



PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

DEPARTAMENTO DE **SOLOLÁ**

*Diferendo Territorial, Insular y Marítimo pendiente de resolver

CRÉDITOS

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

Mario Rojas Espino
Ministro de Ambiente y Recursos Naturales

Fredy Chiroy
Viceministro de Recursos Naturales y Cambio Climático

Ángel Lavarreda
Viceministro de Ambiente

Antonio Urrutia
Director de Cambio Climático

Jennifer Waleska Zamora Arenales
Jefe del Departamento de Vulnerabilidad

Jennifer Calderón
Unidad de Cooperación Internacional

Elmar Iván Ravanales Velásquez
José Salvador Dávila Munduate
Mario Mejía
Dirección de Cambio Climático

Roberto García Alay
Director de Coordinación Nacional

Alejandro Fidel Vicente Vasquez
Delegado departamental Sololá

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia

Luz Keila Virginia Gramajo Vílchez
Secretaria

Kelvyn Moisés
de León Vega
Delegado departamental Sololá

Rainforest Alliance

Oscar Rojas
Director Rainforest Alliance Centroamérica
Alejandro Santos
Director Rainforest Alliance Guatemala

José R. Furlán
Gerente de Vulnerabilidad al cambio climático

Abigail Álvarez
Especialista en gestión del conocimiento e inclusión social

Sergio Dionisio
Especialista en metodologías de planificación para la adaptación

Andrea Moreno
Especialista en Comunicaciones

Oscar Rafael Ralón
Consultor departamento Sololá

Walter Bardales
Claudio Castañón
Félix Martínez
Gamaliel Martínez
Francely Yat
Consultores Rainforest Alliance

Arabella Samayoa Gordillo
Alejandra Rodríguez L.
Edición y diagramación

Víctor Delgado
Rony Rodríguez
Fotografía | Consultores Rainforest Alliance

ÍNDICE GENERAL

1. PRESENTACIÓN.....	9
2. RESUMEN	10
3. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	12
3.1 Etapa de diagnóstico.....	12
3.2 Mapeo de actores.....	13
3.3 Escenarios de cambio climático.....	13
3.4. Diagnostico departamental de la vulnerabilidad al cambio climático	13
3.5 Marco Estratégico y Operativo	15
3.5.1 Proceso de sistematización de información.....	16
3.5.2 Identificación y priorización de acciones de adaptación	16
3.5.3 Estimación de metas quinquenales para las estrategias durante el periodo de implementación del plan.....	16
3.5.4 Evaluación de acciones (Impacto, factibilidad y tiempo)	16
3.5.5 Marco programático para el primer quinquenio de implementación del PDACC.....	17
4. EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LOS FENÓMENOS ATMOSFÉRICOS RELEVANTES	18
4.1. Variables climatológicas	19
4.1.1. Actualización de información climatológica	19
4.1.2. Amenazas climáticas	20
4.1.3. Sensibilidad climática	23
4.1.4. Capacidad adaptativa.....	24
5. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL DEPARTAMENTO	28
5.1. Características generales.....	28
5.2. Historia de la planificación del desarrollo	32
5.3. Planes de desarrollo existentes en el departamento	33
5.4. La conformación geográfica y condiciones climáticas	33
5.5. Caracterización social de la población y de sus actividades económicas	40
5.6. Recursos Naturales y condiciones.....	45
5.7. El cambio climático y los fenómenos atmosféricos relevantes	50
6. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ 52	
6.1. Vulnerabilidad en el departamento de Sololá.....	53
6.2. Elementos estratégicos del desarrollo y su vinculación al cambio climático	67
6.3. Sistema natural: Bosque	67
6.3.1. Condición de los atributos clave.....	68

6.3.2.	Condición de vulnerabilidad	69
	Factores contribuyentes de amenaza	69
6.3.3.	Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema	70
6.4.	Sistema socioeconómico: Granos básicos	70
6.4.1.	Condición del atributo de viabilidad.....	71
6.4.2.	Condición de vulnerabilidad	71
6.4.3.	Factores contribuyentes de amenaza.....	72
6.4.4.	Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema	72
6.5.	Sistema socioeconómico: Café	73
6.5.1.	Condición de los atributos clave.....	73
6.5.2.	Condición de vulnerabilidad	74
6.5.3.	Factores contribuyentes de amenaza.....	74
6.5.4.	Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema	75
6.6.	Sistema socioeconómico: Hortalizas (papa, zanahoria y cebolla)	75
6.6.1.	Condición de los atributos clave.....	75
6.6.2.	Condición de vulnerabilidad	76
6.6.3.	Factores contribuyentes de amenaza.....	76
6.6.4.	Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema	77
6.7.	Sistema socioeconómico: Aguacate	77
6.7.1.	Condición de los atributos clave.....	77
6.7.2.	Condición de vulnerabilidad	77
6.7.3.	Factores contribuyentes de amenaza.....	78
6.7.4.	Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema	78
7.	CONTEXTO LEGAL Y MARCO DE POLÍTICAS PÚBLICAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO.....	80
7.1.	Marco internacional y regional de la adaptación al cambio climático.....	80
7.2.	Marco legal y político nacional.....	82
7.3.	Interculturalidad y planificación para la adaptación ante el cambio climático	88
8.	MARCO ESTRATÉGICO DEL PLAN.....	91
8.1.	Consideraciones para la sostenibilidad del Plan de Adaptación Departamental al Cambio Climático.	91
8.2.	Visión	91
8.3.	Objetivos	92
8.3.1.	General	92
8.3.2.	Específicos	92
8.4.	Estrategias de adaptación ante el cambio climático	92
8.4.1.	Mejorar la calidad de los cuerpos de agua de las cuencas del departamento de Sololá (lago Atitlán, río Madre vieja y río Nahualate para mejorar la calidad del agua)	92

8.4.2.	Incremento de hogares con agua entubada para el consumo humano asegurando su potabilidad	93
8.4.3.	Conservación del sistema natural bosque y de recarga hídrica.....	93
8.4.4.	Servicios de saneamiento resilientes y eficaces	93
8.4.5.	Sistemas productivos, sostenibles y resilientes	94
8.4.6.	Infraestructura básica en salud, vivienda, educación y vial construida o reconstruida con criterios de adaptación al cambio climático.	94
9.	MARCO PROGRAMÁTICO	96
10.	SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN	121
10.1.	Objetivos	121
10.1.1.	Objetivo general.....	121
10.1.2.	Objetivos específicos	122
10.2.	Conceptos básicos de seguimiento y evaluación	122
10.2.1.	Seguimiento de políticas y planes.....	122
10.2.2.	Evaluación de políticas y planes	122
10.2.3.	Tipos de evaluación	122
10.3.	10.3 Seguimiento y evaluación del plan departamental de adaptación al cambio climático de Sololá	123
10.3.1.	Proceso de seguimiento del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático	123
10.3.2.	Seguimiento del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático.....	124
10.3.3.	Seguimiento a las actividades operativas del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático.....	125
10.3.4.	Evaluación del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático	126
10.3.5.	Componentes básicos para orientar el diseño de una evaluación.....	126
10.3.6.	Consideraciones generales para la evaluación de implementación y resultados del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático	127
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	128

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Municipios del departamento de Sololá.	29
Tabla 2. Ranking municipal 2018: Índice de servicios públicos para los Municipios del departamento de Sololá.	31
Tabla 3. Recursos hídricos del departamento de Sololá.	47
Tabla 4. Dinámica de la cobertura forestal para Sololá durante 2010-2016.	49
Tabla 5. Cobertura forestal municipios de Sololá.	49
Tabla 6. Daños ocasionados por el Huracán Stan en el departamento de Sololá.	50
Tabla 7. Temperatura media anual 2021 (°C)	55
Tabla 8. Cuadro resumen de indicadores de atributos clave para los elementos estratégicos de desarrollo en el departamento de Sololá.	79
Tabla 9. Estrategia 1	96
Tabla 10. Resultado y acciones estrategia 1	98
Tabla 11. Resultados y acciones estrategia 1	99
Tabla 12. Estrategia 2	100
Tabla 13. Resultado y acciones estrategia 2. Conservación del sistema natural bosque y de recarga hídrica con enfoque de cuenca.	101
Tabla 14. Resultado y acciones estrategia 2.	102
Tabla 15. Estrategia 3 y 4.	103
Tabla 16. Resultado y acciones estrategia 3	104
Tabla 17. Resultado y acciones estrategia 3.	105
Tabla 18. Resultado y acciones estrategia 4.	106
Tabla 19. Resultado y acciones estrategia 4.	107
Tabla 20. Resultado y acciones estrategia 4.	108
Tabla 21. Resultado y acciones estrategia 4.	109
Tabla 22. Estrategia 5.	110
Tabla 23. Estrategia 5.	111
Tabla 24. Resultados y acciones estrategia 5.	112
Tabla 25. Resultados y acciones estrategia 5.	113
Tabla 26. Resultados acciones estrategia 5.	114
Tabla 27. Resultados y acciones estrategia 5.	115
Tabla 28. Resultados y acciones estrategia 5.	116
Tabla 29. Estrategia 6.	117
Tabla 30. Resultados y acciones estrategia 6.	118
Tabla 31. Resultados y acciones estrategia 6.	119
Tabla 32. Formato 1. Matriz para Seguimiento de indicadores:	124
Tabla 33. Formato 2: Matriz de Planificación operativa	125
Tabla 34. Formato 3: Tablero de mando mensual	125
Tabla 35. Formato 4: Seguimiento a la planificación operativa en el corto plazo, mediano plazo y largo plazo.	126

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pirámide poblacional para Sololá	28
Figura 2. Incendios suscritos a nivel departamental durante 2019.	68
Figura 3. Elementos de política y planes sujetos a seguimiento.....	122

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Departamento de Sololá	34
Mapa 2. Fisiografía de la cuenca del lago de Atitlán.....	35
Mapa 3. Tipos de suelos presentes en la cuenca del lago de Atitlán.....	45
Mapa 4. Familia taxonómica y subclases de suelo de la cuenca del lago de Atitlán.....	46
Mapa 5. Uso de suelo, según estudios semidetallado de capacidad de uso de las tierras.....	47
Mapa 6. Cobertura forestal departamento de Sololá.	48
Mapa 7. Temperatura promedio anual por municipio (año 2021)	56
Mapa 8. Temperatura mínima intermensual actual por municipio (año 2021)	57
Mapa 9. Temperatura mínima intermensual actual por municipio (año 2021)	57
Mapa 10. Precipitación promedio anual departamento de Sololá.....	60
Mapa 11. Precipitación promedio anual por municipio (año 2050)	61
Mapa 12. Amenaza actual por sequía	63
Mapa 13. Amenaza por sequía (año 2050)	64
Mapa 14. Amenaza por heladas (año 2050).....	65
Mapa 15. Amenaza por heladas (año 2050).....	66
Mapa 16. Amenaza de incendios Forestales en Guatemala.....	66

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Extensión de las zonas de vida para el departamento de Sololá	38
Gráfica 2. Categorización de la pobreza para Sololá	42
Gráfica 4. Producción de granos básicos durante el 2019 para Sololá	43
Gráfica 5. Categoría ocupacional por sexo para la población ocupada nacional	44
Gráfica 6. Actividad económica por área de residencia para la población ocupada nacional	44
Gráfica 7. Temperatura máxima intermensual actual 2021 (°C/mes)	57
Gráfica 8. Precipitación histórica: media anual, mínima y máxima (mm/año)	59
Gráfica 9. Precipitación histórica: media mensual (mm/mes)	59
Gráfica 10. Precipitación 2050: media, mínima y máxima anual (mm/año)	60
Gráfica 11. Precipitación 2050: media, mínima y máxima anual (mm/año)	60
Gráfica 12. Cambios o diferencias de la precipitación media anual 2021- 2050 (mm/año)	62

1. PRESENTACIÓN

Guatemala es un país particularmente vulnerable ante los impactos del cambio climático, las distintas evaluaciones realizadas a nivel global nos posicionan como uno de los 10 países más vulnerables ante el cambio climático.

Desde julio de 2020 el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales ha liderado el programa preparatorio para el Fondo Verde del Clima "Fortalecimiento de los procesos nacionales de planificación para la adaptación al cambio climático". En un esfuerzo conjunto con la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia y con el apoyo técnico de Rainforest Alliance, se han evaluado distintos aspectos de la vulnerabilidad ante el cambio climático a nivel nacional y esto ha permitido realizar una planificación a nivel departamental, considerando las características y necesidades de cada uno.

El Plan de Adaptación al Cambio Climático de Sololá parte de las amenazas y retos que enfrenta el departamento para identificar una ruta de desarrollo en la que, a través de la colaboración conjunta entre gobierno central, autoridades locales, sector privado y grupos de sociedad civil, establecen metas que contribuyen con la reducción de la vulnerabilidad local.

Las acciones descritas y resultados propuestos son producto de un proceso participativo de análisis y construcción interinstitucional, aunque reflejan los acuerdos alcanzados en su momento, pueden ser revisados de acuerdo con un mayor compromiso intersectorial y en la búsqueda de generar mayor impacto a nivel departamental.

Guatemala, junio de 2022

2. RESUMEN

El Plan de Adaptación al Cambio Climático para el Departamento de Sololá, se desarrolló de octubre 2020 a diciembre 2021, mediante un proceso participativo entre sociedad civil, sector privado, entidades de gobierno y de cooperación con presencia en el departamento.

El Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático (PDACC) de Sololá, busca operativizar a escala departamental las directrices de políticas nacionales sobre adaptación al cambio climático, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de grupos que se ven más afectados dadas sus limitadas capacidades construidas y de tal cuenta reducir las asimetrías y desigualdades a nivel de municipios y la integralidad de la gestión pública en materia ambiental y cambio climático.

El PDACC estratégicamente se organiza en dos apartados: a) el *Diagnóstico y Evaluación de Vulnerabilidad al Cambio Climático*, y b) el *Marco Estratégico y Operativo para la Adaptación al Cambio Climático en el departamento*, organizado en 12 capítulos, entre los que se incluye la presentación, el resumen, la bibliografía y anexos.

El capítulo tercero describe la estrategia metodológica para el desarrollo del PDACC, el capítulo 4, hace referencia al análisis del cambio climático y los fenómenos atmosféricos relevantes suscitados en el departamento, enfatizando en los impactos sobre los elementos estratégicos para el desarrollo económico y social. En el quinto capítulo se enfoca en la caracterización socioeconómica y natural de Sololá, en el que se remarcan aspectos geográficos, conformación política administrativa del departamento, así como referentes históricos de la planificación del desarrollo social y económico en el departamento. Se enfatiza en las características de la población y sus principales actividades económicas, partiendo de un análisis de la situación de pobreza de la población, los niveles de desnutrición, la situación de la educación, condiciones de salud de la población, las características de las viviendas y los servicios básicos de los que disponen los hogares, así como sus principales actividades productivas y sus medios de vida, como factores clave para la adaptación al cambio climático.

El sexto capítulo aborda la vulnerabilidad específica del departamento, para el que se identificaron y priorizaron elementos estratégicos naturales y socioeconómicos fundamentales para el desarrollo del departamento, para los que se realizó un análisis situacional considerando impactos de fenómenos hidrometeorológicos atribuidos al

cambio climático, que permitió evaluar su vulnerabilidad frente al cambio climático. Lo anterior permitió desarrollar un análisis basado en un escenario climático al año 2050, de potenciales acciones que, dentro de una visión de corto, mediano y largo plazo, permita desde las áreas de intervención institucionales, de la sociedad civil en general y de inversiones privadas, potenciar una mayor capacidad de recuperación y construcción de resiliencia territorial.

El capítulo 7 se enfoca en una revisión del marco político y normativo del cambio climático para dotar de sustento a las propuestas estratégicas del PDACC. El octavo capítulo integra lo anteriormente descrito en un marco estratégico de largo plazo, y prioriza las estrategias para la adaptación. En seguimiento a esto, el capítulo nueve define ya un marco programático de corto y mediano plazo, en el que se identifican acciones con la participación institucional y de la sociedad civil a manera de viabilizar su legitimidad y competencias para establecer desde el territorio, la factibilidad y viabilidad de su implementación, ejecución, seguimiento y evaluación en el mediano y largo plazo.

Finalmente, se ha propuesto un sistema de seguimiento y evaluación, integrada en el capítulo 10, en el cual propone un mecanismo el cual sería gestionado desde el MARN, en coordinación con SEGEPLAN.

3. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

La elaboración del Plan de Adaptación al Cambio Climático para el departamento Sololá se llevó a cabo en dos momentos: un primer momento que permitió el desarrollo del *Diagnóstico y Evaluación de Vulnerabilidad al Cambio Climático*, un segundo momento que constituyó el proceso de elaboración del *Marco Estratégico y Operativo para la Adaptación al Cambio Climático en el departamento*.

El nivel territorial de planificación establecido está basado en la delimitación político-administrativa departamental, con fundamento en los niveles de planificación establecidos por el Sistema Nacional de Planificación del Desarrollo de Guatemala, a cargo de la Secretaría de Planificación y de Programación de la Presidencia (SEGEPLAN), que tiene como esquema de participación y gobernanza al Sistema de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural, que para los departamentos corresponde a los Consejos Departamentales de Desarrollo -CODEDE-, espacio a partir del cual se realizaron los procesos de consulta, socialización, retroalimentación y validación del contenido del PDACC.

