caracterizan 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 Forestal (Congreso de la República de Guatemala, 1996; Instituto Nacional de Bosques, 2010). Por ejemplo, existe información que indica que el 50 % de la madera comercializada en Quetzaltenango es ilegal (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales *et al.*, 2018).

Las plagas y enfermedades forestales también causan la pérdida de cobertura forestal en la cuenca del río Samalá (Centro Experimental para el Desarrollo

de la Pequeña y Mediana Empresa Rural y Alternativas de Desarrollo, 2008). La susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades es muy alta en la cuenca alta del río Samalá, así como en una sección de su parte baja (Santa Cruz Muluá, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu); mientras que en la zona que incluye al complejo volcánico Santa María-Santiago, la susceptibilidad es alta, al igual que en la mayor parte de su cuenca baja (Instituto Nacional de Bosques, 2022). En la región de occidente son recurrentes los ataques por gorgojo a los bosques de pino (Junta Directiva de Bienes y Recursos Naturales 48 Cantones *et al.*, 2021; Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales *et al.*, 2018).

Una causa más es la débil o deficiente gobernabilidad en materia ambiental, que es promovida por la falta de gobernanza forestal, y que deriva en la degradación y pérdida de la cobertura forestal y, consecuentemente, de la biodiversidad de estos ecosistemas (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008; Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014; Instituto Nacional de Bosques, 2010). Esto es clave en esta cuenca, considerando que el 26.2 % de su superficie tiene aptitud forestal.

1.3.1.2 Efectos

La cobertura forestal regula los flujos del ciclo hidrológico. Cuando a causa de la deforestación se altera dicho ciclo, se incrementa la escorrentía superficial y la producción de agua, y se reduce la infiltración y la recarga hídrica (Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de Norte América, 2000; González-Celada *et al.*, 2021; Kundu *et al.*, 2017). Esto retoma importancia considerando que la cuenca del río Samalá tiene un alto potencial de producción de escorrentía superficial, una rápida respuesta hidrológica y un relieve de montaña. Como consecuencia de estas características, incrementa la potencia del transporte de sedimentos de las áreas degradadas en la cuenca media y alta (Lane, 1983) y se favorecen las inundaciones en la cuenca baja (Castillo & Allan, 2007), esto último ha sido mapeado por la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (2015).

La eliminación de cobertura forestal es una de las principales causas de la pérdida de la biodiversidad debido a la destrucción de su hábitat y a la afectación de las funciones ecológicas que soportan la vida, además de que se impacta la conectividad biológica (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, 2002; Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008; Loening & Markussen, 2003).

Adicionalmente, se afectan los medios de vida relacionados con la provisión de bienes y servicios ecosistémicos en las dimensiones social, cultural, humano y natural; así como la seguridad alimentaria (Ministerio de Ambiente y

Recursos Naturales *et al.*, 2018). Por ejemplo, en el área cafetalera —que corresponde a la cuenca media y los alrededores del complejo volcánico Santa María-Santiaguito—, se han puesto a la venta productos maderables que resultan del aprovechamiento forestal, a raíz de la crisis ocurrida en el sector del café. Por otro lado, la deforestación es recurrente en la cuenca alta, en las zonas donde el principal medio de vida es la venta de mano de obra, la producción de granos básicos de subsistencia, las hortalizas, el comercio y las remesas (Sistema Mesoamericano de Alerta Temprana para Seguridad Alimentaria, 2016).

Otro efecto más de la pérdida de la cobertura forestal es el incremento de los niveles de erosión hídrica, con lo cual aumenta la producción de sedimentos y la escorrentía superficial. Esto, sumado al relieve de esta cuenca, ocasiona el incremento del transporte y depósito de sedimentos en la cuenca baja (Blainiski *et al.*, 2017; Cuerpo de Ingenieros de Los Estados Unidos de Norte América, 2000; González-Celada *et al.*, 2021); especialmente ante la falta o pobre implementación de prácticas de conservación del suelo. Las áreas con relieves pronunciados son más propensas a deslizamientos, aunque estos eventos están asociados también a otros impulsores (Mora & Vahrson, 1994).

Con la pérdida de cobertura forestal también se degradan los bosques y se incrementan las emisiones de dióxido de carbono (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; Lal, 2020).

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 falta de voluntad política, la limitada capacidad del Estado para autogobernarse y la centralización en la toma de decisiones; lo cual promueve la degradación ambiental y una cobertura de saneamiento deficiente (Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe y Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 2015; 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), lo cual se suma a la deficiente implementación de la Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos (Presidencia de la República de Guatemala,

2015), lo cual se ve reflejado en la proliferación de basureros clandestinos, la mayoría ubicados próximos a ríos y carreteras.

Existe un vacío legal en cuanto a la temática de contaminación de los suelos, mientras que el cumplimiento de la legislación legal relacionada es deficiente, 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.

El manejo integral y participativo de los residuos y desechos sólidos es una prioridad nacional de desarrollo (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014). Sin embargo, aún no se han logrado alcanzar resultados significativos al respecto, pues han incrementado los tiraderos de basura, así como las campañas para limpiar ríos y playas.

Por ejemplo, en la Figura 3 se puede observar la acumulación de basura en una calle de la ciudad de Quetzaltenango, ocurrida ante el bloqueo del acceso al basurero municipal en el Valle de Palajunoj a partir del 1 de marzo de 2022 producto de la conflictividad por la oposición de las comunidades al plan de ordenamiento territorial (POT) y los costos de los impuestos contenidos en este; lo cual ha sido catalogado como un problema para las comunidades (Escobar, 2022). Este basurero había sido identificado como una amenaza para los pobladores del Valle de Palajunoj y las cuencas de los ríos Nimá I y Nimá II desde el 2008; ya que este y los demás basureros ubicados en la cuenca alta carecían de un plan de manejo (Centro Experimental para el Desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa Rural y Alternativas de Desarrollo, 2008). Sólo cuatro¹ municipios de la cuenca cuentan con servicio público de gestión y manejo de residuos y desechos sólidos con plan de manejo o manual de operación y mantenimiento (Instituto Nacional de Estadística, 2019).

¹ San Francisco El Alto, Quetzaltenango, Salcajá y Sibilia.



Figura 3. Basura acumulada en la ciudad de Quetzaltenango
Crédito fotográfico: Escobar (2022).

Esta situación refleja la débil o falta de gobernanza territorial que, además de originar la acumulación de residuos y desechos sólidos en las calles de esta ciudad, ocasionó la proliferación de malos olores y enfermedades. De allí que es necesario que la gestión integral de los desechos sólidos sea participativa y realizada desde un enfoque local en estrecho diálogo con las instituciones de Gobierno, principalmente en las grandes ciudades ubicadas en la cabecera de las cuencas del país, como en el caso de Quetzaltenango en la cuenca del río Samalá. A esto se suma otra problemática en el municipio de Quetzaltenango, ya que no cuenta con un área para la disposición de desechos hospitalarios y peligrosos (Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe y Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 2015).

Otra causa es el crecimiento poblacional, ya que en cada actividad y/o proceso en donde esté involucrado el ser humano, inherentemente se generarán desechos. Se estima que en la cuenca del río Samalá habitaban 816 181 personas en 2018, de las cuales más del 80 % se encontraba en la cuenca alta o lo que corresponde a los departamentos de Quetzaltenango y Totonicapán. El potencial generador de desechos y residuos sólidos de la cuenca se localiza en su parte más alta, lo cual le da la ventaja de poder transportarse por la red hídrica y descargarse hacia el océano Pacífico.

Con base en la población estimada al 2018 en esta cuenca y una tasa de generación por persona de basura igual a 0.50 ± 0.36 kilogramos/día (Instituto Nacional de Estadística, 2019); se estima que en la cuenca del río Samalá se generaron 216 922 toneladas métricas anuales de desechos y residuos sólidos en ese mismo año. La producción estimada en la cuenca alta (Quetzaltenango y Totonicapán) es de 197 311 toneladas métricas anuales. La mayor tasa de generación per cápita la posee el municipio de Quetzaltenango, con 1.81 kg/persona/día.

Se estima que la carga de desechos en la cuenca alta del río Samalá fue de 60 225 toneladas métricas anuales en 2008 (Centro Experimental para el Desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa Rural y Alternativas de Desarrollo, 2008). Otra causa del mal manejo es que entre los municipios que ocupan la cuenca, la mayoría la quema (42 %), mientras que el 32 % utiliza servicio municipal (Instituto Nacional de Estadística, 2018); aunque en este último caso no se garantiza que se cuente con la aprobación del MARN.

En cuanto a la gestión municipal, según el índice de servicios públicos (que califica la gestión y manejo de los residuos y desechos sólidos), la mayoría de los municipios con superficie en la cuenca del río Samalá están ubicados en la categoría baja² (50 %), el 21 % en la media y el 29 % en la media-baja (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2019). Por otro lado, la calificación de 27 características cualitativas sobre manejo y gestión de desechos sólidos a nivel municipal (Instituto Nacional de Estadística, 2019), muestra que el 15 % de los municipios en esta cuenca cumple con al menos una de estas características. Los que tienen mayor cumplimiento son Sibilia (44.44 %) y Salcajá (37.04 %); mientras que opuestamente están Almolonga (0.00 %), San Miguel Sigüilá y San Francisco La Unión (3.70 %) en Quetzaltenango, y San Andrés Villa Seca y Champerico en Retalhuleu, con 3.70 %.

Una causa más es la ocurrencia de basureros o tiraderos de residuos y desechos sólidos. A septiembre de 2021 se registraron 69 basureros en la cuenca del río Samalá, la mayoría de tipo clandestino, o bien municipal, aunque esto no garantiza que tengan aprobación del MARN. Otras causas son la débil o falta de educación y cultura ambiental más allá de la implementación de medidas contingentes, el incremento del consumismo de productos empaquetados en las áreas rurales (Centro Experimental para el Desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa Rural y Alternativas de Desarrollo, 2008) y la falta

² San Cristóbal Totonicapán, Momostenango, Santa María Chiquimula, Quetzaltenango, Cajolá, San Miguel Sigüilá, San Juan Ostuncalco, San Martín Sacatepéquez, Almolonga, Zunil, San Francisco La Unión, El Palmar, San Francisco Zapotitán, Pueblo Nuevo, Retalhuleu y San Sebastián.

de fortalecimiento de capacidades durante todo el ciclo de manejo de los desechos sólidos.

1.3.2.2 Efectos

El mal manejo de los desechos sólidos provoca la contaminación de las fuentes de agua superficiales y subterráneas. Los lixiviados de productos industriales contaminan las fuentes subterráneas (Centro Experimental para el Desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa Rural y Alternativas de Desarrollo, 2008), pues no hay control sobre estos procesos y no existe una ley específica sobre la contaminación de los suelos. En el caso de las fuentes superficiales de agua, la contaminación se origina por la acumulación de residuos de todo tipo y lixiviados que se descargan en el cauce de los ríos por su posición en el paisaje, desde donde se transportan, acumulan y descargan hacia la parte baja de la cuenca y el océano Pacífico. Como se indicó anteriormente, el municipio de Quetzaltenango no cuenta con un espacio para la disposición de desechos peligrosos y hospitalarios, los cuales se constituyen en una fuente de contaminación para el río Samalá (Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe y Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 2015).

La deficiente cobertura de los servicios de manejo y gestión de desechos sólidos impacta en la calidad de vida y en el bienestar humano, así como en la de los ecosistemas.

Los residuos y desechos sólidos causan la pérdida de biodiversidad, tanto terrestre como acuática. Dentro de los principales residuos están los macro y microplásticos (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008), que provocan efectos negativos en la salud de los ecosistemas acuáticos (Qi *et al.*, 2020). Se estima que en la salida de la cuenca del río Samalá se descargan 612.6 toneladas métricas anuales de plásticos al mar (Meijer *et al.*, 2021).

Los basureros causan la proliferación de malos olores, infestaciones de moscas (Centro Experimental para el Desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa Rural y Alternativas de Desarrollo, 2008), contaminación visual que impacata en la belleza escénica, y enfermedades asociadas principalmente a actividades de recuperación de basura o por agua contaminada (Organización Mundial de la Salud, 2022). Por otro lado, los basureros son sitios potenciales de origen de incendios forestales (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008), debido a que la principal forma de eliminación de la basura es la quema (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

Una de las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero en Guatemala es la disposición final de la basura, debido al mal manejo y gestión de los desechos y residuos sólidos (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2015).

1.3.3 Falta de gobernanza

1.3.3.1 Causas

La falta de gobernanza en la cuenca hidrográfica del río Samalá se debe en gran medida a la pobre o débil participación, integración y articulación de sus actores; lo cual dificulta poder establecer redes de gobernanza en coordinación con los gobiernos locales y otras instituciones de Gobierno, para la atención de las problemáticas de la cuenca con base en la toma de decisiones consensuadas, en búsqueda de la sostenibilidad y el cuidado del ambiente. En cuanto a la gobernanza del agua, la coordinación interinstitucional es pobre y no existen diálogos entre los usuarios de este recurso (Global Water Partnership & International Network of Basin Organizations, 2009). Sumado a ello, el ejercicio democrático es pobre y la capacidad del estado para gestionar el territorio es deficiente (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014).

Sin embargo, en la región de occidente funcionan varias plataformas que promueven el fortalecimiento de la gobernanza forestal, como la Mesa Forestal de Concertación Forestal de la Región VI (Mesaforc VI), la Mesa de Restauración Forestal, el Proyecto de Gobernanza Forestal y Diversificación de Medios de Vida, y el Bosque Comunal de los 48 Cantones —este último es un modelo emblemático de gobernanza indígena que se basa en la cosmovisión, equidad, inclusión y sostenibilidad, y que ha funcionado durante cinco siglos— (Junta Directiva de Bienes y Recursos Naturales 48 Cantones *et al.*, 2021). En cuanto a los recursos hídricos existe la Mesa Occidental del Agua (MOA) y la Mancomunidad de Municipios Metrópoli de Los Altos.

Proteger y conservar los recursos naturales de la cuenca requiere de la participación y articulación de todos los actores de las partes alta, media y baja. Para ello es necesario establecer diálogos frecuentes que promuevan la participación y la coordinación intra e interinstitucional, garantizando así el abordaje de la gobernanza desde el interior de las instituciones hasta la red de relaciones donde interactúan. Sin embargo, primero deben establecerse todas las relaciones de gobernanza, tanto formales como informales, debido a que una red de relaciones o actores no ocurre aisladamente (Sharifzadeh *et al.*, 2014), sino que tiene influencia de las dinámicas biofísicas existentes en la

cuenca hidrográfica (régimen de lluvias, cambio climático, ciclo del agua, actividad volcánica) y, en el caso de los recursos hídricos, por la infraestructura, el uso del agua, el saneamiento, la extracción de agua, entre otros.

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 (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014). Así, en esta cuenca está pendiente la integración de sus actores para constituir plataformas sólidas de gobernanza para la atención de sus grandes problemáticas.

Según el mapeo realizado durante los talleres participativos llevados a cabo en la cuenca del río Samalá, los actores clave identificados son: municipalidades, MARN, MAGA, INAB, Conap, Conred y Gobernación Departamental. Los actores primarios son las autoridades comunitarias, el ICC, las empresas privadas, las oenegés, Segeplán, Mesaforc VI, MOA y las instituciones eclesásticas. Como actores secundarios se identificaron: cooperación internacional, comunitarios, consejos de desarrollo urbano y rural departamental y municipal, y los 48 Cantones de Totonicapán. Los actores periféricos, o los que pueden llegar a influir a los otros actores, son la Mancomunidad de Municipios Metrópoli de Los Altos, las asociaciones civiles y parcialidades, los finqueros y los agricultores y promotores. Algunos actores (como las tierras comunales) no fueron identificados durante los talleres, pero juegan un rol importante, por lo que deben incluirse.

