



SEGURIDAD HÍDRICA
Y CAMBIO CLIMÁTICO
EN LA REGIÓN DE
AMÉRICA CENTRAL Y EL CARIBE

IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA SEGURIDAD HÍDRICA

en la cuenca del Río Samalá, Guatemala y medidas de adaptación



CATHALAC

Centro del Agua del Trópico Húmedo
para América Latina y el Caribe



Publicado por el [Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe \(CATHALAC\)](#) y el [Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo \(IDRC\)](#).



Este trabajo se llevó a cabo con la ayuda de una subvención del [Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo \(IDRC, Canadá\)](#). Proyecto IDRC - CATHALAC, No. 107084-001.

Las opiniones expresadas en esta publicación no reflejan necesariamente los puntos de vista del [IDRC](#) ni de su Consejo de Gobernadores.

Esta publicación puede ser reproducida en su totalidad o en parte y en cualquier forma para fines educativos o sin fines de lucro sin permiso especial del titular de los derechos de autor, siempre que se cite la fuente.

[CATHALAC](#) agradecería recibir una copia de cualquier publicación que utilice esta publicación como fuente. Ningún uso de esta publicación puede ser para su venta o para cualquier otro propósito comercial.

Copyright (derechos de autor) © 2016, CATHALAC e IDRC
ISBN: 978-9962-674-06-1

Autores: Héctor O. Alvarado Q., Miroslava Morán M., Hernán J. Guzmán, Luis Daniel Ruiz O., Octavio Smith, Gabriel Gamboa
Editores: Miroslava Morán M., Freddy Picado Traña, Margarita Chiurliza R.
Diagramación: Luis Armando Melillo
Fotografía: Daniel Durán



Entre el 2012 y el 2015, gracias al financiamiento del [Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo \(IDRC, Canadá\)](#), [CATHALAC](#) impulsó una investigación sobre [Seguridad Hídrica y Cambio Climático](#) a nivel regional, focalizando la atención en las condiciones político-institucionales de la gestión del agua en [República Dominicana y Guatemala](#). En ambos países se trabajó de la mano de los [Ministerios de Ambiente](#) y dos [Universidades nacionales](#), el [Instituto Tecnológico de Santo Domingo \(INTEC\)](#) y la [Universidad de San Carlos](#) de Guatemala, respectivamente. En conjunto con las instituciones aliadas nacionales se determinaron las áreas de atención.

En el país centroamericano se estudió la [vulnerabilidad ligada al cambio climático](#) en la cuenca del río [Samalá](#), así como la gestión local del agua en los municipios de [Quetzaltenango y Santa Cruz Mulua](#). En los municipios seleccionados los responsables de la planificación municipal, en conjunto con los investigadores del proyecto, construyeron [Planes Municipales de Adaptación de la Gestión de los Recursos Hídricos, ante el Cambio Climático](#).

Seguridad Hídrica

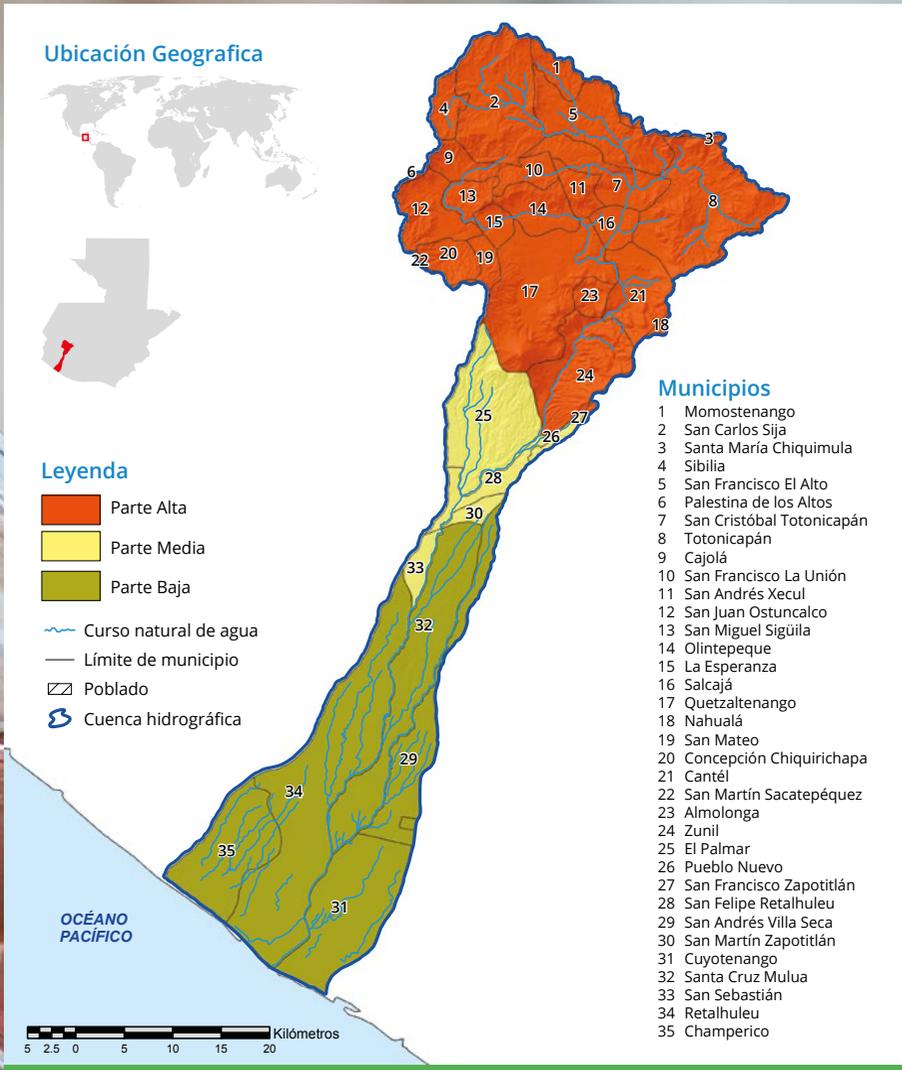
La Seguridad hídrica es la “capacidad de la población para salvaguardar el acceso sostenible de agua en cantidad y de calidad adecuada para los medios de vida, el bienestar humano ¹ y el desarrollo socio-económico, garantizar la protección contra la contaminación transmitida por el agua y los desastres relacionados con el agua y conservar los ecosistemas, en un clima de paz y estabilidad política”².

El concepto de Seguridad Hídrica resume el nivel de éxito que una determinada población tiene en la gestión del agua, incluye:

- ▶ Acceso a agua potable
- ▶ Colección y tratamiento de aguas residuales
- ▶ Protección de medios de vida, derechos humanos y valores culturales
- ▶ Conservación de cuencas
- ▶ Desarrollo socio-económico

¹ El bienestar humano tiene múltiples aspectos, incluyendo lo básico para una buena vida, la libertad de elección y acción, salud, buenas relaciones sociales, y de seguridad (MA, 2003 en UN-Water, 2013).

² UN-Water. United Nations University. Institute for Water, Environment and Health. 2013. Water Security and the Global Water Agenda. United Nations University. Ontario, Canada. 37 p.



La cuenca del río Samalá tiene una extensión territorial de **1,621.26 km²**, se estima que habitan **725,500³ personas** en **35 municipios** de **5 departamentos**. La cuenca tiene una disponibilidad total de **1330 millones de m³ de agua** y un caudal promedio de **42 m³/s** (Acajabon, ³ Cálculo realizado mediante LandScanTM con base en datos del 2010.

1973)⁴, lo que ha sido significativo para el desarrollo de numerosas poblaciones y actividades económicas dependientes de esta capacidad hidrológica, incluyendo generación de energía. En esta cuenca se ubican **cinco hidroeléctricas** en operación y una más próxima a iniciar operaciones. Actualmente se tiene en total una capacidad instalada de **102.58 MW** más 23 adicionales.

Muchos de los efluentes en la cuenca se originan a una altitud promedio de **3000 msnm** en la Sierra Madre. **Sus fuertes pendientes cambian bruscamente a pendientes menores en la planicie costera, lo que implica un riesgo a provocar inundaciones en la parte baja.** A este riesgo se agrega la actividad moderada del volcán Santiaguito en la parte media de la cuenca, produciendo frecuentes lahares, flujos de lodo y cenizas volcánicas que hacen del **Samalá una de las cuencas con más alta incidencia a desastres naturales en Guatemala** (PREVDA, 2008⁵, Alvarado, 2014⁶).

⁴ Acajabon, A. 1973. Estudio hidrológico básico de la cuenca del río Samalá. Tesis. Facultad de Ingeniería. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

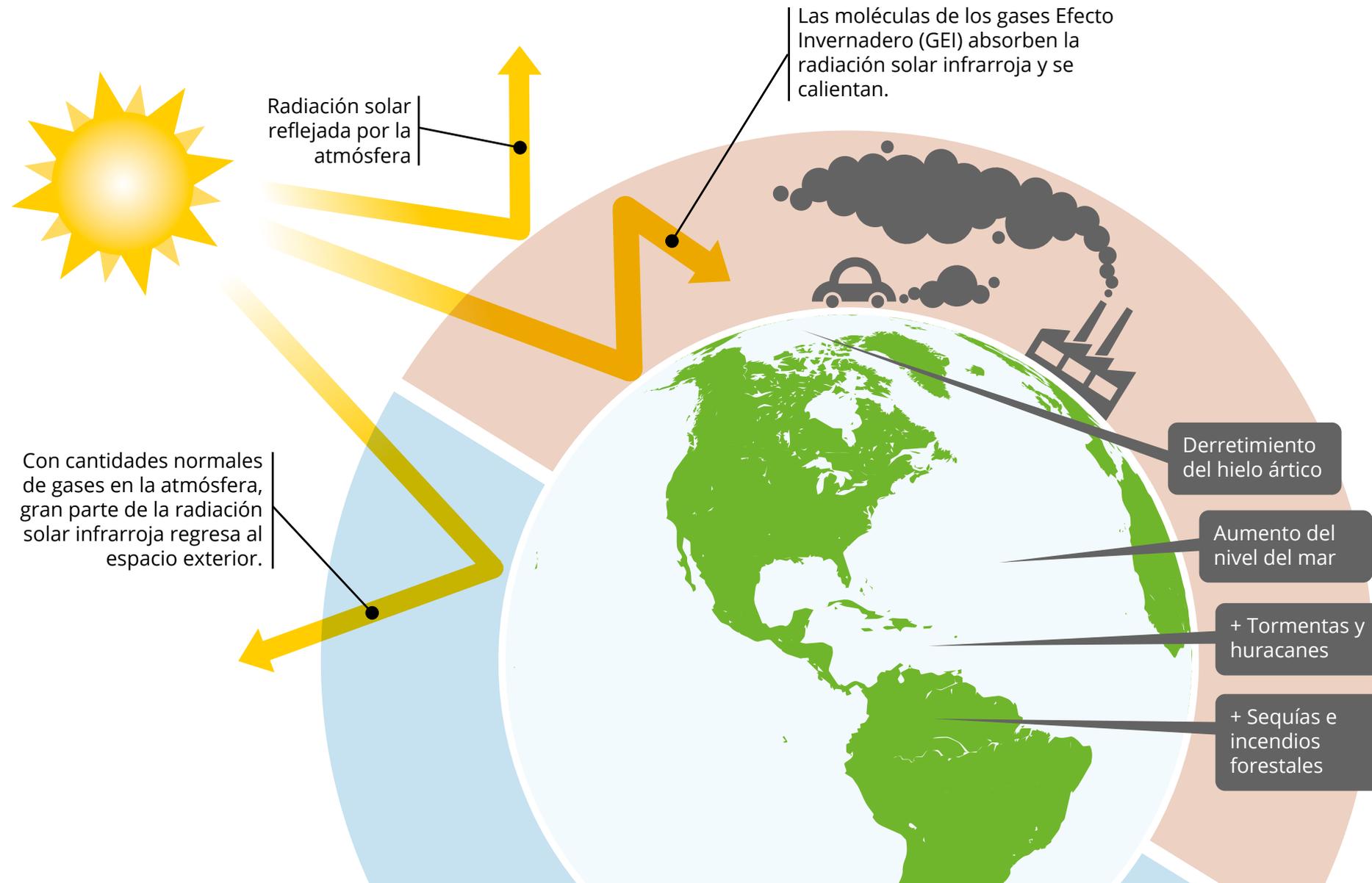
⁵ PREVDA. 2008. Diagnóstico de la Cuenca Alta del Río Samalá. Guatemala: Consorcio CEDEPEM/ ALDES.

⁶ Alvarado, H. 2014. Análisis de sensibilidad y capacidad de adaptación del recurso hídrico al cambio climático, en los diez municipios con mayor vulnerabilidad de la cuenca del río Samalá, Guatemala. CATHALAC, IDRC y USAC.