Los principios de trabajo que guiaron el proceso fueron: a) *participación social*, con el que se consideraron conocimientos, percepciones y reflexiones colectivas, técnicas y políticas de los diferentes actores y sectores con presencia en el territorio, b) *perspectiva de género*, con el que se buscó una comprensión integral y sistémica de los roles y desigualdades de género en términos de vulnerabilidad al cambio climático y el diseño de intervenciones de adaptación al cambio climático, c) *enfoque territorial y regional*, que parte de un análisis conjunto de aspectos políticos, socioeconómicos y ambientales, a fin de que los diferentes actores articulen acciones para la gestión de la adaptación y d) *especificidades sociales y ambientales*, para el que se consideró la participación de actores y sectores con presencia en el territorio, así como de sus contextos naturales para el análisis de la vulnerabilidad y las acciones de adaptación al cambio climático. Para el desarrollo del PDACC fue clave la coordinación establecida entre las delegaciones departamentales del MARN y SEGEPLAN, con quienes se acordó y preparó la estrategia de trabajo. A través de dichas instituciones se coordinó la convocatoria y el desarrollo de talleres generales y comunitarios para la construcción de insumos e información, procesos de revisión, retroalimentación y validación del contenido del PDACC, para el que se consideró la rectoría del MARN en temas de cambio climático, así como la rectoría de SEGEPLAN en la planificación del desarrollo.

Las diferentes etapas consideradas en la estrategia metodológica para cada momento se describen a continuación:

3.1 Etapa de diagnóstico

Para el desarrollo del diagnóstico, se procedió realizar una revisión bibliográfica primaria y secundaria sobre aspectos sociales, económicos y naturales, así como una serie de consulta e

expertos y entrevista a actores territoriales, para la caracterización del departamento considerando los aspectos siguientes: a) análisis y descripción del entorno sociopolítico, institucional, social, económico, ambiental y climático, b) revisión y una análisis histórico de los principales eventos climáticos ocurridos y sus impactos sobre los elementos naturales y socioeconómicos que conforman los medios de vida de la población, c) el análisis de la vulnerabilidad de elementos estratégicos para el desarrollo del departamento que están siendo afectados por el cambio climático, así como éstos afectan elementos de bienestar humano, basado en el análisis de la situación actual y futura, traducidos en escenarios futuros hacia 2050, d) y la identificación de acciones de adaptación viables y factibles a implementar en el territorio, basado en intervenciones que entidades públicas nacionales y locales así como por el sector privado y de la sociedad civil en general, implementan en el territorio.

3.2 Mapeo de actores

El contenido de los productos o apartados del PDACC, fueron revisados, retroalimentados y validados de forma participativa con representantes de diversos sectores presentes en el territorio. Para ello, inicialmente se realizó un mapeo y se caracterizaron actores clave de entidades de gobierno y sociedad civil ampliada, con vínculos en la gestión de los recursos naturales y sistemas económicos productivos, así como entidades vinculadas a la gestión del cambio climático. El ejercicio permitió identificar a los actores estratégicos en el departamento y sus principales acciones en términos de adaptación al cambio climático, lo que permitió un proceso participativo e incluyente en el análisis de la vulnerabilidad y la identificación de acciones de adaptación al cambio climático en los diferentes talleres. Para el análisis de las relaciones entre los actores, se utilizó el programa MACTOR, para analizar la dependencia de los actores, a fin de establecer una estrategia de gestión de actores clave.

3.3 Escenarios de cambio climático

Se generaron modelos espaciales sobre variables meteorológicas como precipitación, temperaturas máximas, mínimas y medias. La información ha sido compilada de las estaciones del Instituto de Sismología Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) que cuentan con un registro histórico y que permite un análisis más completo sobre la variabilidad y el cambio climático.

De acuerdo con el INSIVUMEH (2019), los escenarios presentan distintos modelos en los que podría comportarse el clima en Guatemala, con tendencias predominantes hacia el escenario RCP_8.5. Cualquiera que sea el escenario de cambio climático seleccionado, vale la pena mencionar que en el período 1990-2019, la temperatura media del país se ha incrementado en 0.5° respecto al período 1960-1990. La tendencia en el crecimiento de la temperatura para el período 2040-2069, se ubica entre 1.5 y 2.4°C; asimismo, en todos los escenarios climáticos se proyectan cambios en los patrones de precipitación con reducciones en la primera parte de la estación lluviosa e incrementos en los últimos meses de dicha estación.

3.4. Diagnostico departamental de la vulnerabilidad al cambio climático

La evaluación de la vulnerabilidad departamental al cambio climático se fundamentó en la revisión histórica y actual de las principales amenazas climáticas y sus impactos sobre elementos estratégicos que son fundamentales para los medios de vida y el desarrollo económico de Petén. Así mismo, en el marco del proyecto se elaboraron mapas temáticos nacionales y departamentales de las principales amenazas climáticas, como insumos para analizar los impactos sobre elementos naturales y socioeconómicos y con ello evaluar la vulnerabilidad de estos frente al cambio climático, basado en criterios facilitados por la metodología de estándares abiertos para la práctica de la conservación, en consideración con los ajustes para la planificación de la adaptación al cambio climático.

Así mismo, la revisión de los impactos de las amenazas climáticas identificadas sobre los elementos estratégicos se sustentó en la revisión bibliográfica exhaustiva de estadísticas y registros, tales como las eventualidades atendidas por la CONRED, los informes realizados por el INSUVUMEH. Igualmente, se consultó información secundaria sobre evaluaciones de los impactos de eventos meteorológicos sobre los sistemas sociales y económico productivos en el departamento, para el que se consideraron tesis, informes técnicos y publicaciones científicas, información que fue validada en talleres y entrevistas de campo.

Para la identificación y priorización de los elementos estratégicos inicialmente se consultaron distintas fuentes bibliográficas con información relacionada con los elementos naturales y socioeconómicos de mayor importancia y relevancia dentro del departamento que están siendo impactados por el cambio climático.

Lo anterior, generó un listado de elementos que fueron presentados, discutidos y validados con actores clave e informantes clave, para definir un listado acotado de elementos que deben ser gestionados de forma sostenible para favorecer la capacidad de adaptación de del territorio al cambio climático, en tanto, medios de vida de la población.

Los criterios utilizados para la priorización de los elementos estratégicos son:

- Asociación y agrupación en categorías generales, que refleje la escala departamental.
- Representatividad y relevancia del elemento para la población, al ser medio de vida vital.
- Que reflejen las amenazas que ponen en riesgo el elemento.
- Percepción con criterio de experto del impacto de las amenazas actuales sobre el elemento.
- Disponibilidad de información relacionada al elemento.

Los elementos estratégicos seleccionados y priorizados, fueron evaluados frente a factores de perturbación asociados al cambio climático y las anomalías en los regímenes climáticos, hidrológicos y otros fenómenos asociados (Por ejemplo: incendios, sequías, olas de calor, inundaciones, etc.). El análisis se realizó con criterios cualitativos y cuantitativos que permitieron determinar la exposición de los sistemas frente a amenazas climáticas predominantes en el contexto territorial, su sensibilidad frente a estos, así como su capacidad de adaptación, que en ocasiones es difícil de determinar, sin embargo, puede inferirse a partir de diversos parámetros. (CONANP y TNC, 2011)

En complemento con la información recolectada a nivel de revisión bibliográfica, talleres, visitas de campo y entrevista a actores locales, se procedió a determinar la vulnerabilidad de los elementos estratégicos frente a la variabilidad y el cambio climático, utilizando para ello los criterios siguientes:

- a. Exposición: alcance o extensión del impacto sobre el elemento, medido como proporción del elemento afectado.
- b. Sensibilidad: severidad o gravedad del impacto sobre la viabilidad del objeto: evaluación de la sensibilidad del elemento estratégico frente al impacto de los eventos o variación climáticos.
- c. Capacidad de Adaptación: capacidad del elemento para recuperarse en forma natural o con intervención humana (Secaira, 2015).

3.5 Marco Estratégico y Operativo

Para el desarrollo de este apartado, se recurrió a la herramienta administrativa de gestión por resultado, con lo que se buscó priorizar los aspectos que conduzcan a lograr en eficiente desempeño organizacional en la gestión de la adaptación al cambio climático, que permita a los tomadores de decisiones mejores insumos para el análisis y decisiones en el diseño de estrategias y acciones que contribuyan a alcanzar la visión y los objetivos de un plan.

Para ello se realizaron los siguientes pasos: revisión del marco normativo y político sobre cambio climático; revisión de las condiciones habilitantes para la sostenibilidad de las estrategias y acciones; determinación de una visión conjunta territorial; determinación de objetivos generales y específicos; determinación de estrategias, resultados, acciones y metas, así como el diseño de un mecanismo de evaluación y seguimiento de resultados y metas.

Como resultado del análisis de los principales instrumentos normativos y políticos sobre cambio climático a nivel internacional, nacional y departamental, se obtuvo un marco de actuación que brinda los fundamentos para la planificación de la adaptación al cambio climático. También se realizó una revisión sobre el marco de planificación del desarrollo a nivel nacional y departamental, de manera que las acciones del Plan de Adaptación al Cambio Climático se articulen al planteamiento del desarrollo del territorio. Seguidamente se revisaron las condiciones necesarias o habilitantes que permitan la sostenibilidad del PDACC, mediante el análisis de las limitaciones y oportunidades que ofrece el contexto territorial en las dimensiones políticas, institucionales, financieros, técnicos, ambientales y sociales, brindando así un marco de factibilidad para las intervenciones tanto de corto como de mediano y largo plazo.

En consideración con los resultados de la evaluación de la vulnerabilidad nacional y departamental del departamento frente al cambio climático, presentados en el diagnóstico, se planteó una situación deseada bajo un escenario climático proyectado al año 2,050. Esta propuesta se hace, estableciendo una visión de largo plazo tendiente a gestionar las capacidades de adaptación y reducir la sensibilidad departamental frente al cambio climático y con ello reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y económicos estratégicos para construir un territorio resiliente.

En consecuencia, el PDACC plantea en el corto, mediano y largo plazo, un marco estratégico conformado por la visión de largo plazo, objetivos y estrategias. Así mismo, se plantea un marco programático, el cual establece ejes temáticos de abordaje que integran los objetivos y estrategias planteados en el marco estratégico, llevándolos a un nivel operativo mediante la definición de resultados, metas, indicadores y acciones. El marco operativo también plantea una programación para el primer quinquenio, iniciando a partir del año 2,022, en éste se proponen las acciones, con sus metas e indicadores, además que, identifica a la institucionalidad responsable de estas acciones.

3.5.1 Proceso de sistematización de información

Para el desarrollo del Marco estratégico y programático, se realizó una serie de talleres, entrevistas y consultas a expertos y profesionales de las instancias públicas, con el que se buscó un proceso participativo y de construcción colectiva. Es importante indicar que para el marco estratégico y programático se realizaron rondas de talleres, esto permitió que los actores y responsables de acciones hicieran comentarios y ajustes a las acciones y metas propuestas, para ello se utilizaron matrices de análisis que contienen los ajustes a acciones y metas.

3.5.2 Identificación y priorización de acciones de adaptación

En el marco de los talleres de planificación estratégica y operativa, se construyó de forma colectiva una visión del PDACC, un objetivo específico y objetivos individuales, que enuncian los cambios necesarios en la gestión ambiental, social y económica productiva para la adaptación al cambio climático. Seguidamente se ha requerido, mediante lluvia de ideas de los actores sobre las líneas estratégica y las acciones pertinentes para alcanzar los objetivos planteados. En consecuencia, el plan propone un marco estratégico, con una visión, objetivos y estrategias y a partir de éstas últimas se plantean las acciones, muchas de ellas, vinculadas al análisis de los elementos estratégicos analizados en el apartado de diagnóstico. De esta cuenta, se pueden abordar de manera directa a los factores contribuyentes identificados y que institucionalmente pueden ser abordados mediante acciones e intervenciones de adaptación a los efectos del cambio climático.

3.5.3 Estimación de metas quinquenales para las estrategias durante el periodo de implementación del plan.

Las metas quinquenales constituyen un elemento del marco programático, las cuales están establecidas al año 2050. Estas metas han sido diseñadas a partir del resultado propuesto y establecen en cada periodo su alcance, su mantenimiento o su progreso, ya que existen productos que son recurrentes en el tiempo y tienen que ser abordados durante todo el periodo.

3.5.4 Evaluación de acciones (Impacto, factibilidad y tiempo)

Para el análisis del impacto de las acciones, se recurrió al conocimiento y la experiencia de expertos institucionales que bajo su juicio fueron asignando su relevancia para la adaptación del

departamento. Para la medición de su factibilidad, se enmarco dentro de los aspectos técnicos y financieros, para ello también fue necesaria el conocimiento de los participantes institucionales que con su buen juicio fueron indicando la posibilidad de implementación, a la luz de estos dos criterios y por último su prioridad, lo cual definió el tiempo en que debería ser abordada, ligada al impacto provocado por el factor contribuyente, de tal forma que se plantea desde el corto al mediano plazo como categoría para asignar su prioridad.

3.5.5 Marco programático para el primer quinquenio de implementación del PDACC

El marco programático para el primer quinquenio establece resultados, acciones, metas de la acción, indicador, el primer quinquenio (en años), medios de verificación, responsables y corresponsables. Su elaboración se realizó a partir del análisis de la estrategia que viene vinculada al factor contribuyente, mediante este análisis se determinó un resultado, el cual indica el cambio o impacto esperado en el tiempo, haciendo una desagregación de éste, se identificaron las acciones como son categorías que permitirán desde lo operativo, transitar por la ruta del resultado y llevarlo a una meta, la cual será medida por un indicador, que será monitoreado y evaluado en el primer quinquenio.

Como todo proceso de planificación, es importante hacer evidente o mejor dicho establecer la evidencia por lo que también se enfatiza en la importancia de indicar los medios de verificación para el seguimiento y evaluación. No obstante, lo anterior fue de gran importancia indicar de acuerdo con las competencias a los responsables institucionales, así como otras partes interesadas y que pueden tener corresponsabilidad en esta acción planteada en el plan.

4. EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LOS FENÓMENOS ATMOSFÉRICOS RELEVANTES

El cambio climático es un fenómeno que afecta a las naciones, y Guatemala es particularmente vulnerable a sus impactos. Se prevé que en el futuro el país deba soportar una carga desproporcionada por el aumento de la magnitud y periodicidad de fenómenos naturales. El Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC) es un instrumento derivado de la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), el cual presenta directrices que deben ser actualizadas constantemente de acuerdo con los hallazgos de las Comunicaciones Nacionales sobre Cambio Climático.

A pesar de este progreso, el país se enfrenta a importantes barreras para poner en práctica acciones que contribuyan en la reducción de la vulnerabilidad al cambio climático a nivel de territorio. En consecuencia, las regiones más vulnerables a los eventos climáticos en Guatemala no se están adaptando lo suficientemente rápido, exponiendo grandes sectores de la población del país a desastres prolongados e intensos inducidos por el clima. A través del programa preparatorio para el Fondo Verde del Clima “Fortalecimiento de los procesos nacionales de planificación para la adaptación al cambio climático”, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y Rainforest Alliance (RA) han desarrollado una serie de evaluaciones históricas para que el país cuente con información sobre vulnerabilidad climática tanto a nivel nacional como departamental.

La vulnerabilidad al cambio climático es el grado, nivel o medida en que un sistema es capaz o incapaz de afrontar los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los fenómenos extremos. Ésta está en dada en función del carácter, magnitud e índice de la variación climática a la que se expone el sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptarse (IPCC 2001, Decreto 7-2013). Desde su primera definición en 2001 la comprensión de la vulnerabilidad se ha hecho cada vez más compleja, y se considera dinámica y específica hacia un contexto (Oppenheimer et al. 2014). Para la comprensión de la vulnerabilidad al cambio climático en Guatemala se hace necesario conocer el grado de exposición de los distintos sistemas, establecer en qué grado estos sistemas pueden ser afectados por las amenazas climáticas, y evaluar la capacidad de respuesta con que se cuenta. (Carrera, 2019)

El primer paso para realizar dichas evaluaciones ha sido identificar los niveles de exposición a eventos climáticos, así como a las amenazas que se generan a partir de éstos; este proceso se realiza tanto para condiciones actuales, como para aquellas derivadas de los efectos del cambio climático en los próximos 30 años. Posteriormente se han evaluado las condiciones de sensibilidad, considerando el impacto que el cambio climático podría presentar en los sistemas productivos del país, así como la escasez hídrica que podría derivarse tanto a partir de las reducciones en precipitaciones, como por el incremento de la población. Finalmente, la capacidad adaptativa es evaluada a partir de elementos sociales, ecológicos y económicos. Todas estas variables han sido evaluadas tanto a nivel individual, como de una manera integrada, contándose con indicadores específicos (ej.: índice de exposición a inundaciones) e indicadores integrados (ej.: índice de exposición climática).