Una forma de evaluar la gestión municipal es por medio del índice de gestión estratégica que califica las acciones y la institucionalización para la gestión ordenada del territorio, el cual es presentado por el *Ranking de la Gestión Municipal 2018* (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2019). De acuerdo con este índice, los municipios que ocupan parcial o totalmente la cuenca del río Samalá se encuentran predominantemente dentro de la categoría baja (44 %); mientras que el 29 % está en la categoría media y el 26 % en la medio-baja (26 %). En cuanto al índice de servicios públicos (que califica la gestión y manejo de los residuos y desechos sólidos, la recolección de las aguas pluviales y residuales, la cobertura del servicio público de agua, la gestión de los servicios públicos municipales, entre otras); el 50 % de los municipios está dentro de la categoría baja, 29 % en la media-baja y 21 % en la baja.

Por otro lado, la existencia de legislación en materia de cuencas hidrográficas y la integración de los actores de la cuenca no garantiza la sostenibilidad de

los procesos de gobernanza en el caso de que estos no sean legítimos, participativos, inclusivos o busquen la cohesión para hacer frente a las problemáticas de la cuenca. Por ejemplo, se declaró con lugar la inconstitucionalidad del Acuerdo Ministerial 335-2016³ (Expediente 5785-2017 de la Corte de Constitucionalidad). Similar destino podría tener el reciente Acuerdo Gubernativo 19-2021, si se encontrara que se extralimitan las competencias del Organismo Ejecutivo (Alonso Ramírez *et al.*, 2021), lo cual impactaría en los recientes esfuerzos del Viceministerio del Agua para la conformación e integración de las mesas técnicas de las cuencas hidrográficas de la República de Guatemala, que están contempladas en dicho Acuerdo. Debido a lo anterior, los procesos de gobernanza en las cuencas hidrográficas deben considerar los aspectos previamente indicados, para que puedan trascender y ser sostenibles, más allá de la existencia de una legislación específica que los apruebe.

La falta de gobernanza también es promovida porque no existen capacidades fortalecidas en materia de relaciones interinstitucionales y protección del ambiente, a lo cual se suma la necesidad de sensibilizar a la población acerca de las problemáticas de la cuenca y de brindar educación ambiental a todo nivel.

1.3.3.2 Efectos

Cuando no existe gobernanza en un territorio se intensifican o incrementan los impactos negativos hacia los ecosistemas, causando la degradación ambiental de las cuencas hidrográficas (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014). Esta situación debilita la gobernabilidad y el respectivo ejercicio democrático ya que, a pesar de que existan las reglas del juego o la legislación básica, el Gobierno no es capaz de gobernarse así mismo o de tomar decisiones priorizadas con base en la gestión y atención de las problemáticas del territorio. La ingobernabilidad afecta la calidad de vida de las personas, tanto por el deterioro de los ecosistemas, como por el debilitamiento de sus factores para el bienestar humano.

Un efecto de la falta de gobernanza en las cuencas hidrográficas es la degradación ambiental. En el caso de la cuenca hidrográfica del río Samalá existe pérdida de la cobertura forestal, degradación de los suelos (erosión hídrica), descarga de aguas residuales crudas o con tratamiento deficiente en los ríos, mal manejo y gestión de los desechos y residuos sólidos, escasez de agua, pérdida de la biodiversidad, malas prácticas de manejo de cultivos, degradación de los recursos naturales; además de amenazas como inundaciones, deslizamientos y aquellas de carácter volcánico (lahares, flujos piroclásticos) (Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe y Centro

³ 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.

Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 2015; Centro Experimental para el Desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa Rural y Alternativas de Desarrollo, 2008; Concejo Municipal de Zunil, 2020).

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 es el punto de partida para el manejo y la gestión integrada del recurso hídrico (Global Water Partnership & International Network of Basin Organizations, 2009), y contribuye a la toma de decisiones y al monitoreo de los recursos de la cuenca hidrográfica.

La falta de gobernanza territorial dificulta la identificación integral de las problemáticas y poderlas priorizar con base en la planificación existente, donde el plan de manejo de la cuenca hidrográfica juega un papel como marco de las acciones priorizadas en el territorio, ya sea a nivel de microcuencas u otras unidades de menor tamaño. Por otro lado, existe duplicidad de acciones en el territorio por la falta de un orden y priorización.

En la cuenca hidrográfica del río Samalá es necesario fortalecer los diálogos participativos y articulados entre actores, y la integración de un sistema de gobernanza mediante el cual se puedan atender sus problemáticas por medio del manejo y la gestión (Global Water Partnership & International Network of Basin Organizations, 2009). El Acuerdo Gubernativo 19-2021 se constituye en el marco para propiciar estos diálogos por medio de la mesa técnica, siempre que considere ser inclusiva, representativa, adaptativa, prospectiva y dinámica, para lo cual es necesario gestionar el presupuesto.

1.3.4 Descarga de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente

1.3.4.1 Causas

Una de las principales causas de esta problemática es la pobre gobernabilidad efectiva que se alimenta por la deficiente voluntad política, la falta de capacidad de los gobiernos locales y la centralización en la toma de decisiones (Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe y Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 2015; Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014). A esto se suma la falta de gobernanza del territorio, que se origina en la pobre participación, integración y articulación de los actores, de manera que puedan constituir redes de gobernanza sostenibles con respeto hacia el ambiente y basadas en la toma de decisiones consensuadas, lo cual promovería el ejercicio democrático y el mejoramiento de la gobernabilidad.

A esto se suma el pobre cumplimiento del reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos (Acuerdo Gubernativo 236-2006) (Presidencia de la República de Guatemala, 2006), ante las múltiples reformas a las que ha estado sujeto y que han aplazado su cumplimiento durante nueve años por parte de las municipalidades y empresas para el tratamiento de aguas residuales. Esta situación se considera riesgosa, en caso se continúe su aplazamiento. Con base en dicho reglamento, al 2021 el 76 % de los municipios con cobertura espacial en la cuenca del río Samalá cumplía con el estudio técnico de aguas residuales, mientras que el restante 24 % no. Destaca que todos los municipios del departamento de Totonicapán no han cumplido, además de San Andrés Villa Seca y San Francisco Zapotitlán (Viceministerio del Agua, 2021).

A finales del 2021, se contabilizan 48 plantas de tratamiento de aguas residuales establecidas o en construcción dentro de la cuenca del río Samalá, de las cuales el 46 % no funciona (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2021) (Figura 4). La densidad de las plantas de tratamiento, ya sea por superficie o por cantidad de habitantes, es baja en esta cuenca, donde habitaban 816 181 personas en 2018, concentradas principalmente en su parte alta. El incremento poblacional se considera como otra causa de esta problemática. Por otro lado, se conoce que al 2015 las aguas residuales del municipio de Quetzaltenango se vertían crudas al río Samalá (Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe y Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 2015).

Esta misma situación se presenta en Zunil, donde existen viviendas del área rural (aldeas y caseríos) que descargan sus aguas sin tratar directamente al río Samalá o su afluente, el río Pachamiyá. Otros municipios que también descargan sus aguas crudas en la parte alta del río Samalá son Cantel, Quetzaltenango y Salcajá, donde no se cuenta con tratamiento de aguas residuales (Concejo Municipal de Zunil, 2020; Municipalidad de Salcajá, 2020). Por otro lado, durante los talleres de diagnóstico realizados fue latente la preocupación de los actores por la contaminación del río Samalá a causa de los vertidos de la agricultura y la industria textil en San Francisco El Alto, y de las tenerías en municipios como Salcajá, Cantel y Zunil.

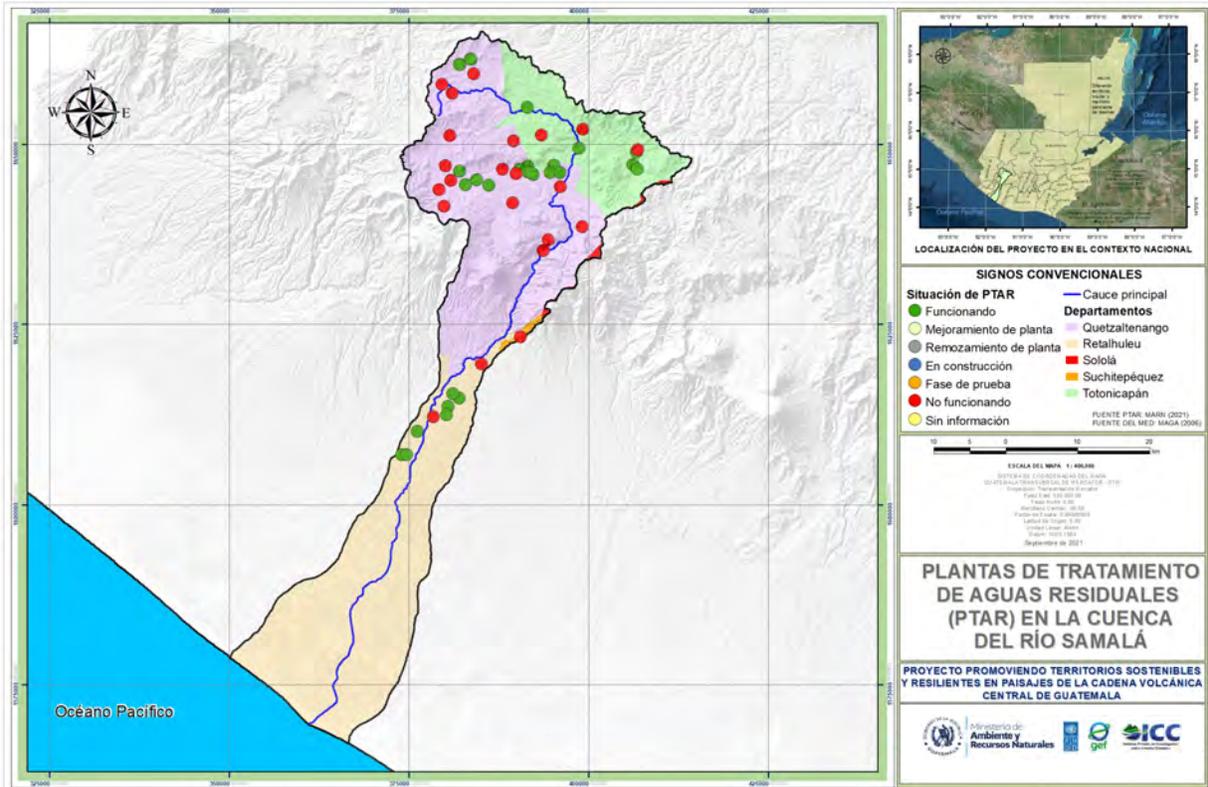


Figura 4. Plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en la cuenca del río Samalá

Fuente: elaboración propia con datos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2021).

Se estima que en la cuenca hidrográfica del río Samalá se deben tratar anualmente más de 24 millones de metros cúbicos de aguas residuales domiciliarias, de los cuales el 22.1 % corresponde al municipio de Quetzaltenango, 10.4 % a Totonicapán, 7.1 % a San Francisco El Alto, 5.3 % a San Juan Ostuncalco y 5.2 % a Cantel. Más del 80 % de las aguas residuales son producidas en la parte media y alta de la cuenca del río Samalá (Quetzaltenango y Totonicapán).

El índice de servicios públicos del *Ranking de la Gestión Municipal 2018* (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2019) califica la recolección de las aguas pluviales y residuales, la cobertura del servicio público de agua, la gestión de los servicios públicos municipales, entre otras variables. Según este índice, el 50 % de los municipios ubicados en la cuenca hidrográfica del río Samalá se encuentra en la categoría baja, lo cual refleja la calidad y cobertura de la recolección de aguas residuales, que es un elemento clave para el bienestar humano. El resto de los municipios están en la categoría media-baja (29 %) y media (21 %).

Otra causa es la poca o falta de educación y cultura ambiental, para lo cual es necesario sensibilizar y brindar información sobre esta problemática a los habitantes de la cuenca. Existen pocas capacidades para mejorar las técnicas y eficiencias durante el tratamiento de aguas residuales. La aplicación de la planificación territorial con enfoque de cuenca es deficiente, a pesar de ser una prioridad nacional; incluso en el caso del Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Quetzaltenango ha surgido conflictividad (Escobar, 2022) y debilitamiento del manejo y gestión de los desechos sólidos.

Las tierras de la cuenca hidrográfica del río Samalá presentan principalmente aptitud agrícola (47.9 %), sobre todo en su parte baja y en el valle tectónico de Samalá (parte alta). El mayor uso y cobertura de la tierra corresponde a la agricultura, como en el caso de los granos básicos (maíz y frijol) y las hortalizas que ocupan el 26.83 % y 3.48 % de la superficie de la cuenca, respectivamente. Como parte de estas actividades, en municipios como Almolonga, Zunil y Cantel se aplican altas cantidades de plaguicidas (Centro Experimental para el Desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa Rural y Alternativas de Desarrollo, 2008). En 1985 se determinó la sobredosificación de insecticidas y la mezcla de plaguicidas en el valle de Almolonga (Calderon, 1985). En 1999 se confirmó esta misma sobredosificación en cortos períodos de aplicación en Zunil, además del uso generalizado de plaguicidas en los cultivos (Martínez, 1999). La misma situación se presenta en el valle del Palajunoj (Asociación para la Promoción, Investigación y Educación en Salud en el Occidente de Guatemala, 2008).

1.3.4.2 Efectos

Uno de los efectos de esta problemática es la contaminación de las fuentes de agua superficial, que son cuerpos receptores de las descargas domiciliarias y especiales (industriales, agrícolas, servicios, hospitalarias, mezclas, entre otras). Durante una campaña de monitoreo de agua realizada en fuentes superficiales de la cuenca alta del río Samalá se determinó la presencia de coliformes fecales (> 2420 NMP/100 ml) (Centro Experimental para el Desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa Rural y Alternativas de Desarrollo, 2008). La parte alta del río Samalá estaba severamente contaminada por fuentes biológicas e industriales en 2000 (Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de Norte América, 2000), lo cual comprueba en cierta forma el vertido de aguas residuales sin tratamiento o crudas al río Samalá por parte de la comuna de Quetzaltenango (Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe y Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 2015).

Según el índice simplificado de calidad del agua (IQSA, por sus siglas en inglés), la calidad del agua en tres puntos monitoreados en el río Samalá luego

de 16 muestreos realizados entre los años 2004 y 2005 se describe a continuación: (a) estación hidrológica de Cantel: buena calidad, (b) estación hidrológica El Túnel (Zunil): admisible y (c) finca el Recreo (El Palmar): admisible (De León Barrios, 2005). La categoría admisible significa que la calidad del agua es afectada frecuentemente y no cumple con los niveles deseados; pero sus posibles usos son el agrícola, industrial y recreativo.

A raíz de la realización de campañas de monitoreo de agua subterránea (pozos y manantiales), se identificó la abundancia de especies iónicas en la cuenca alta del río Samalá, cuyo origen común son las descargas de aguas residuales. Otro hallazgo fue la correlación positiva entre nitratos y cloruros, que se relaciona con la actividad agrícola (Bucci *et al.*, 2015). También se reportó la presencia de coliformes que, en conjunto con los nitratos, están relacionados con la actividad antrópica, aunque sus valores no reflejan contaminación significativa (Bucci *et al.*, 2014). Además, se identificó la presencia de plomo en el agua subterránea vinculada a las fuentes urbanas de la ciudad de Quetzaltenango (Bucci *et al.*, 2017).

Una de las potenciales fuentes de contaminación de las aguas subterráneas por actividad antrópica es la ubicación de letrinas en las proximidades de manantiales o de su zona de recarga hídrica (Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2011). Por otro lado, el acuífero libre del valle de Quetzaltenango tiene buena permeabilidad, capacidad de almacenamiento y transmisión del recurso hídrico (Tacam Sic, 2011); por lo que es susceptible a la contaminación por acción antrópica (Custodio y Llamas, 2001).

También existe riesgo de contaminación en la cuenca baja por la ubicación de letrinas próximas o de profundidad similar al nivel de las aguas subterráneas (Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2011). En la planicie costera, donde las aguas subterráneas son poco profundas, es frecuente que ocurra contaminación biológica derivada de las actividades antrópicas y el uso de pesticidas para la actividad agrícola (Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de Norte América, 2000). Por ejemplo, el nivel de las aguas subterráneas en el abanico aluvial del río Samalá se encuentra frecuentemente entre 6 y 8 metros durante el mes de julio (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2021).