¿Qué es el Cambio Climático?

El cambio climático se refiere a un **cambio en el clima** que persiste durante un **período prolongado**, típicamente décadas o más. El **cambio climático** puede deberse a procesos naturales (por ejemplo erupciones volcánicas) o procesos impulsados por las personas (por ejemplo, los gases emitidos en las quemaduras o en el funcionamiento de motores). Puesto que la **actividad humana** en los últimos años ha emitido enormes cantidades de gases llamados **Gases Efecto Invernadero o GEI** (porque funcionan como una capa sobre la tierra similar a una cubierta en un invernadero, dejando pasar los rayos del sol, pero almacenando el calor), el **proceso de cambio climático se ha venido acelerando** en el planeta, modificando muchos patrones.

Uno de los efectos directos del Cambio Climático se da en torno al **ciclo hidrológico**; es decir, sobre la **disponibilidad del agua**, lo que significa mucho en términos de **desarrollo humano, reducción de la pobreza, seguridad alimentaria, seguridad energética**, etc. De ahí la necesidad de analizar **cómo el Cambio Climático afectará la Seguridad Hídrica**, puesto que en este concepto se resume el uso que le da la sociedad a este preciado recurso.



¿Cómo va a afectar el Cambio Climático la disponibilidad de agua?

Para contestar esta pregunta se investigó **cómo será el clima en el futuro**. Diferentes instituciones en el mundo han modelado el clima del planeta y para diferentes niveles de emisión de **Gases Efecto Invernadero**. CATHALAC seleccionó dos de estos modelos, el **modelo noruego NorESM1-M** y el **modelo japonés MIROC5**, ambos para un nivel de emisiones **bajo (2.6 W/m²)** y **alto (8.5 W/m²)** al año 2050. Los valores promedio de temperatura y precipitación anual de ambos modelos y sus escenarios de emisión, se utilizaron para evaluar los **cambios en el ciclo hidrológico** de la cuenca **Samalá**, usando el programa **SWAT (Herramienta para la Evaluación del Suelo y Agua**, por sus siglas en Inglés).

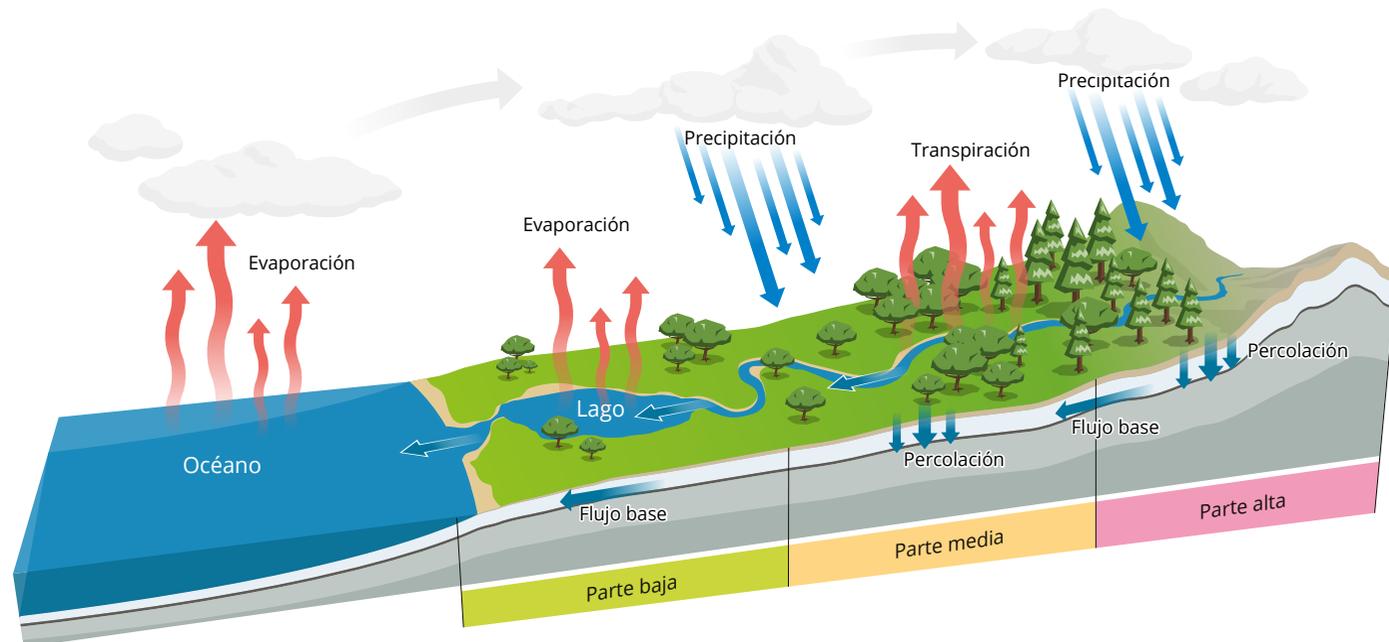
¿Qué es el ciclo hidrológico y cómo funciona una cuenca?

El **Ciclo hidrológico** describe el movimiento del agua en el planeta, su movimiento puede ser en **estado líquido, sólido y gaseoso** y cubre varias etapas: la **precipitación**, que en nuestro país Guatemala se refiere principalmente a la lluvia, en otros países incluye nieve y granizo; la **infiltración** que es el agua que penetra al suelo; la **escorrentía** que forma los ríos; y la **evaporación** que se da desde las superficies (el suelo desnudo, suelo con vegetación, espejos de agua, etc.) a la atmósfera para formar nuevamente

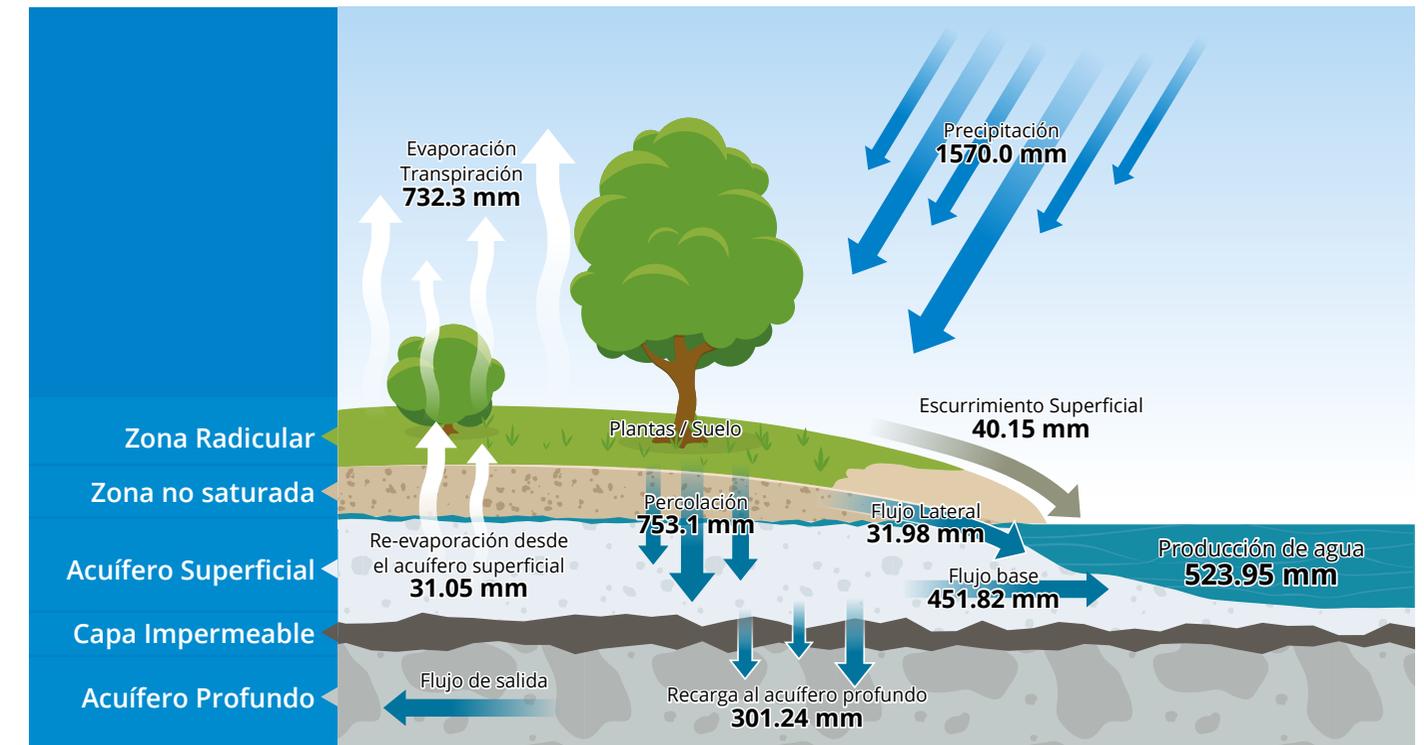
nubes. Este proceso se completa en un espacio terrestre llamado **cuenca hidrológica** que funciona como un “**gran plato hondo**” en donde podemos contabilizar cuánta agua hay en cada componente del ciclo.

En este **ciclo**, el **suelo** y la **vegetación** son **piezas clave**, pues así como el agua se acumula en los lagos o las presas, también se almacena en el subsuelo, en los llamados **acuíferos**. La capacidad de los **acuíferos para almacenar agua** depende en primer lugar de su **habilidad para infiltrarla**, que a

su vez depende del **tipo de superficie**; por ejemplo, en un **suelo sin vegetación** el agua **difícilmente penetrará capas profundas para almacenarse** y en una tormenta, el agua se escurrirá rápidamente sin dar oportunidad a infiltrarse y posiblemente ocasione algún **desastre por inundación**. Por ello es importante cuidar los **bosques**, pues de lo contrario, tendremos problemas para almacenar el agua tanto en los ríos, como en el subsuelo, principales tomas de los sistemas que transportan el agua hasta nuestras casas.



Variables del ciclo hidrológico en la cuenca del río Samalá



En la figura se ilustran las **Variables del ciclo hidrológico en la cuenca del río Samalá** se pueden observar los diferentes componentes del ciclo hidrológico y los volúmenes de agua en milímetros (mm) que se han calculado para cada una en la cuenca. La **precipitación promedio**

en la cuenca es de **1,570 mm**, de esta cantidad de lluvia se **evapotranspira** el **47%**, una parte del sobrante se escurre por el suelo, otra corre en la capa superficial del suelo como flujo lateral y otra percola. Luego de la cantidad de agua que percola, una vuelve a evaporarse desde el suelo, otra

fluye de manera horizontal y solo un pequeño **2%** se infiltra para recargar los acuíferos profundos. La **cantidad de agua que se contabiliza como Producción de Agua** es la suma del **Escurrimiento Superficial**, el **Flujo Lateral** y el **Flujo Base**.

VULNERABILIDAD ACTUAL



El IPCC ⁷ define la vulnerabilidad al cambio climático como “el grado por el cual un sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a efectos adversos del cambio climático, incluidas la variabilidad y los extremos del clima”. En la cuenca del río Samalá se valoró la vulnerabilidad ACTUAL a través de tres elementos: **Exposición**, que es el tipo de impacto al que la cuenca está expuesta y el grado o la intensidad de dicho impacto; **Sensibilidad**, nivel en el que la cuenca resulta afectada por el clima; y la **Capacidad de adaptación**, que se refiere a la habilidad de la cuenca para ajustarse al

cambio, moderar posibles daños, aprovecharse de oportunidades o enfrentarse a las consecuencias. Los factores de vulnerabilidad se determinaron mediante los indicadores que aparecen en la siguiente figura y se calificaron en un rango de 1 a 3. Donde 1 (bajo) es mejor que 3 (alto) en los indicadores de Exposición y Sensibilidad; mientras que 3 (alto) es mejor que 1 (bajo) para la Capacidad de Adaptación.

Los índices de Sensibilidad y Capacidad de adaptación se obtuvieron mediante indicadores que se seleccionaron y ponderaron utilizando el método DELPHI, basado en consulta de expertos. La escala de calificación utilizada

fue de tipo Likert de 1 a 5⁸. Los indicadores se agregaron por tipo de capitales siguiendo los conceptos de DFID (1999):

- ▶ **Recursos naturales:** Las existencias de recursos naturales de las que dependen las personas tanto de manera directa (i.e. para ingresos o medicinas) como de manera indirecta (i.e. control de inundaciones, protección frente a tormentas).
- ▶ **Recursos físicos:** La estructura básica y el capital productivo para transporte, edificios, gestión hídrica, energía y comunicaciones.
- ▶ **Recursos financieros:** Las existencias y flujos de dinero que permiten que las personas logren sus objetivos en cuanto a medios de vida.
- ▶ **Recursos humanos:** Las destrezas, conocimientos, capacidad y buena salud importantes para la consecución de los medios de vida.
- ▶ **Recursos sociales:** Las relaciones e instituciones sociales formales e informales de las que las personas dependen para la consecución de los medios de vida.