El presente documento presenta los resultados de un análisis que parte desde las variables climatológicas, como una base para el modelamiento de amenazas climáticas, pasando por los modelos de exposición, los insumos que permiten estimar la sensibilidad del sistema, las condiciones que favorecen la formación de resiliencia, y finalmente la integración de estos indicadores para contar con un índice de vulnerabilidad al cambio climático.

4.1. Variables climatológicas

4.1.1. Actualización de información climatológica

Se han generado modelos espaciales sobre variables meteorológicas como precipitación, temperaturas máximas, mínimas y medias. La información ha sido compilada de las estaciones del Instituto de Sismología Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) que cuentan con un registro histórico y que permite un análisis más completo sobre la variabilidad y el cambio climático.

A nivel general el país presenta una temperatura media de 22°C, aunque dada la variabilidad de microclimas que se identifican en el país se pueden observar cambios considerables en distintas zonas geográficas; por ejemplo, en el departamento de Totonicapán la temperatura media se ubica en 15°C, mientras que, en el departamento de Retalhuleu, la temperatura media oscila cerca de los 28°C. En términos de precipitación en el país se reporta anualmente un promedio de 1,975mm de lluvia, aunque en la zona costera del departamento de San Marcos se identifica puntos que podrían recibir solamente 520mm anuales, mientras que, en el norte de Huehuetenango, la zona con mayor precipitación recibe anualmente 6397mm. Estas amplias variaciones también indican la variación en términos de amenazas climáticas a que podrían estar expuestos los distintos departamentos, por lo que se ha realizado un análisis específico.

Escenarios de cambio climático

Los escenarios de cambio climático son proyecciones sobre los posibles cambios que podrían observarse y no deben ser entendidos como un pronóstico. En Guatemala se han evaluado distintos escenarios desde el año 2001, en el marco de la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (MARN, 2001). En el año 2015 para la Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático se construyeron los modelos basados en el cuarto reporte del IPCC (MARN, 2015). Para el año 2019 el INSIVUMEH presentó los escenarios basados en el quinto reporte de evaluación del IPCC, que se basan en el forzamiento radiativo a partir de caminos representativos de concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera (García, 2019). Recientemente la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) ha publicado un análisis de variaciones en precipitaciones y temperaturas basado en el comportamiento de datos observados en el período de estudio. (Rivera, Ochoa, & Salguero, 2020)

Estos escenarios muestran patrones similares en el comportamiento incremental de la temperatura hasta mediados del siglo XXI, mientras que las mayores diferencias se observan hacia el final del siglo. En términos de precipitación, se identifican reducciones de hasta el 10% anual, de acuerdo con el escenario que se utilice. En la mayoría de estos escenarios se observa

una reducción considerable de precipitación en los primeros meses de la estación lluviosa y un incremento en la precipitación en los últimos meses de la misma estación. Para evaluar la vulnerabilidad a la que podrían enfrentarse el país y cada uno de sus departamentos en los próximos años, se hace necesario identificar las características temporales a las que se podría estar expuesto de acuerdo con las distintas proyecciones.

De acuerdo con el INSIVUMEH (2019), los escenarios presentan distintos modelos en los que podría comportarse el clima en Guatemala, con tendencias predominantes hacia el escenario RCP_8.5. Cualquiera que sea el escenario de cambio climático seleccionado, vale la pena mencionar que en el período 1990-2019, la temperatura media del país se ha incrementado en 0.5° respecto al período 1960-1990. La tendencia en el crecimiento de la temperatura para el período 2040-2069 se ubica entre 1.5 y 2.4°C; asimismo, en todos los escenarios climáticos se proyectan cambios en los patrones de precipitación con reducciones en la primera parte de la estación lluviosa e incrementos en los últimos meses de dicha estación.

Considerando que la planificación a largo en el país ha sido limitada, se ha elegido utilizar el Escenario RCP_8.5, considerando que las tendencias climatológicas actuales muestran un comportamiento muy cercano a lo planteado en dicho escenario. Asimismo, si a nivel global se dan los esfuerzos de mitigación que permitan un menor forzamiento radiactivo, estos cambios serían apreciables hacia finales del Siglo XXI. Se utilizaron los modelos integrados por el equipo de la USAC considerando que integran 33 modelos estadísticos, proporcionando información estadísticamente sólida, mientras que proveen resolución de 1km².

Proyecciones de Cambio Climático

Tomando la base de la actualización de la información climática y el escenario de cambio climático identificado para realizar este ejercicio, se desarrollaron modelos climáticos de cobertura geográfica para el país, identificando los cambios proyectados para el período 2040-2069. Para el período en mención se espera que el país presente una temperatura media de 24°C, y dada la variabilidad de microclimas se observen cambios considerables en distintas zonas geográficas; las zonas más frías permanecerán en el departamento de Totonicapán, aunque la temperatura media superaría los 17°C, mientras que, en el departamento de Retalhuleu se seguirían identificando los puntos más cálidos, pero con una temperatura media que superaría los 30°C. La tendencia de la precipitación a su disminución y se espera que en el país se identifique anualmente un promedio de 1,811mm de lluvia, las zonas más secas del se identificarían en el departamento de Zacapa con puntos que podrían recibir solamente 583mm anuales; la zona con mayor precipitación se mantendría en el norte de Huehuetenango, aunque recibiendo 5,814mm anuales.

4.1.2. Amenazas climáticas

Se identificaron nueve amenazas vinculadas a eventos climáticos y por lo tanto sujetas a variar según los impactos del cambio climático siendo estas: extremos de lluvia, sequías, inundaciones, deslizamientos de tierra, ciclones tropicales, olas de calor, frentes fríos, heladas e incendios forestales. Para los extremos de lluvia, sequías, olas de calor, frentes fríos y heladas se desarrollaron

modelos espaciales a nivel nacional, mientras que, para los ciclones tropicales, incendios forestales, inundaciones y deslizamientos de tierra se generaron estadísticas con desagregación a nivel departamental.

Extremos de lluvia

La amenaza de un extremo de lluvia identifica la probabilidad que un día registre el máximo de precipitación diario registrado para una zona específica. Las principales amenazas para este fenómeno se identifican en la costa sur y boca costa, así como en la franja transversal del norte y zonas del departamento de Izabal asociadas a lluvias provenientes del Mar Caribe. El departamento más amenazado por este fenómeno es Suchitepéquez, tanto bajo las condiciones actuales como bajo el escenario de cambio climático.

Sequías meteorológicas

Actualmente se identifican altos niveles de esta amenaza en los departamentos de Zacapa, Chiquimula, El Progreso y Baja Verapaz; asimismo en la zona Sur de San Marcos, Retalhuleu y Suchitepéquez, como la zona central de Petén se identifican áreas que pueden ser amenazadas por este fenómeno. Para los próximos 30 años las zonas de con niveles de amenaza alta y muy alta de este fenómeno se extienden al departamento de Guatemala, Chimaltenango, Totonicapán, el Centro de Quiché el sur de Huehuetenango; asimismo, la zona norte de Petén se vería afectada por este fenómeno.

Ciclones tropicales

Los ciclones tropicales que suelen afectar a Guatemala son sistemas atmosféricos de presión baja, caracterizados por vientos intensos y lluvias abundantes, que se originan sobre los océanos Pacífico y Atlántico. Las últimas tendencias identifican una alta incidencia de ciclones tropicales formados en el Océano Pacífico, lo que incrementa el nivel de exposición de los departamentos costeros a este tipo de fenómenos. A partir de las estadísticas históricas se identifica que los departamentos más expuestos al impacto de los ciclones tropicales son Petén e Izabal, mientras que, de acuerdo con la tendencia incremental de este tipo de fenómenos, se observa que en los próximos 30 años se podrían tener altos niveles de amenaza también en los departamentos de Alta Verapaz, Quiché, San Marcos, Quetzaltenango, Retalhuleu, Suchitepéquez y Escuintla.

Inundaciones

La amenaza de inundaciones se determina a partir de número de inundaciones reportadas por Sistema de Manejo de Información en Caso de Emergencia o Desastre (SIMICEDE) de la Coordinadora Nacional de Reducción de Desastres (CONRED) y la evaluación de zonas susceptibles a inundaciones. A partir de las estadísticas históricas se identifica que los departamentos más expuestos a esta amenaza son Escuintla, Suchitepéquez, Quiché, Petén, Izabal, Guatemala y Alta Verapaz; sin embargo, de acuerdo con las tendencias de variación en los patrones de precipitación, para el período 2040-2069, los departamentos más expuestos a esta amenaza serían Huehuetenango, Alta Verapaz, San Marcos, Suchitepéquez, Chimaltenango y Escuintla.

Deslizamientos de tierra

La amenaza de deslizamientos de tierra se determina a partir de número de deslizamientos reportados por Sistema de Manejo de Información en Caso de Emergencia o Desastre (SIMICEDE) y el área susceptible a este tipo de evento en cada departamento. Actualmente los departamentos más amenazados por este tipo de evento son Huehuetenango, Quiché, Alta Verapaz, San Marcos, Quetzaltenango, Sololá, Sacatepéquez, Guatemala y El Progreso. Considerando que este tipo de amenaza está altamente ligado a las precipitaciones cuya tendencia es a disminuir, la cantidad de departamentos altamente amenazados por este tipo de fenómeno disminuye según el escenario de cambio climático. De acuerdo con esta proyección, los departamentos más amenazados serían Huehuetenango, Quiché, Alta Verapaz, San Marcos, Sololá y Guatemala.

Olas de Calor

Se identifica una ola de calor cuando la temperatura máxima excede el percentil 90 durante 6 o más días consecutivos. Utilizando el modelo de temperaturas máximas diarias se detectaron los umbrales de ocurrencia de olas de calor y la probabilidad de ocurrencia. Actualmente se identifica que las zonas más amenazadas se ubican en los departamentos de Jutiapa, Santa Rosa, Escuintla, Suchitepéquez y Retalhuleu, en la costa Sur; por otro lado, Izabal tiene un alto nivel de amenaza por este tipo de fenómenos, así como parte de los departamentos de Zacapa, El Progreso, y la zona central de Petén. Considerando la tendencia en el incremento de temperaturas para los próximos 30 años esta amenaza se incrementa para casi todo el departamento de Petén, el Norte de Alta Verapaz y Quiché, así como a zonas de los departamentos de Guatemala y Baja Verapaz.

Heladas

Las heladas meteorológicas suelen ocurrir en Guatemala entre los meses de noviembre y febrero, usualmente por la noche cuando la temperatura baja de los 0°C. Totonicapán, el departamento con temperaturas medias más bajas actualmente es el más amenazado por este tipo de fenómeno, aunque también se identifican probabilidades de ocurrencia en Sololá, San Marcos, Sacatepéquez, Quetzaltenango, Huehuetenango y Chimaltenango. Dado el incremento tendencial de temperaturas, para los próximos 30 años se estima que este tipo de fenómenos se reducirá y la principal amenaza se observaría en el departamento de Huehuetenango.

Frentes fríos

Son masas de aire polar que al entrar en contacto con masas de aire cálido forman sistemas de alta presión. En Guatemala, estos se dan principalmente en el período de octubre a febrero. Actualmente Petén, al encontrarse en el extremo norte del país, es el departamento más expuesto a este tipo de eventos, aunque también, se identifican altos niveles de amenaza en Totonicapán, Huehuetenango, Quiché, Alta Verapaz, Baja Verapaz e Izabal. Dadas las condiciones esperadas de incrementos en la temperatura global, se estima que esta será una amenaza que irá en decremento, por lo que para los próximos 30 años serán estos mismos departamentos los impactados por este tipo de fenómeno, los índices de exposición se reducen considerablemente, pasando de un nivel de amenaza "muy alto" a uno "alto".

Incendios forestales

Los incendios forestales son considerados un impacto climático en distintas latitudes. Aunque en Guatemala sus orígenes podrían estar ligados a otro tipo de fenómenos, en algunos casos su extinción o propagación podría estar vinculada a fenómenos climáticos. En ese sentido se considera a los incendios forestales como una amenaza, pero en menor grado. De acuerdo con las estadísticas históricas de incendios forestales, actualmente los departamentos mayormente expuestos son Petén, Quiché, Baja Verapaz y Jalapa; por otro lado, en el escenario de cambio climático, dada la variación en los patrones de temperaturas, se identifica que los departamentos de oriente como Jutiapa, Jalapa, Chiquimula y Zacapa, podrían tener altos niveles de exposición, así como Guatemala, El Progreso y Baja Verapaz en la zona central, y Totonicapán en el altiplano occidental.

4.1.3. Sensibilidad climática

Para evaluar la sensibilidad climática se consideraron los aspectos productividad agrícola y la disponibilidad de recursos hídricos. Se utilizaron los rendimientos de granos básicos (maíz y frijol) considerando que éstos son producidos en los 22 departamentos y se cuenta con un registro histórico que permite evaluar variaciones de acuerdo con las condiciones climáticas. La sensibilidad hídrica considera la oferta hídrica superficial y la demanda de la población, considerando que, si la demanda excede el 40% de la oferta, se podría aproximar un posible conflicto dada la escasez del bien.

Sensibilidad en la producción de maíz

Históricamente, a nivel nacional se han observado rendimientos promedio de 29.4qq/mz, aunque los mayores rendimientos se identifican en Escuintla donde la producción alcanza hasta 68qq/mz. Por otro lado, en el departamento de Zacapa se identifican los rendimientos más bajos para este cultivo con 15.5qq/mz. Bajo un escenario de cambio climático, el rendimiento en el cultivo de maíz tendería a disminuir en 10 departamentos, mientras que en 12 de éstos se incrementaría la productividad dadas las altas temperaturas. Escuintla sería también el departamento más productivo y menos sensible, pues se estima que los rendimientos se incrementarían a 71.1qq/mz; Retalhuleu sería el departamento que mayores reducciones experimentaría pasando de rendimientos de 42.5 a 39.3qq/mz, mientras que en Zacapa se observarían los menores niveles de productividad con 15.3qq/mz.

Sensibilidad en la producción de frijol

La producción de frijol que suele hacerse en asocio con el cultivo de maíz es relativamente menor a nivel nacional. A nivel nacional se tiene un rendimiento promedio de 10.1qq/mz, identificando la productividad más alta en el departamento de Petén con 20.3qq/mz; por otro lado, los menores rendimientos se ubican en el departamento de Totonicapán con un promedio de 3.4qq/mz. Bajo el escenario de cambio climático la tendencia de rendimientos en este cultivo se reduciría en todos los departamentos hasta llegar a un promedio nacional de 8.6qq/mz. El departamento de Santa Rosa vería las mayores reducciones bajando su rendimiento de 14.0 a 10.8qq/mz; los menores rendimientos se observarían en el departamento de Quiché donde se obtendría un promedio de 2.8qq/mz.

Sensibilidad hídrica

Para el año 2018 el país contaba con una población de 14.9 Millones de habitantes, los cuales demandaban anualmente 1,087 Millones de m³ de agua, lo que representa el 35% de los 3,073 Millones de m³ de aguas superficiales disponibles en el país; esto indicaría una necesidad del ordenamiento de la oferta y la demanda y asignar inversiones que aseguren la eficiencia en el aprovechamiento del recurso. El departamento con mayor presión sobre el recurso es Guatemala en el que la demanda supera en 77% la oferta de aguas superficiales; por otro lado, el departamento de Petén, con la menor densidad poblacional, demanda únicamente el 5% de la oferta del recurso.

En una proyección hacia el año 2050, la presión sobre el recurso hídrico se incrementa considerablemente, pues se estima que para ese año la población del país superará los 20.7 Millones de habitantes, mientras que la oferta superficial del recurso hídrico se reduciría por efecto del cambio climático. Bajo este escenario, la demanda hídrica representaría el 71% de la oferta de aguas superficiales con una urgencia en la gestión del recurso pues su escasez podría representar un factor limitante en el desarrollo. Para este período la mayor brecha a nivel departamental se mantendría en el departamento de Guatemala, aunque para ese entonces la demanda triplicaría la oferta superficial; situación totalmente distinta se observaría en el departamento de Petén, donde la demanda representaría el 8% de la oferta de aguas superficiales.

4.1.4. Capacidad adaptativa

La capacidad adaptativa, se entiende como el proceso de ajuste que deben realizar los elementos de un sistema para enfrentar los impactos adversos, en este caso, del cambio climático y que permitirán moderar los daños o bien aprovechar las oportunidades que se puedan presentar. La capacidad de adaptación ante el cambio climático puede provenir de aspectos sociales, económicos o ecológicos.

En el marco de esta evaluación se ha considerado en términos ecológicos los servicios ecosistémicos proporcionados principalmente por la cobertura forestal. En términos económicos se han considerado las evaluaciones de pobreza y los niveles de ocupación. Finalmente, en términos sociales se han considerado los niveles de alfabetismo en mujeres mayores de 15 años, la disponibilidad de tubería de agua en las viviendas, la conexión a red de drenajes, la gestión de desechos sólidos y el índice de hacinamiento, todos estos valores son subcomponentes del índice de inseguridad alimentaria nutricional que ha sido utilizado por diversas instituciones del país para determinar la vulnerabilidad de la población; adicionalmente se consideró el índice de participación ciudadana como un elemento que permite la consolidación del tejido social entre comunidades y autoridades locales.