Un efecto más de la descarga de aguas residuales crudas o con tratamiento deficiente son los impactos negativos al ambiente, que provocan la degradación ambiental de los hábitats de múltiples especies de flora y fauna terrestre y acuática, así como la alteración de los procesos ecológicos y las cadenas alimenticias, y la fragmentación y destrucción de estos hábitats (Consejo

Nacional de Áreas Protegidas, 2008; Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014). También se ven afectados los medios de vida de las personas, como en el caso de la pesca artesanal que se practica en la parte baja de la cuenca, donde la carga contaminante puede mermar esta actividad.

Otro efecto es la incidencia o el incremento de enfermedades asociadas al agua contaminada, entre las que se pueden mencionar la fiebre tifoidea, la disentería, la poliomielitis, las enfermedades diarreicas, entre otras (Organización Mundial de la Salud, 2022). La amebiasis y las enfermedades parasitoides intestinales y diarreicas se encuentran entre las más frecuentes de las 20 causas de morbilidad en los municipios que ocupan la cuenca del río Samalá; afectando al 8.7 % de la población de cada municipio (Sistema de Información Gerencial de Salud del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2021).

En la parte alta de la cuenca del río Samalá (Zunil, Cantel, Almolonga, San Juan Ostuncalco, Salcajá), las parcelas de cultivo están mezcladas con las zonas habitacionales (Figura 5); por lo que esta población está expuesta a los agroquímicos (Centro Experimental para el Desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa Rural y Alternativas de Desarrollo, 2008). En el caso de Zunil, esta situación podría provocar la contaminación de las fuentes de agua para consumo humano en las comunidades (Concejo Municipal de Zunil, 2020), y contribuir al vertido de aguas residuales de la actividad agrícola en el cauce del río Samalá. Un efecto más de la problemática de las aguas residuales son las emisiones de gases de efecto invernadero (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2015).



Figura 5. Áreas de cultivo agrícola mezcladas con la zona habitacional y próxima al cauce del río Samalá en el municipio de Zunil, Quetzaltenango
Crédito fotográfico: Giovanni González-Celada (2022).

1.3.5 Erosión hídrica

1.3.5.1 Causas

La erosión hídrica en la cuenca hidrográfica del río Samalá se debe, en parte, a sus características morfológicas, y específicamente a su evolución geomorfológica o ciclo erosivo. Esta cuenca se encuentra en un estado de madurez temprana, con lo cual tiende a presentar un alto potencial erosivo en la parte media-alta, y la acumulación de sedimentos en la parte baja que forman una casi planicie, notándose un cambio abrupto al medio de la curva hipsométrica relativa, que es una zona que se extiende hasta 18 kilómetros hacia el sur del complejo de domos Santiaguito y cuenta con buenas condiciones de potencia para el transporte de sedimentos por el río Samalá (Figura 6).

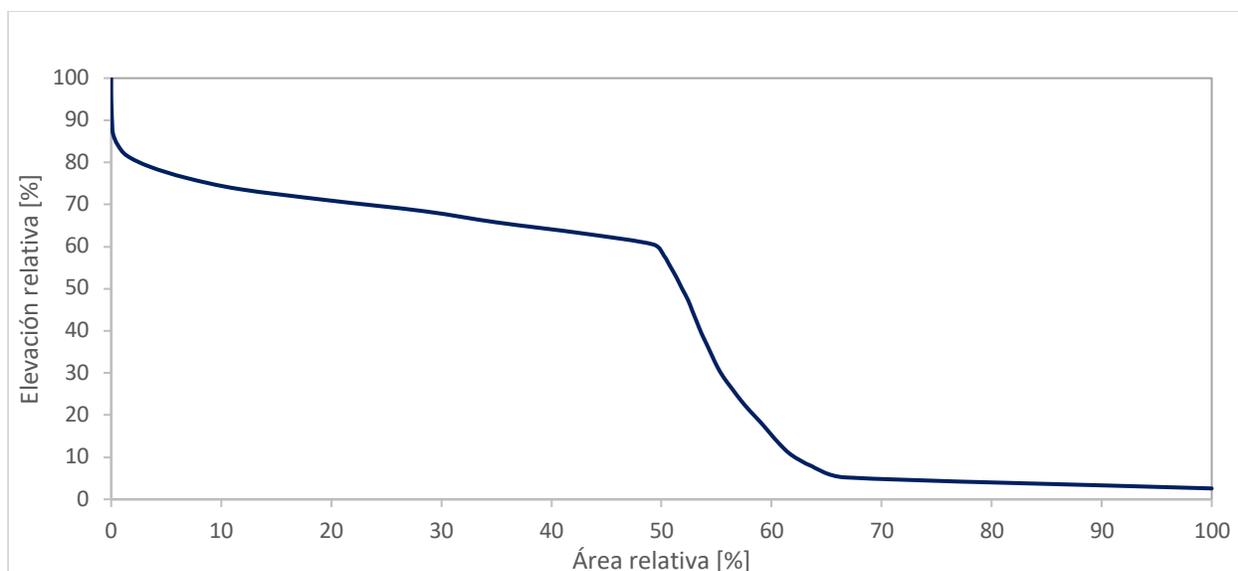


Figura 6. Curva hipsométrica relativa de la cuenca hidrográfica del río Samalá
Fuente: elaboración propia con base en diferentes informaciones cartográficas indicadas en la caracterización morfológica de la cuenca del río Samalá (2021).

Se ha estimado que la concentración de sedimentos en la cabecera de la cuenca del río Samalá y previo al complejo volcánico Santa María-Santiaguito es de 0.18 mg/l y 7.0 mg/l (Centro Experimental para el Desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa Rural y Alternativas de Desarrollo, 2008).

En la cuenca media —correspondiente a los puntos de la estación hidrológica Cantel, estación hidrológica El Túnel y la finca El Recreo (El Palmar)— se ha determinado que las concentraciones de sólidos totales son de 347.8 ± 134.5 , 433.4 ± 154.0 y 359.6 ± 131.5 mg/l, respectivamente. Las cargas en estos mismos tres puntos corresponden a 0.98 ± 0.83 , 2.22 ± 1.50 y 3.58 ± 1.23 kilogramos por segundo (De León Barrios, 2005).

La erosión hídrica potencial estimada para la cuenca hidrográfica del río Samalá es igual a 402 toneladas métricas por hectárea por año (t/ha/año); sus mayores tasas de erosión se concentran en la cuenca media-alta (> 50 t/ha/año) (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2021).

Los usos de la tierra correspondientes a agricultura anual, café, palma africana, entre otros, tienen las mayores tasas de erosión (> 200 t/ha/año) y son responsables de producir el 89.4 % de los sedimentos de la cuenca. Los usos de bosque, caña de azúcar, cultivos permanentes arbóreos y hule, presentan erosión alta (50-200 t/ha/año); pero solo producen el 9.3 % de los sedimentos (Tabla 6).

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

Usos ¹	Erosión ² (t/ha/año)	Nivel de erosión ²	Sedimentos (%)
Agricultura anual, árboles dispersos, café, espacios abiertos con poca o ninguna vegetación, palma africana, matorrales y zonas agrícolas heterogéneas	> 200	Muy alta	89.4 %
Bosque, caña de azúcar, cultivos permanentes arbóreos y hule	50 – 200	Alta	9.3 %
Pastizales y urbano	10 – 50	Moderada	1.3 %

Nota. 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).

Otro factor decisivo que provoca erosión hídrica es la agresividad de la precipitación pluvial o erosividad, que en el caso de la mayor parte de la superficie de la cuenca del río Samalá se encuentra entre las categorías muy alta, severa y extremadamente severa. Adicionalmente, el factor topográfico (inclinación y longitud de la pendiente) es alto en la cuenca media-alta, a excepción de la parte central del valle tectónico de Samalá; mientras que en el resto de la cuenca es bajo. La susceptibilidad de los suelos a ser erosionados o erodabilidad es media en la mayor parte de la cuenca (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2021). Sin embargo, predominan los suelos andisoles, que son naturalmente 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).

Morfológicamente, la cuenca posee alto potencial de producción de escorrentía superficial y baja permeabilidad lo que, en combinación con su relieve irregular en la parte media-alta, la hace susceptible a erosión hídrica intensa y a un alto potencial de transporte de sedimentos por el río Samalá, especialmente por la caída abrupta que presenta su cauce desde la cuenca alta. La combinación de factores como el cambio de uso/cobertura de la tierra en las zonas con alta susceptibilidad de los suelos, la agresividad de las lluvias y la topografía abrupta del terreno promueve el incremento de la erosión hídrica y la producción de sedimentos que se transportarán en el río; situación que se vería modificada, positiva o negativamente, con la implementación de prácticas de

conservación. Esto es clave en esta cuenca considerando que el 47.9 % de su territorio tiene aptitud agrícola, donde es mandatorio implementar dichas prácticas (Instituto Nacional de Bosques, 2000).

En Guatemala no existe legislación relativa a la degradación de las tierras; sin embargo, la Política de Degradación de Tierras, Desertificación y Sequías se encuentra en proceso de formulación (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2021); y la iniciativa de Ley de Manejo, Conservación y Restauración de Suelos Agrícolas está pendiente de aprobación por parte del Congreso (Congreso de la República de Guatemala, 2022). Adicionalmente, existe poca aplicación y cumplimiento de la legislación ambiental relacionada 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).

1.3.5.2 Efectos

Uno de los efectos de la pérdida de suelo por erosión hídrica es el potencial azolvamiento en el cauce de los ríos, principalmente en la cuenca baja (Centro Experimental para el Desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa Rural y Alternativas de Desarrollo, 2008), ya que el paisaje en esta zona tiene terrenos con pendientes planas, lo que limita el transporte de sedimentos por acción del relieve, provocando inundaciones fluviales (Castillo y Allan, 2007). Por otro lado, esto podría ocasionar el cierre de cualquiera de las tres bocanarras del río Samalá, de las cuales dos de ellas redujeron su abertura entre 1999 y 2015 (Pellecer Aguirre, 2015). Se considera que el aporte de sedimentos pudo haber contribuido a dicha reducción.

El suelo es el sustrato que da soporte a los cultivos y es la fuente de nutrientes, pero cuando su fertilidad merma, se reduce la producción y productividad de los campos dedicados a la agricultura (Akinrinde, 2004), afectando la seguridad alimentaria (Gebrehiwot, 2022). Los suelos severamente degradados incluso pueden desertificarse (Godone & Stanchi, 2011), con lo cual se reduce su capacidad productiva de bienes y servicios ecosistémicos (Brown, 1981; Young, 2000). La erosión hídrica también provoca la pérdida de las funciones ecológicas y biodiversidad del suelo, como la regulación de nutrientes y agua (Costantini *et al.*, 2018; Steinhoff-Knopp *et al.*, 2021), además de la pérdida de carbono orgánico (Hernández *et al.*, 2014) que produce emisiones de efecto invernadero y reduce el almacenamiento de este elemento en el suelo (Lal, 2020).

La problemática provocada por la erosión hídrica es crítica en la cuenca del río Samalá, ya que el 45.1 % de sus tierras está sobreutilizado. En este caso, la erosión hídrica es 3.6 veces mayor en comparación con las tierras que tienen uso correcto y 3.9 veces mayor con relación a las tierras subutilizadas.

1.3.6 Escasez de agua

1.3.6.1 Causas

Una causa de la escasez de agua es el incremento de la población que habita en las cuencas hidrográficas, ya que aumenta la presión sobre la demanda de agua para diferentes tipos de consumo. Se estima que en la cuenca del río Samalá la población pasó de 617 051 a 816 181 entre 2002 y 2018, lo cual significa un incremento del 32.3 %. La mayor parte de la población se concentra en la cuenca alta, que corresponde a los departamentos de Quetzaltenango y Totonicapán. Otra causa son las variaciones en la disponibilidad hídrica u oferta hidrológica, ya que han existido cambios de uso/cobertura de la tierra que afectan su dinámica.

Los impulsores de variabilidad y cambio climático también pueden causar escasez de agua. La precipitación pluvial media anual en la cuenca fue de 1784.9 ±851.0 mm entre 1991 y 2020, lo cual evidencia una variación alta de los acumulados anuales en dicho período. En la región de occidente la precipitación media anual incrementó durante el período 2001-2014, en comparación con el periodo 1971-2000; y ocurrió lo opuesto con la temperatura media anual (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 2018). Según la variabilidad de la época lluviosa entre 1980 y 2018, las duraciones más frecuentes fueron de 115 a 150 días y 150 a 175 días (Orrego *et al.*, 2021). En cuanto a la canícula (1980-2019), las duraciones más cortas ocurrieron en la cuenca baja (15-25 días), mientras que en la cuenca alta fue de 46 a 55 días, con intensidades desde -150 a 50 mm y una precipitación pluvial media menor a 200 mm (Orrego *et al.*, 2022). La amenaza por sequía es alta en la cabecera de la cuenca, donde se encuentra concentrada la población de esta cuenca (Ciudad de Quetzaltenango), y extremadamente alta en la zona adyacente a la línea costera (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2015).

Otras causas de escasez hídrica son: (a) contaminación, que ocurre especialmente en esta cuenca por el vertido de aguas residuales sin tratamiento al río Samalá, producto de las actividades domiciliarias, industriales, agrícolas, textiles, entre otras; además de la proliferación de basureros clandestinos; lo cual afecta la salud humana (Organización Mundial de la Salud, 2022); (b)

falta de gobernanza del recurso hídrico con enfoque de cuenca hidrográfica; (c) cantidad de agua utilizada para la producción de bienes y servicios (huella hídrica), ya que durante los talleres de diagnóstico se identificó el uso indiscriminado y sin control del agua y las derivaciones de ríos por parte de la agroindustria en la cuenca baja; (d) falta de legislación y, en específico, de una Ley de Aguas en Guatemala para el abordaje del uso del agua (Global Water Partnership Centroamérica, 2015).

La cuenca hidrográfica del río Samalá se clasifica sin estrés hídrico (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, 2015), según el indicador de disponibilidad de agua dulce por habitante para actividades agrícolas, industriales, energéticas, domésticas y para mantener el medio ambiente (Falkenmark *et al.*, 1989; United Nations Development Programme, 2006). No obstante, esta situación no es generalizada. Por ejemplo, los municipios de Totonicapán, San Cristóbal Totonicapán, San Francisco El Alto, Cajolá, San Mateo, Concepción Chiquirichapa, Cantel y San Sebastián Retalhuleu están bajo estrés hídrico ($< 1000-1700 \text{ m}^3/\text{persona/año}$). Mientras, San Andrés Xecul, Momostenango, Quetzaltenango, Salcajá, Olinstepeque, San Juan Ostuncalco y Almolonga se consideran en condición de escasez crónica ($500-1000 \text{ m}^3/\text{persona/año}$) y La Esperanza en escasez absoluta o extrema ($< 500 \text{ m}^3/\text{persona/año}$).

1.3.6.2 Efectos

Los efectos de la escasez de agua se viven a diario e impactan a las poblaciones humanas que habitan en dicha condición. Entre los principales efectos están el deterioro del bienestar humano y de la calidad de vida, la inseguridad hídrica, la degradación de tierras, el incremento de la pobreza, la disminución de los niveles de agua subterránea y el incremento o apareamiento de conflictividad social (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2010; United Nations Water, 2007).

Cuando a dichos factores se suma la deficiente o falta de gestión del recurso hídrico en el área urbana (pero principalmente en la rural), la consecuencia es un acceso limitado al agua potable segura, lo que lleva a racionar la dotación del servicio. En la cuenca alta del río Samalá existe déficit en el abastecimiento de agua para consumo humano (Centro Experimental para el Desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa Rural y Alternativas de Desarrollo , 2008).

2 LÍNEA BASE

A continuación, se presenta la línea base o situación inicial de la cuenca hidrográfica del río Samalá, con base en las problemáticas priorizadas en la fase de su diagnóstico. La línea se compone de un conjunto de indicadores y sus variables cuantitativas y cualitativas. El valor inicial o de referencia fue obtenido a partir de la información primaria y secundaria de las fases anteriores (caracterizaciones, diagnóstico, 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 7). La línea base de la cuenca se sintetiza en la Tabla 8.