⁸ Landeta 1999. El método Delphi. Barcelona: Ariel

Indicadores para evaluar las variables de vulnerabilidad en la cuenca del río Samalá

Los indicadores de vulnerabilidad fueron identificados por un equipo de investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala del Centro Universitario de Occidente en Quetzaltenango (Alvarado et al, 2015)⁹

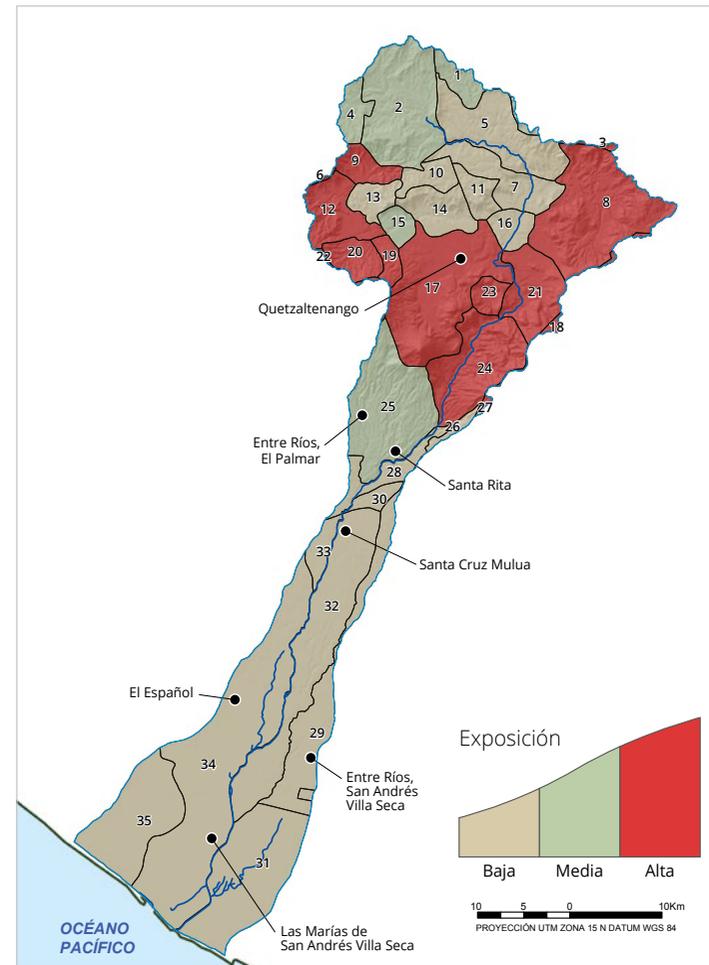
⁹ Alvarado Héctor, Luis Sánchez, Hernán Guzmán, Daniel Ruiz y Gabriel Gamboa. 2015. Análisis de Sensibilidad y Capacidad de Adaptación del recurso hídrico al Cambio Climático, en los 10 municipios con mayor vulnerabilidad de la cuenca del Río Samalá, Guatemala. Documento de trabajo. Proyecto Seguridad Hídrica y Cambio Climático.

EXPOSICIÓN	SENSIBILIDAD	CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN
<p>Fenómenos asociados al cambio climático</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Inundaciones ▶ Sequías ▶ Heladas ▶ Deslizamientos 	<p>¿Qué elementos de la Seguridad Hídrica se verán más afectados por los impactos del Cambio Climático (sequías, inundaciones, heladas y deslizamientos) en los municipios de la cuenca Samalá?</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Recurso físico: vías de acceso (tipo de caminos), vivienda (servicios básicos y tipo de materiales de construcción). ▶ Recurso natural: acceso y disponibilidad de agua (fuente de agua, distancia y tiempo de abastecimiento, disponibilidad temporal, calidad para consumo humano e incremento de la demanda), conservación (área de bosques en porcentaje, porcentaje de deforestación, aumento de la generación natural, zonas protegidas en porcentajes), suelo y su nivel de deterioro (tipo de suelos, pendiente, cobertura, conflictos de uso del suelo). ▶ Recurso humano: salud (número de centros de salud, enfermedades frecuentes, número de doctores por habitante), migración (destino y temporalidad), necesidades básicas (cobertura de educación primaria, analfabetismo, pobreza y vivienda) y, densidad de población (densidad y tasa de crecimiento). ▶ Recurso financiero: valor del mantenimiento de la infraestructura de acueductos afectada por desastres climáticos (en función del presupuesto de inversión para el año 2013), inversión pública en reconstrucción de acueductos (número de acueductos construidos post-Mich y recursos asignados a reconstrucción y, rehabilitación de acueductos afectados por eventos climáticos). 	<p>¿Cómo puede ajustarse, mantenerse o aumentar la Seguridad Hídrica frente al cambio climático en los municipios de la cuenca Samalá?</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Recurso físico: viabilidad de la infraestructura de los acueductos (porcentaje de acueductos funcionando) y, Códigos, normas y estándares que responden las amenazas climáticas (existencia de códigos, normas y estándares que responden a las amenazas climáticas). ▶ Recurso Natural: reducción de la contaminación (tratamiento de aguas servidas y, disposición y manejo de desechos sólidos) y, conservación (área con bosque en porcentaje y, áreas protegidas en porcentajes). ▶ Recurso Social: nivel de asociatividad (número de asociaciones existentes), sistemas de alerta temprana en los municipios (existencia de sistemas de alerta temprana funcionando en los municipios); políticas de desarrollo de los sectores hídrico, infraestructura y medio ambiente (existencia de políticas de desarrollo de los sectores hídrico, infraestructura y medio ambiente); plan local de gestión de riesgos para la respuesta a desastres (existencia de un plan local de gestión de riesgos para la respuesta a desastres) y, planes de gestión de cuencas (existencia de planes de gestión de cuencas). ▶ Recurso Humano: bases de datos o sistemas de información sobre amenazas, vulnerabilidad y gestión de riesgos (existencia de bases de datos o sistemas de información sobre amenazas, vulnerabilidad y gestión de riesgos). ▶ Recursos Financieros: inversión pública en infraestructura de protección (porcentaje de Inversión pública en infraestructura de protección) y, acceso a créditos (fuentes de créditos disponibles).

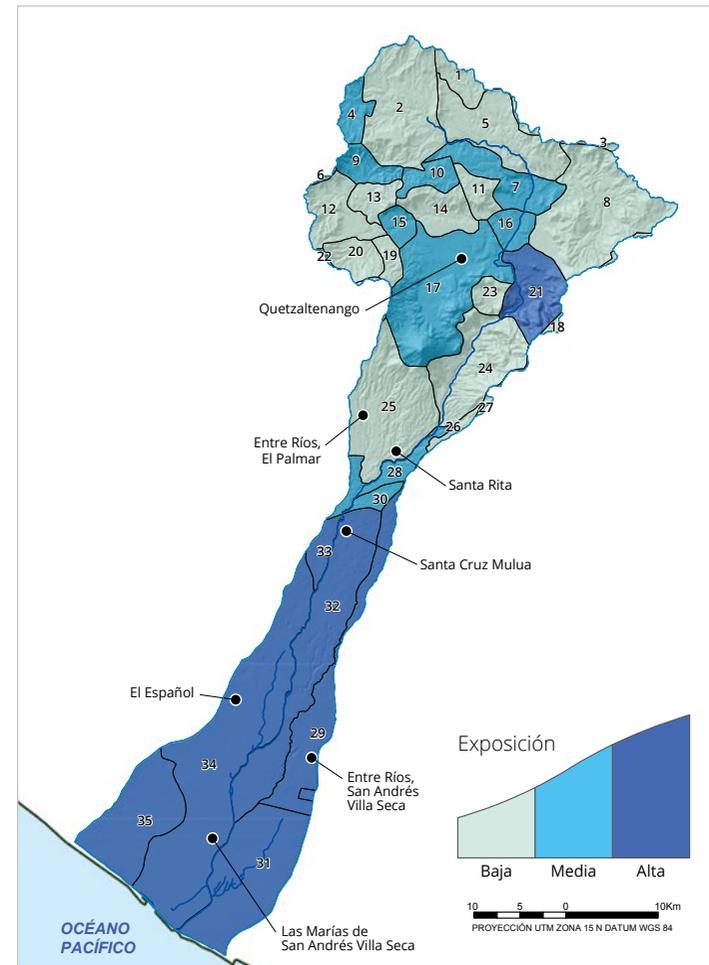
Exposición

Exposición a fenómenos asociados al Cambio Climático.

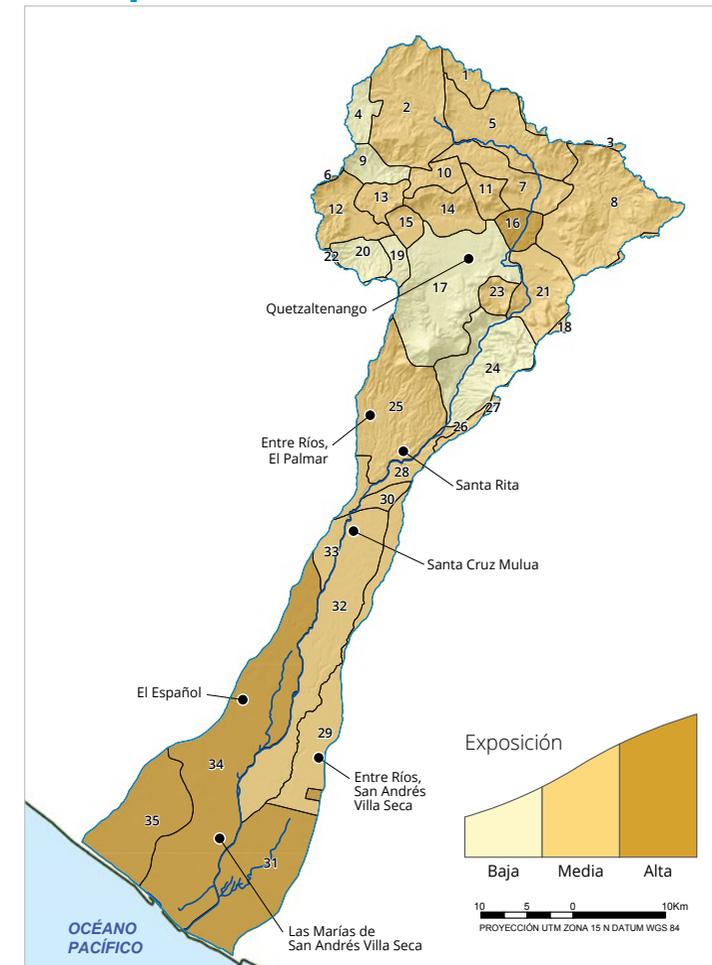
A Deslizamientos



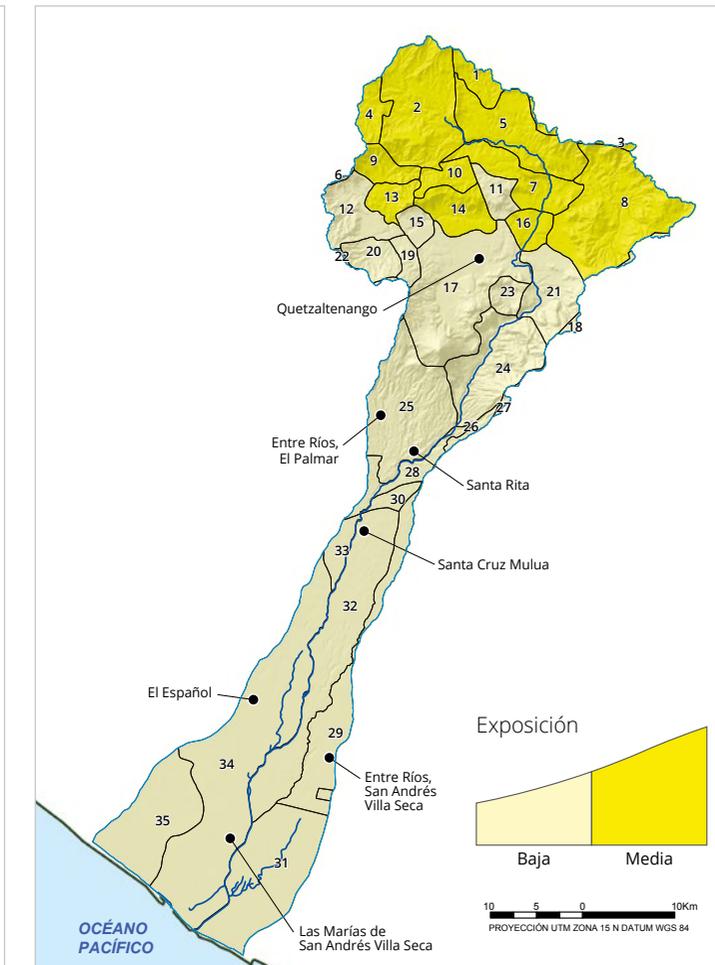
A Inundaciones



A Sequías



A Heladas



Ubicación geográfica



Municipios

- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| 1 Momostenango | 8 Totonicapán |
| 2 San Carlos Sija | 9 Cajolá |
| 3 Santa María Chiquimula | 10 San Francisco La Unión |
| 4 Sibilia | 11 San Andrés Xecul |
| 5 San Francisco El Alto | 12 San Juan Ostuncalco |
| 6 Palestina de los Altos | 13 San Miguel Sigüila |
| 7 San Cristóbal Totonicapán | 14 Olintepeque |