Pobreza extrema

En términos de cambio climático, se considera que la capacidad económica de una población estaría directamente relacionada con sus oportunidades para enfrentar efectos adversos. En este sentido, de acuerdo con la última Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI) se estima que 59% de la población del vive en condiciones de pobreza, mientras que 23% vive en condiciones de extrema pobreza. En el departamento de Guatemala se identifican los menores niveles de pobreza extrema con 5.4% de la población viviendo en estas condiciones; en el otro extremo se encuentra el departamento de Alta Verapaz, donde 53.6% de la población vive en condiciones de pobreza extrema.

Educación

En términos de capacidad adaptativa, se ha evaluado la proporción de mujeres mayores de 15 años que leen y escriben; la capacidad de la lecto-escritura es una condición habilitante para el mejor desempeño de las personas en términos de participación ciudadana, de comunicación y organización; así como para mejorar el de acceso a la información y a la tecnología, y en ese sentido dota a las personas de habilidades para tomar mejores decisiones. Centrar la mirada del indicador en mujeres es visibilizar la desigualdad y la exclusión, como factores que limitan la capacidad de adaptación al cambio climático. El departamento de Guatemala es el que mejores índices presenta para este indicador con 92% de mujeres mayores de 15 años que leen y escriben, mientras que en Quiché se identifica el extremo opuesto donde solamente 57% de este grupo poblacional lee y escribe.

Hacinamiento

Se considera que un hogar está bajo condiciones de hacinamiento cuando hay más de tres personas por dormitorio. Es un indicador de las posibilidades que las familias tienen de realizar procesos de ajuste a sus viviendas ante el clima y sus efectos; además, este indicador está relacionado directamente al índice de saneamiento y al índice de inseguridad alimentaria y nutricional. Se identifica que el departamento de Guatemala tiene los menores índices de hacinamiento con 26% de hogares bajo estas condiciones, mientras que en el departamento de Alta Verapaz se encuentra el índice más elevado con 65% de hogares en condición de hacinamiento.

Participación ciudadana

La cohesión social es resultado no solo de condiciones para la actuación colectiva, sino del sentido de pertenencia que desarrollan las personas, así como del grado de solidaridad que una comunidad/sociedad expresa; en lo que respecta a la adaptación al cambio climático se deben considerar acciones colectivas tales como la restauración y conservación de bosques, limpieza y cuidado de las fuentes de agua, entre otras, de ahí la importancia de este indicador. En Guatemala, se cuenta con el índice de participación ciudadana¹ para evaluar la estructura organizativa como una de las dimensiones de la cohesión social a nivel local y se integra a nivel departamental. Este índice considera la representatividad de los Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODE) ante el Consejo Municipal de Desarrollo (COMUDE), así como la vinculación de las autoridades municipales con la población. El departamento de Alta Verapaz presenta los mayores índices de participación ciudadana con un índice de 0.73, mientras que en Sololá se identifican los menores índices de participación con un promedio departamental de 0.42.

Servicios ecosistémicos

Para un análisis a nivel nacional se ha considerado la cobertura forestal como indicador de servicios ecosistémicos, sobre todo considerando su importancia para la regulación del ciclo hidrológico, especialmente si se considera que la presión sobre los recursos hídricos se incrementa de forma sistemática sostenida (Ver: sensibilidad hídrica párrafos supra). En este sentido, al año 2016, el país contaba con cobertura en 33% de su territorio. A nivel de departamento, Petén

¹ Este índice es generado por Segeplán a partir de la evaluación del desempeño municipal. El índice incluye información de 8 indicadores que dan cuenta de los procesos organizativos comunitarios y del nivel municipal.

presenta la mayor cobertura con 43% de su territorio cubierto por bosques, mientras que Jutiapa presenta la menor cobertura con solamente 4% de su territorio con cobertura forestal.

Conexión a red de agua

Se considera que a medida que los hogares tienen conexión a una red de agua, éstos podrían mejorar sus capacidades de adaptación al cambio climático; esto estará vinculado también a la disponibilidad y calidad del recurso. Actualmente no se cuenta con estadísticas que permitan evaluar a detalle la disponibilidad y calidad, por lo que se utiliza solamente el indicador en su nivel más amplio. Bajo este contexto, el departamento de Sacatepéquez presenta los mayores índices de cobertura con 90% de hogares con conexión a una red de agua; condiciones totalmente distintas se identifican en el departamento de Alta Verapaz, que es el que menores índices de cobertura reporta con solamente 28% de hogares en todo el departamento con conexión a una red de agua.

Conexión a red de drenajes

Contar con una red de drenaje constituye un elemento de protección ante las lluvias excesivas, además de que constituyen mecanismos para el tratamiento de las aguas servidas; se evitan inundaciones, se reduce la contaminación, etc. estas condiciones y otras vinculadas con la promoción de la salud, permiten a la población tener mejores condiciones para adaptarse al cambio climático. Dado que en Guatemala no se cuenta con registros sistemáticos sobre las redes de drenajes y sus condiciones, se ha optado por utilizar el dato que se reporta tanto en los censos como en las encuestas de condiciones de vida: hogares que tienen inodoro con conexión a drenaje. De acuerdo con la información disponible, Sacatepéquez es el departamento que mayor índice de cobertura reporta con 85% de los hogares, mientras que Petén es el departamento con menor cobertura, en el que solamente el 5% de los hogares tiene conexión a una red de drenaje.

Gestión de residuos sólidos

La gestión de residuos ha sido abordada de forma más exhaustiva en el ámbito de la mitigación del cambio climático, sin embargo, en materia de adaptación también tiene importancia, pues constituye un mecanismo para el cuidado de otros recursos naturales, especialmente de las fuentes de agua, a donde suelen llegar dichos residuos; de igual forma, la mala gestión de la basura se ha relacionado como factor contribuyente a las inundaciones en zonas urbanas. Es por lo que la forma en que un hogar dispone de sus residuos sólidos está vinculada al índice de saneamiento ambiental; por lo tanto, se ha considerado que aquellos hogares en los que se quema los residuos sólidos cuentan con menores capacidades de adaptación. El departamento de Sacatepéquez reporta la menor proporción de hogares que realizan esta práctica con 8%, mientras que en Petén se reporta el índice más elevado con 79% de hogares que incinera a cielo abierto sus desechos sólidos.

Ocupación

El índice de ocupación fue considerado para evaluar la capacidad de adaptación de la población, pues a medida que la población económicamente activa (PEA) se encuentre ocupada en un empleo se puede asumir que es posible acceder a recursos económicos que favorezcan sus condiciones. Aunque la información reportada por el último censo presenta información general y subjetiva, en la que no se tiene detalle sobre el tipo de ocupación, ya sea formal o informal, es preferible visibilizar esta información que presenta variaciones mínimas a nivel departamental. En este sentido, el mayor índice de ocupación se reporta en el

departamento de Sololá en el que 99% de la PEA reportó estar ocupada, mientras que en el departamento de Escuintla se tiene el menor índice de ocupación con 95% de la PEA.

Departamento de Sololá

En un contexto nacional, Sololá tiene un nivel de amenaza moderada ante el fenómeno de sequías. Respecto a extremos de lluvia, su nivel de amenaza es moderada; se espera que con el cambio climático la amenaza de extremos de lluvia sea alta.

Los ciclones tropicales son un fenómeno que ha afectado al departamento de forma moderada, y de acuerdo con las perspectivas de cambio climático, su tendencia indica que en los próximos años la amenaza por este tipo de fenómenos será moderada en comparación con otros departamentos. Los deslizamientos de tierra actualmente afectan al departamento en una magnitud muy alta; aunque con el impacto del cambio climático esta magnitud pasaría a ser muy alta en comparación con el resto del país. Históricamente las inundaciones han afectado a Sololá de forma baja siendo el departamento número 19 en el país en ser afectado por este fenómeno; se espera que, con las variaciones en los patrones de precipitación, el departamento en los próximos 30 años sea amenazado por este fenómeno de forma moderada.

Se ha evaluado también la exposición ante olas de calor, que se identifican como períodos de tiempo en que la temperatura máxima excede el percentil 90 durante 6 o más días consecutivos. Actualmente Sololá tiene una amenaza baja ante este fenómeno; bajo un escenario de cambio climático, en el que la temperatura tiende a incrementarse, esta amenaza sería baja. Respecto a los incendios forestales, las estadísticas históricas indican que este fenómeno ha afectado de forma alta en el departamento; se prevé que, con las variaciones en precipitación y temperatura, en un escenario en el que no haya variaciones de gestión, la amenaza sea moderada en el escenario de cambio climático, en comparación con el resto del país.

La integración de estas variables, bajo el método de ponderación jerárquica establecido, ubica al departamento con un nivel de exposición alta, con tendencia a que en los próximos 30 años su nivel de exposición sea alta.

Para evaluar la sensibilidad climática se consideraron los aspectos productividad agrícola y la disponibilidad de recursos hídricos. En términos de productividad en el cultivo de maíz, en el departamento de Sololá históricamente se ha reportado un promedio de rendimientos de 28.7qq/mz, valor que aumentaría en 4.7% de acuerdo con la tendencia de cambio climático.

Para el cultivo de frijol se cuenta con registros históricos de rendimientos promedio en 6.8qq/mz; para este cultivo el rendimiento disminuiría en 9.6% bajo un escenario de cambio climático en el que las condiciones de tecnología y gestión no varíen.

La sensibilidad hídrica es uno de los temas más complejos a nivel nacional bajo el escenario de cambio climático. Actualmente el departamento, cuya población supera los 420,000 habitantes, demanda el 48% del total de la oferta hídrica superficial. Esta presión sobre el recurso hídrico tiende a crecer en una proyección hacia los próximos 30 años, en los que la precipitación tiende a reducirse y la población a incrementarse. Para el año 2050, cuando la población se acerque a los 590,000 habitantes, se espera que la demanda del recurso sea equivalente al 83% de la oferta hídrica superficial.

La combinación de estas variables a través del método de ponderación jerárquica muestra al departamento de Sololá con un índice de sensibilidad en las condiciones actuales, el cual, bajo

un escenario de cambio climático se mantendría en comparación con el resto del país, aunque con las variaciones que implican sus subíndices.

5. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL DEPARTAMENTO

Sololá tiene una extensión territorial de 1,061 kilómetros cuadrados, se encuentra situado en la región VI Sur occidental de la República de Guatemala, de acuerdo con la Ley Preliminar de Regionalización. Limita al Norte con los departamentos de Totonicapán y Quiché, al Este con Chimaltenango, al Sur con Suchitepéquez y al Oeste con Suchitepéquez y Quetzaltenango. Está ubicado en la latitud 14° 46' 26" y longitud 91° 11' 15". (CODEDE, 2006)

El departamento de Sololá cuenta con 19 municipios: Concepción, Nahualá, Panajachel, San Andrés Semetabaj, San Antonio Palopó, San José Chacayá, San Juan La Laguna, San Lucas Tolimán, San Marcos La Laguna, San Pablo La Laguna, San Pedro La Laguna, Santa Catarina Ixtahuacán, Santa Catarina Palopó, Santa Clara La Laguna, Santa Cruz La Laguna, Santa Lucía Utatlán, Santa María Visitación, Santiago Atitlán y Sololá, en este último municipio tiene su asentamiento la cabecera departamental.

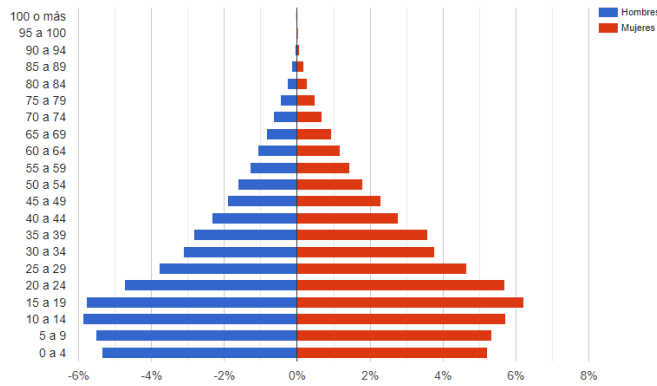
5.1. Características generales

El departamento de Sololá es muy particular en cuanto a sus características geográficas y demográficas, división política administrativa, recursos naturales y ecosistémicos, infraestructura física y servicios básicos, etc., que es necesario revisar para conocer la situación de estas variables, establecer su dinámica en el tiempo y como inciden en el desarrollo de la población.

Dinámica de población

Según el Censo 2018: XII de Población y VII de Vivienda, la población del departamento es de 421,583, de los cuales 201,256 corresponde a hombres y 220,318 a mujeres; la población total del departamento representa el 3% de la población total del país. De la población total del departamento, 259,533 habitan en zonas urbanas y 162,050 en el área rural. Los municipios más poblados son: Sololá con 88,612 pobladores, Nahualá con 75,430, Santa Catarina Ixtahuacán con 56,981 y Santiago Atitlán con 41,877. La densidad poblacional del departamento es de 397 habitante por kilómetro cuadrado.

Figura 1. Pirámide poblacional para Sololá



Fuente: INE, 2018

Es importante indicar que la población en el departamento es bastante joven ya que según información del Censo 2018: XII de Población y VII de Vivienda, se determinó que en el rango de edad entre los 0 a 29 años, se encuentra concentrada el 64% de la población. De acuerdo con la variable de pertenencia en el departamento 96% de la población se auto identifica como perteneciente al pueblo maya, 3% al pueblo ladino y 0.3% entre pueblo garífuna, xinka y extranjeros.

Conformación territorial (política y administrativa)

Con relación a la división política el departamento está ubicado en la Región VI y está conformado por 19 Municipios, siendo estos los siguientes:

Tabla 1. Municipios del departamento de Sololá.

No.	Municipio
1	Sololá
2	San José Chacayá
3	Santa María Visitación
4	Santa Lucía Utatlán
5	Nahualá
6	Santa Catarina Ixtahuacán
7	Santa Clara La Laguna
8	Concepción
9	San Andrés Semetabaj
10	Panjachel
11	Santa Catarina Palopó
12	San Antonio Palopó
13	San Lucas Tolimán
14	Santa Cruz La Laguna
15	San Pablo La Laguna
16	San Marcos La Laguna
17	San Juan La Laguna
18	San Pedro La Laguna
19	Santiago Atitlán

Fuente: Censo 2018: XII de Población y VII de Vivienda. INE

Adicional a la información que corresponde a la división política del territorio, es de suma importancia abordar la calidad de gestión que se da a nivel municipal en el departamento, para

ello se han consultado los resultados del Ranking municipal 2018 específicamente los indicadores sobre la cobertura del servicio de agua, disposición de tratamiento de aguas residuales, así como la gestión de los residuos y desechos sólido. Dicha información también permitirá referenciar la capacidad e interés de la gestión municipal al momento desarrollando los planes de adaptación al cambio climático.

Tabla 2. Ranking municipal 2018: Índice de servicios públicos para los Municipios del departamento de Sololá.

Municipio	Cobertura del servicio público de agua	Categoría	Disposición y tratamiento de aguas residuales	Categoría	Gestión y manejo de los residuos y desechos sólidos	Categoría
Sololá	0.2020	Medio bajo	0.4098	Medio	0.2803	Medio bajo
San José Chacayá	0.0000	Bajo	0.0000	Bajo	0.1740	Bajo
Santa María Visitación	0.6324	Medio alto	0.3749	Medio bajo	0.8625	Alto
Santa Lucía Utatlán	0.0000	Bajo	0.1821	Bajo	0.5477	Medio
Nahualá	0.0000	Bajo	0.0000	Bajo	0.0000	Bajo
Santa Catarina Ixtahuacán	0.8858	Alto	0.0000	Bajo	0.3705	Medio bajo
Santa Clara La Laguna	0.0773	Bajo	0.8691	Alto	0.4441	Medio
Concepción	0.0000	Bajo	0.0000	Bajo	0.0000	Bajo
San Andrés Semetabaj	0.2343	Medio bajo	0.1821	Bajo	0.1385	Bajo
Panajachel	0.9283	Alto	0.0000	Bajo	0.1289	Bajo
Santa Catarina Palopó	0.0000	Bajo	0.0000	Bajo	0.0000	Bajo
San Antonio Palopó	0.0000	Bajo	0.0000	Bajo	0.0000	Bajo
San Lucas Tolimán	0.5559	Medio	0.0000	Bajo	0.6654	Medio alto
Santa Cruz La Laguna	0.0000	Bajo	0.0000	Bajo	0.0000	Bajo
San Pablo La Laguna	0.0000	Bajo	0.0000	Bajo	0.0000	Bajo
San Marcos La Laguna	0.2370	Medio bajo	0.9107	Alto	0.9210	Alto
San Juan La Laguna	1.0000	Alto	0.0000	Bajo	0.0966	Bajo
San Pedro La Laguna	1.0000	Alto	0.0911	Bajo	0.3258	Medio bajo
Santiago Atitlán	0.0000	Bajo	0.3301	Medio bajo	0.0000	Bajo

Fuente: Elaboración propia con datos del Ranking municipal 2018. Segeplan.

Con base a los resultados del Ranking municipal, se puede observar que, en el tema de cobertura del servicio público de agua, únicamente cuatro municipios puntuaron con un nivel alto, siendo éstos los que se muestran en el cuadro anterior y coloreados, esto quiere decir que solamente el 21% de los municipios aseguran el servicio de agua a la población.