Tabla 7. 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 a escala de detalle, con levantamiento de información en campo (pruebas de infiltración, entre otras).
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 8. Indicadores de línea base relacionados con las problemáticas de la cuenca hidrográfica del río Samalá

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): 9490.41 ha Pérdidas brutas (2010-2016): 5598.45 ha Cambio neto (2010-2016): 3891.96 ha (+2.40 %) Cobertura forestal (2016): 21.0 % 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio neto positivo Aptitud forestal de la cuenca (protección y producción): 26.2 % 	Análisis temporal con imágenes satelitales	5 años	Toda la superficie de la cuenca
		Superficie con programas o iniciativas de manejo forestal sostenible	Superficie (ha, %)	<ul style="list-style-type: none"> Superficie de la cuenca con incentivos forestales (1998-2020): 9.6 % (15 632.76 ha) 	Incremento de la superficie con incentivos en apoyo al aumento de cobertura forestal	Análisis temporal con registros del INAB	5 años	Toda la superficie de la cuenca
		Potencial de 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 Samalá: 9.58 % (188.6 ha) Río Oc: 18.68 % (67.04 ha) Río Ixpatz: (8.36 %) 37.75 ha 	<ul style="list-style-type: none"> Río Samalá: 1968.44 ha Río Oc: 358.96 ha Río Ixpatz: 451.83 ha 	Análisis temporal con imágenes satelitales	5 años	Ríos Samalá, Oc e Ixpatz
		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 protección con cobertura	Cobertura vegetal en la zona donde se ubican las fuentes de agua para consumo	Análisis temporal con imágenes	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		forestal en toda la superficie de la cuenca	humano, o en su zona de recarga	nes satelitales y/o visitas de campo		
		Cobertura forestal en 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 Samalá 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 % (34) de las municipalidades con superficie en la cuenca del río Samalá cumple con el estudio	Consulta integrada al MARN	5 años	Las 34 municipalidades con superficie en la cuenca del río Samalá
		Plan municipal para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes	Informe	Cuatro municipios cuentan con servicio público para la gestión y manejo de residuos y desechos sólidos con plan de manejo o manual de operación y mantenimiento (Quetzaltenango, Salcajá, Sibilia, San Francisco El Alto)	El 100 % (34) de las municipalidades con superficie en la cuenca del río Samalá cuenta con el plan	Consulta integrada al MARN	Actualización: 5 años; evaluación: 1 año	Las 34 municipalidades con superficie en la cuenca del río Samalá
		Actividades para la gestión integral de residuos y	t/año	El 7 % de los municipios en la cuenca cuenta con planta de clasificación de residuos operando, 54 % con algún	Cumplimiento de las actividades para la gestión integral de los residuos y desechos	Consulta y análisis del estudio bianual de	Anual	Las 34 municipalidades con superficie en la cuenca

Problema	Indicadores	Variables	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
Mal manejo de los desechos sólidos		desechos sólidos		programa de reciclaje, 0 % con planta de compostaje operando y 54 % con tren de aseo. Sólo Cantel cuenta con relleno sanitario con dictamen del MSPAS y licencia ambiental aprobada por el MARN.	sólidos según el reglamento (Acuerdo Gubernativo 164-2021)	Segeplán, y consulta y análisis al MARN		del río Samalá
Falta de gobernanza con enfoque de cuenca	Gobernanza	Índice de gestión municipal	Índice de la gestión municipal (<i>ranking</i> municipal) y los índices que lo integran	El 44 % de los municipios de la cuenca está dentro de la categoría baja del índice de gestión estratégica, 26 % en la media-baja y 29 % en la media. El 50 % de los municipios de la cuenca está en la categoría baja del índice de servicios públicos, 29 % en la media-baja y 21 en la % media.	Categorías alta y media-alta	Índice de la gestión municipal	Bianual	Las 34 municipalidades con superficie en la cuenca del río Samalá
		Coordinación interinstitucional, participación e integración de actores con enfoque de cuenca	Acta de constitución de la mesa técnica u otra plataforma de gestión	No existe la mesa técnica de la cuenca del río Samalá. Sin embargo, existe la Mesa Occidental del Agua (MOA), además de otras plataformas de gestión territorial enfocadas en la gobernanza forestal	Constitución y conformación de la mesa técnica de la cuenca del río Samalá con integración de sus actores de la parte alta, media y baja y/u otras plataformas de gestión	Revisión documental, conformación de mesa técnica u otras platafor-	Anual	Toda la cuenca

Problema	Indicadores	VARIABLES	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
Falta de gobernanza con enfoque de cuenca	Gobernanza		del territorio con enfoque de cuenca; informes, minutas, eventos, reuniones, u otros.	(Mesaforc VI, Mesa de Restauración Forestal, Bosque Comunal de los 48 Cantones, entre otras.)	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)	mas; revisión documental de reuniones y actividades.		
Descarga de aguas residuales sin tratar o con tratamiento limitado	Tratamiento de aguas residuales municipales	Estudio técnico de aguas residuales (artículo 5 del Acuerdo Gubernativo 236-2006)	Informe	El 76.5 % (26) de los municipios con superficie en la cuenca ha cumplido con el estudio técnico de aguas residuales.	El 100 % (29) de las municipalidades con superficie en la cuenca del río Samalá cuenta con el estudio técnico	Consulta integrada al MARN	5 años	Las 34 municipalidades con superficie en la cuenca del río Samalá
		Plantas de tratamiento de aguas residuales que descargan al alcantarillado público y/o cuerpos receptores	Número de PTAR funcionando; cumplimiento de LMP; % de eficiencia de remoción; % de descargas con tratamiento	Al 2021 existen 49 plantas de tratamiento de aguas residuales, de las cuales sólo el 54 % está en funcionamiento, 27 % en construcción y el resto 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 con plantas de	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 limitado	Tratamiento de aguas residuales municipales				tratamiento de aguas residuales en funcionamiento, cumple con los límites máximos permisibles de descarga y tiene altas eficiencias de remoción.			
Erosión hídrica	Pérdida de suelo	Erosión hídrica potencial a escala de cuenca	t/ha/año	Cuenca del río Samalá: 402 t/ha/año	Ligera (≤ 10 t/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 existe información actualizada sobre la erosión hídrica medida en campo en la cuenca.	Ligera (≤ 10 t/ha/año)	Clavos de erosión y parcelas de escorrentía (dedicación total), priorización por nivel de erosión	Anual	Principales usos/coberturas de la tierra en la cuenca
	Manejo del suelo	Conservación del suelo	Superficie (hectáreas)	En la subcuenca del río Xequijel en terrenos de alta pendiente (16-30 %) y en áreas de cultivo de hortalizas se recomiendan una serie de prácticas de conservación del suelo.	Prácticas de conservación del suelo en las zonas de erosión hídrica moderada, alta y muy alta.	Diseño e implementación de prácticas de conservación de suelo	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	Manejo del suelo			No existe información actualizada sobre prácticas de conservación del suelo implementadas en la cuenca. Al cierre de este documento no se tiene información sobre el Proyecto de Estipendios para la recuperación de suelos del MAGA.				
Escasez de agua	Disponibilidad de agua u oferta hídrica	Caudal	Caudal volumétrico (m ³ /s)	<ul style="list-style-type: none"> Caudal medio anual de la estación hidrométrica Candelaria (2004-2014): 9.4 m³/s Caudal de la presa Santa María (2008): 5.8 m³/s Caudales promedio de las primeras 20 semanas del año del período 2016-2021: (a) río Samalá (El Niño): 13.28 m³/s, (b) río Samalá próximo a la desembocadura: 12.15 m³/s. 	Según el balance hidrológico de la cuenca y sus cuencas de mayor nivel; estudio que no existe para esta cuenca con caudales calibrados.	Sección-velocidad, vertederos, radar-curva de calibración	Diario y semanal, discretizándose según época (seca y lluviosa)	Ríos Samalá, Oc e Ixpatz (parte alta, media y baja)
		Profundidad del agua subterránea (nivel freático)	Profundidad del nivel freático (m) y mapa de isopiezas	<ul style="list-style-type: none"> En el abanico aluvial del río Samalá la profundidad del nivel freático (2018, 2019, 2021), se ha mantenido entre 2 a 6 m en el mes de julio. 	Según las condiciones intrínsecas del lugar (geología, litología, recarga, unidades hidrogeológicas, suelo, topografía, conductividad hidráulica, otros),	Medición en campo con cinta métrica	Mensual	Acuíferos identificados

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			<ul style="list-style-type: none"> La profundidad del agua subterránea en el acuífero superior de Quetzaltenango va desde 7 a 98 m (Tacam Sic, 2011). El acuífero inferior de Quetzaltenango tiene profundidades entre 50 a 120 m (Herrera Ibáñez, 2016). En el acuífero Totonicapán la profundidad va de 6 a 60 metros (Herrera Ibáñez, 2016). 	uso/cobertura de la tierra, clima y presión antrópica. El valor ideal es que los niveles se mantengan estables, sin tendencia a disminuir.			
		Disponibilidad de agua subterránea (recarga hídrica, extracciones, descargas naturales)	millones de m ³ /año	<ul style="list-style-type: none"> El acuífero de Quetzaltenango posee una disponibilidad y extracción igual a 93.6 y 45.6 millones de m³, con un potencial de aguas subterráneas igual a 48.00 millones de m³ El acuífero Totonicapán tiene 52.8, 32.4 y 20.4 millones de m³ de disponibilidad, extracción y potencial, respectivamente (Herrera Ibáñez, 2016). Al 2008, se estimó una recarga de 157 mm anuales en la cuenca alta del río Samalá. 	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	Disponibilidad de agua u oferta hídrica	Agua dulce disponible por persona (cuencas, subcuencas, municipios)	Indicador de agua dulce por habitante (m ³ /persona/año)	<ul style="list-style-type: none"> La recarga anual media simulada para la cuenca es de 470.4 mm/año (2015) La cuenca Samalá no tiene estrés hídrico (> 1700 m³/persona/año). Municipios con estrés hídrico (1000-1700 m³/persona/año): Totonicapán, San Cristóbal Totonicapán, San Francisco El Alto, Cajolá, San Mateo, Concepción Chiquirichapa, Cantel y San Sebastián. Municipios con escasez crónica (500-1000 m³/persona/año): San Andrés Xecul, Momostenango, Quetzaltenango, Salcajá, Olinstepeque, San Juan Ostuncalco y Almolonga. La Esperanza tiene escasez absoluta o extrema (< 500 m³/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	Categorías del índice (A, B, C, D)	Actualmente no existe información a detalle sobre el acceso óptimo a escala municipal.	Acceso óptimo (> 100 litros/persona/día): categoría A del índice	Revisión de información municipal (PDM-OT), entrevistas	Anual	Las municipalidades con superficie en la cuenca del río Samalá

Problema	Indicadores	VARIABLES	Unidad de medida	Valor actual	Valor ideal	Método	Frecuencia de medición	Lugar de medición
Escasez de agua	Agua para consumo humano	consumo humano				a directivos de oficinas municipales de agua y saneamiento		con presencia de habitantes
		Cobertura de agua potable/entubada segura (apta para consumo humano)	Porcentaje de la cobertura de 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 microbiológico de la Norma Técnica Guatemalteca 29001 	Revisión de información municipal (PDM-OT)	Anual	Las municipalidades con superficie en la cuenca del río Samalá 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"> • Caña de azúcar (2020): 115 m³/t • Aguacate altiplano central (2020): 757-848 m³/t (plantaciones >= 5 años) 	Huella hídrica integrada: <ul style="list-style-type: none"> • Caña de azúcar: 1666-1782 m³/t • Aguacate: 1981 m³/t (media mundial, plantaciones >= años) • Café: 15 897 (verde) a 18 925 (tostado) m³/t • Maíz: 1222 m³/t 	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
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, químicos y microbiológicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Ya en el año 2000 el río Samalá se consideraba severamente contaminado por fuentes biológicas e industriales. • Según el monitoreo de las fuentes superficiales en la cuenca alta (2008), se determinó la presencia de coliformes fecales (> 2420 NMP/100 ml). • Entre 2004-2005, según el índice simplificado de calidad del agua (ISQA), la calidad del agua fue admisible en la estación hidrológica el Túnel y la Finca El Rodeo, y buena en la estación hidrológica Cantel. • Debido a su buena permeabilidad, capacidad de almacenamiento y transmisión, el acuífero de Quetzaltenango es susceptible a la contaminación por acción antrópica. • En pozos y manantiales de la cuenca alta (2011-2012) se ha identificado la 	<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 • Los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua subterránea no reflejan la influencia de actividades antrópicas 	ICA, BMWP-Atitlán, IBF, Coganor 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
Escasez de agua	Calidad del agua			<p>presencia de especies iónicas provenientes de aguas residuales, nitratos y cloruros asociados a la actividad agrícola, así como coliformes.</p> <ul style="list-style-type: none"> No existen estudios con información sobre IBF, ICA y BMWP-Atitlán. 				

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

3 ZONIFICACIÓN TERRITORIAL

Por medio de la zonificación territorial de la cuenca hidrográfica del río Samalá se delimitaron zonas homogéneas con base en variables espaciales. Dichas zonas guiarán la ubicación de las acciones del plan de manejo integral de esta cuenca que serán implementadas.

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 (> 450 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 7).

La zonificación de manejo especial se refiere a aquellas áreas que tienen algún riesgo bajo los siguientes criterios:

- 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 y susceptibilidad por inundaciones (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, 2015; Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 2017);
- iii. amenaza por flujos piroclásticos del complejo de domos Santiaguito (Barillas-Cruz *et al.*, 2003);

- iv. sitios de potencial contaminación por presencia de basureros (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2021) (Figura 7).

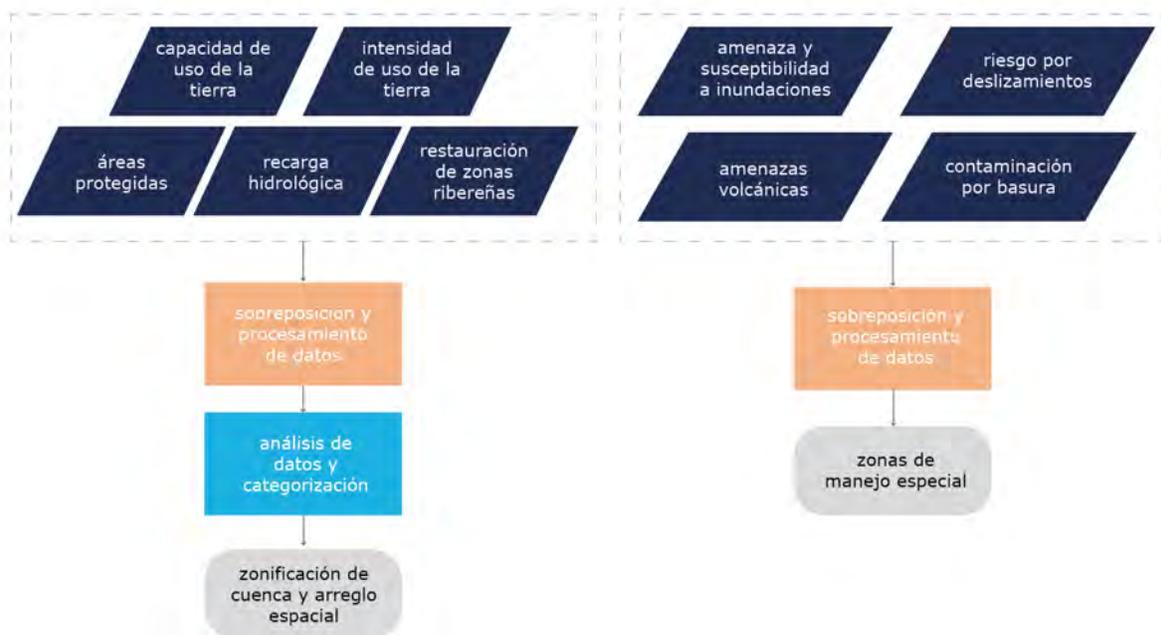


Figura 7. Metodología para la zonificación territorial de la cuenca del río Samalá

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

A continuación, se describen las categorías de las zonas territoriales definidas (Tabla 9 y Tabla 10).