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 15 La Esperanza | 22 San Martín Sacatepéquez |
| 16 Salcajá | 23 Almolonga |
| 17 Quetzaltenango | 24 Zunil |
| 18 Nahualá | 25 El Palmar |
| 19 San Mateo | 26 Pueblo Nuevo |
| 20 Concepción Chiquirichapa | 27 San Francisco Zapotitlán |
| 21 Cantel | 28 San Felipe Retalhuleu |

- | |
|--------------------------|
| 29 San Andrés Villa Seca |
| 30 San Martín Zapotitlán |
| 31 Cuyotenango |
| 32 Santa Cruz Mulua |
| 33 San Sebastián |
| 34 Retalhuleu |
| 35 Champerico |



Elaborado a partir del Proyecto Seguridad Hídrica y Cambio Climático para América Central y el Caribe. Procesamiento cartográfico y SIG, CATHALAC. Este trabajo se llevó a cabo con la ayuda de una subvención del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC, Canadá). Proyecto IDRC - CATHALAC, No. 107084-001.

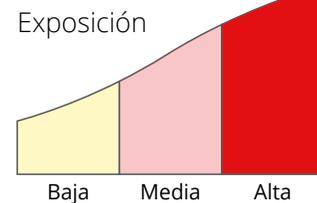
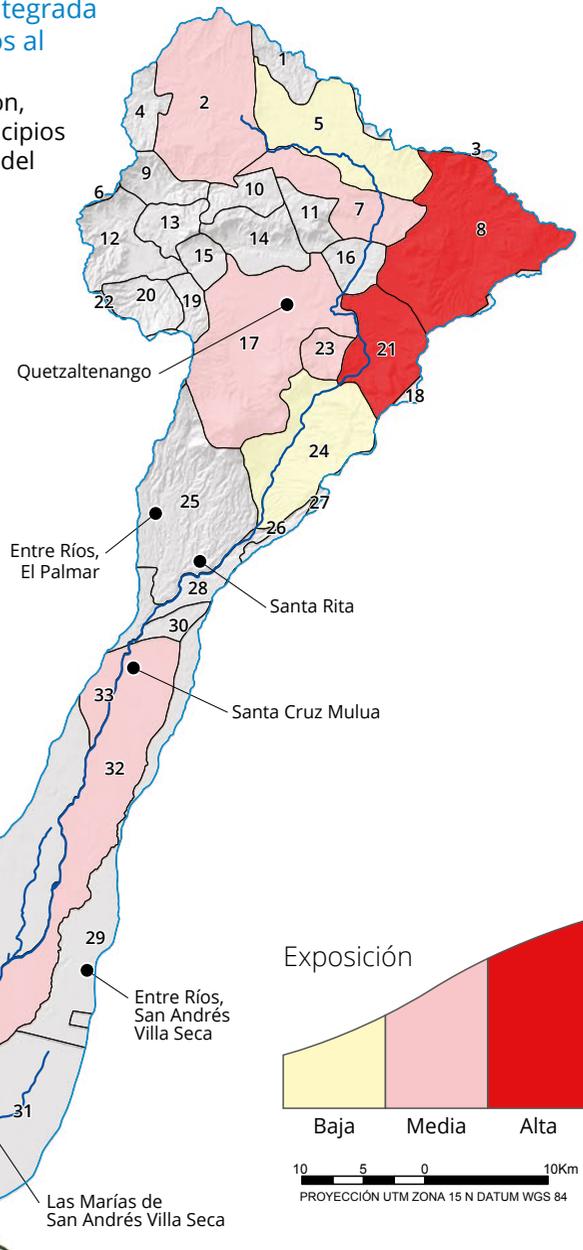
Exposición Integrada

Deslizamiento, inundación, sequía y helada en municipios priorizados

Mapa de Exposición Integrada a fenómenos asociados al Cambio Climático.

Deslizamiento, inundación, sequía y helada, en municipios priorizados de la cuenca del río Samalá, Guatemala

Ubicación geográfica



10 5 0 10Km
PROYECCIÓN UTM ZONA 15 N DATUM WGS 84

Municipios

- 1 Momostenango
- 2 San Carlos Sija
- 3 Santa María Chiquimula
- 4 Sibilia
- 5 San Francisco El Alto
- 6 Palestina de los Altos
- 7 San Cristóbal Totonicapán
- 8 Totonicapán
- 9 Cajolá
- 10 San Francisco La Unión
- 11 San Andrés Xecul
- 12 San Juan Ostuncalco
- 13 San Miguel Sigüila
- 14 Olinstepeque
- 15 La Esperanza
- 16 Salcajá
- 17 Quetzaltenango
- 18 Nahualá
- 19 San Mateo
- 20 Concepción Chiquirichapa
- 21 Cantél
- 22 San Martín Sacatepéquez
- 23 Almolonga
- 24 Zunil
- 25 El Palmar
- 26 Pueblo Nuevo
- 27 San Francisco Zapotitlán
- 28 San Felipe Retalhuleu
- 29 San Andrés Villa Seca
- 30 San Martín Zapotitlán
- 31 Cuyotenango
- 32 Santa Cruz Mulua
- 33 San Sebastián
- 34 Retalhuleu
- 35 Champerico

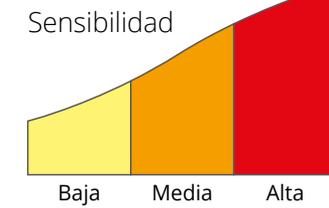
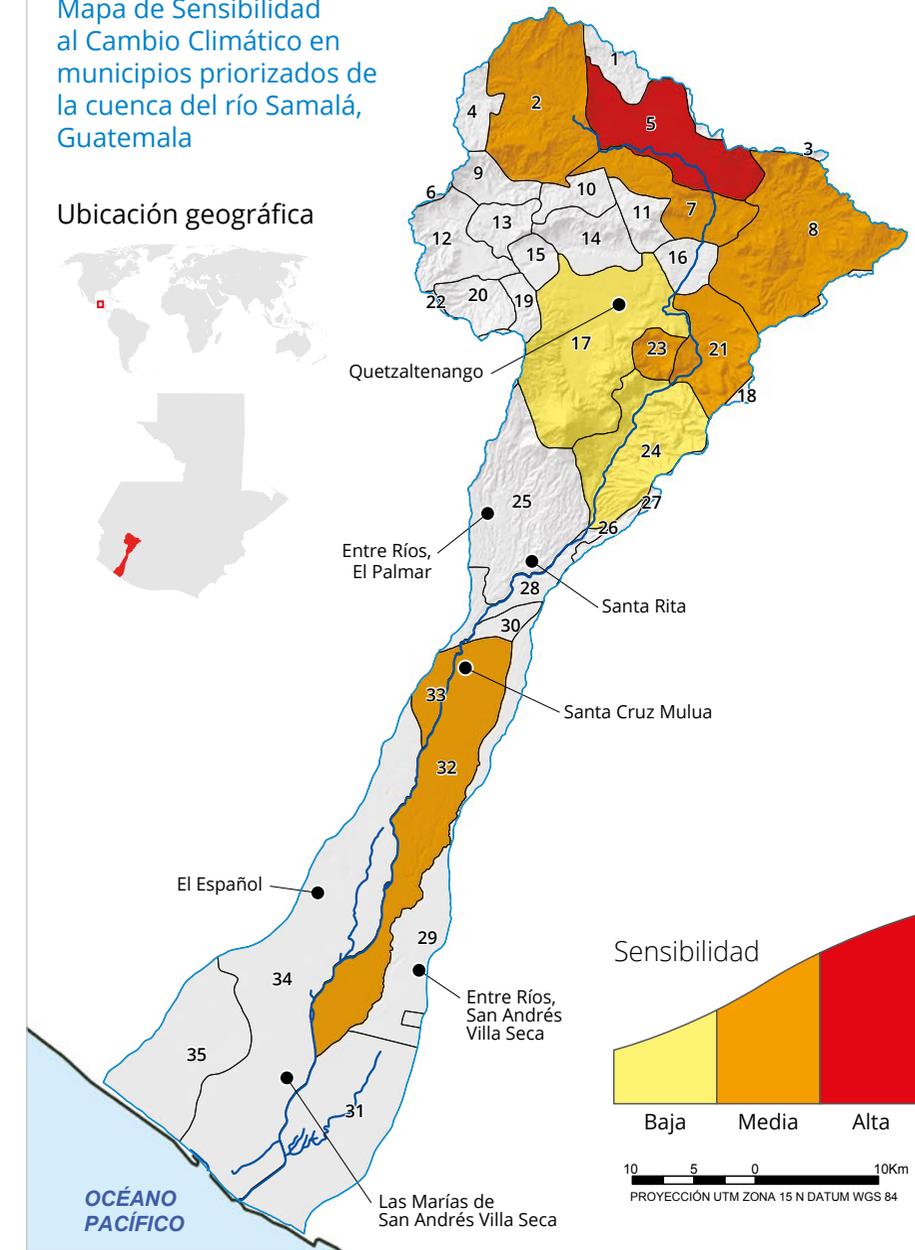


Elaborado a partir del Proyecto Seguridad Hídrica y Cambio Climático para América Central y el Caribe. Procesamiento cartográfico y SIG, CATHALAC. Este trabajo se llevó a cabo con la ayuda de una subvención del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC, Canadá). Proyecto IDRC - CATHALAC, No. 107084-001.

Sensibilidad

Mapa de Sensibilidad al Cambio Climático en municipios priorizados de la cuenca del río Samalá, Guatemala

Ubicación geográfica



10 5 0 10Km
PROYECCIÓN UTM ZONA 15 N DATUM WGS 84

Municipios

- 1 Momostenango
- 2 San Carlos Sija
- 3 Santa María Chiquimula
- 4 Sibilia
- 5 San Francisco El Alto
- 6 Palestina de los Altos
- 7 San Cristóbal Totonicapán
- 8 Totonicapán
- 9 Cajolá
- 10 San Francisco La Unión
- 11 San Andrés Xecul
- 12 San Juan Ostuncalco
- 13 San Miguel Sigüila
- 14 Olinstepeque
- 15 La Esperanza
- 16 Salcajá
- 17 Quetzaltenango
- 18 Nahualá
- 19 San Mateo
- 20 Concepción Chiquirichapa
- 21 Cantél
- 22 San Martín Sacatepéquez
- 23 Almolonga
- 24 Zunil
- 25 El Palmar
- 26 Pueblo Nuevo
- 27 San Francisco Zapotitlán
- 28 San Felipe Retalhuleu
- 29 San Andrés Villa Seca
- 30 San Martín Zapotitlán
- 31 Cuyotenango
- 32 Santa Cruz Mulua
- 33 San Sebastián
- 34 Retalhuleu
- 35 Champerico