Respecto a la disposición y tratamiento de aguas residuales, únicamente dos municipios poseen este servicio lo cual indica que solamente el 10% de los municipios hacen tratamiento de aguas, este es un tema delicado puesto que el 90% de los municipios restantes están vertiendo las aguas sin tratamiento al lago o a los cuerpos de agua existentes en el departamento.

Con relación al indicador de gestión y manejo de los residuos y desechos sólidos, también puede observarse que únicamente el 10% de los municipios dan un tratamiento adecuado a estos, también representa un grave problema debido a que los residuos pueden depositarse como efecto de arrastre de la lluvia en las salidas de cuenca lo que puede provocar no solamente problemas de contaminación por acumulación de desechos sino la sedimentación de estos cuerpos de agua y su potencial deterioro.

El documento de Informe del Ranking de la gestión municipal 2018, indica que “de conformidad con los artículos 2 y 6 del Código Municipal, la provisión de servicios públicos locales a la población, son las competencias propias y los principales objetivos del gobierno y la autonomía municipal, toda vez que justifican también, el aporte constitucional para la inversión municipal. El indicador permite conocer el compromiso de la municipalidad por garantizar la cobertura del suministro del servicio público de agua en las viviendas, por medio de sistemas de abastecimiento, y así mismo establecer si cuenta con registros del servicio que proporciona a la población del área urbana y rural”.

Con base a lo indicado anteriormente las categorías Bajo, Bajo medio, Medio alto y Alto, así como su valoración indican el nivel de la gestión municipal en el aprovisionamiento y prestación de estos servicios, por lo tanto, un valor de 0.000 es nula o marginal. Es importante mencionar además que el aprovisionamiento y prestación de estos servicios, guarda relación directa con la magnitud de la inversión pública en el territorio por lo que puede indicarse también que una municipalidad con nivel Bajo (0.000) no cumplió con este mandato del Código Municipal y por lo tanto su inversión en este tema fue también nula y marginal.

5.2. Historia de la planificación del desarrollo

En el departamento de Sololá se han dado importantes procesos de planificación, en el año 2006 el Consejo Departamental de Desarrollo, juntamente con la delegación de Segeplan, tomaron el liderazgo al desarrollar la Planificación Estratégica Territorial del área que comprende la Cuenca del Lago de Atitlán. Dicho documento planteaba una visión de largo plazo y se sustentaba en inversiones públicas con el propósito de dar respuesta a las necesidades locales, así como proteger el lago de la contaminación generada por la población que habita el territorio en cuestión.

Cabe resaltar que el 80% del departamento de Sololá se encuentra dentro de áreas protegidas categorizada por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) como un área de Reserva de Usos Múltiples, motivo por el cual y de acuerdo con la ley de áreas protegidas, se desarrolló un Plan Maestro. Para no duplicar los esfuerzos en los procesos de planificación y debido a la necesidad del Consejo Departamental de Desarrollo de contar con un instrumento de planificación, se propuso desarrollar conjuntamente entre el CODEDE y el CONAP el Plan de

Desarrollo Sostenible y Manejo de la Reserva de Usos Múltiples para el área protegida y para todo el Departamento de Sololá.

Ha habido otros ejercicios de planificación promovidos por la Autoridad del Lago de Atitlán (AMSCLAE), dentro de los cuales se promueve la conservación y manejo de los recursos naturales, así como la protección del lago a través de infraestructura de agua y saneamiento principalmente planta de tratamiento de aguas servidas, de residuos sólidos y la implementación de tren de aseo.

En el año 2006, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, desarrollo el Estudio Semi detallado de los suelos de Sololá, en el cual se hace una caracterización del departamento, así como el análisis del recurso suelo en toda la cuenca del lago.

Se han desarrollado los Planes de Desarrollo Municipal en cada uno de los municipios, actualmente la Segeplán los está actualizando, adicionando el enfoque de territorio para que sean Planes de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial (PDM-OT).

5.3. Planes de desarrollo existentes en el departamento

Para el 2022, en el departamento de Sololá se realiza un proceso de actualización de los Planes de Desarrollo Municipal, esta actividad está a cargo de la Delegación Departamental de Segeplán, esta actualización está incorporando en enfoque de ordenamiento territorial por lo que serán Planes de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial.

Es importante hacer mención que en el 2019 la Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago de Atitlán (AMSCLAE), elaboro el Plan de Manejo Integrado de la Cuenca del Lago de Atitlán y el Plan de la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del lago de Atitlán -RUMCLA-, el cual contiene lineamientos de desarrollo con una visión de largo plazo la cual promueve la sostenibilidad de los bienes naturales de la cuenca y el desarrollo socioeconómico sustentable de sus habitantes. Este plan hace un abordaje de riesgos y amenazas identificados en la cuenca dentro de los cuales menciona deslizamientos, inundaciones e incendios forestales, como los más relevantes e identifica otros tales como sismos, desertificación y sequía. Propone, además, un escenario para los próximos 30 años, apegado al escenario climático RCP 4.5, indicando las condiciones de temperatura y precipitación a nivel del territorio a lo largo de este periodo de tiempo.

5.4. La conformación geográfica y condiciones climáticas

Geografía

El departamento de Sololá está localizado en la región occidental del país, su cabecera departamental se sitúa a 140 kilómetros de la ciudad de Guatemala, que es la capital del país. La mayor parte del territorio departamental se encuentra ubicado en la Sierra Madre, posee varios paisajes característicos: en el paisaje de "montaña" destacan los volcanes de Atitlán (3,537 ms.n.m), Tolimán (3,158 ms.n.m) y San Pedro (3,020 ms.n.m), que forman parte del denominado

Cinturón de Fuego del Pacífico. Los otros paisajes representativos, son el paisaje de “altiplano” en los sectores norte centro y noroeste del departamento y el paisaje de “piedemonte”, con mayor representatividad en el sector suroeste, en la zona limítrofe con el departamento de Suchitepéquez.

Dentro de sus ríos destacan el Nahualate, Madre Vieja, Sís Icán y Samalá (drenan sus aguas hacia el Océano Pacífico), mientras que la cuenca del río Motagua que se ubica al norte del departamento, es la única que drena hacia el Mar Caribe.

Mapa 1. Departamento de Sololá



Fuente: tomado de <https://bit.ly/3zh0wBM>

Fisiografía

El departamento está influenciado directamente por el lago de Atitlán el cual está considerado como un hundimiento de caldera, coronado por tres jóvenes volcanes andesíticos (Atitlán, Tolimán y San Pedro) que crecen en la margen sur de la actual caldera. Su rasgo predominante es un volcanismo que a través de su historia ha generado edificios volcánicos y varias calderas. Estos eventos dictan su entorno geográfico actual y la configuración de las cuencas hidrográficas. (Newhall, 1986 citado por Geólogos del Mundo, 2011, citado en el Plan de manejo integrado de la cuenca del lago de Atitlán, 2019)

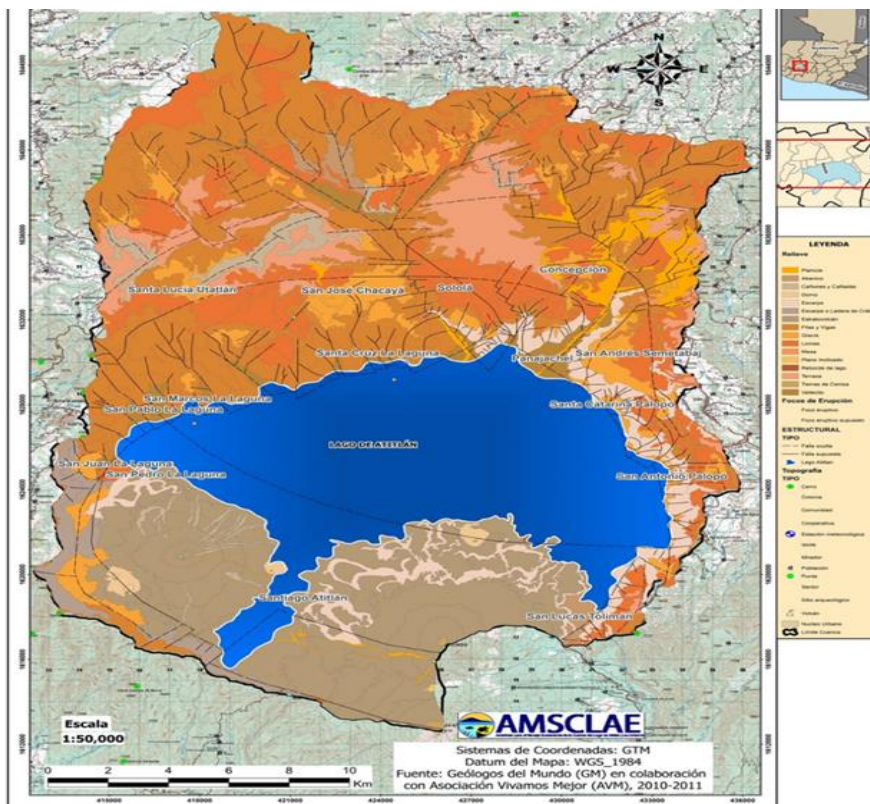
Las alturas de la cuenca varían desde los 1,562 ms.n.m en las orillas del lago, hasta los 3,535 ms.n.m en la cima del volcán Atitlán. El terreno es típicamente escarpado con pendientes predominantes de más de 30° y de 200 a 500 metros de profundidad en algunos cañones fluviales. (Geólogos del Mundo, 2011, citado en el Plan de manejo integrado de la cuenca del lago de Atitlán, 2019)

El actual lago de Atitlán y su entorno volcánico se han formado en tiempo geológicamente reciente, dentro del último ciclo volcánico que ha estado en proceso durante los últimos ciento cincuenta mil años. Por la cronología disponible, se debe considerar a la zona que abarca Atitlán

como activo y podría ser un sitio de futuras erupciones. (Newhall, 1986 citado por Geólogos del Mundo, 2011)

En el siguiente Mapa se muestra la fisiografía de la cuenca del Lago de Atitlán.

Mapa 2. Fisiografía de la cuenca del lago de Atitlán



Fuente: Plan de manejo integrado de la cuenca del lago de Atitlán. 2019

Sistema de cuencas hidrográficas

Por la importancia que reviste el lago de Atitlán se describen las cuencas que ejercen influencia este, siendo las siguientes:

Cuenca del río Motagua

La cuenca ocupa el 3.2% del territorio departamental, específicamente una pequeña fracción territorial del norte del municipio de Sololá. El curso principal es el río Motagua, los principales afluentes son los ríos Chinimayá, Chopac, La Ciénega, Nimayá, Santo Domingo y Xaltayá. El registro para la estación Pixcayá indica un caudal promedio anual de 0.72 m³/s. (INSIVUMEH, 2004, citado en el Estudio semidetallado de suelos del departamento de Sololá, 2013)

Cuenca del Lago de Atitlán

Esta cuenca abarca el 44.4% de la superficie del departamento, incluye a los municipios de Sololá, San José Chacayá, Concepción, Panajachel, Santa Catarina Palopó, San Marcos La Laguna, Santa Cruz La Laguna, San Pablo La Laguna, parcialmente abarca los municipios de Santa Lucía Utatlán, San Andrés Semetabaj, San Antonio Palopó, San Lucas Tolimán, Santiago Atitlán, San Pedro La Laguna, San Juan La Laguna, Santa Clara La Laguna y Nahualá. Los

principales ríos que drenan sus aguas hacia el lago de Atitlán son el Quiscab y el Panajachel. El registro para la estación hidrométrica El Jaibal, sobre el río Quiscab indica un caudal promedio anual de 1.86 m³/s; mientras que la estación Concepción Potrero, sobre el río Panajachel, indica un caudal promedio anual de 0.57 m³/s. (INSIVUMEH, 2004, citado en el Estudio semidetallado de suelos del departamento de Sololá, 2013)

Cuenca del río Nahualate

El 40.2% del área del departamento es abarcado por esta cuenca, incluye a los municipios de Santa Catarina Ixtahuacán, Santa María Visitación y parcialmente a los municipios de Nahualá, Santa Lucía Utatlán, Santa Clara La Laguna, San Juan La Laguna, San Pedro La Laguna y Santiago Atitlán. El curso principal es el río Nahualaté, los principales afluentes son los ríos: Moca, Nicá, Yatza, Tzajoma, Ixtacapa y La Cal. El registro para la estación Nahualaté, indica un caudal promedio anual de 0.84 m³/s. (INSIVUMEH, 2004, citado en el Estudio semidetallado de suelos del departamento de Sololá, 2013)

Cuenca del río Madre Vieja

Esta cuenca tiene una participación del 10.2% del territorio departamental, abarca de forma parcial los municipios de San Andrés Semetabaj, San Antonio Palopó y San Lucas Tolimán. El cauce principal es el río Madre Vieja que sirve de límite departamental con el departamento de Chimaltenango, los principales afluentes son los ríos Los Molinos, Canalitos, El Molino, La Vega y Nicán, que fluyen en dirección norte-sur y confluyen al río Madre Vieja. El registro para la estación Panibaj, sobre el río Madre Vieja, indica un caudal promedio anual de 1.45 m³/s. (INSIVUMEH, 2004, citado en el Estudio semidetallado de suelos del departamento de Sololá, 2013)

Cuenca del río Sis-Icán

La cuenca del río Sis-Icán corresponde al 1.5% del área total del departamento, ubicada en el extremo sur del municipio de Nahualá; donde nace el río Sis-Icán y no se presentan estaciones hidrométricas. (MAGA-IGAC Estudio semidetallado de suelos del departamento de Sololá, 2013)

Cuenca del río Samalá

Esta cuenca tiene únicamente una participación de 0.5% en el territorio departamental, por ser los bordes del parteaguas oeste del departamento, colindando con Quetzaltenango, no hay ríos en la superficie abarca y por ende tampoco estaciones hidrométricas dentro del departamento. (MAGA-IGAC Estudio semidetallado de suelos del departamento de Sololá, 2013)

- **Relieve**

El relieve del departamento está configurado por cambios en las elevaciones del territorio, originados especialmente por la actividad volcánica ampliamente dominante en la zona, donde los procesos de degradación (erosión, denudación) son comunes más que los agradacionales (deposición, sedimentación). Los principales procesos responsables del relieve se deben a la actividad volcánica y a los procesos orogénicos. (MAGA-IGAC Estudio semidetallado de suelos del departamento de Sololá, 2013)

- **Zonas de vida**

Según la dinámica de la cobertura forestal 2010-2016, los bosques en el departamento ocupan el 35.5% de la superficie total, que conforman diversos ecosistemas forestales que albergan una

diversidad biológica de importancia local y nacional, dadas las condiciones climáticas, de altitud y latitud presentes en el territorio.