Tabla 9. Categorías de zonificación territorial para la cuenca del río Samalá

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.

Código	Categoría	Descripción general
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.
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 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 ≥ 450 mm/año según el balance hidrológico de 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 Samalá, Oc e Ixpatz

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

Tabla 10. Categorías de zonas de manejo especial en la cuenca del río Samalá

Categoría	Descripción
Áreas susceptibles a inundaciones	Áreas susceptibles a inundación con períodos de retorno igual a 2, 10, 30 y 50 años; y 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).
Amenaza volcánica	Zonas de amenaza por flujos piroclásticos del complejo de domos Santiaguito.
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 Samalá establece que el mayor porcentaje de superficie corresponde a la producción agrícola anual tecnificada con o sin prácticas de manejo y/o ganadería (43.72 %), principalmente en la cuenca baja y en el valle tectónico de Samalá. Le siguen la producción forestal (17.03 %) y la producción agroforestal con cultivos anuales (11.42 %) (Tabla 11 y Figura 8).

Tabla 11. Categorías de zonificación del territorio en la cuenca del río Samalá

Código	Categorías	Área	
		km ²	%
A1	Producción agrícola anual tecnificada con o sin prácticas de manejo y/o ganadería	709.65	43.72
A2	Zonas silvopastoriles y zonas de producción ganadera	53.22	3.28
B1	Producción agroforestal con cultivos anuales	185.37	11.42
B2	Producción agroforestal con cultivos permanentes	91.42	5.63
B3	Zonas de producción forestal	276.34	17.03
C1	Zonas para la protección forestal	78.73	4.85
C2	Áreas protegidas	98.39	6.06
C3	Humedales y cuerpos de agua	49.76	3.07
D1	Zonas urbanas	80.47	4.96

Fuente: elaboración propia (2022).

Las zonas de alta recarga hídrica (> 450 mm/año) están localizadas entre la cuenca media y alta, en el complejo volcánico Santa María-Santiago y zonas adyacentes; y representa el 16.8 % de la superficie de la cuenca. El potencial de restauración de la zona ribereña (ríos Samalá, Oc, e Ixpatz) representa el 57.3 % de la superficie de la franja de hasta 35 m de ambos lados del cauce (Tabla 12 y Figura 9).

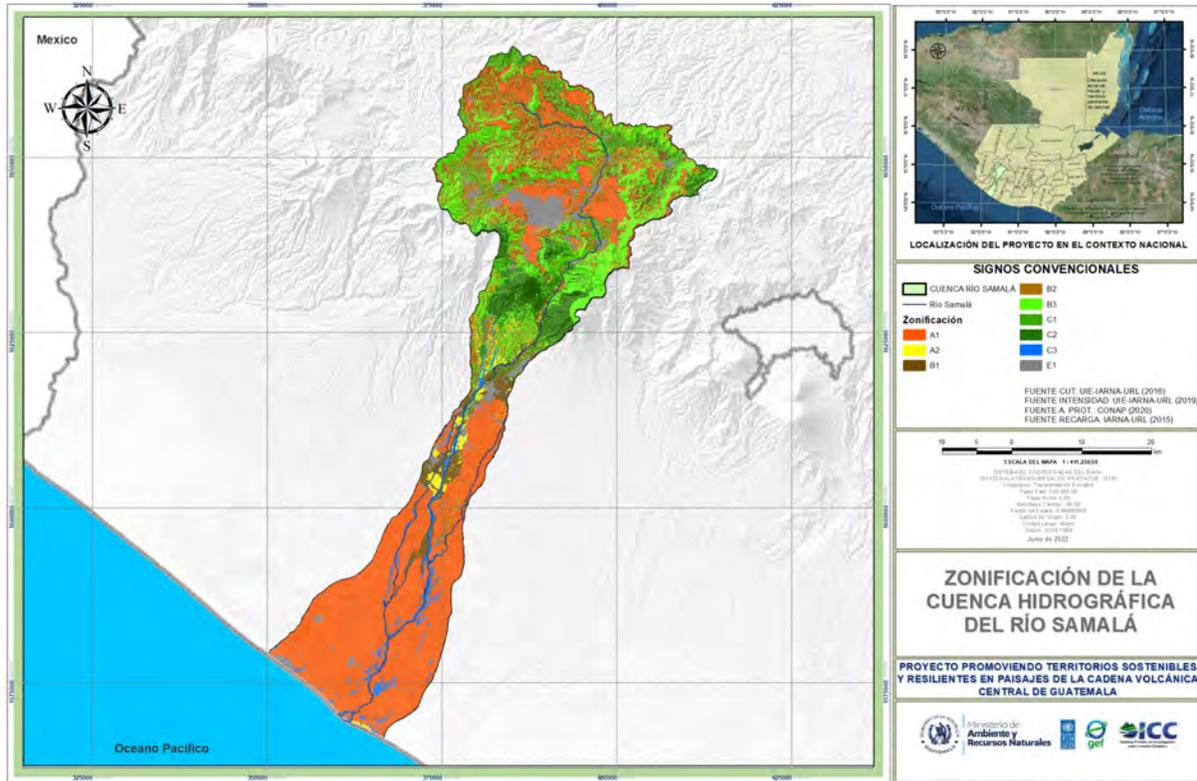


Figura 8. Zonificación territorial de la cuenca hidrográfica del río Samalá
Fuente: elaboración propia (2022).

Tabla 12. Categorías de zonificación del territorio en la cuenca del río Samalá (continuación)

Categoría		Área	
		km ²	% ¹
Potencial de restauración de la zona ribereña (35 m a ambos lados): Samalá, Oc e Ixpatz	Alta	4.59	16.5
	Media	8.23	29.6
	Baja	3.12	11.2
Zonas de alta recarga hídrica		272.02	16.8

Nota. 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).

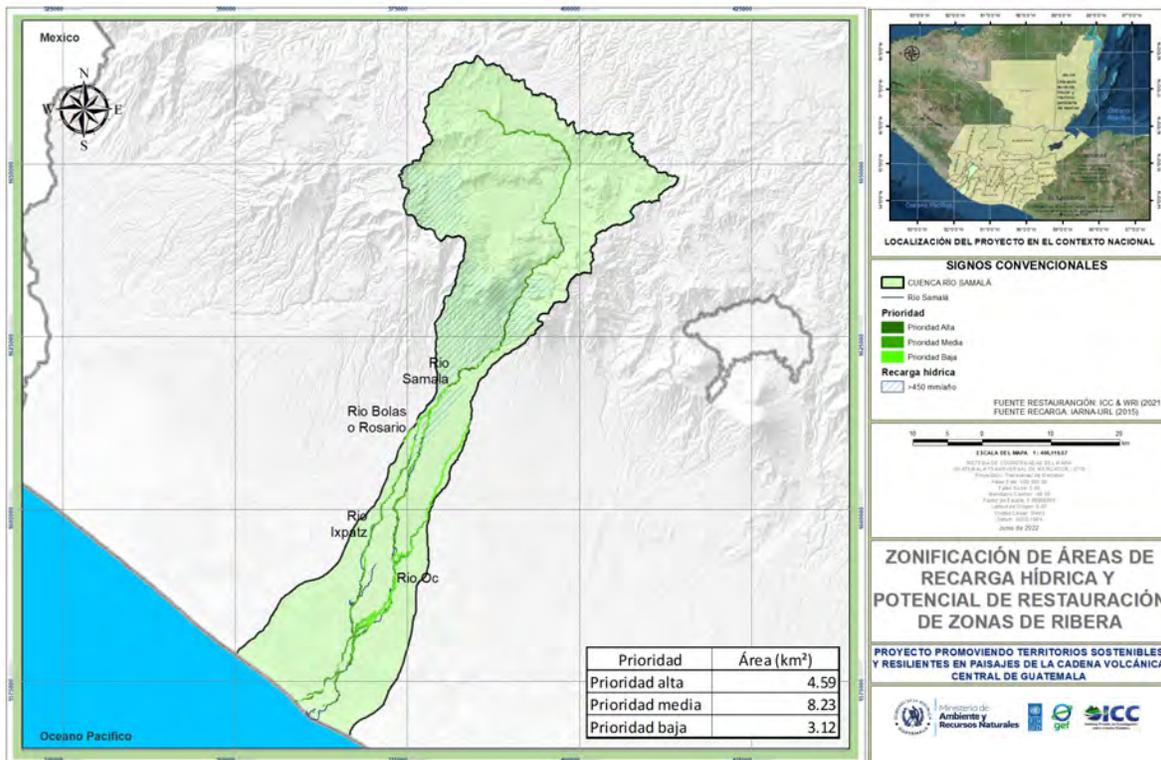


Figura 9. Zonificación de las áreas de alta recarga hídrica y potencial de restauración de las zonas de ribera en la cuenca del río Samalá
Fuente: elaboración propia (2022).

Las zonas de manejo especial representan el 36.4 % de la superficie de la cuenca hidrográfica del río Samalá. Las inundaciones amenazan principalmente a la cuenca baja, además de algunas partes del valle tectónico de Samalá; mientras que el riesgo a deslizamientos afecta a la cuenca alta. El complejo de domos Santiaguito representa la amenaza volcánica en esta cuenca. Los basureros, que en su mayoría son clandestinos, constituyen sitios de potencial contaminación en la cuenca (Tabla 13 y Figura 10).

Tabla 13. Categorías de las zonas de manejo especial en la cuenca del río Samalá

Categoría	Área		Ubicación
	km ²	% ¹	
Riesgo a deslizamientos	167.61	10.3	Cuenca media-alta
Amenaza por inundaciones	255.86	15.8	Cuenca baja y alta
Amenaza volcánica (piroclastos)	167.71	10.3	Alrededores del complejo de domos Santiaguito

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

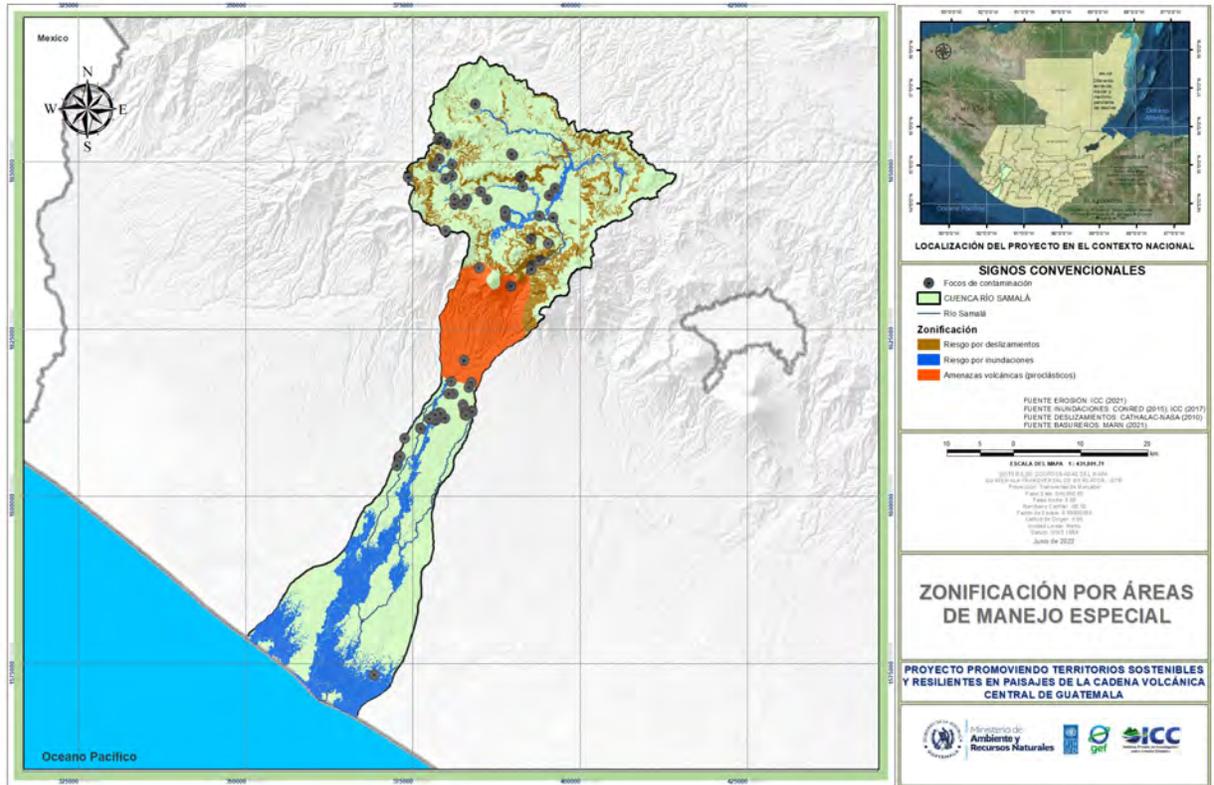


Figura 10. Zonificación de las áreas de manejo especial de la cuenca hidrográfica del río Samalá
 Fuente: elaboración propia.

4 PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE CUENCA

4.1 Resumen ejecutivo

El Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Samalá fue formulado para dar atención a las seis problemáticas identificadas y priorizadas durante el proceso de diagnóstico participativo realizado en el territorio, 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) descarga de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente, (v) erosión hídrica y (vi) escasez de agua.

Una de las causas de la pérdida de cobertura forestal en esta cuenca es la habilitación de áreas con cobertura forestal para otros usos de la tierra (agrícola, ganadería, expansión urbana, infraestructura), tanto en la costa sur como en el occidente. Según la dinámica forestal entre 2001 y 2016, la tasa de deforestación anual fue igual al 0.07 % durante el período 2006-2010; mientras que en los períodos de 2001-2006 y 2010-2016 se presentaron tasas de incremento anual forestal de 0.88 % y 2.45 %, respectivamente. En cuanto a las pérdidas se considera importante identificar su localización en correspondencia al tipo de ecosistema, y continuar con el incremento forestal. Lo anterior está vinculado al déficit anual de leña en la cuenca, que es de 281.245 toneladas de biomasa/año, considerando que la demanda supera por seis veces su oferta.

Respecto al mal manejo de los desechos sólidos, desde el 2008 se han identificado basureros en la cuenca alta que no cuentan con un plan de manejo, como el basurero del Valle del Palajunoj, que ha estado vinculado con la conflictividad social que llevó a la acumulación de basura en las calles de la ciudad de Quetzaltenango. Más del 90 % del estimado de generación de basura anual (216 922 toneladas métricas) de la cuenca se produce en la cuenca alta (Quetzaltenango y Totonicapán), donde habita más del 80 % de su población total. El municipio de Quetzaltenango es el que genera más basura per cápita (1.81 kg/persona/día). Para septiembre de 2021 se registraban 69 basureros de tipo clandestino.

La falta de gobernanza con enfoque de cuenca hidrográfica es una realidad que fue diagnosticada en este territorio. Una de sus principales causas es la pobre o débil participación, integración, articulación y diálogo entre actores con dicho enfoque territorial. No obstante, se identificaron algunas propuestas que promueven la gobernanza con enfoque forestal, como la Mesa Forestal de

Concertación Forestal de la Región VI (Mesaforc VI), la Mesa de Restauración Forestal, el Proyecto de Gobernanza Forestal y Diversificación de Medios de Vida, y el Bosque Comunal de los 48 Cantones, que es emblemático por la gobernanza indígena basada en la cosmovisión, equidad, inclusión y sostenibilidad. En materia de agua está la Mesa Occidental del Agua (MOA) y la Mancomunidad de Municipios Metrópoli de Los Altos.