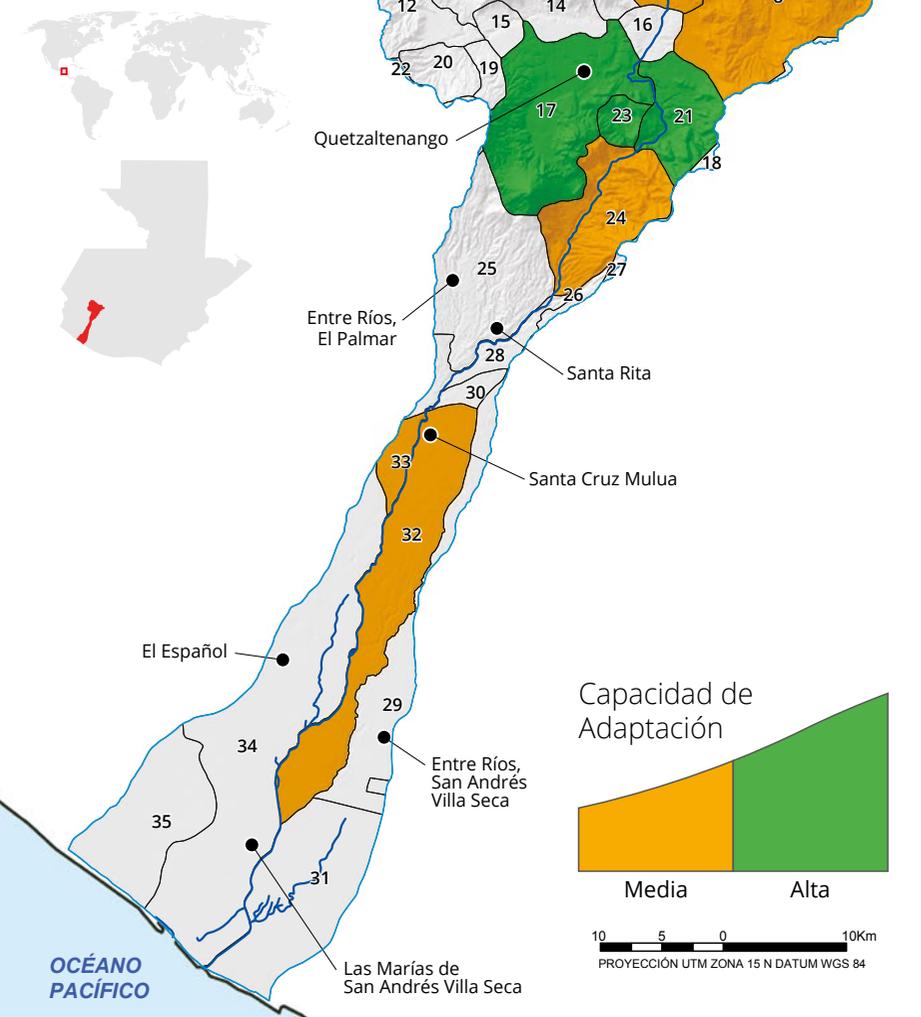


Elaborado a partir del Proyecto Seguridad Hídrica y Cambio Climático para América Central y el Caribe. Procesamiento cartográfico y SIG, CATHALAC. Este trabajo se llevó a cabo con la ayuda de una subvención del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC, Canadá). Proyecto IDRC - CATHALAC, No. 107084-001.

Capacidad de Adaptación

Mapa de capacidad de Adaptación al Cambio Climático en municipios priorizados de la cuenca del río Samalá, Guatemala

Ubicación geográfica



Municipios

- 1 Momostenango
- 2 San Carlos Sija
- 3 Santa María Chiquimula
- 4 Sibilia
- 5 San Francisco El Alto
- 6 Palestina de los Altos
- 7 San Cristóbal Totonicapán
- 8 Totonicapán
- 9 Cajolá
- 10 San Francisco La Unión
- 11 San Andrés Xecul
- 12 San Juan Ostuncalco
- 13 San Miguel Sigüila
- 14 Olinstepeque
- 15 La Esperanza
- 16 Salcajá
- 17 Quetzaltenango
- 18 Nahualá
- 19 San Mateo
- 20 Concepción Chiquirichapa
- 21 Cantél
- 22 San Martín Sacatepéquez
- 23 Almolonga
- 24 Zunil
- 25 El Palmar
- 26 Pueblo Nuevo
- 27 San Francisco Zapotitlán
- 28 San Felipe Retalhuleu
- 29 San Andrés Villa Seca
- 30 San Martín Zapotitlán
- 31 Cuyotenango
- 32 Santa Cruz Mulua
- 33 San Sebastián
- 34 Retalhuleu
- 35 Champerico

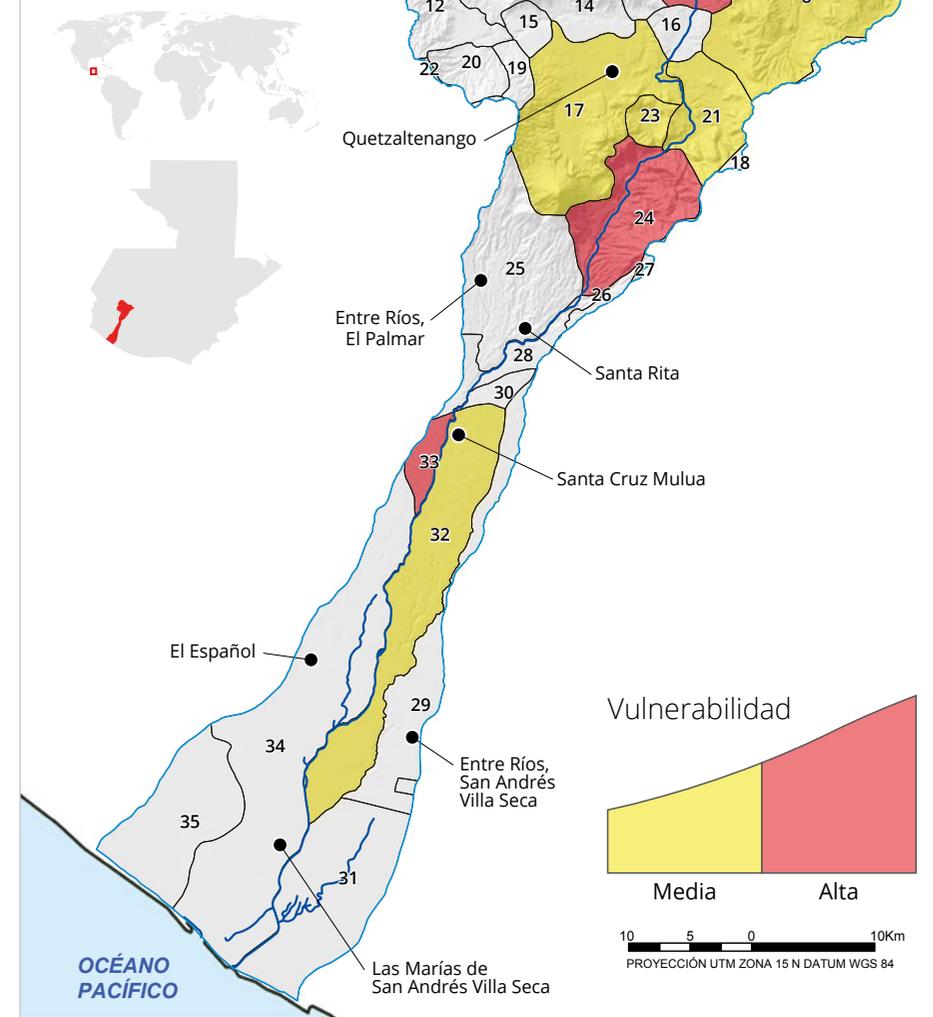


Elaborado a partir del Proyecto Seguridad Hídrica y Cambio Climático para América Central y el Caribe. Procesamiento cartográfico y SIG, CATHALAC. Este trabajo se llevó a cabo con la ayuda de una subvención del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC, Canadá). Proyecto IDRC - CATHALAC, No. 107084-001.

Vulnerabilidad

Mapa de Vulnerabilidad al Cambio Climático en municipios priorizados de la cuenca del río Samalá, Guatemala

Ubicación geográfica



Municipios

- 1 Momostenango
- 2 San Carlos Sija
- 3 Santa María Chiquimula
- 4 Sibilia
- 5 San Francisco El Alto
- 6 Palestina de los Altos
- 7 San Cristóbal Totonicapán
- 8 Totonicapán
- 9 Cajolá
- 10 San Francisco La Unión
- 11 San Andrés Xecul
- 12 San Juan Ostuncalco
- 13 San Miguel Sigüila
- 14 Olinstepeque
- 15 La Esperanza
- 16 Salcajá
- 17 Quetzaltenango
- 18 Nahualá
- 19 San Mateo
- 20 Concepción Chiquirichapa
- 21 Cantél
- 22 San Martín Sacatepéquez
- 23 Almolonga
- 24 Zunil
- 25 El Palmar
- 26 Pueblo Nuevo
- 27 San Francisco Zapotitlán
- 28 San Felipe Retalhuleu
- 29 San Andrés Villa Seca
- 30 San Martín Zapotitlán
- 31 Cuyotenango
- 32 Santa Cruz Mulua
- 33 San Sebastián
- 34 Retalhuleu
- 35 Champerico



Elaborado a partir del Proyecto Seguridad Hídrica y Cambio Climático para América Central y el Caribe. Procesamiento cartográfico y SIG, CATHALAC. Este trabajo se llevó a cabo con la ayuda de una subvención del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC, Canadá). Proyecto IDRC - CATHALAC, No. 107084-001.

Vulnerabilidad actual de la cuenca del río Samalá, Guatemala



Análisis de vulnerabilidad

Se presenta el análisis de vulnerabilidad para 10 municipios priorizados dentro de la cuenca del río Samalá.

Municipios	Índice			Vulnerabilidad Actual	Significado
	Exposición	Sensibilidad	Capacidad de Adaptación		
Totonicapán	2	2	2.15	1.85	Media
Quetzaltenango	2.5	2	2.6	1.9	Media
Santa Cruz Mulua	2	2	1.6	2.4	Media
Cantel	2.5	2	1.9	2.6	Alta
Almolonga	2.5	2.5	2.3	2.7	Alta
San Carlos Sija	1.75	3	1.9	2.85	Alta
San Sebastián Retalhuleu	1.75	3	1.5	3.25	Alta
Zunil	2.5	2.5	1.75	3.25	Alta
San Cristóbal Totonicapán	2.25	3	1.9	3.35	Alta
San Francisco el Alto	2.25	3	1.9	3.35	Alta



Totonicapán:

Es un municipio de la parte alta de la cuenca y está principalmente expuesto a heladas y medianamente a deslizamientos y sequías. En cuanto a la **Sensibilidad**, el municipio merece atención en relación a la **parte humana**, condicionada por el **deficiente acceso a la salud** que presenta su población (número de centros de salud y número de doctores por habitante), la **elevada población migrante**, la deficiente cobertura en **educación primaria**, el elevado porcentaje de **pobreza**, la alta **densidad poblacional** y la **alta tasa de crecimiento poblacional**. En relación a su **Capacidad de Adaptación**, además del recurso humano, el recurso financiero resultó deficiente, dada las reducidas inversiones públicas en infraestructura de protección y a la inexistencia de fuentes de crédito. Considerando la suma de las variables, el municipio de Totonicapán, resultó el menos vulnerable de los 10 municipios priorizados en la cuenca Samalá.

Quetzaltenango:

Este municipio resulta más afectado a inundaciones y heladas y medianamente expuesto a deslizamientos y sequías. El desarrollo de su infraestructura y de servicios, le dan al municipio un nivel de **Sensibilidad** bajo. También su **Capacidad de Adaptación** es bueno. Se señalan como puntos

de mejora la recolección de residuos y el manejo de un relleno sanitario.

Santa Cruz Mulua:

Santa Cruz Mulua está especialmente expuesto a inundaciones, medianamente expuesto a sequías y deslizamientos. Presenta alta sensibilidad en el recurso natural, condicionado por el tiempo que invierten las familias en el abastecimiento de agua, las interrupciones del servicio de agua domiciliar, la reducida área boscosa, así como también alta sensibilidad para el recurso financiero, ocasionada esencialmente por el valor del mantenimiento de la infraestructura en acueductos y al reducido monto asignado a la reconstrucción y rehabilitación de acueductos afectados por eventos climáticos. **La Capacidad de Adaptación es baja debido al manejo del riesgo, pues no se encontraron sistemas de alerta temprana funcionando, planes de gestión de riesgos, ni planes de gestión de cuencas.** También en relación a riesgos, la variable humana debe mejorar sus bases de datos o sistemas de información sobre amenazas, vulnerabilidad y gestión de riesgos, así como el recurso financiero, dada la reducida inversión pública en infraestructura de protección y la inexistencia de fuentes de crédito.

Cantel

Cantel está Expuesto sobre todo a deslizamientos y heladas, además se expone a inundaciones y sequías. Manifiesta **Sensibilidad media en el recurso financiero** debido a la poca existencia y mantenimiento de acueductos; en el ámbito humano también resulta sensible debido a los servicios de salud, alta migración, pobreza, elevada densidad de población y de crecimiento poblacional. **Su Capacidad de Adaptación debe fortalecerse en los aspectos financieros** (debido a la reducida inversión pública en infraestructura de protección y a la ausencia de fuentes de crédito), así como en la parte natural (no se cuenta con sistemas de tratamiento a las aguas residuales ni de disposición de desechos).