En general existen tres tipos de bosques: los bosques latifoliados con predominancia en la parte sur del departamento, y los bosques de coníferas y mixtos en la parte Norte, Este y Oeste del departamento. Con base a la clasificación de ecosistemas basadas en zonas de vida propuesta por Holdridge, de las 13 zonas de vida existentes en el país, 6 tienen presencia en el departamento de Sololá (IARNA, 2018), que se describen a continuación:

Bosque húmedo montano bajo tropical (bh-MBT): esta zona de vida abarca una extensión de 61,036 Ha, que abarca gran parte del territorio central del departamento, con rangos de altura de 1,047ms.n.m – 3,207ms.n.m; rangos de temperatura: 10°C – 18°C; rangos de precipitación: 901 y 2,000 mm y nivel de evapotranspiración: 0.67. (INARNA-URL, 2018)

Bosque húmedo premontano tropical (bh-PMT): esta zona de vida abarca 10,111 Ha, ubicados principalmente en los márgenes del lago de Atitlán y de algunos ríos. Los rangos de altura van de los 126ms.n.m a 2,209ms.n.m, con rango de temperatura de 18°C a 24°C. Los rangos de precipitación están en el orden de los 1,000 y 3,125 mm y un nivel de evapotranspiración: 0.72. (INARNA-URL, 2018)

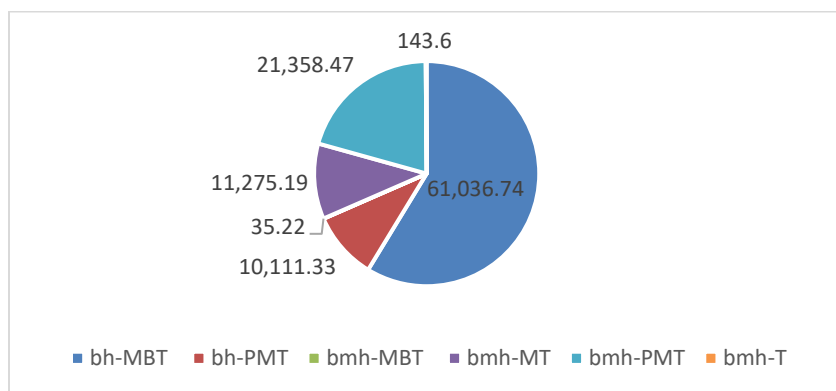
Bosque muy húmedo montano bajo tropical (bmh-MBT): esta zona de vida representa apenas 35 Ha del territorio departamental, en la parte sur oriental del departamento, en el espacio geográfico llamado boca costa. Los rangos de altura de esta zona de vida van de los 984ms.n.m a 2,949ms.n.m, con promedios de temperatura anual en los rangos de 9.9°C a 18°C, con precipitaciones promedio en los rangos de 1,850 a 3,410 mm y un nivel de evapotranspiración de 0.39. (INARNA-URL, 2018)

Bosque muy húmedo montano tropical (bmh-MT): esta zona de vida abarca 11,275 Ha del área que ocupa el departamento, localizada en la parte noroeste de Sololá y los conos volcánicos. Los rangos de altura característicos van de 1,943ms.n.m a 3,960ms.n.m, con rangos de temperatura que van de 6.1°C a 15.5°C, con promedio de precipitación anual con rangos de 1,141 a 2,056 mm, y un nivel de evapotranspiración: 0.41. (INARNA-URL, 2018)

Bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PMT): esta zona de vida abarca 21,358 Ha del territorio departamental, localizados principalmente en la parte sur del departamento. Los rangos de altura característicos van de los 63 ms.n.m a 2,188ms.n.m, con rangos de temperatura media que van de los 18°C a 24°C, con rangos de precipitación de 2,000 a 4,850 mm, y un nivel de evapotranspiración: 0.37. (INARNA-URL, 2018)

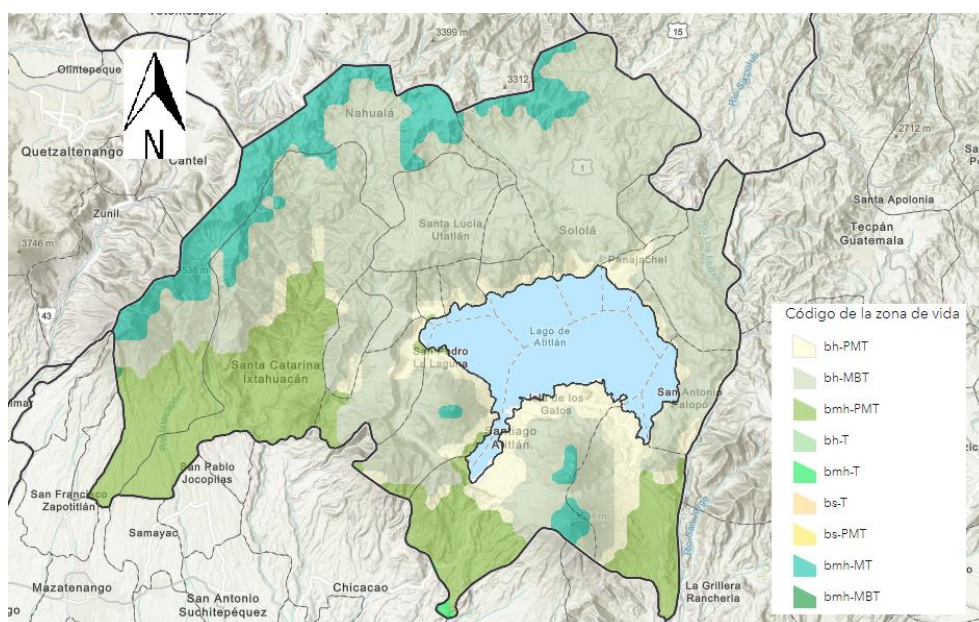
Bosque muy húmedo tropical (bmh-T): esta zona de vida abarca 143 Ha, ubicado al sur del departamento (boca costa). Los rangos característicos de altura van de los 0 ms.n.m a 1,003ms.n.m, con rangos de temperatura de 24°C a 26.7°C. La precipitación característica de esta zona presenta rangos que van de los 2,793 a 4,706 mm, con niveles de evapotranspiración de 0.42. (INARNA-URL, 2018)

Gráfica 1. Extensión de las zonas de vida para el departamento de Sololá



Fuente: (IARNA, 2018)

Mapa 3. Mapa de ecosistemas basados en el sistema de clasificación de zonas de vida



Fuente:

<https://incyt.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/c198936bf98840a6a01b492fd5deaea1>

- **Condiciones climáticas**

Temperatura

La temperatura promedio en el 2018 osciló entre los 12.4 y 15.8 °C en San Andrés Semetabaj; ésta osciló entre los 19.5 y 26.8°C en Panajachel; osciló entre 17.7 y 25.9°C en San Lucas Tolimán y, osciló entre los 17.8 y 21.4°C en San Juan La Laguna.

Respecto a las temperaturas mínimas se obtuvieron los registros siguientes:

- Temperaturas entre los 4.1 y 11.86.2 °C y fueron registrados en los meses de enero y febrero en San Andrés Semetabaj.

- Temperaturas entre los 12.7 y 13.3 °C y fueron registrados en los meses de enero, febrero y marzo en Panajachel.
- Temperaturas entre los 9.5 y 11.7 °C, y fueron registrados en los meses de enero y marzo en San Lucas Tolimán.
- Temperaturas entre los 8.1 y 10.4°C, y fueron registrados en los meses de enero y marzo en San Juan La Laguna.

En relación con los registros de temperaturas máximas estas fueron las siguientes:

- En los meses de marzo y abril, y oscilaron entre los 26.1 y 24.2°C en San Andrés Semetabaj.
- Durante los meses de julio y agosto, se observó una variación entre los 34.3 y 35.1°C en Panajachel.
- En los meses de marzo, junio y julio y la temperatura varió entre los 26.7 y 37.4°C en San Lucas Tolimán.
- Durante los meses de marzo y julio y la temperatura oscilo entre los 28.6 y 28.3°C en San Juan La Laguna Tolimán.

Las temperaturas más bajas se registran en la zona de San Andrés Semetabaj. en 2018, se registró alrededor de 5°C en enero.

Precipitación y humedad relativa

Para el año 2018, la mayor cantidad de lluvia corresponde al mes de junio con 210.6 mm, el mes con menor precipitación durante la temporada de invierno fue julio con 30.8 mm, el total de precipitación durante el 2018 fue de 848.2 mm. La humedad relativa osciló entre 66.86 y 87.44%. Los meses más húmedos fueron mayo, junio y septiembre.

En San Andrés Semetabaj el periodo de lluvias en el 2018 inició en el mes de mayo y finalizó en el mes de octubre. Para el año 2018 la mayor cantidad de lluvia corresponde al mes de junio con 227.6 mm, el mes con menor precipitación durante la temporada de invierno fue julio con 34.4 mm. El total de precipitación durante el 2018 fue de 805.4 mm. La humedad relativa osciló entre 76.71 y 91.79%. Los meses más húmedos fueron mayo y junio.

En Panajachel el periodo de lluvias en el 2018 inició en el mes de mayo y finalizó en octubre. Para el año 2018 la mayor cantidad de lluvia se registró en mayo con 243.4 mm. El mes con menor precipitación en la temporada de invierno fue julio con 24.6 mm. El total de precipitación durante el 2018 fue de 813.2 mm. La humedad relativa osciló entre 64.37 y 81.67%. Los meses más húmedos fueron mayo y junio.

En San Lucas Tolimán el periodo de lluvias en el 2018 inició en el mes de mayo y finalizó en octubre. Para el mismo año, La mayor cantidad de lluvia se registró en junio con 210.2 mm, mientras el mes de agosto fue el mes con menor precipitación en la temporada de invierno 63.2 mm. El total de precipitación durante el 2018 fue de 785.4 mm. La humedad relativa osciló entre 63.09 y 88.57%. Los meses más húmedos fueron mayo y junio.

En San Juan La Laguna el periodo de lluvias en el 2018 inició en el mes de mayo y finalizó en octubre. Para el año 2018 la mayor cantidad de lluvia se registró en mayo con 183.6 mm. El mes con menor precipitación en la temporada de invierno fue julio con 35.4 mm. El total de

precipitación durante el 2018 fue de 670.4 mm. La humedad relativa osciló entre 66.12 y 83.51%. Los meses más húmedos fueron mayo y junio.

La distribución mensual de la precipitación y la humedad correspondientes al año hidrológico 2017-2018, año particularmente seco, fue de 1,284.6 mm.

A nivel de departamento se presentan dos épocas bastante marcadas, la temporada lluviosa que se extiende de mayo a octubre aproximadamente, y la temporada seca de noviembre a abril. Las mayores lluvias se dan generalmente en los meses de junio o setiembre. Comparando los dos últimos años, se presenta una menor precipitación en general en la época lluviosa en todas las estaciones meteorológicas ubicadas en la cuenca.

5.5. Caracterización social de la población y de sus actividades económicas

Historia

Se estableció por un decreto de la Asamblea del Estado de Guatemala donde Suchitepéquez-Sololá era uno solo y se les reconoció como parte del Estado de Los Altos. Pero en 1877 se oficializó a cada uno por separado.

En la época precolombina, esta región estaba habitada por el pueblo de los Tzutuhiles, al Sur del lago de Atitlán y parte de lo que hoy es Suchitepéquez, luego fueron conquistados y desplazados por los Kichés y Kakchiqueles quienes en ese entonces formaban una alianza, la cual duró hasta mediados del siglo XV.

El origen del nombre del departamento de Sololá tiene dos versiones, una indica que se deriva del vocablo Tzolojha, que era usado por los Kakchiqueles, K'iché y Tzutuhil, y tiene el mismo significado. La palabra Tzolojha significa agua de saúco (planta medicinal de regiones subtropicales), otra versión es que la palabra Sololá (tzololyá), proviene de los vocablos del idioma Kakchiquel: tzol (volver o retornar), ol (partícula o continuación) y yá (agua); lo que significaría "retornar o volver al agua."

Anteriormente el nombre de Sololá era Tecpán Atitlán, que significa Palacio del señor de Atitlán, la ciudad de Sololá fue fundada en 1547 y fue nombrada Asunción de Nuestra Señora de Tecpán Atitlán.

Esta ciudad también fue conocida con los nombres de Tzololá, y Asunción Sololá. En 1730 se formó la Alcaldía Mayor de Sololá y fue elevada departamento por decreto de la Asamblea Constituyente en noviembre de 1825. También formó parte del Estado de los Altos, de 1838 a 1849. Durante el período colonial, el territorio estaba dividido por dos corregimientos: Tecpán Atitlán o Sololá y el corregimiento de Atitlán.

Demografía

Según el censo del 2018 realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), la población total de Sololá es de 421,583 habitantes. Los municipios con mayor población son la cabecera departamental con una población de 88,612, le sigue el municipio de Nahualá con una población de 75,430 pobladores, luego Santa Catarina Ixtahuacán con una población 56,981 y luego el municipio de Santiago Atitlán con una población de 41,877.

Para estos mismos poblados, el INE ha proyectado la población para el año 2035, siendo esta la siguiente: para el departamento de 561,058, para la cabecera departamental 107,431, Nahualá 122,625, Santa Catarina Ixtahuacán con 75,210 y Santiago Atitlán con 56,307. Como puede verse la población al 2035 crecería en un 75% respecto a la población actual.

En relación con el alfabetismo, el 75% correspondiente al grupo de edad de 7 años o mayor sabe leer. El 30% de la población de mujeres de 7 años o más no sabe leer ni escribir. (INE, 2018)

El índice de escolaridad indica que para este departamento la población mayor de 15 años tiene un promedio de 4.7 años de estudio. Para la población entre 15 y 24 años, es promedio es de 7.2. (PNUD, 2014)

Servicios básicos

El Plan de desarrollo integral de la cuenca del Lago de Atitlán reporta que, según el Diagnóstico Nacional de Salud (2015), el departamento de Sololá contaba con infraestructura pública de salud para los tres niveles de atención. En el primer nivel disponía de 42 puestos de salud; para el segundo nivel 10 centros de salud tipo B, y disponía de 1 hospital nacional. Además, el Instituto de Seguridad Social contaba con dos establecimientos de primer nivel. Por su parte, el sector privado disponía de 26 establecimientos de primer nivel y 7 de tercer nivel. En la cuenca se encuentran 14 puestos de salud, 18 Centros de Atención permanente (CAP) y 1 hospital nacional, ubicado en la cabecera municipal de Sololá. (AMSCLAE, 2018)

En cuanto a servicios de personal, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social contaba con 1,496 empleados, de los cuales 104 eran médicos, 58 enfermeras, 323 enfermeras auxiliares, 122 técnicos, 49 administradores y 599 personas en otras faenas. El IGSS por su parte tenía en su personal un total de 78 personas.

En 2015, los pacientes atendidos (incluyen reconsultas) por parte del servicio público del MYSPAS fue de un total de 181,633 personas (79.6%); en el IGSS fue un total de 17,433 pacientes (7.6%), en tanto que en el sistema de salud privado o de mercado fueron 29,855 personas (12.8%).

Los servicios de vacunación a niños han sido irregulares para el período 2011 a 2015, la tasa de cobertura de mayor alcance fue con la vacuna pentavalente (inmunizando contra difteria, tos convulsa, tétanos, influenza tipo b y Hepatitis B) en 2013 con una cobertura de 88.7% respecto de la población objetivo. La de menor cobertura fue la vacuna SRP (inmunizando contra sarampión, paperas y rubeola) en el año 2011 con una tasa de 53.35%.

Con tema de acceso de servicio de agua el 53% posee tuberías dentro de la vivienda; 60% tiene un inodoro conectado a una red de drenajes. Acerca del servicio de energía eléctrica, el 95% cuenta con acceso a la red de energía eléctrica. En cuanto al tema de hacinamiento, el 26% la población cuenta con 1 solo cuarto dentro de su vivienda y el 41% de esa misma población cuenta con 1 sola área de dormitorio. (INE, 2018)

Respecto a la forma en que se elimina la basura, en el departamento, el 37% utiliza el servicio municipal y el 28% la quema. (INE, 2018)

En el tema de educación, el departamento ha alcanzado una tasa de alfabetismo de 72%, producto de un mayor acceso a la educación formal. El Anuario Estadístico de la Educación

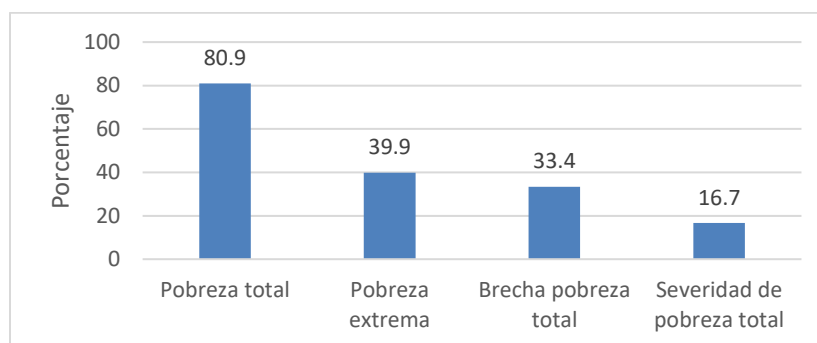
2013 elaborada por el Ministerio de Educación, indica que en el departamento funcionan un total de 1,859 establecimientos educativos que abarcan los niveles de pre-primaria, primaria, básicos y diversificado.

Estos establecimientos son mayoritariamente del sector público (1,543 en total), aunque resulta importante la participación del sector privado y el mixto (llamado por cooperativa) ambos con 239 y 77 establecimientos educativos, respectivamente. Es evidente que el sector público concentra sus esfuerzos en los niveles pre-primario y primario, ya que en la secundaria y principalmente en diversificado, el sector privado adquiere una mayor importancia relativa.

Situación de Pobreza

Según la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida 2014/2015 por el Instituto Nacional de Estadística (ENCOVI. INE 2015), Sololá posee un nivel de pobreza del 80.9%, de este porcentaje el 39.9% está en pobreza extrema.

Gráfica 2. Categorización de la pobreza para Sololá



Fuente: (INE, 2015)

Principales actividades económicas

Dentro de las principales actividades económicas de la población están la agricultura, comercio, servicios asociados con el turismo y artesanía. La población en edad de trabajar, población productiva arriba de 14 pero menor a 65 años, representa el 61.8% de la población, lo cual representa un factor positivo para la economía del lugar; la población preproductiva, de 14 o menos años representa el 33.1%, en tanto que la posproductiva, mayor de 65 años representa el 5.1%.

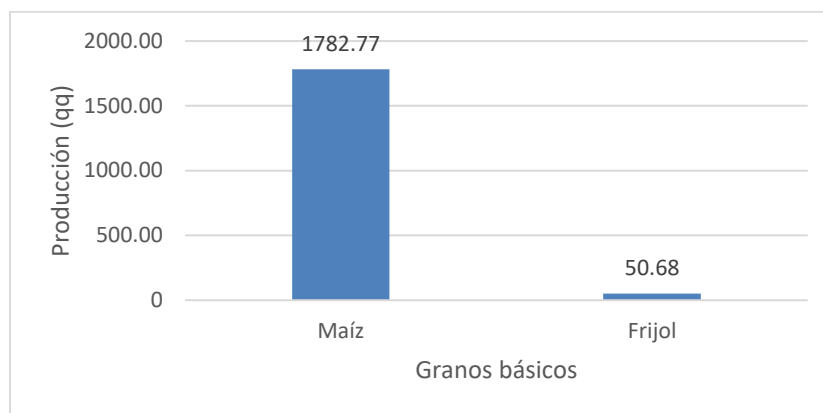
Según el Plan de desarrollo integral de la cuenca del Lago de Atitlán, existen un total de 19,952 parcelas o unidades agrícolas de producción en una superficie de 20,728 hectáreas; la mayor parte de las parcelas se localizan en el municipio de Sololá con un total de 5,877 unidades y una superficie de 42,985 hectáreas (29.5% y 14.4% del total de la cuenca respectivamente). Siguen en importancia numérica las parcelas en los municipios de Santa Lucía Utatlán, Santiago Atitlán, San Lucas Tolimán y San Andrés Semetabaj.