Con relación a la descarga de aguas residuales, el índice de servicios públicos del *Ranking de la Gestión Municipal 2018* (que dentro de sus variables toma en cuenta la recolección de aguas pluviales y residuales, la cobertura del servicio público de agua, la gestión y manejo de los desechos sólidos y otros servicios), establece que el 50 % de los municipios de la cuenca del río Samalá se encuentra dentro de la categoría baja. Se estima que en la cuenca se deben tratar anualmente más de 24 millones de metros cúbicos de aguas residuales domiciliarias, de las cuales la mayoría provienen de los municipios de Quetzaltenango, Totonicapán, San Francisco el Alto, San Juan Ostuncalco y Cantel. El 80 % de las aguas residuales se produce entre la cuenca media y alta. Además, el 24 % de las municipalidades no ha cumplido con el estudio técnico de aguas residuales, y al 2021 el 46 % de las 48 plantas de tratamiento no estaba en funcionamiento.

La erosión hídrica en la cuenca se debe a sus características morfológicas moldeadas por la evolución del paisaje y que brindan un alto potencial erosivo en la cuenca media-alta, que aprovecha el cambio abrupto de pendiente en la zona que se extiende al sur del complejo de domos Santiaguito para el transporte de sedimentos. La erosión hídrica potencial estimada para la cuenca es de 402 toneladas métricas por hectárea por año (t/ha/año).

En la cuenca se presenta escasez de agua. Una de las causas es el incremento del 32.3 % de la población ocurrido entre 2002 y 2018, lo cual se relaciona con la disponibilidad de agua dulce por habitante. Se considera que en la porción ubicada dentro de la cuenca Samalá de los municipios de Totonicapán, San Cristóbal Totonicapán, San Francisco El Alto, Cajolá, San Mateo, Concepción Chiquirichapa, Cantel y San Sebastián Retalhuleu, el estrés hídrico es bajo (<1000-1700 m³/persona/año). Sin embargo, San Andrés Xecul, Momostenango, Quetzaltenango, Salcajá, Olintepeque, San Juan Ostuncalco y Almolonga se encuentran en condición de escasez crónica (500–1000 m³/persona/año); mientras que La Esperanza tiene escasez absoluta o extrema (< 500 m³/persona/año). Algunos elementos que aportan a la escasez de agua son la contaminación, la variabilidad y cambio climático, la huella hídrica o cantidad de agua que es utilizada para la producción de bienes y servicios (en el diagnóstico se identificó el uso indiscriminado y sin control del agua y las

derivaciones de los ríos por parte de la agroindustria en la cuenca baja) y la deficiente o falta de gestión del recurso hídrico que lleva al limitado acceso a agua potable segura.

El Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Samalá está integrado por seis programas, que a su vez suman 25 actividades que aportan de manera conjunta a la reducción del efecto negativo de las problemáticas priorizadas a través del abordaje de los siguientes temas: forestal, desechos sólidos, gobernanza, agua, suelo y riesgo. Las actividades se vinculan con las variables priorizadas de desarrollo nacional de "gestión integral sostenible del territorio con enfoque de cuenca hidrográfica" y "democracia y gobernabilidad"; así como con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y el cambio climático. Los seis programas son: (i) restauración forestal y de biodiversidad, (ii) manejo y gestión de los desechos sólidos, (iii) gobernanza con enfoque de cuenca, (iv) gestión del agua, (v) manejo y conservación del suelo, y (vi) gestión del riesgo.

Este plan se justifica, en primera instancia, porque atiende las problemáticas priorizadas. Adicionalmente, con su formulación se da cumplimiento a los componentes de caracterización, diagnóstico y plan de manejo de cuenca establecidos en el Acuerdo Gubernativo 19-2021 (Disposiciones para Promover la Protección y Conservación de Cuencas Hidrográficas de la República de Guatemala); entre otra legislación relacionada con los recursos naturales.

El Plan está planteado para intervenir el territorio de la cuenca del río Samalá a través de acciones asociadas a una zonificación del territorio en un horizonte de 10 años, que se cumplen en 2032. Se propone que la ejecución del Plan sea dirigida por la Mesa Técnica de la Cuenca del Río Samalá, cuya conformación e integración figura bajo el Acuerdo Gubernativo 19-2021, donde se establece 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".

Bajo la legislación en mención, la mesa técnica se vincula con el rol de ejecución del Plan, sin embargo, se abre a las posibilidades de que la misma dinámica legislativa futura identifique a otra organización para tales fines. La organización de cuenca debe cumplir con la integración, participación diferenciada y articulación de sus actores para consolidar la gobernanza con enfoque de cuenca.

La estrategia de ejecución y financiamiento de este plan partirá del rol que jugará la mesa técnica para gestionar los recursos 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 adopción del Plan inicia con su socialización y comunicación. Seguidamente, esta herramienta de planificación estratégica deberá ser escalada e institucionalizada a través de acciones en el territorio y la operativización de la plataforma de gobernanza u organización de cuenca, con lo cual se promueve la sostenibilidad del territorio.

4.2 Visión

Para el año 2032, los habitantes de la cuenca hidrográfica del río Samalá participan 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, la gestión de residuos y desechos sólidos, y del riesgo; con el fin de mejorar el bienestar humano inclusivo y económico, y aportar a la sostenibilidad ambiental.

4.3 Misión

Los actores y gobiernos locales integrados en la cuenca hidrográfica del río Samalá implementan acciones coordinadas para la solución de las problemáticas priorizadas y la gestión del riesgo; a través 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; con el fin de mejorar el bienestar humano inclusivo y económico, y procurar la sostenibilidad ambiental.

4.4 Horizonte

El horizonte para la ejecución del Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Samalá es de 10 años (Anexo 3); y se realizará a través de la implementación de las actividades integradas en los programas del Plan, tomando como referencia la línea base de la cuenca.

4.5 Justificación

En la cuenca hidrográfica del río Samalá existen diversas problemáticas desde un contexto local o comunitario hasta lo regional, considerando que está integrada por cinco departamentos y 34 municipios. Las problemáticas priorizadas en esta cuenca son: (i) pérdida de la cobertura forestal, (ii) mal manejo de los desechos sólidos, (iii) falta de gobernanza, (iv) descarga de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente, (v) erosión hídrica y (vi) escasez de agua. Adicionalmente, se identifican otras problemáticas como la degradación de los ecosistemas, la débil educación ambiental, las malas prácticas agrí-

colas y ganaderas, la falta de ordenamiento territorial, las amenazas volcánicas (complejo de domos Santiaguito), la pobreza, la amenaza por inundaciones, la conflictividad por tenencia de la tierra y la construcción de viviendas en zonas de riesgo.

Este Plan se justifica porque atiende las seis problemáticas priorizadas por los actores de la cuenca a través de diferentes actividades y mediante el enfoque de cuenca hidrográfica, con lo cual se pretende mejorar su estado actual. Adicionalmente, se justifica porque da cumplimiento al Acuerdo Gubernativo 19-2021 en los componentes de caracterización, diagnóstico, plan de cuenca y conformación de mesa técnica. Asimismo, promueve el cumplimiento de otra legislación relacionada con los recursos naturales (Ley Forestal), contaminación (aguas residuales, gestión integral de desechos) y cambio climático. También se relaciona con los ODS y las variables priorizadas de desarrollo nacional.

4.6 Objetivos

4.6.1 Objetivo general:

Mejorar el estado actual de los bienes y servicios ecosistémicos de la cuenca hidrográfica del río Samalá; priorizando los recursos agua, suelo, paisaje forestal y biodiversidad; así como la gobernanza con enfoque de cuenca, y la gestión del agua, de los residuos y desechos sólidos y del riesgo; con el fin de mejorar el bienestar humano inclusivo y económico, la provisión de bienes y servicios ecosistémicos, el desarrollo sostenible y la reducción de la degradación ambiental.

4.6.2 Objetivos específicos:

1. Restaurar, recuperar y conservar el paisaje forestal y la biodiversidad asociada a este; a través de acciones de restauración forestal, manejo de áreas protegidas, desarrollo en zonas de aptitud forestal y agroforestal, protección de zonas de recarga hídrica, manejo de incendios y uso eficiente de la leña.
2. Manejar y gestionar de forma integral los desechos y residuos sólidos producidos en la cuenca, con la participación y abordaje desde lo local (comunidades), municipal y mancomunado.

3. Fomentar y fortalecer la gobernanza del territorio 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 a 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. Mejorar el estado de los recursos hídricos superficiales y subterráneos de la cuenca que son fuente para consumo humano, uso productivo y para los ecosistemas; a través de la acción coordinada, participativa e inclusiva.
5. Manejar y conservar el ecosistema suelo para el aprovisionamiento de alimentos para las poblaciones y la producción de bienes y servicios ecosistémicos; por medio de acciones de manejo, restauración y conservación de suelos.
6. Reducir el riesgo por inundaciones, deslizamientos y amenazas volcánicas a través del mejoramiento de la capacidad adaptativa y resiliencia de la población.

La matriz del marco lógico del Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Samalá se detalla en la Tabla 14.

4.7 Marco lógico

Tabla 14. Matriz del marco lógico del Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Samalá

Estrategia	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos importantes
<p>Objetivo a largo plazo o general:</p> <p>Mejorar el estado actual de los bienes y servicios ecosistémicos de la cuenca hidrográfica del río Samalá; priorizando los recursos agua, suelo, paisaje forestal y biodiversidad; así como la gobernanza con enfoque de cuenca, y la gestión del agua, de los residuos y desechos sólidos y del riesgo; con el fin de mejorar el bienestar humano inclusivo y económico, la provisión de bienes y servicios ecosistémicos, el desarrollo sostenible y la reducción de la degradación ambiental.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementa la cobertura forestal • Mejora el 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 las 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 del 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 conservar el paisaje forestal y la biodiversidad asociada a este; a través de acciones de restauración forestal, manejo de áreas protegidas, desarrollo en zonas de aptitud forestal y agroforestal, protección de zonas de recarga hídrica, manejo de incendios y uso eficiente de la leña.			
<p>Resultados esperados: Se ha recuperado, restaurado y/o conservado la cobertura forestal en zonas de aptitud forestal, zonas de ribera, fuentes de agua para consumo humano, áreas de recarga hídrica y en el ecosistema 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 de 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 • Protección de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano 	<ul style="list-style-type: none"> • Dinámica forestal (ha, %) • Cobertura forestal de la zona de ribera (Samalá, Oc, Ixpatz) (ha, %) • Incentivos forestales (ha, %) • Número de reservas naturales privadas (número) • Plan de manejo de áreas naturales y su vinculación con el turismo sostenible (número) • Reservas privadas y áreas protegidas que implementan estrategias de turismo sostenible (número, %) • Estrategias de uso eficiente de la leña (número) • Número de incendios forestales (ha y número/año) • Registro/mapeo de fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano con protección vegetal (número, %) 	<ul style="list-style-type: none"> • Documento y mapas de la cobertura y dinámica forestal nacional • Registros y mapa de áreas de restauración del paisaje forestal • Registro de 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 • Plan de manejo de áreas protegidas y reservas naturales privadas • Registro de incendios forestales y atención de emergencia • Registros de fuentes para el consumo humano municipal 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de incendios forestales por erupción volcánica • Deterioro de la gobernanza forestal • Degradación de las tierras comunales • Pobre adopción de estrategias de uso eficiente de la leña para consumo en el hogar

Estrategia	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos importantes
	<ul style="list-style-type: none"> Cobertura forestal en zonas de recarga hídrica (ha, %) 		
Objetivo específico 2 (OE2)			
<p>Manejar y gestionar de forma integral los desechos y residuos sólidos producidos en la cuenca, con la participación y abordaje desde lo local (comunidades), municipal y mancomunado.</p>			
<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 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"> 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 los residuos y desechos sólidos (Acuerdo Gubernativo 164-2021) Registro y mapeo de basureros 	<ul style="list-style-type: none"> Poca concientización y sensibilización de la población Falta de fomento a la economía circular
Objetivo específico 3 (OE3)			
<p>Fomentar y fortalecer la gobernanza del territorio 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 a las problemáticas prioritizadas 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 un enfoque de cuenca hidrográfica a través de la participación inclusiva para la coordinación entre actores en la toma de decisiones sostenibles con relación a las problemáticas y riesgos en la cuenca.</p>	<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) y los índices que lo integran Acta de constitución y conformación de la 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de interés de los actores y su integración Débil canalización de fondos económicos para

Estrategia	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos importantes
<p>Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conformación, integración y operativización de la mesa técnica de cuenca u otra organización de cuenca. • Transversalización del enfoque de manejo de cuenca en la institucionalidad y legislación vigente. • Diseño e implementación de mecanismo financiero de compensación por servicios ambientales. 		<p>mesa técnica u otra plataforma de gestión del territorio con enfoque de cuenca; informes, minutas, eventos, campañas, reuniones, participantes de la plataforma establecida</p>	<p>la ejecución de las acciones del Plan</p>
<p>Objetivo específico 4 (OE4)</p>			
<p>Mejorar el estado de los recursos hídricos superficiales y subterráneos de la cuenca que son fuente para consumo humano, uso productivo y para los ecosistemas; a través de la acción coordinada, participativa e inclusiva.</p>			
<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 • Agua para los ecosistemas 	<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 	<ul style="list-style-type: none"> • Balance hídrico (espacio-temporal) • Registro de la estimación/proyección de la población • Recarga hídrica potencial (espacio-temporal) • Registro de monitoreo de caudales • Registro de monitoreo de calidad del agua (consumo humano, IBF, ICA, aguas residuales) 	<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"> • 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"> • Calidad del servicio de agua para consumo humano • Huella hídrica integrada • Registro de PTAR funcionando, cumpliendo límites, eficiencias de remoción, % de descargas con tratamiento 	
Objetivo específico 5 (OE5)			
Manejar y conservar el ecosistema suelo para el aprovisionamiento de alimentos para las poblaciones y la producción de bienes y servicios ecosistémicos; por medio de acciones de manejo, restauración y conservación de suelos.			
<p>Resultados esperados:</p> <p>Se ha manejado, conservado y restaurado el recurso suelo con énfasis en la provisión de alimentos, productividad y para evitar su degradación acelerada.</p> <p>Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manejo y conservación de suelos • Restauración de suelos con algún grado de degradación 	<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 prácticas de conservación del suelo implementadas • Registro y mapeo de las prácticas para la restauración de los 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 debido a erupciones volcánicas • Pobre fomento y adopción de prácticas de conservación de los

Estrategia	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos importantes
			suelos en la cuenca media-alta
Objetivo específico 6 (OE6)			
Reducir el riesgo por inundaciones, deslizamientos y amenazas volcánicas a través del mejoramiento de la capacidad adaptativa y resiliencia de la población.			
<p>Resultados esperados: Se mejora la capacidad adaptativa y resiliencia ante amenazas naturales.</p> <p>Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 (Informe) • Inventario de acciones implementadas para la gestión del riesgo • Eventos de inundación • Probabilidad de ocurrencia de inundaciones • Atención a emergencia por inundaciones • Estudios realizados • Registro de actividades de fortalecimiento de capacidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados del Informe • 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, así como la extensión superficial de sus amenazas en corto tiempo

Fuente: elaboración propia (2022).

4.8 Resumen de los problemas identificados

Las problemáticas priorizadas en el diagnóstico de la cuenca del río Samalá constituyeron el punto de partida para la formulación su plan de manejo integral, el cual también incluye la problemática sobre el riesgo por inundaciones, deslizamientos y amenaza volcánica por flujos piroclásticos del complejo volcánico Santiaguito. 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. Descarga de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente
5. Erosión hídrica
6. Escasez de agua

4.9 Programas

El Plan cuenta con seis programas y 23 actividades. Los primeros cinco programas abordan las problemáticas que fueron priorizadas para esta cuenca durante la fase de diagnóstico, mientras que el sexto se refiere a la gestión del riesgo. Los programas se encuentran vinculados con dos ejes transversales, que son las variables priorizadas de desarrollo nacional “gestión integral sostenible del territorio con enfoque de cuenca hidrográfica” y “democracia y gobernabilidad” (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Los 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) gestión del agua, (v) manejo y conservación del recurso suelo y (vi) gestión del riesgo (Figura 11).