Almolonga

Este municipio resultó principalmente expuesto a deslizamientos y heladas y medianamente expuesto a inundaciones y sequías. A ello se suma la **Sensibilidad alta debido a la limitada extensión de las áreas boscosas**, la inexistencia de áreas protegidas al interior del municipio, así como la elevada conflictividad en el uso del suelo. Además, su **Capacidad de Adaptación se ve comprometida desde su recurso social** dada la ausencia de grupos organizados, la carencia de sistemas de alerta temprana funcio-



nando y la ausencia de planes de gestión de riesgos para la respuesta a desastres a nivel local.

San Carlos Sija

El nivel de exposición a fenómenos del clima en San Carlos Sija es media en la mayoría de las amenazas. Sus rangos de Sensibilidad son altos en el aspecto natural, físico y financiero, debido a las reducidas áreas boscosas, el suelo no se usa de acuerdo a su vocación natural, deficiente servicio de agua domiciliar, poco desarrollo de acueductos y escasos sistemas de drenaje. El municipio tiene baja Capacidad de Adaptación en el recurso humano debido a la inexistencia de bases de datos o sistemas de información sobre amenazas, vulnerabilidad y gestión de riesgos, así como en el recurso financiero dado el bajo nivel de la inversión pública en infraestructura de protección y de fuentes de crédito.

San Sebastián Retalhuleu

Este municipio se ve afectado por inundaciones y está medianamente expuesto a sequías. Su Sensibilidad es alta en el aspecto natural, por la deficiente calidad de agua empleada en el consumo, la reducida área con bosque, la ausencia de áreas protegidas y la presencia de conflictos de uso. De

igual manera, el escaso número de acueductos y mantenimiento, la densidad de población y la baja cobertura educativa, le otorgan un nivel de sensibilidad alto al municipio. Su Capacidad de Adaptación es baja en cuanto al bajo nivel organizativo, las políticas de desarrollo de recursos hídricos y medio ambiente, inexistencia de planes de gestión de riesgo, reducida inversión en infraestructura de protección e inexistencia de fuentes de crédito.

Zunil

Este municipio tiene un nivel de exposición alto en la mayoría de las amenazas, excepto a sequías. Su mayor Sensibilidad se asocia al aspecto natural, la poca inversión en sistemas de salud y acueductos; además de las condiciones de vivienda y la migración presente. Su Capacidad de Adaptación es desfavorable por la inexistencia de fuentes de crédito, así como por el tratamiento primario que se le brinda a las aguas residuales, los problemas existentes en el sistema de recolección de residuos, ausencia de un relleno sanitario y la reducida extensión de áreas protegidas en el municipio.

San Cristóbal Totonicapán

San Cristóbal Totonicapán está principalmente expuesto a heladas y medianamente expuesto al resto de amenazas.

Su Sensibilidad se relaciona con el recurso físico, influenciada principalmente por el tipo de piso que predomina en las viviendas y los acueductos existentes. El recurso humano está condicionado por el difícil acceso de la población a los servicios de salud, la gran cantidad de migrantes, el elevado porcentaje de pobreza y la elevada densidad poblacional. Su Capacidad de Adaptación debe fortalecerse principalmente en el aspecto humano (sistemas de información de gestión de riesgos), social (sistemas de alerta temprana y organización para la gestión de riesgos) y financiero (inversiones en infraestructura de protección).

San Francisco el Alto

Su nivel de Exposición es mayor para deslizamientos y heladas y luego para sequías. Su Sensibilidad se asocia al recurso financiero, a las inversiones en acueductos, servicios de salud, migración y densidad poblacional; además, el municipio presenta baja cobertura forestal y conflictos por uso de suelo. También su Capacidad de Adaptación debe fortalecerse en el aspecto financiero (infraestructura de protección y fuentes de crédito) y social en cuanto a los espacios de organización, políticas, planes y gestión de riesgos.



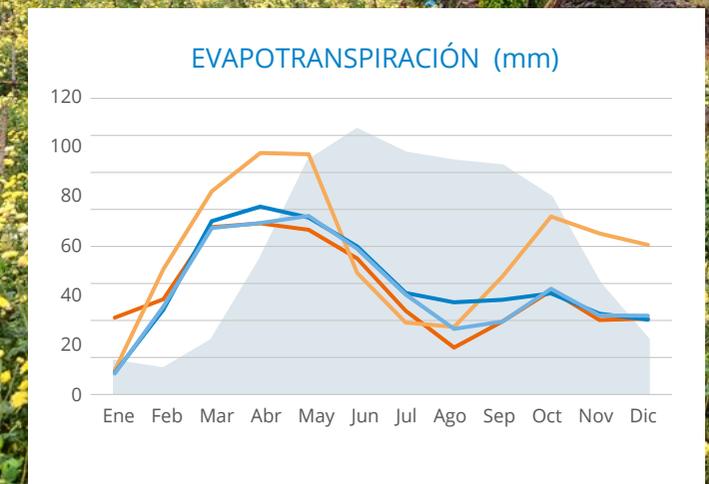
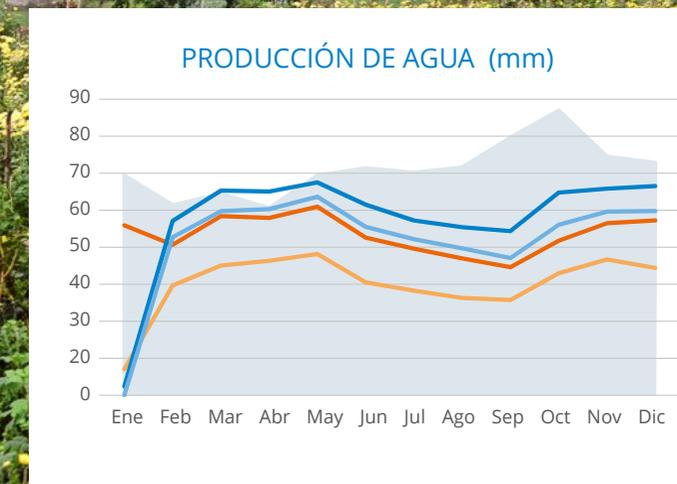
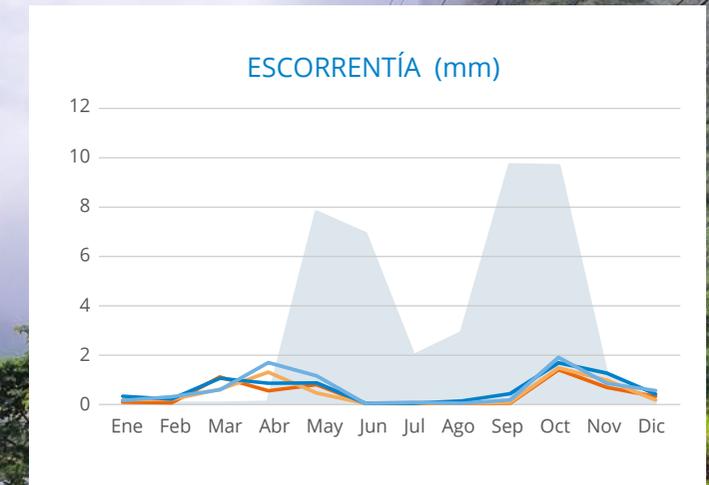
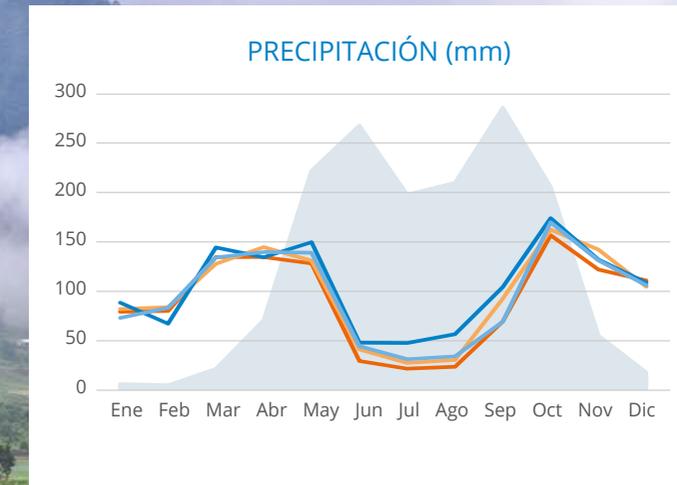
VULNERABILIDAD FUTURA

Impactos del Cambio Climático sobre el Ciclo Hidrológico en la cuenca del río Samalá

A continuación se muestran cuatro gráficas (hidrogramas) de los valores promedio mensuales de las variables analizadas en milímetros (mm) en la **cuenca del río Samalá**. La sombra es la línea base actual (calculada desde el año 1984 al año 2010) y las líneas representan los valores proyectados al año 2050 según dos modelos y dos escenarios de emisión de Gases Efecto Invernadero.

Se eligieron los modelos NorESM1-M y MIROC5 por sus comportamientos relativamente más seco y más húmedo (respectivamente) con relación a las medias históricas en la región. En la primera gráfica de precipitación se observa que los dos modelos de cambio climático, en cualquier nivel de emisiones, coinciden en indicar una disminución significativa en las medias mensuales de precipitación y un período de sequía intra-estival (veranillo) muy acentuado. La gráfica también señala un inicio de lluvias desde el mes de marzo. El cambio de precipitación en la cuenca trae como consecuencia efectos de disminución en el resto de las variables del ciclo hidrológico.

CAMBIOS MENSUALES (PROMEDIO)