Por otro lado, los sistemas agroforestales se ubican en el área central y sur del departamento, entre 1,500 a 2,000 ms.n.m, siendo la asociación de café (*Coffea arabica*) con sombra de árboles principalmente de cuxin (*Inga micheliana*) y gravilea (*Grevillea robusta*). Sin embargo, se reportan algunas otras combinaciones con especies tales como: aguacate (*Persea americana*), guachipilín (*Diphysa robinoides*) e izote (*Yucca guatemalensis*). El café que se produce en Sololá

destaca por su buena calidad y se encuentra entre los ocho cafés regionales registrados en ANACAFE en la denominación “Atitlán tradicionales”.

En el municipio la caficultura es una actividad importante para los habitantes, se cultiva un área de aproximadamente 2,330 hectáreas, generando alrededor de 2,600 empleos anualmente. En la región se pueden encontrar dos sistemas básicos de producción: el convencional y el orgánico.

Gráfica 3. Producción de granos básicos durante el 2019 para Sololá



Fuente: (INE, 2020)

La producción artesanal es la tercera actividad económica más importante en los municipios del departamento, después de la agricultura y el comercio. Es implementada casi en su totalidad por mujeres. Se distinguen 4 especialidades artesanales: textiles (cubrecamas, fajas, cortes, güipiles, servilletas, manteles, perrajes, rebosos); madera (muebles y artículos tallados); mostacilla (bisutería, aretes, anillos, collares, ganchos) y conservas de frutas (mermeladas y jaleas). La actividad artesanal predominante es la manufactura textil, la cual se elabora a través de técnicas variadas como el bordado a mano, telar de cintura, telar de pie y mezcla con mostacilla.

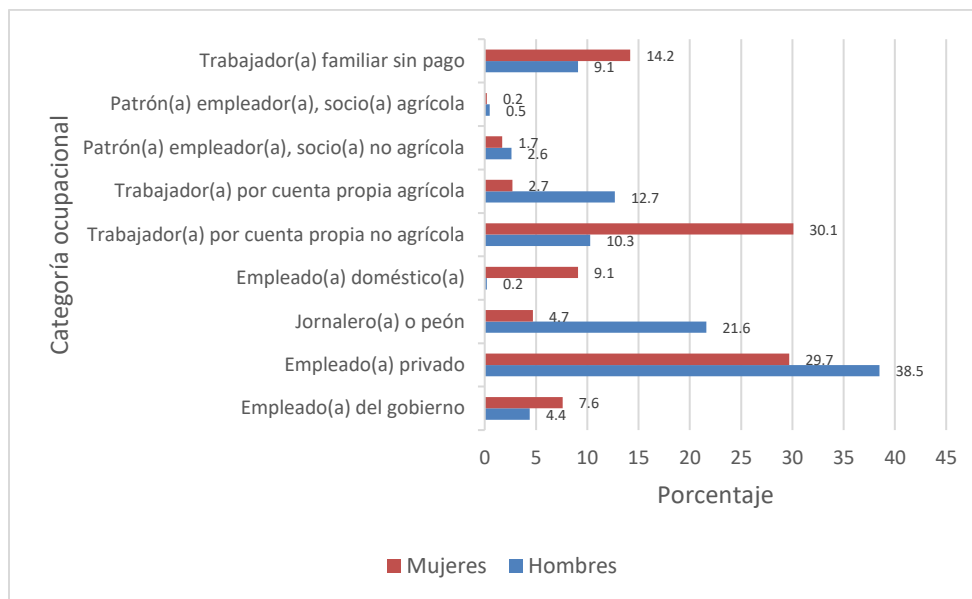
En el departamento también existen actividades extractivas: como la de la arena de río, que se lleva a cabo en los afluentes y riberas de algunos ríos, como San Francisco y también la extracción de arena blanca, selecto y balasto para el mantenimiento de los caminos de terracería y la construcción, en general (SEGEPLAN, 2007a).

La pesca en el Lago de Atitlán es una actividad que ocupa a tiempo parcial o total a cientos de pescadores, principalmente de los municipios de Santiago Atitlán, San Lucas Tolimán, San Pedro La Laguna, San Juan La Laguna, San Pedro La Laguna, San Marcos La Laguna y Santa Cruz La Laguna. El producto obtenido es destinado a consumo familiar y a la venta en el mercado local. (SEGEPLAN, 2007b)

Otras actividades industriales que destacan son el beneficiado de café y los aserraderos. Dentro de las actividades de comercio se pueden mencionar: hoteles, restaurantes, tiendas, farmacias, cooperativas. Así como existen actividades de construcción y otros servicios como mecánica, carpintería, plomería, electricidad y fletes.

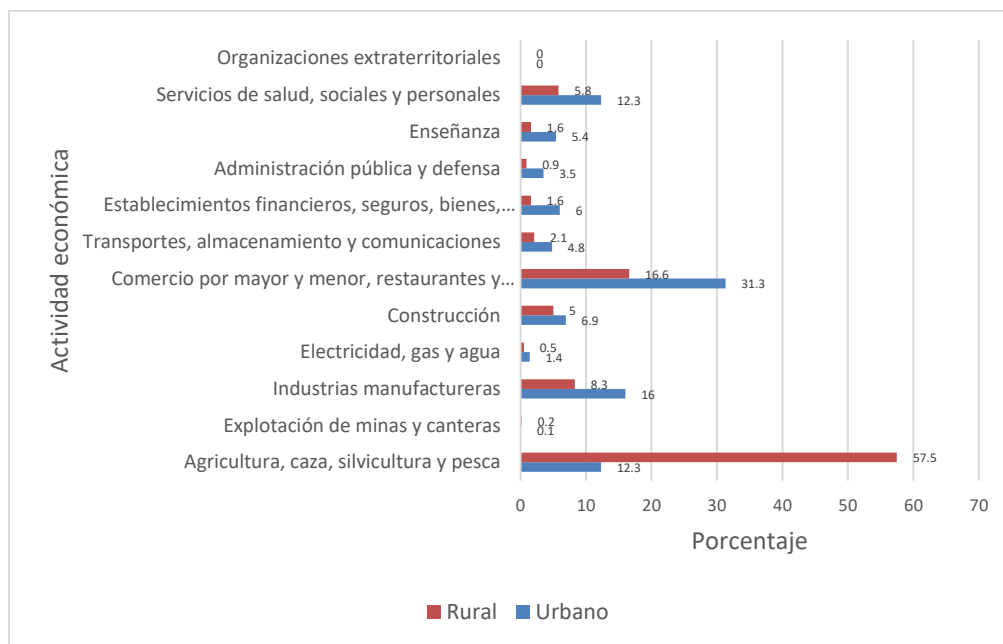
No existen datos sobre la ocupación de la población económicamente activa a nivel del departamento. Sin embargo, el Informe Nacional de Desarrollo Humano del 2016 cuenta con la siguiente información relativa al empleo en el país:

Gráfica 4. Categoría ocupacional por sexo para la población ocupada nacional



Fuente: (PNUD, 2016)

Gráfica 5. Actividad económica por área de residencia para la población ocupada nacional



Fuente: (PNUD, 2016)

Las principales actividades recreativas que se desarrollan en la cuenca son ecoturismo (visita a los miradores, escalada de volcanes, visitas a los Parques Regionales Municipales y Reservas Naturales Privadas, tours de apicultura, la Ruta Ecológica del Café), actividades acuáticas (tours en lancha, kayaks) y aéreas (parapente), competencias deportivas, actividades culturales y folklóricas, entre otras.

5.6. Recursos Naturales y condiciones

Suelos

Los tipos de suelos que predominan en el departamento son andisoles, seguido de los inceptisoles, molisoles y entisoles. Según AALA (xx), la diferencia entre cada tipo de suelo está relacionada con la variación en el tamaño de partículas, la composición química y su edad:

Andisoles: ocupa un aproximado de 54,382 Ha (46.60%) de departamento. Son suelos desarrollados a partir de ceniza y otros materiales volcánicos, con buena acumulación de humus y textura franco-arenosa.

Inceptisoles: suelos minerales con alto o medio contenido de materia orgánica, viables para el desarrollo de cultivos. Este tipo de suelos pueden encontrarse en algunas áreas en la parte norte del departamento, específicamente en los municipios de Nahualá, santa Lucía Utatlán, Sololá y partes de Santiago Atitlán y San Lucas Tolimán.

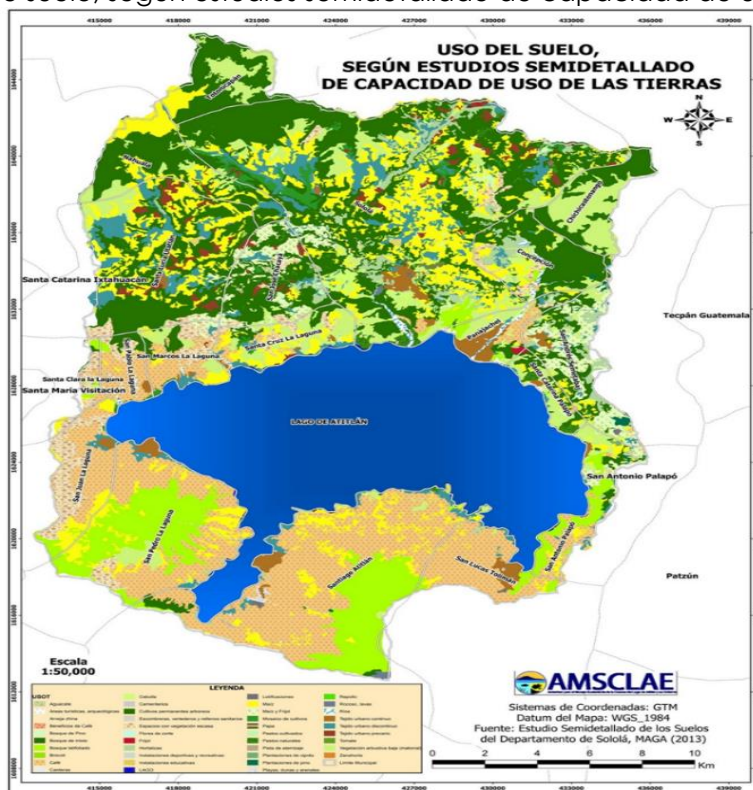
Molisoles: son suelos de estructura granular, bloques finos y porosos, con alta capacidad de saturación. Este tipo de suelos son comunes en áreas de los municipios d San Pedro La Laguna, San Juan La Laguna, Santa Clara La Laguna, Panajachel, San Andrés Semetabaj y Santa Catarina Ixtahuacán.

Mapa 3. Tipos de suelos presentes en la cuenca del lago de Atitlán



Respecto a las subclases de suelo predominantes son las VIIIp, VIIp y VIp, con 17, 13 y 13% del área de la cuenca respectivamente (Mapa 4.14). Esta información permite precisar aspectos fundamentales del suelo como la fertilidad y sus principales limitaciones.

Mapa 5. Uso de suelo, según estudios semidetallado de capacidad de uso de las tierras



Fuente: Plan de manejo integrado de la cuenca del lago de Atitlán. 2019

Recurso hídrico

El sistema hidrológico nacional se divide en tres vertientes (Mar Caribe, Océano Pacífico y Golfo de México), las cuales están integradas por 38 cuencas hidrográficas. Por la posición geográfica en que se ubica el departamento de Sololá, éste es atravesado por la divisoria de las vertientes del Océano Pacífico y del Mar Caribe, esta última incluye solo una pequeña parte del norte del municipio de Sololá; a partir de esta divisoria, el territorio departamental se divide en 6 cuencas hidrográficas, tal como se presenta en el cuadro siguiente.

Tabla 3. Recursos hídricos del departamento de Sololá.

Vertiente	Cuenca	Superficie	
		Ha	%
Vertiente del Caribe	Motagua	3,701	3.2
Vertiente del Océano Pacífico	Lago de Atitlán	51,742	44.4
	Nahualate	46,938	40.2
	Madre vieja	11,953	10.2
	Sis-Ican	1,774	1.5
	Samalá	572	0.5
	Total	116,680	100

Fuente: MAGA-IGAC Estudio semidetallado de suelos del departamento de Sololá, 2013

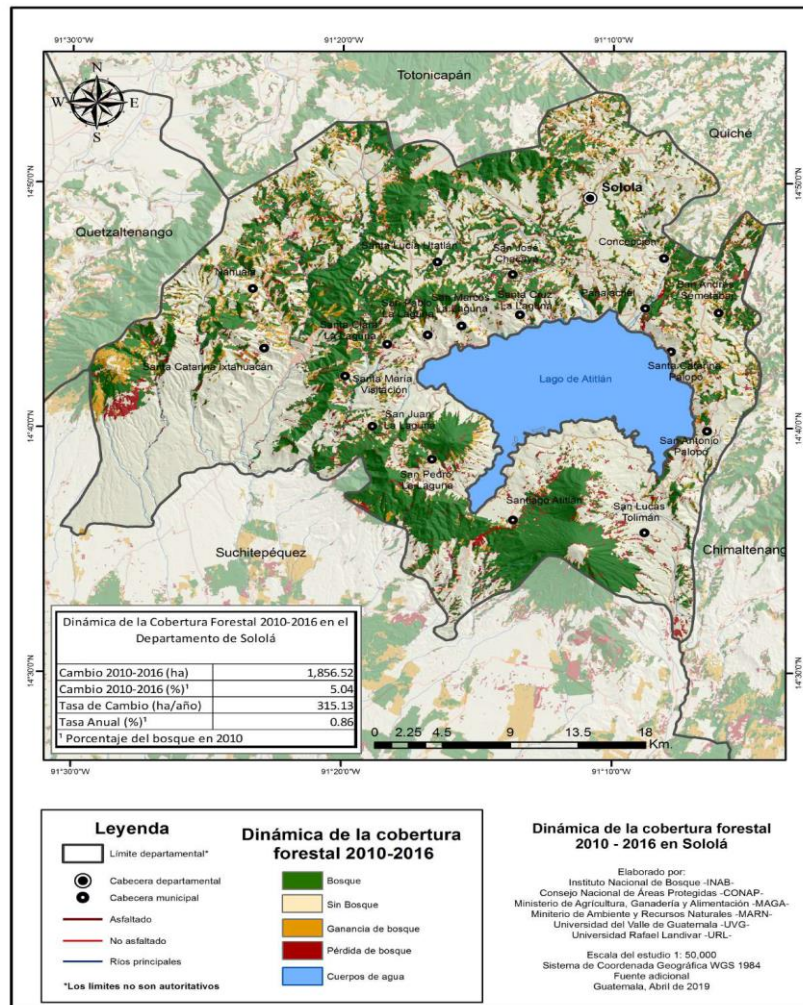
Bosques

Con base al Mapa de cobertura forestal de Guatemala 2016 y dinámica de cobertura forestal 2010-2016, el departamento de Sololá en el período 2010 contaba con 36,834 Ha de bosque. Para el año 2016 se reportó una cobertura forestal de 38,690 has.

Durante el período 2010-2016, hubo una pérdida de 6,214 Ha de bosque, sin embargo, durante ese mismo período se recuperaron 8,071 ha; teniendo una pérdida neta de 1,857 ha de bosque. Estas 1,857 hectáreas de pérdida neta en el departamento de Sololá representan una disminución del 5.04% del bosque que existía en el año 2010. La tasa de deforestación para el departamento de Sololá es de 315 ha/año, equivalente al 0.86% anual del bosque existente en el año 2010.

A continuación, se presenta al mapa de la dinámica de la cobertura forestal 2010-2016 para el departamento de Sololá.

Mapa 6. Cobertura forestal departamento de Sololá.



A continuación, se presenta un cuadro que contiene información de la dinámica de la cobertura forestal 2010-2016.

Tabla 4. Dinámica de la cobertura forestal para Sololá durante 2010-2016.

Cobertura 2016 (ha)	Cambio Neto 2010-2016 (ha)	Cambio anual (ha/año)	Tasa de cambio anual (%)
38,690	1,857	315	0.9

Fuente: (SIFGUA, s.f.)