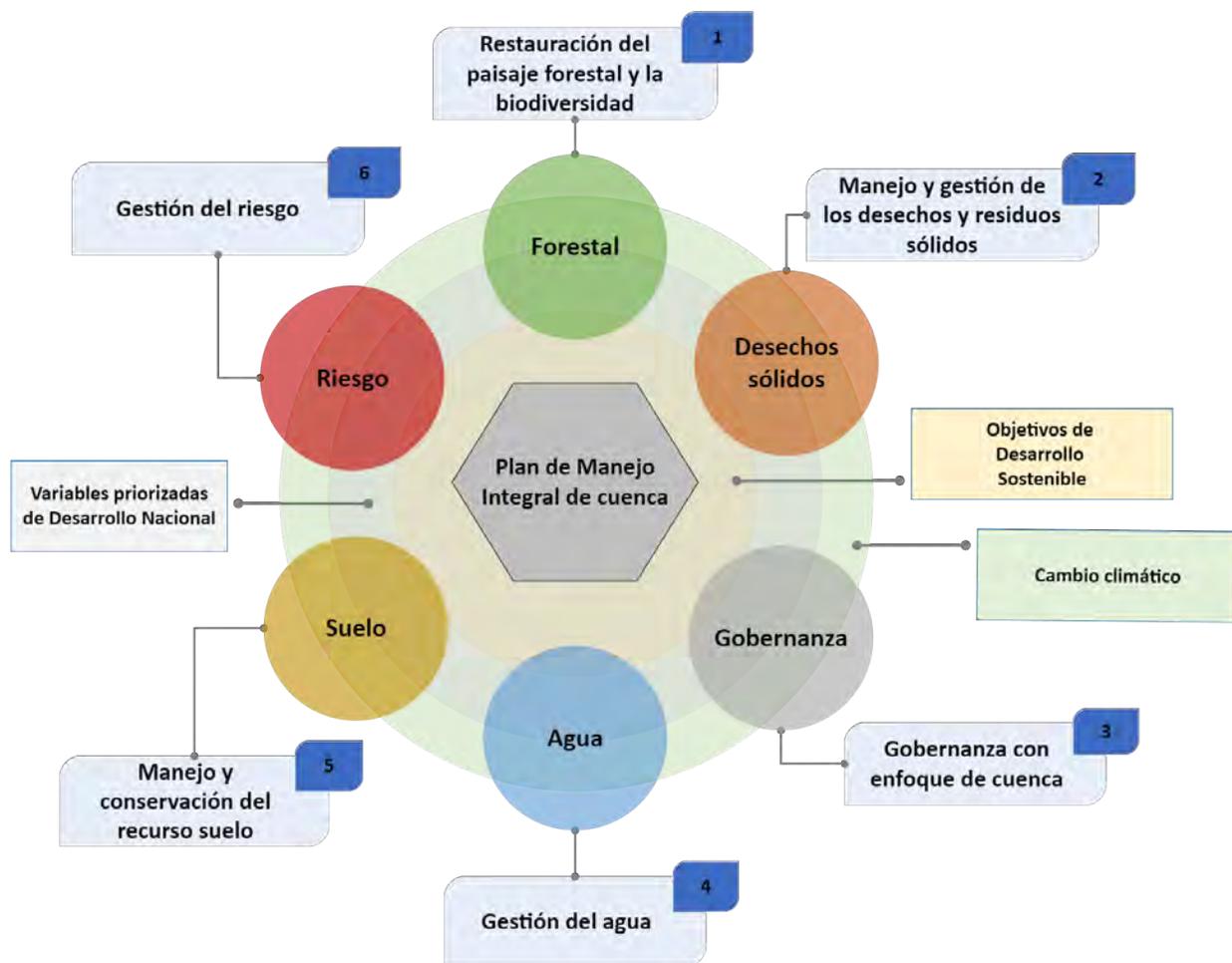


Figura 11. Esquema del Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Samalá con sus programas (numerados) y su vinculación con las prioridades de desarrollo nacional y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Fuente: elaboración propia con base en información primaria y secundaria recopilada, sistematizada y analizada para el Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Samalá (2022).

4.9.1 Programa 1: Restauración del paisaje forestal y la biodiversidad

El 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 biodiversidad; a través de su recuperación, restauración y conservación. Las acciones que desarrollará este Programa son las siguientes: (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 8).
	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 2532 hectáreas implementadas para reforestaciones: restauración (844 ha), sistemas agroforestales (844 ha) y plantaciones forestales (844 ha). • Capacidades sobre manejo forestal fortalecidas.
	Monto total	Q 39 519 317
Actividad 2: Uso eficiente de la leña como fuente energética	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
	Ubicación	Según la priorización de municipios por déficit de leña del INAB, que para esta cuenca corresponde a más de 15.
	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 3000 estufas ahorradoras.
	Monto total	Q 2 337 600
Actividad 3: Restauración de la zona de ribera (Samalá, Oc e Ixpatz)	Duración	10 años
	Objetivo	Restaurar la zona ribereña de 35 m a ambos lados del cauce de los ríos Samalá, Oc e Ixpatz.
	Actores	INAB, MARN, MAGA, Conap, mesa técnica de la cuenca u otra organización de cuenca, 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 9).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Al menos 143 hectáreas de la zona de ribera restauradas en los ríos Samalá, Oc e Ixpatz. Talleres de validación participativa sobre las áreas a restaurar de la zona de ribera implementados.
	Monto total	Q 3 563 454
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 8).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Se ha apoyado la actualización a lo sumo de cinco planes de manejo de

Actividades	Componente	Descripción
		<p>áreas protegidas dentro de la categoría de parque regional municipal (PRM).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Salario de un guardabosque por parque regional municipal, a lo sumo para cinco PRM. • Capacidades del personal de áreas protegidas fortalecidas. • Sensibilización y educación ambiental dirigida a estudiantes. • Línea base de cinco áreas protegidas (PRM) realizada para los taxa: plantas, mamíferos, aves, anfibios, reptiles e insectos; así como su respectivo monitoreo de biodiversidad.
	Monto total	Q 6 943 650
Actividad 5: Desarrollo de turismo sostenible	Duración	8 años
	Objetivo	Impulsar estrategias de turismo sostenible, enfocándose en las áreas protegidas, 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 8) 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). • Apoyo para la señalización de senderos de las áreas protegidas (PRM).
	Monto total	Q 241 560

Actividades	Componente	Descripción
Actividad 6: Manejo de incendios	Duración	8 años
	Objetivo	Reducir la incidencia de incendios forestales y sus zonas afectadas, a causa de 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	Áreas de aptitud forestal aledañas a zonas heterogéneas de desarrollo agrícola, según la zonificación territorial de la cuenca (Figura 8).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Cinco guardabosques especializados en incendios forestales, incluyendo la entrega de al menos seis equipos de brigada por guardabosque o área a cubrir. • Capacidades formadas en la temática de incendios forestales.
	Monto total	Q 2 558 400
Actividad 7: Conservación y restauración del ecosistema 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 8).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de priorización de las zonas de restauración de mangle. • Al menos 47 hectáreas de mangle restauradas. • Sensibilización, fortalecimiento y educación ambiental.
	Monto total	Q 1 742 598
Actividad 8:	Duración	8 años

Actividades	Componente	Descripción
Protección de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano	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

El Programa se vincula al objetivo específico número 2 del Plan y atiende la problemática sobre el mal manejo de los desechos sólidos en la cuenca. Su propósito es manejar y gestionar integralmente los residuos y desechos sólidos, para lo cual se plantean 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
Actividad 1: Concientización, sensibilización y educación ambiental enfocada en los desechos sólidos	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 en la naturaleza y la salud humana.

Actividades	Componente	Descripción
	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 28 municipios con población en la cuenca. • Estrategia de comunicación implementada sobre la clasificación de los desechos sólidos. • Capacidades formadas sobre los efectos negativos de la proliferación de basureros clandestinos, en al menos 433 lugares poblados.
	Monto total	Q 1 229 500
Actividad 2: Implementación de sistemas participativos para la gestión de los desechos sólidos	Duración	10 años
	Objetivo	Implementar sistemas participativos para la 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"> • Residuos y desechos sólidos caracterizados en los 28 municipios con población en la cuenca. • 217 composteras orgánicas implementadas a nivel comunitario. • 217 centros de acopio de material reciclable implementados a nivel comunitario.
	Monto total	Q 7 664 000
Actividad 3:	Duración	10 años

Actividades	Componente	Descripción
Cierre y control de basureros clandestinos	Objetivo	Reducir la densidad de basureros que no cuentan con instrumentos ambientales autorizados en la cuenca, que son focos de contaminación para 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. • Jornadas de limpieza y sensibilización 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: Fomentar/promover 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.
	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 se alinea con el objetivo específico número 3 del Plan y atiende la problemática sobre la falta de gobernanza, además se alinea con la variable priorizada de desarrollo nacional que se refiere a la gestión territorial con enfoque de cuenca. Su propósito es promover acciones para el fomento y fortalecimiento de la gobernanza territorial y la toma de decisiones consensuada. Sus actividades 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
<p>Actividad 1:</p> <p>Conformación, integración y operativización de la organización de cuenca (mesa técnica, comité de cuenca u otra)</p>	Duración	10 años, conformación (2 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 de la cuenca y otros estudios relacionados.
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Organización de cuenca o mesa técnica de la cuenca del río Samalá. Mesa técnica operativizada a través de reuniones y seguimiento de las acciones.

Actividades	Componente	Descripción
		<ul style="list-style-type: none"> • Mapeo de actores e iniciativas/proyectos a escala de cuenca actualizados constantemente. • Capacidades fortalecidas. • Plataforma virtual desarrollada para consultas y seguimiento de las acciones a escala de cuenca en apoyo a la mesa técnica. • Acciones coordinadas entre los actores clave de la cuenca, a través de un profesional gestor de cuencas a nivel regional.
	Monto total	Q 2 994 100
<p>Actividad 2:</p> <p>Transversalización del enfoque de manejo de cuenca en la institucionalidad y legislación vigente</p>	Duración	10 años
	Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Promover el fortalecimiento de capacidades en cuanto al enfoque de cuenca hidrográfica en las instituciones gubernamentales que se desarrollan en la cuenca. • Gestionar fondos para la implementación de 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 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 espacios de gestión del territorio

Actividades	Componente	Descripción
		(Coredur, Codede, Comude, Cocode, entre otros).
	Monto total	Q 848 000
<p>Actividad 3:</p> <p>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: Gestión del agua

El programa se vincula con el objetivo específico número 4 del Plan y está relacionado con las problemáticas de la descarga de aguas residuales y 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 para su uso humano, productivo y para los ecosistemas. Las actividades por desarrollar son 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 18).

Tabla 18. 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 Samalá, Oc e Ixpatz. • 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 9 930 000
<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.
	Ubicación	Los municipios con superficie parcial o total en la cuenca, y con presencia de habitantes.

Actividades	Componente	Descripción
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> Al menos 14 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 2500 unidades de Ecofiltro.
	Monto total	Q 3 280 653
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. 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 aguas residuales domésticas del alcantarillado público y que se descargan a cuerpos receptores, así como de las aguas residuales especiales.
	Actores	Consejos de desarrollo, municipalidades, MARN, Infom, MAGA, sector privado productivo y hospitales, entre otros.

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"> • 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 302 143 personas. • Estudio técnico de aguas residuales para aquellas municipalidades que no han cumplido, y/o su actualización por ley realizada.
	Monto total	Q 90 862 813
Actividad 5: Agua para los ecosistemas	Duración	10 años
	Objetivo	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 Samalá, Oc e Ixpatz. • Estudio para determinar el caudal ecológico, con énfasis en los ríos Samalá, Oc e Ixpatz.
	Monto total	Q 610 000

Fuente: elaboración propia (2022).

4.9.5 Programa 5: Manejo y conservación del recurso suelo

Este programa responde a la problemática de erosión hídrica y se vincula con el objetivo específico número 5 del Plan. El propósito del programa es manejar y conservar el recurso suelo (Tabla 19).

Tabla 19. 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 suelos implementadas en al menos 444 hectáreas; 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 1 641 016

Fuente: elaboración propia (2022).

4.9.6 Programa 6: Gestión del riesgo

Este programa se plantea en atención al riesgo por eventos de inundación, deslizamientos y amenaza del complejo de domos Santiaguito. Aunque dichas problemáticas no fueron priorizadas durante la fase de diagnóstico participativo de la cuenca, se ha planteado su abordaje con enfoque de cuenca por medio de este programa, considerando aspectos naturales, técnicos y sociales

históricos. El programa responde al objetivo específico número 6 del Plan que busca la mejora de la capacidad adaptativa y resiliencia ante el riesgo. Las actividades planteadas son las siguientes: (i) sistemas participativos de alerta temprana y plan de contingencia por inundaciones y amenazas volcánicas, (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 zonas de manejo especial (inundaciones y amenazas volcánicas) (Figura 10).
	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	Diseñar e implementar una estructura para la contención de inundaciones.
	Actores	Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda; SE-Conred; Insivumeh; municipalidades; comunidades; alianzas público-privadas; sector privado; Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Guatemala, entre otros.

Actividades	Componente	Descripción
	Ubicación	Según la zonificación de zonas de manejo especial (áreas susceptibles a inundaciones) (Figura 10).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de diseño de dique o borda de al menos 220 metros de longitud. • Dique o borda de 220 metros de longitud implementado y con mantenimiento.
	Monto total	Q 6 600 000
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 por inundaciones, amenazas volcánicas y/o deslizamientos.
	Actores	Actores y líderes locales (privados, públicos, sociales), comunidades, SE-Conred, Conred, Provia, MARN, MAGA, INAB, sector privado, entre otros.
	Ubicación	Territorios localizados en las zonas de manejo especial (inundaciones, deslizamientos y amenazas volcánicas) (Figura 10).
	Indicadores o metas	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidades formadas en técnicos municipales e institucionales. • Al menos cuatro cursos implementados para capacitadores enfocados en la gestión del riesgo. • Al menos cinco procesos de acreditación de coordinadoras desarrollados.
	Monto total	Q 380 000
Actividad 4:	Duración	10 años
	Objetivos	Fortalecer capacidades en la temática de gestión de riesgo desde lo local (comunidades) hasta el nivel

Actividades	Componente	Descripción
Fortalecimiento de capacidades y actualización de estudios		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 zonas de manejo especial (Figura 10), 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 de adaptación al cambio climático desarrollados. • Mapeo de percepción comunitaria sobre zonas de inundación, lahares, piroclastos y deslizamientos. • Estudio sobre balance y monitoreo de sedimentos a escala de cuenca realizado.
	Monto total	Q 1 157 200

Fuente: elaboración propia (2022).

4.10 Costos del Plan

El Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Samalá 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. De manera general, los costos son de categoría operativa y de asesoría y seguimiento. El costo total del Plan, sin incluir monitoreo y evaluación, asciende a **Q 208 598 562** (Tabla 21).

Tabla 21. Costos del Plan de Manejo Integral de la cuenca hidrográfica del río Samalá

Programa	Actividades	Costo por actividad (Q)	Costo del Programa (Q)
Restauración del paisaje forestal y la biodiversidad	Recuperación, restauración y conservación del paisaje forestal.	39 519 317	56 967 379
	Uso eficiente de la leña como fuente energética.	2 337 600	
	Restauración de la zona de ribera (Samalá, Oc, Ixpatz).	3 563 454	
	Manejo de áreas protegidas.	6 943 650	
	Desarrollo de turismo sostenible.	241 560	
	Manejo de incendios.	2 558 400	
	Conservación y restauración del ecosistema de mangle.	1 742 598	
	Protección de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano.	60 800	
Manejo y gestión de los desechos y residuos sólidos	Concientización, sensibilización y educación ambiental enfocada en los desechos sólidos.	1 229 500	31 163 500
	Implementación de sistemas participativos para la gestión de los desechos sólidos.	7 664 000	
	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	
Gestión del agua	Evaluación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.	9 930 000	105 483 466
	Agua para consumo humano.	3 280 653	
	Agua para usos productivos.	800 000	
	Aguas residuales.	90 862 813	
	Agua para los ecosistemas.	610 000	
Manejo y conservación del recurso suelo	Manejo y conservación de los suelos.	1 641 016	1 641 016
Gestión del riesgo	Sistemas participativos de alerta tem-	1 198 900	9 336 100

Programa	Actividades	Costo por actividad (Q)	Costo del Programa (Q)
	prana por inundaciones y amenazas volcánicas.		
	Diseño e implementación de una estructura para la contención de inundaciones.	6 600 000	
	Coordinadoras locales para la reducción de desastres.	380 000	
	Fortalecimiento de capacidades y actualización de estudios	1 157 200	
Costo del Plan			208 598 562

Nota. Para más detalle revisar el Anexo 2. Costos de las 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, cuya conformación está contemplada en el Acuerdo Gubernativo 19-2021, que establece dentro de 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, entre otras. Sin embargo, el Plan se adapta para poder ser implementado por otra organización de cuenca que la legislación nacional plantee, siempre y cuando no compita ni se extralimite en sus competencias en materia de cuencas.