Línea base

NorESM1-M (2013-2050), RCP 2.6

NorESM1-M (2013-2050), RCP 8.5

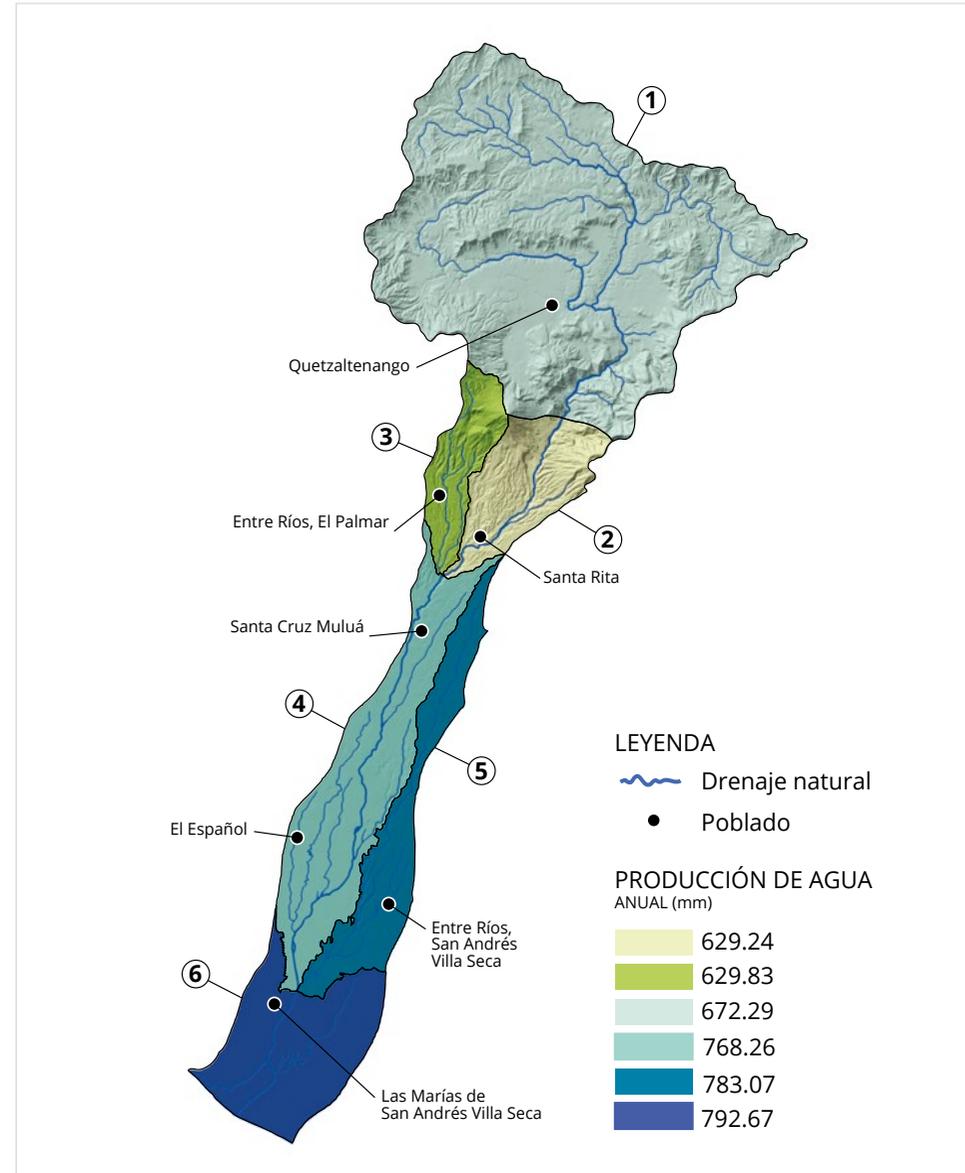
MIROC5 (2013-2050), RCP 2.6

MIROC5 (2013-2050), RCP 8.5

Impactos del Cambio climático por subcuenca

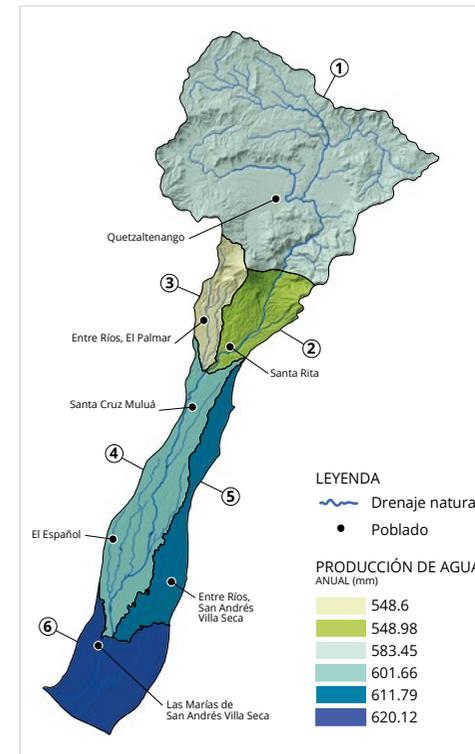
PRODUCCIÓN DE AGUA ANUAL

Histórico 1984 - 2010

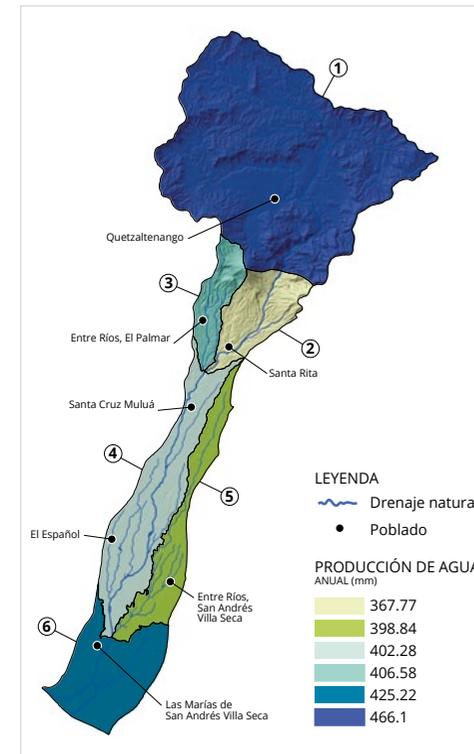


2011 - 2050

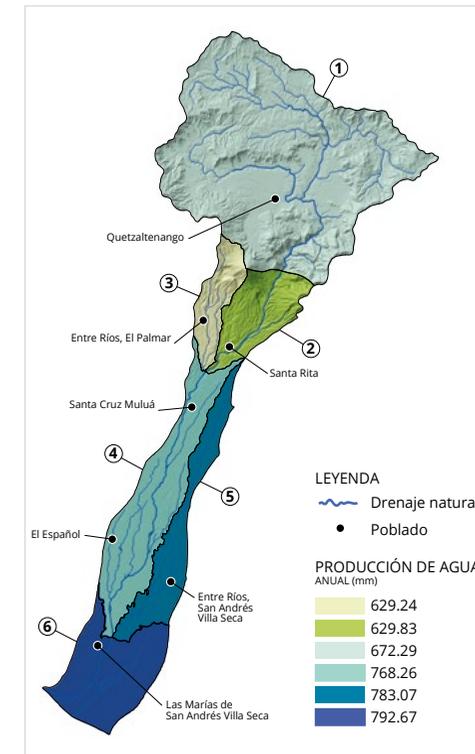
Escenario NorESM1 RCP 2.6



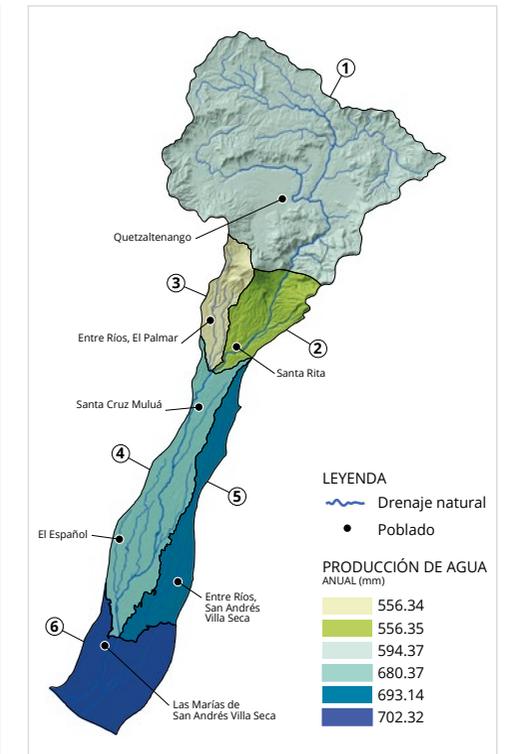
Escenario NorESM1 RCP 8.5



Escenario MIROC 5 RCP 2.6



Escenario MIROC 5 RCP 8.5



Ubicación geográfica

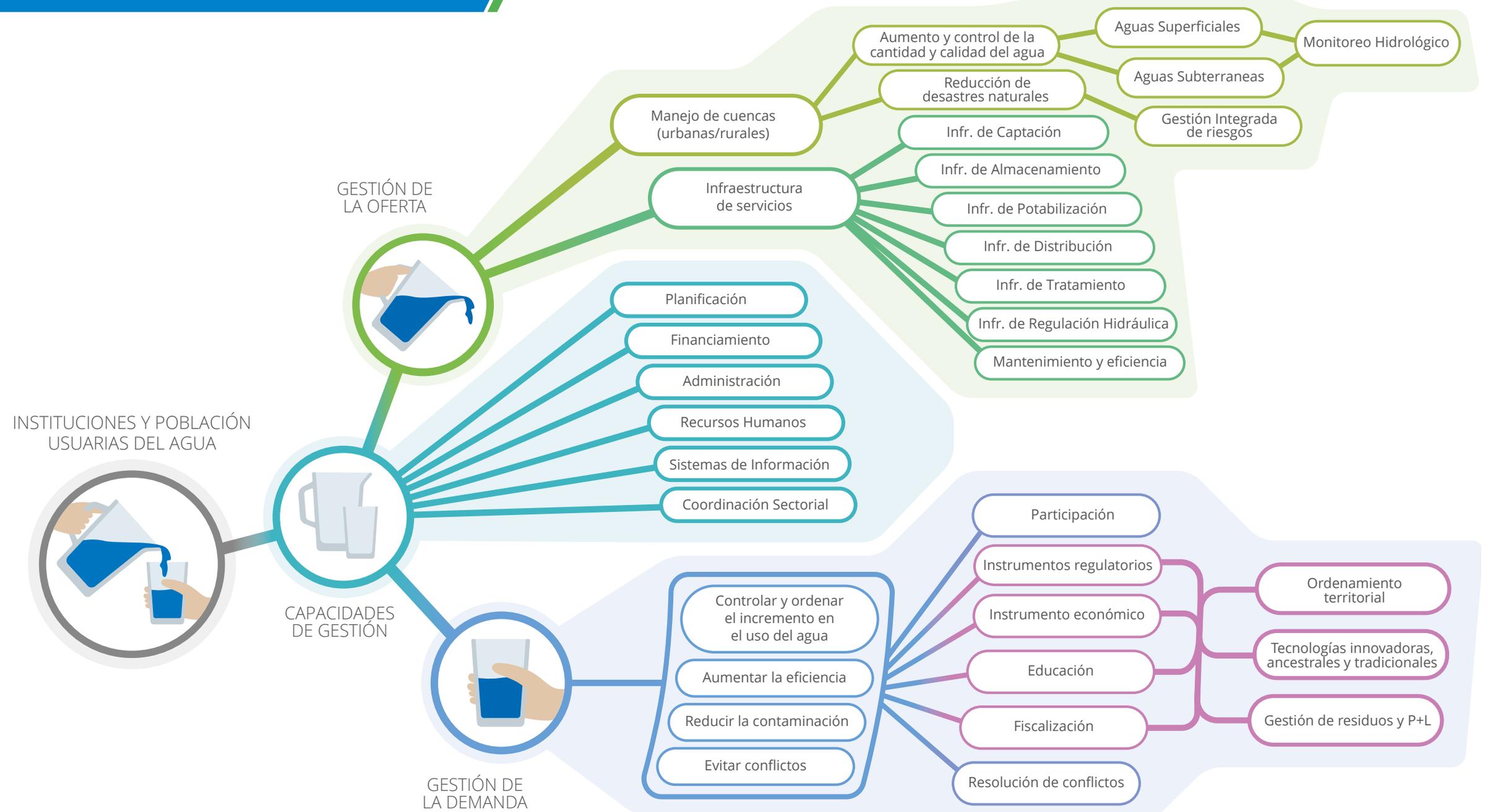


Elaborado a partir del Proyecto Seguridad Hídrica y Cambio Climático para América Central y el Caribe. Procesamiento cartográfico y SIG, CATHALAC. Este trabajo se llevó a cabo con la ayuda de una subvención del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC, Canadá). Proyecto IDRC - CATHALAC, No. 107084-001.

ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Ahora que sabemos cómo el **Cambio climático** podrá afectar los **recursos hídricos** de la **cuenca del río Samalá**, tanto temporalmente (hidrogramas, página 25), como espacialmente (mapas, páginas 26 a 27) y cómo la población es vulnerable a los posibles efectos (páginas 10 a 23), es necesario **construir un plan** para estar mejor preparados, es decir, un **Plan de Adaptación**.

Sadoff y Muller (2010)⁶ dicen que la mejor manera de adaptarse al cambio climático es procurando **Seguridad Hídrica**, pues **un impacto directo del cambio climático se da sobre el agua**. En ese sentido, la comunidad internacional⁷ ha encontrado que **para avanzar en términos de Seguridad Hídrica es necesario integrar la gestión del agua**, por lo que se formularon **dos Planes Municipales de adaptación de la gestión del agua para la Seguridad Hídrica**, a partir del enfoque de **Gestión Integrada de Recursos Hídricos** que hemos definido como **Gestión conjunta** entre las diversas instituciones y la sociedad para asegurar la provisión de agua que satisfaga las necesidades de una demanda ordenada y eficiente⁸.



6 Sadoff Claudia y Mike Muller. 2010. La gestión del agua, la Seguridad Hídrica y la adaptación al Cambio Climático. Efectos anticipados y respuestas esenciales. GWP. TEC Background papers No. 14. 101p.
 7 Por ejemplo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible (Rio +20) en Planet under pressure (2012).
 8 CATHALAC. Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe. 2015. La gestión del agua para la Seguridad Hídrica frente al Cambio Climático. Proyecto Seguridad Hídrica y Cambio Climático para la región de América Central y el Caribe. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC). Panamá. 55 p.

Medidas priorizadas de adaptación en Quetzaltenango

PRIORIZACIÓN DE TEMAS DE SEGURIDAD HÍDRICA					
1	Fuentes de agua	4	Gobernabilidad	7	Seguridad alimentaria
2	Riesgos	5	Salud	8	Seguridad energética
3	Servicios	6	Usos del agua		

*Los gestores del agua en el municipio identificaron las medidas de adaptación para los dos aspectos priorizados de la Seguridad Hídrica en el municipio.