Se pretende que la estrategia de ejecución y financiamiento sea liderada por la mesa técnica u organización de cuenca, para lo cual el Plan debe socializarse y comunicarse a diferentes escalas y mediante un abordaje diferenciado según el tipo de actor.

Las inversiones relacionadas con este Plan que 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

La sostenibilidad inicia con la adopción del Plan, para lo cual debe apoyarse en la estrategia de socialización y comunicación, lo cual permitirá gestionar fondos. Sin embargo, la estrategia medular para la sostenibilidad de las acciones que propone este Plan es la integración, articulación y participación diferenciada de los actores de la cuenca para que puedan apoyar en su implementación, y gestionar de manera compartida el territorio con base en la toma de decisiones consensuadas para lograr su sostenibilidad. Para ello, es necesario que las acciones o actividades del Plan se institucionalicen para lograr la participación integral. Dentro de su contenido programático, el Plan incluye la formación y actualización de capacidades en materia de recursos naturales, lo cual también aporta a la sostenibilidad.

REFERENCIAS

- Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. (2002). *Análisis de la biodiversidad en Guatemala*.
- 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.
- Asociación para la Promoción, Investigación y Educación en Salud en el Occidente de Guatemala. (2008). *Análisis toxicológico de plaguicidas en el valle del Palajunoj, Quetzaltenango, Guatemala*.
- Barillas-Cruz, M., van Westen, C., Orozco, E., Thono, I., Lira, E., Peters Guarín, G. y Tax, P. (2003). Zonificación de amenazas naturales en la cuenca del río Samalá y análisis de vulnerabilidad y riesgo en la población de San Sebastián Retalhuleu, Guatemala. *GEOS*, 23(1), 17-24.
- 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.
- Bucci, A., Franchino, E., Bianco Prevot, A., Lasagna, M., De Luca, D., Hernández Sac, H. O., Coyoy, I. M., M. y Sac Escobar, E. (2014). Groundwater resources assessment for a monitoring network design in the Upper basin of Samalá River (Southwestern Guatemala). En *Flowpath 2014* (pp. 44-45).
- Bucci, A., Franchino, E., Bianco Prevot, A., Lasagna, M., de Luca, D. A., Hernández Sac, H. O., Coyoy, I. M. y Sac Escobar, E. O. (2015). Hydrogeological and hydrochemical study of Samalá River Basin, Quetzaltenango area, Southwestern Guatemala. En *Engineering geology for society and territory* (vol. 3, pp. 245-248). Springer.

- Bucci, A., Franchino, E., De Luca, D. A., Lasagna, M., Malandrino, M., Bianco Prevot, A., Hernández Sac, H. O., Coyoy, I. M., Sac Escobar, E. O. y Hernández, A. (2017). Groundwater chemistry characterization using multi-criteria approach: the upper Samalá River basin (SW Guatemala). *Journal of South American Earth Sciences*, 78, 150-163.
- Calderón, F. (1985). *Determinación de insecticidas usados, según grupo toxicológico en el valle de Almolonga, Quetzaltenango*. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- 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 Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. (2015). *Plan de adaptación municipal hacia la seguridad hídrica*.
- 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].
- Centro Experimental para el Desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa Rural y Alternativas de Desarrollo. (2008). *Plan de manejo de la cuenca alta del Río Samalá*.
- 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 Zunil. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial, Municipio de Zunil 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 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*.
- Custodio, E. y Llamas, M. R. (2001). *Hidrología subterránea* (vol. 2). Omega Barcelona.
- De León Barrios, F. K. (2005). *Estudio de la calidad del agua del río Samalá del tramo Cantel-Zunil-El Palmar*. Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos de la Universidad de San Carlos 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.

- Escobar, G. (20 de mayo de 2022). Un día entre los comunitarios que impiden que la basura de Xela llegue al botadero. *No-Ficción*.
- 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/j-tyca-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.

Herrera Ibáñez, I. R. (2016). *Estudio hidrogeológico de los acuíferos volcánicos de la República de Guatemala*. Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.

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. (2000). *Clasificación de tierras por capacidad de uso. Aplicación de una metodología para tierras de la República 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. (2018). *Variabilidad y cambio climático en Guatemala*.

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2017). *Mapa de zonas de inundación en la vertiente del Pacífico de Guatemala, cuencas Ocosito a María Linda*.

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2021). *Profundidad del nivel freático del abanico aluvial del río Samalá, junio 2018, 2019 y 2020* [mapa digital].

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 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*.

Junta Directiva de Bienes y Recursos Naturales 48 Cantones, Elias, S., Gómez, F. y García, G. (2021). *El territorio de vida de los 48 Cantones de Totonicapán en 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.
- Lal, R. (2020). Soil erosion and gaseous emissions. *Applied Sciences*, 10(8), 2784.
- 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.
- Martínez, L. (1999). *Diagnóstico de la situación actual de la producción de hortalizas del cantón Xecajá, municipio de Zunil, Quetzaltenango*. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- 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
- 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. (2021a). *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. (2021b). *Situación de las plantas de tratamiento de aguas residuales a septiembre de 2021 de los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez, Escuintla, Totonicapán, Retalhuleu, y Quetzaltenango* [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.
- Municipalidad de Salcajá. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial (PDM-OT) de Salcajá 2020-2032*. Concejo Municipal de Salcajá.
- Newing, H. (2011). *Conducting research in conservation: social science methods and practice*. Routledge.
- Noack, J. (2014). *Determinación y análisis de la implementación de políticas de adaptación de los recursos hídricos al cambio climático en Guatemala*. Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe.
- 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.
- 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>
- Sharifzadeh, M., Zamani, G. H., Karami, E., Khalili, D. y Tatnall, A. (2014). Climate information use: an actor-network theory perspective. En *Technological advancements and the impact of actor-network theory* (pp. 35-60). IGI Global.
- 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 y 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.
- Tacam Sic, J. N. (2011). *Modelo conceptual del acuífero libre del valle de Quetzaltenango, ciudad de Quetzaltenango, Guatemala*. Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle de Colombia.
- 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.
- 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)*.

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



Taller del diagnóstico participativo de la cuenca del río Samalá: fase de identificación y priorización de las problemáticas (2/12/2021).
Crédito fotográfico: Giovanni González-Celada (2021).



Taller de diagnóstico participativo de la cuenca del río Samalá: presentación de las problemáticas identificadas por los actores presentes (2/12/2021).
Crédito fotográfico: Giovanni González-Celada (2021).



Taller de diagnóstico participativo de la cuenca del río Samalá: presentación de los aspectos generales del proyecto (17/3/2022).
Crédito fotográfico: Justo Ajanel (2022).



Taller de diagnóstico participativo de la cuenca del río Samalá: fase de identificación, priorización y análisis de las problemáticas por parte de los asistentes (17/3/2022).
Crédito fotográfico: Giovanni González-Celada (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).

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 las parcelas de beneficiarios/comunidades interesadas en implementar sistemas agroforestales	250 000	Estudio (duración aproximada de seis 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	844	18 989 100
	Implementación de prácticas agroforestales: implementación + asesoría y seguimiento	Monto anual según la modalidad de SAF de Probosque	Hectárea	844	3 713 424
	Plantaciones forestales: implementación + asesoría y seguimiento	Monto anual según la modalidad de plantaciones forestales de Probosque	Hectárea	844	15 444 468
	Labores de mantenimiento de viveros forestales	5000	Mantenimiento/año	8	40 000
	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

Actividad 1	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
	Dron para monitoreo forestal	27 125	Dron	1	27 125
	Equipo forestal de campo	10 500	Kit (incluye GPS, cintas métricas y diamétricas, aerosol para marcar árboles evaluados, hipsómetro, libretas)	2	21 000
Costo total (Q)					39 519 317

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	3000	2 250 000
	Fortalecimiento de capacidades municipales con relación a la producción sostenible y el uso eficiente de la leña a nivel local	3800	Taller	8	30 400
Costo total (Q)					2 337 600

Actividad 3	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Restauración de la zona de ribera (Samalá, Oc, Ixpatz)	Restauración de las zonas ribereñas (modalidad de restauración de tierras forestales degradadas: bosques de ribera)	Monto anual según la modalidad de restauración de tierras forestales de Probosque	Hectárea	143	3 552 054
	Talleres participativos para la validación de áreas por restaurar en las riberas (dirigidos a propietarios de tierras y otros actores de la cuenca, por ejemplo)	3800	Taller	3	11 400
Costo total (Q)					3 563 454

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	480	1 920 000
	Capacitación de personal de áreas protegidas (talleres de tres días, incluyendo hospedaje para facilitador y salario de tres días a Q 500, asumiendo que será impartido por un experto, más Q 100 por día de alimentación para los 20 participantes y Q 250 por día de alquiler de salón en caso de que sea necesario)	9000	Taller	5	45 000
	Radios para guardabosques para realizar monitoreo	1300	Kit con 2 radios	5	6500
	Talleres de sensibilización y educación ambiental dirigidos a estudiantes	3800	Taller	5	19 000
	Actualización de planes de manejo	240 000	Estudio	5	1 200 000

Actividad 4	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
	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	5	388 750
	Monitoreo de biodiversidad (plantas, mamíferos, aves, anfibios, reptiles e insectos) (salario, viáticos, combustible)	33 500	Monitoreo	100	3 350 000
	Talleres de capacitación	4800	Taller	3	14 400
Costo total (Q)					6 943 650

Actividad 5	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Desarrollo de turismo sostenible	Curso de guía general de turistas (Intecap)	2615	Curso/persona	80	209 200
	Impresión/diagramación de guías de aviturismo y mariposas	75	Guía	5	360
	Publicidad en redes sociales	200	Anuncio	10	2000
	Rótulos y vallas para senderos	600	Rótulo	50	30 000
Costo total (Q)					241 560

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	480	1 920 000
	Equipo para brigadas de incendios forestales (azadón, pulaski, mcleod, pala, batefuego, bomba de mochila y equipo de protección)	15 000	Kit	40	600 000
	Talleres de capacitación para el control de incendios (30 participantes por taller)	4800	Taller	8	38 400
Costo total (Q)					2 558 400

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	47	1 498 873
	Priorización de áreas por restaurar	78 950	Estudio	1	78 950
	Diagramación e impresión de materiales educativos (folletos y trifoliales para estudiantes)	75	Trifoliar/documento	1	75
	Talleres de capacitación y educación ambiental para maestros	3800	Taller	8	30 400
	Talleres de sensibilización y educación ambiental para 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)				

Actividad 8	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Protección de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano	Talleres participativos para la identificación de las principales fuentes de abastecimiento de agua	3800	Taller	8	30 400
	Fortalecimiento de capacidades a 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 a público en general	4000	Capacitación	50	200 000
	Estrategia de comunicación sobre la clasificación de los 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 los desechos y residuos sólidos dirigidos al personal de los mercados públicos	10 000	Programa	28	280 000
	Capacitación a comunidades sobre los efectos de la contaminación provocados por los desechos sólidos depositados en basureros clandestinos	1500	Capacitación	433	649 500
Costo total (Q)					1 229 500

Actividad 2	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Implementación de sistemas participativos para la gestión de los desechos sólidos	Caracterización de residuos y desechos sólidos municipales	150 000	Estudio	28	4 200 000
	Implementación de composteras orgánicas comunales para los desechos orgánicos (los costos dependerán de la elección de la técnica de compostaje, la cantidad y tipo de material orgánico que se usa para compostar, y la cantidad destinada para uso y venta)	8000	Compostera	217	1 732 000
	Centro de acopio comunitario de material para reciclaje	8000	Centro de acopio	217	1 732 000
Costo total (Q)					7 664 000

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 del 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 usuarios del recurso en los principales ríos de la cuenca (equipo técnico, útiles, depreciación del 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 clave según la legislación vigente para la protección y conservación de la cuenca en vinculación con el 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 dirigido a periodistas regionales y locales sobre el manejo integrado de cuenca para formar conocimiento técnico sobre la conservación y protección de la cuenca, además de la creación de redes de comunicación	14 700	Capacitación	3	44 100

Actividad 1	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
	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
	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 decisión 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 la Unidad de Gestión Ambiental u otras unidades (OMAS, Oficina Forestal, Dapma) de las municipalidades en temas de gestión integral de cuencas	25 000	Diplomado	5	125 000

Actividad 2	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
	Socialización del estado de la cuenca en plataformas vigentes como los consejos de desarrollo (Codede, Comude, Cocode, Coredur)	600	Actividad	30	18 000
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: 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 los caudales en puntos de interés de la cuenca (incluye depreciación del vehículo, equipo técnico, viáticos, depreciación del equipo) (2 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

Actividad 1	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
	Estudio de balance hídrico para conocer la disponibilidad del recurso hídrico: superficial (información meteorológica e hidrométrica, análisis espacial, modelos numéricos, medición 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)	500 000	Estudio	2	1 000 000
	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	120	420 000
Costo total (Q)					9 930 000

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 22 000 litros, cisterna 10 000 litros, materiales de construcción, herramientas)	150 000		14	2 100 000
	Implementación de ecofiltros de agua en comunidades rurales (implementación y asesoría)	300	Ecofiltro	2500	750 000
Costo total (Q)					3 280 653

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	302 143	90 642 813
	Estudio técnico de aguas residuales o su actualización	15 000	Estudio	8	120 000
Costo total (Q)					90 862 813

Actividad 5	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
Agua para los ecosistemas	Estudios de calidad del agua con macroinvertebrados	3000	3 muestreos/día	120	360 000
	Estudio para determinar el caudal ecológico de los tres ríos priorizados	250 000	Estudio	1	250 000
Costo total (Q)					610 000

Programa 5: 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	89	53 526
	Implementación del manual de acequias de infiltración y pozos	1700	Hectárea	89	150 904
	Implementación del manual de acequias de desagüe para la parte baja de la cuenca	1700	Hectárea	89	150 904
	Implementación de cortinas rompe vientos (considera una cortina de 167 metros o bien fracciones de cortina)	1853	Hectárea	22	41 121
	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
	Jornal para el mantenimiento de parcelas demostrativas de 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	89	455 019

Actividad 1	Rubro	Costo unitario (Q)	Unidad de medida	Unidades	Total (Q)
	Realización e implementación de terrazas con barreras muertas (considerando 500 metros de barreras de piedra, distribuidas en una hectárea)	7466	Hectárea	89	662 733
	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)					1 641 016

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 un sistema 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 para la contención de inundaciones	Estudio de diseño, implementación y mantenimiento de dique o borda	3000	m ³	1100	3 300 000
	Implementación y mantenimiento de dique o borda	3000	m ³	1100	3 300 000
Costo total (Q)					6 600 000

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 sobre adaptación comunitaria al cambio climático (treinta participantes) (seis sesiones)	22 800	Diplomado	4	91 200
	Monitoreo de la concentración de sedimentos	600	Monitoreo	360	216 000
	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)					1 157 200

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 (Samalá, Oc, Ixpatz)	[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]									
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]									
	Aguas residuales	[Barra azul]									
	Agua para los ecosistemas	[Barra azul]									
Manejo y conservación del recurso suelo	Manejo y conservación de suelos	[Barra naranja]									
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 del Plan de Manejo Integral de la cuenca del río Samalá (2022).