No.	ACTIVIDAD/PROYECTO	Plazo		
		C	M	L
1	FUENTES DE AGUA			
1.1	Capacitar al recurso humano municipal: a) Modelación de la Cuenca, b) GIRH	●		
1.2	Elaboración de acuerdo municipal para regular los usos del agua en el municipio	●		
1.3	Campaña masiva de reforestación	●		
1.4	Campaña masiva sobre el uso adecuado del agua	●		
1.5	Monitoreo coordinado MARN-Municipalidad: P/verificar construcciones y PTAR	●		
1.6	Restaurar las áreas de las fuentes de agua	●		
1.7	Facilitar los proyectos de PINFOR y PINPET a nivel municipal	●		
1.8	Delegar el manejo sostenible de RN a comunidades ubicadas en zonas Recarga Hídrica.	●		
1.9	Cambio de tubería a todo el sistema, colocar hierro galvanizado		●	
2	RIESGOS			
2.1	Dentro de las instituciones, hacer cumplir las leyes para protección y riesgos	●		
2.2	Crear equipo fiscalizador social, p/participación en decisiones sobre riesgos	●		
2.3	Instituciones cumplir reglamentos OT en función de la prevención del riesgo	●		
2.4	Designar presupuesto municipal a obras de mitigación y cuidado del agua	●		
2.5	Crear un ente rector (entidades y población) para el cuidado de los Recursos Hídricos		●	
3	SERVICIOS			
3.1	Capacitación a vecinos sobre la Ley de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural	●		
3.2	Seguimiento al cumplimiento funciones a COCODES de acuerdo a dicha ley	●		
3.3	Cumplir con lo establecido en el código municipal a nivel de municipio	●		
3.4	Establecer un convenio con el Ministerio de Comunicaciones (MICIVI) Municipalidad		●	
3.5	Establecer un proceso bilateral MICIVI-Concejo Municipal		●	
3.6	Sistematizar trámites de requisitos de los servicios		●	
3.7	Estandarizar los requisitos para los servicios municipales		●	
3.8	Establecer oficina única de registros para servicios municipales		●	
3.9	Fiscalización de los COCODES por entes gubernamentales respectivos		●	

No.	ACTIVIDAD/PROYECTO	Plazo		
		C	M	L
4	GOBERNABILIDAD			
4.1	Revalidar y actualizar la Política Nacional del Agua en Guatemala	●		
4.2	Actualizar los reglamentos municipales del uso del agua y su socialización	●		
4.3	Socializar con la población, los reglamentos existentes de una manera clara	●		
4.4	Definición de roles población-municipalidad sobre la gobernabilidad del agua	●		
4.5	Promover participación de las diferentes cámaras (industria, comercio, otras)	●		
4.6	Espacio de concertación p/sostenibilidad "consejo de la cuenca alta río Samalá"	●		
4.7	Implementar sistema de sanciones por mal uso del agua e incentivos por buen uso	●		
4.8	Promover zonificación cultural del uso de agua, normas consuetudinarias	●		
4.9	Crear base de datos de manuales, reglamentos e iniciativas de la gestión del agua	●		
4.10	Elaborar propuesta de ley de aguas (usos: doméstico, agrícola, industrial)		●	
4.11	Elaborar un reglamento Mancomunado para la gestión del agua		●	
4.12	Programar en 3 fases anuales el Reglamento 236-2009		●	
4.13	Crear entidad municipal de gobernabilidad del agua en EMAX (juzgado del agua)		●	
4.14	Promover reglamentos para incentivar cosecha de agua (lluvia, reutilización, etc.)			●
5	SALUD			
5.1	Fortalecer mandatos municipales p/controlar, regular y mejorar calidad de agua	●		
5.2	Desarrollar programas de salud integral a diferentes sectores de la población	●		
5.3	Fortalecer la comisión de salud, para asumir protagonismo y ser articulador	●		
5.4	Fortalecer y mejorar la prestación de servicios de salud a nivel municipal	●		
5.5	Generar una política municipal de salud integral		●	
5.6	Generar información geográfica, sociodemográfica y de salud, áreas vulnerables		●	
5.7	Priorizar implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales		●	
6	USOS DEL AGUA			
6.1	Protección de fuentes de agua y servicios para regular los servicios privados	●		
6.2	Aumentar la oferta de agua, para ampliar la cobertura del servicio	●		
6.3	Campañas de sensibilización sobre el costo real de la prestación del servicio	●		
6.4	Normativa municipal para prestadores privados del servicio de agua	●		
6.5	Alianza pública-privada para promover el uso de tecnologías de punta	●		
6.6	Construcción proyecto demostrativo captación de agua de lluvia en áreas urbanas	●		
6.7	Construcción de pozos de infiltración	●		
6.8	Crear reglamentos sobre los diferentes usos del agua		●	
6.9	Implementar sistema monitoreo p/sistemas tratamiento aguas residuales		●	

No.	ACTIVIDAD/PROYECTO	Plazo		
		C	M	L
6.10	Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales		●	
6.11	Establecer tarifas de acuerdo a niveles socioeconómicos de las familias		●	
6.12	Implementar el Plan de Ordenamiento Territorial		●	
6.13	Delimitación de áreas protegidas, aumentar áreas protegidas privadas		●	
6.14	Procesos de restauración forestal		●	

*Se identificaron las medidas de adaptación para los dos aspectos priorizados de la Seguridad hídrica en el municipio.

Medidas priorizadas de adaptación en Santa Cruz Mulua

PRIORIZACIÓN DE TEMAS DE SEGURIDAD HÍDRICA			
1	Fuentes de agua	4	Usos del agua
2	Servicios	5	Riesgos
3	Gobernabilidad		

No.	ACTIVIDAD/PROYECTO	Plazo		
		C	M	L
1	FUENTES DE AGUA			
1.1	Alianza MSPAS, MARN, Muni p/monitoreo calidad agua, fuentes y reforestación	●		
1.2	Inventario y caracterización de las fuentes de agua	●		
1.3	Crear un fondo privativo que permita el manejo adecuado a las fuentes de agua	●		
1.4	Socializar y aplicar los reglamentos que eviten la deforestación	●		
1.5	Aumentar personal dedicado a la vigilancia de la normativa ambiental		●	
1.6	Desarrollar e implementar un programa de gestión de residuos sólidos		●	
2	SERVICIOS			
2.1	Revisión y actualización de los modelos de prestación de servicios municipales	●		
2.2	Seguimiento a procesos de Pozos iniciados por la Municipalidad p/Agua Potable	●		
2.3	Capacitación en temas: marco legal, seguridad hídrica, política de desechos sólidos	●		
2.4	Fortalecer el proceso de mejoramiento de la calidad del agua para todos los usos		●	
2.5	Incorporación de nuevas tecnologías para mejorar la prestación de servicios municipales		●	
2.6	Elaboración de un estudio técnico de Aguas Residuales, p/cumplimiento norma 236-2006		●	
2.7	Mejorar el sistema de recaudación en la prestación de servicios públicos municipales		●	
2.8	Realizar un manual de procedimientos para la dirección de servicios de agua		●	

No.	ACTIVIDAD/PROYECTO	Plazo		
		C	M	L
2.9	Fortalecer el equipamiento de la dirección de agua (personal, equipo, sistemas de información)		●	
3	GOBERNABILIDAD			
3.1	Fortalecer a Juzgado de Asuntos Municipales, para ejercer en seguridad hídrica	●		
3.2	Fortalecimiento y capacitación de los COCODES y COMUDE (aspectos legales y SNP)	●		
3.3	Elaboración del plan de acercamiento y comunicación con las comunidades	●		
3.4	Creación de un fondo privativo para mejorar la gobernabilidad en seguridad hídrica	●		
3.5	Estudio de posibles fuentes alternas de agua y necesidades de la población		●	
4	USOS DEL AGUA			
4.1	Identificar, clasificar y normar los distintos usos del agua en el municipio	●		
4.2	Implementar la diferenciación de tarifas en los distintos usos del agua	●		
4.3	Emitir una normativa que regule los distintos usos del agua.	●		
4.4	Programa de trabajo para adecuación ambiental de empresas contaminantes		●	
4.5	Elaborar un Plan de Ordenamiento Territorial		●	
4.6	Desarrollar un programa de educación ambiental		●	
5	RIESGOS			
5.1	Creación, acreditación y capacitación de COMRED y COLRED ante la SE-CONRED	●		
5.2	Crear alianza INAB, MARN, CONRED, Ingenios p/reforestar, dragar y bordas	●		
5.3	Coordinar con entidades de cuenca alta, cuenca baja, INSIVUMEH P/ SAT	●		
5.4	Elaboración del Plan de Ordenamiento Territorial Municipal (mediano plazo)		●	

*Se identificaron las medidas de adaptación para los dos aspectos priorizados de la Seguridad hídrica en el municipio.

RECURSO EDUCATIVO

¿Qué es el Cambio Climático?

¿Qué es ciclo hidrológico?

¿Qué es una cuenca hidrológica, a qué se puede parecer?

¿Cómo puede afectar el cambio climático la disponibilidad de agua?

¿Cómo puede afectarte a ti el cambio climático o a la actividad a la que te dedicas o se dedica tu familia?

¿A qué fenómenos relacionados con el cambio climático resulta más expuesto tu municipio?

Si observas la forma de medir sensibilidad y capacidad de adaptación, ¿Cuáles son los mayores factores de vulnerabilidad de tu municipio?

¿Qué se puede hacer en tu municipio para tener mayor Seguridad Hídrica considerando los posibles efectos del cambio climático?

¿Por qué debemos proteger los bosques en una cuenca?



AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer a las siguientes personas, instituciones y organizaciones que nos han acompañado a lo largo de esta investigación: Al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y sus delegaciones de Totonicapán, Quetzaltenango y Retalhuleu: en especial a José David Díaz, Alejandro Bosarreyes, Kenset Rosales, Néstor Fajardo, José Luis Rivera y Ernesto Moscoso; Jesús De León Wannam, Fernando Castillo, José González Ricci, Jonatan Talé, Mario de León y Gloria Ralda. A la Universidad de San Carlos de Guatemala, en especial a Héctor Alvarado, Mirna Montes, Israel Mauricio y Luis Sánchez Midence del Centro Universitario de Occidente; a Edwin Guillermo Santos y a Jesús Ronquillo; a Daniel Dubón, Edson Hernández, Víctor Macario y Raúl Alvarez de la Facultad de Agronomía. A los estudiantes del Programa

Ejercicio Profesional Supervisado: Gabriela Guzmán, José R. Rivas, Hernán J. Guzmán M. y Luis D. Ruiz O. A nuestro Coordinador Nacional, Gabriel Gamboa. A los Alcaldes de Santa Cruz Muluá y Quetzaltenango: Mario Jerónimo Rivera y Jorge Barrientos Pellecer respectivamente y a los miembros del Concejo Municipal de ambos municipios que nos acompañaron en representación de los Alcaldes: Roberto Valenzuela y Alberto García. A los miembros de las oficinas, direcciones y empresas municipales; en especial a Juan Carlos Cifuentes, Ardany Hernández, Byron López, Surama Ranero y Silvia Rivera. A las organizaciones y personas participantes en los Grupos Focales y Talleres Municipales: Rony Ochoa y Roberto Orozco de Pastoral de la Tierra de la Arquidiócesis de Los Altos; Luis Ochoa y Alejandro Toledo de la

Mancomunidad de Municipios "Metrópoli de Los Altos", Fernando Chonay, Pedro López y Carlos Barrios de la Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN-; María Victoria García y Rodolfo Torres de la Red Suroccidental de Cambio Climático; Israel Macario de la Mesa Occidental del Agua; Juan Morales Ovando y Heraldo Escobar de la Mesa Forestal de Concertación Región VI; Juan Pablo Martínez del Grupo de Jóvenes Voluntarios "Pro Mundo Verde"; Nazario Huitz, Aura Chojlan, Oscar García del Instituto Chi'Pixab/Asocreer; Roberto Chuc y Robins López de CARE; Consejos Comunitarios de Desarrollo -COCODE- a Agustín Ambrosio Chaj, Arminio López, Oscar Hernández, Blanca Cayax, Mario Antonio Coyoy, Haroldo Sum y José Galindo.

CATHALAC es un Organismo Internacional establecido en 1992 y reconocido como ente intergubernamental mediante Ley No. 45 de 16 de septiembre de 2010, cuyo objetivo principal es promover el desarrollo sostenible por medio de la investigación aplicada, la educación y la transferencia de tecnología de los recursos hídricos y el ambiente, facilitando los medios para mejorar la calidad de vida en los países del trópico húmedo para América Latina y el Caribe. Las áreas de trabajo de CATHALAC se enfocan en lo siguiente: Gestión integrada de cuencas, gestión de riesgo, cambio climático y modelación y análisis ambiental.

El Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC, Canadá) es una corporación pública creada por el Parlamento de Canadá en 1970 con el fin de ayudar a los países en desarrollo a utilizar la ciencia y la tecnología para encontrar soluciones prácticas y de largo plazo a los problemas sociales, económicos y ambientales que enfrenten. El IDRC ha financiado más de 2000 proyectos de investigación conducidos y administrados por investigadores e instituciones de la región.



SEGURIDAD HÍDRICA
Y CAMBIO CLIMÁTICO
EN LA REGIÓN DE
AMÉRICA CENTRAL Y EL CARIBE

Datos de contacto



111 Ciudad del Saber, Clayton
Ciudad de Panamá, Panamá
Tel: +507-317-3200
Fax: +507-317-3299
www.cathalac.org



Ministerio de Ambiente
y Recursos Naturales



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



intec
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SANTO DOMINGO