Tabla 5. Cobertura forestal municipios de Sololá

No.	Municipio	Cobertura 2010 (ha)	Cobertura 2016 (ha)	Cambio neto 2010-2016 (ha)	Cambio anual (ha/año)	Tasa de cambio
1	SOLOLÁ	4,650	5,345	696	118	2.5
2	SAN JOSÉ CHACAYÁ	716	655	-60	-10	-1.4
3	SANTA MARÍA VISITACIÓN	1,209	1,242	33	6	0.5
4	SANTA LUCÍA UTATLÁN	2,370	2,454	84	14	0.6
5	NAHUALÁ	5,930	6,825	895	152	2.6
6	SANTA CATARINA IXTAHUACAN	5,763	6,403	639	109	1.9
7	SANTA CLARA LA LAGUNA	543	533	-10	-2	-0.3
8	CONCEPCIÓN	631	648	17	3	0.5
9	SAN ANDRÉS SEMETABAJ	1,852	2,141	289	49	2.6
10	PANAJACHEL	288	233	-55	-9	-3.3
11	SANTA CATARINA PALOPÓ	60	66	6	1	1.8
12	SAN ANTONIO PALOPÓ	483	533	50	9	1.8
13	SAN LUCAS TOLIMÁN	1,901	1,561	-340	-57	-3
14	SANTA CRUZ LA LAGUNA	174	161	-13	-2	-1.3
15	SAN PABLO LA LAGUNA	96	108	12	2	2
16	SAN MARCOS LA LAGUNA	102	124	21	4	3.5
17	SAN JUAN LA LAGUNA	1,498	1,463	-35	-6	-0.4
18	SAN PEDRO LA LAGUNA	2,673	2,708	34	6	0.2
19	SANTIAGO ATITLÁN	5,893	5,487	-406	-69	-1.2

Fuente: Instituto Nacional de Bosques, Dinámica forestal 2010-2016

Como puede observarse, los municipios que tuvieron ganancias según la dinámica 2010-2016 fueron los municipios de Nahualá, Sololá, Santa Catarina Ixtahuacán y San Andrés Semetabaj. Es importante resaltar que la mayor parte de los municipios registran pérdidas de cobertura forestal.

5.7. El cambio climático y los fenómenos atmosféricos relevantes

A nivel del departamento como en el resto del país, anualmente se observan dos fenómenos meteorológicos relacionados con el cambio climático, uno es la precipitación con cambios en los patrones de lluvia tanto temporal como espacial; el otro es el aumento o descenso de la temperatura, que se manifiesta en sequías o heladas.

Específicamente, el departamento posee zonas con diferente exposición a fenómenos naturales que eventualmente pueden convertirse en desastres y que afectan en mayor o menor grado el normal desenvolvimiento de la población del lugar.

La información que se presenta a continuación es referenciada en el Estudio semidetallado de los suelos del departamento de Sololá realizado en el año 2013, este indica que los fenómenos naturales tales como la variación de la temperatura provocan los eventos tales como sequías y heladas y como efecto de la lluvia en el medio geofísico, los deslizamientos.

Eventos climáticos que han afectado el departamento

El paso del Huracán Stan, la *secretaría ejecutiva de CONRED, Informe CEPAL – SEGEPLAN, PNUD, Situación CONRED y COEs Departamentales*, reportan para el departamento los siguientes daños:

Tabla 6. Daños ocasionados por el Huracán Stan en el departamento de Sololá

Daño	Número
Comunidades afectadas	95
Muertos	271
Desaparecidos	691
Heridos	208
Damnificados	28,034
Personas viviendo en albergues temporales	655
Albergues	11
Viviendas afectadas	1,962
Viviendas destruidas	1,986

Fuente: Elaboración propia con información de CEPAL. SEGEPLAN, PNUD, Situación CONRED

Lo sucedido en el Cantón Panabaj, Santiago Atitlán fue el mayor daño ya que como resultado fallecieron 75 personas y 62 desaparecidas.

Respecto a los daños provocados por el efecto de la Tormenta tropical Agatha, se reportan los daños siguientes: 2,061 personas afectadas, 500 damnificadas, 426 albergues, 818 evacuadas, 2 desaparecidas, 4 fallecidas 177 viviendas con daños y 151 viviendas destruidas.

Resumen de los fenómenos atmosféricos relevantes y su tendencia histórica y prevista asociada al cambio climático

Los principales daños provocados como efecto a los fenómenos atmosféricos han sido las tormentas y/o huracanes que han afectado al territorio nacional, tal como se ha visto en los reportes de la situación climática en Guatemala las tendencias de las variables climáticas de Guatemala pueden ser producto tanto de la variabilidad climática, como del calentamiento global de la atmósfera debido al cambio climático antropogénico. La tendencia de la precipitación revela un aumento en el promedio nacional a partir de la década de los noventa, con máximos extremos en los años 1997, 1998, 2010 y 2011. De igual forma, las tendencias en temperatura media muestran un claro aumento (calentamiento) de 1.5°C en el período 1961-2015. Los años con temperaturas mayores corresponden con aquellos en que se produjeron eventos de El Niño.

El fenómeno de El Niño y La Niña, se consideran como las fuentes de variabilidad climática que ha impactado a la región occidental del país y especialmente al departamento de Sololá, ya se han dado dos fenómenos tal como se indica el Agatha y Stan los cuales provocaron eventos y con ello daño a la población mayormente expuesta tanto a nivel del altiplano como de la boca costas y costa del departamento.

De acuerdo con la literatura consultada, se tiene que del año 1950 al 2017, se han registrado 23 fenómenos de El Niño que trae condiciones más secas para Guatemala, así como 20 fenómenos de La Niña, relacionados a mayores precipitaciones. En el país, El Niño se manifiesta con altas temperaturas antes del inicio de la temporada de lluvias, canículas severas, fuerte déficit o exceso de lluvias en las vertientes del Caribe y Pacífico, e irregularidad en el establecimiento, distribución y terminación de la temporada de lluvias. Por el contrario, el fenómeno de La Niña se encuentra más relacionado con excesos de lluvias y eventos hidrometeorológicos extremos. Fuertes temporales de lluvia, con daños a la infraestructura y agricultura, se registraron en los eventos de La Niña en 1999-2000 y 2010-2011.

Si bien es cierto que este fenómeno viene ocurriendo desde hace setenta años, también es cierto que la amenaza es cada vez mayor debido a la dinámica poblacional, en ese sentido la tendencia deberá estar orientada al manejo o gestión de riesgo, lo cual también es un término con una complejidad social, económica, política y cultural que requiere de acciones concretas, concertadas y validadas que permitan a la población una adaptación de acuerdo a su cosmovisión, siempre y cuando estas acciones sean probadas, validadas y ante todo aceptadas por la población.

6. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

El cambio climático tiene impactos diferenciados sobre los diferentes sectores que conforman los sistemas socioeconómicos y naturales, así como sobre diferentes segmentos de la población. Para la evaluación de los impactos, se pueden realizar análisis de vulnerabilidad bajo diferentes enfoques y metodologías. En general se considera que los ejercicios de evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático requieren la comprensión de las interacciones entre la sociedad y los sistemas ecológicos de los que dependen, para construir conocimientos sobre los procesos que generan condiciones de vulnerabilidad (Tonmoy, et al. 2014)

La Ley de Cambio Climático define a la vulnerabilidad como:

“Medida en que un sistema es capaz o incapaz de afrontar los efectos negativos del cambio climático, incluso la variabilidad climática y los episodios extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, la magnitud y el índice de variación climática a que está expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación” (Decreto 07-2013).

Por su parte, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), define a la vulnerabilidad al cambio climático como:

“el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático a que esté expuesto un sistema, y de su sensibilidad y capacidad de adaptación. Es decir, que es la propensión o predisposición para verse afectado negativamente ante la presencia de fenómenos meteorológicos o climático” (IPCC, 2007).

De este concepto se desprende la ecuación de vulnerabilidad al cambio climático, que según el IPCC (2007), depende del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático a que esté expuesto un sistema y de su sensibilidad y capacidad de adaptación. Es decir, que la vulnerabilidad, actual o futura, está en función de la exposición, la sensibilidad y la capacidad adaptativa de un sistema en particular, como se establece en esta ecuación:

$$\text{Vulnerabilidad CC} = (\text{exposición} + \text{sensibilidad}) - \text{capacidad de adaptación}$$

A partir de lo anterior, para evaluar la vulnerabilidad (presente o futura) de cualquier sistema natural o socioeconómico, se debe tomar en cuenta el grado de exposición de un sistema a eventos hidrometeorológicos en el contexto de la variabilidad y el cambio climático, el grado o nivel de sensibilidad que éstos tienen frente a los eventos y su capacidad de adaptación y nivel de resiliencia frente a la ocurrencia de estos eventos hidrometeorológicos, en términos de recurrencia e intensidad.

En este sentido, el índice de vulnerabilidad nacional al cambio climático evalúa los riesgos de exposición al cambio climático, con respecto a la sensibilidad de los territorios a partir de variables biofísicas y la capacidad de estos para adaptarse a los impactos potenciales del cambio climático, mediante variables sociales y económicas. El índice nacional de vulnerabilidad al cambio climático está compuesto por tres subíndices, que se describen a continuación.

Índice de exposición: la exposición se refiere al grado de estrés por la variabilidad climática o los cambios relacionados al cambio climático que se viven en una región determinada; en este caso el departamento. Se establece a partir de la magnitud y frecuencia de los eventos climáticos. En otras palabras, el índice de exposición es la síntesis de las amenazas ambientales que inciden en el departamento.

En él índice de exposición se debe considerar en qué medida la variabilidad climática histórica ha modelado el clima y experimentado cambios en la temperatura y precipitaciones, sequías y la concurrencia con los factores antropogénicos, tanto por su frecuencia (anual) o por fenómenos extremos con consecuencias en el aumento de vulnerabilidad de los sistemas naturales o productivos que, a su vez, afectan significativamente el bienestar humano en forma inmediata, en el corto o largo plazo.

Índice de sensibilidad: Para Monterroso (2010), "la sensibilidad es el grado en el que un sistema es potencialmente modificado o afectado por un disturbio, interno, externo o un grupo de ellos. La medida determina el grado en el que un sistema se puede ver afectado por un estrés, son las condiciones humanas y ambientales que pueden empeorar o disminuir los impactos por un determinado fenómeno". (Monterroso, 2010)

Entonces, el *índice de sensibilidad* se define por la forma en que el departamento es afectado por las variaciones climáticas. El índice de sensibilidad, en el marco del cambio climático, se particulariza en los ámbitos concretos de sistemas naturales, productivos o de la población. Es decir, la forma en que esos sistemas son afectados.

Índice de capacidad adaptativa: se refiere a la capacidad de un sistema de enfrentar los efectos del cambio climático, también al potencial de implementar medidas que ayuden a disminuir los posibles impactos identificados. La capacidad adaptativa de una sociedad y sus instituciones reflejan su capacidad de modificar características o comportamientos, los que se convierten en indicadores de vulnerabilidad.

En ese marco la capacidad adaptativa debe considerar las condiciones de vida de las personas frente a las amenazas: niveles de pobreza, situación socioeconómica, tasa de desnutrición, morbilidad, etc. También se considera la organización social, el acceso a recursos para mejoramiento en la producción, acceso a información, situación tecnológica para enfrentar los cambios o la capacidad para fortalecer los sistemas. Finalmente se considera las condiciones del capital natural como riqueza o servicios ecosistémicos.

6.1. Vulnerabilidad en el departamento de Sololá

a) La exposición climática en el departamento

En este apartado se identificará la exposición climática del departamento² incluyendo el análisis de su tendencia histórica y prevista al año 2050.

Para el índice de exposición del departamento de Sololá se utilizó el escenario de emisiones CRP 8.5³, se han analizado el aumento de temperatura y precipitación; como amenazas climatológicas la sequía, heladas y la recurrencia de incendios forestales.

² Exposición: "la exposición de un sistema o comunidad a una amenaza climática está, en general, vinculada a la geografía del lugar y al Análisis de la Vulnerabilidad ante el Cambio Climático. (IPCC, 2001).

³ La información contenida en los escenarios se refiere a proyecciones, no son pronósticos, se han generado con el propósito de realizar el ejercicio de planificación para la adaptación ante el cambio climático.

Al respecto, en los últimos 20 años la exposición al cambio climático en el occidente del país ha estado asociado a amenazas a la agricultura, infraestructura pública (carreteras y caminos vecinales), vivienda, incidencia de enfermedades en la población y afectados directos por deslizamientos, inundaciones y/o sequías. Según la CEPAL (2011), los impactos económicos del cambio climático en la región centroamericana son significativos, a pesar de "las incertidumbres por la interacción entre las variables económicas, las condiciones del clima y los aspectos sociales, políticos y culturales". (CEPAL, 2011)

Los fenómenos climáticos relevantes en la región, que suceden anualmente dependen de la variabilidad de los efectos de los *fenómenos del niño (años niños)*, *años niña (años niñas)* y años *neutro*; pueden provocar sequía con atraso en el ingreso del período de lluvias y canículas prolongadas en el primer caso o la presencia de altas precipitaciones pluviales incluso en meses en que no se espera presencia de lluvia⁴. En los dos casos estas variaciones afectan tanto a los sistemas naturales (cuencas, ríos, cobertura boscosa) y humanos (medios de vida) e infraestructura que, a su vez, tiene efectos negativos en toda la población, pero especialmente, en comunidades que dependen de los sistemas de siembra y cosecha de granos básicos para la sobrevivencia.

Respecto a las precipitaciones en el noroccidente del país, el INSIVUMEH informó que "Esta región se ha caracterizado por presentar un promedio pluviométrico entre 800 a 1200 mm de lluvia anual, en la actualidad presenta un incremento en su promedio de lluvia anual entre 115 a 130 mm en toda la región". (INSIVUMEH, 2021)

Directamente, la influencia de los fenómenos climáticos planetarios en la región centroamericana puede presentarse por eventos como los descritos anteriormente que tienen consecuencias negativas inmediatas y de largo plazo en los sistemas naturales, productivos, infraestructura y en el bienestar humano. Por otra parte, los cambios experimentados anualmente, en cuanto al aumento sostenido de la temperatura y el comportamiento errático de las precipitaciones gradualmente afectan e impactan en los mismos sistemas haciéndolos más vulnerables.

En el caso del departamento de Sololá, Las principales amenazas climáticas que enfrenta el departamento provienen de extremos de lluvia, ya sea por períodos de mucha precipitación que pueden potenciar inundaciones o deslizamientos de tierra, o bien, de períodos de poca precipitación que pueden ocasionar sequías, o limitar el control de incendios forestales.

En términos de inundaciones Sololá tiene un nivel de amenaza bajo, ya que desde 2008 se han reportado 77 eventos de inundaciones marcando una probabilidad cercana al 69% que alguna de las zonas inundables del departamento sea afectada en un año.

Dada la topografía de Sololá y las observaciones de deslizamientos de tierra observados desde 2008, se identifica que se tienen un nivel de amenaza muy alto, considerando que desde que se tiene registros, se han reportado 322 deslizamientos de tierra, lo que representa una probabilidad de cercana al 100% que al menos una de las zonas susceptibles sea afectada en un año.

⁴ Como resultado de su ubicación geográfica, Guatemala está expuesta a eventos extremos. En el período de 1998 al 2014, se han registrado un total acumulado de ocho eventos hidro-meteorológicos extremos ligados al cambio climático (los huracanes y tormentas tropicales Mitch, 1998; Stan, 2005; Agatha, 2010; y algunas depresiones tropicales y sequías importantes). Las pérdidas y daños acumulados ascienden a más de US\$3,5 mil millones de dólares, distribuidos principalmente en los sectores más afectados de infraestructura, agricultura y salud. Entre 1998 y 2010, la variabilidad climática ocasionó pérdidas económicas en el sector agrícola en el orden de los US\$1,85 mil millones (Gobierno de la República de Guatemala/MARN, 2015)

De acuerdo con el INSIVUMEH, la sequía meteorológica se considera cuando se dan reducciones en las precipitaciones por debajo del promedio de una zona. Sobre la base de estadísticas históricas, se estima una probabilidad que estos períodos con menor precipitación se registren en Sololá y según las condiciones de aridez se puede estimar un nivel de amenaza por sequía.

Se identifica que 0% del área departamento se encuentra con amenaza muy alta de sequía, en zonas semiáridas con 90% de posibilidades que se dé una sequía; 5% del territorio se encuentra en zonas subhúmedas secas, pero con 70% de posibilidades de sequía, lo que se considera una amenaza alta. Por otro lado, 27% de Sololá se encuentra con una amenaza media, en áreas con 50% de probabilidad de sequía, pero generalmente húmedas; finalmente, el 69% del departamento tiene un nivel de amenaza bajo por sequías, al encontrarse en zonas húmedas con probabilidades de sequía menores al 50%.

Los incendios forestales afectan a Sololá en un nivel alto. En el período de 2001 a 2015, que es para el que se tuvieron registros se reportaron 621 eventos de incendios; basándose en esta estadística y considerando la cobertura boscosa del departamento, la probabilidad que un incendio afecte el departamento está cerca del 64%.

Finalmente, en términos climáticos, las olas de calor se consideran cuando la temperatura máxima en un día incrementa el percentil 90, de las mediciones de los últimos años, durante al menos tres días consecutivos. En ese sentido, sobre la base de reportes históricos, se identifican distintos niveles de amenazas para Sololá. Se estima que 21% del territorio del departamento tiene un nivel de amenaza bajo (menos de 25% de probabilidad que ocurra en un año), y 31% presenta un nivel medio. Por otro lado, 33% tiene un nivel de amenaza alto, mientras que 16% del territorio presenta un nivel muy alto de probabilidades (mayor a 75%) que este fenómeno se presente en el año.

b) Temperatura y Precipitación

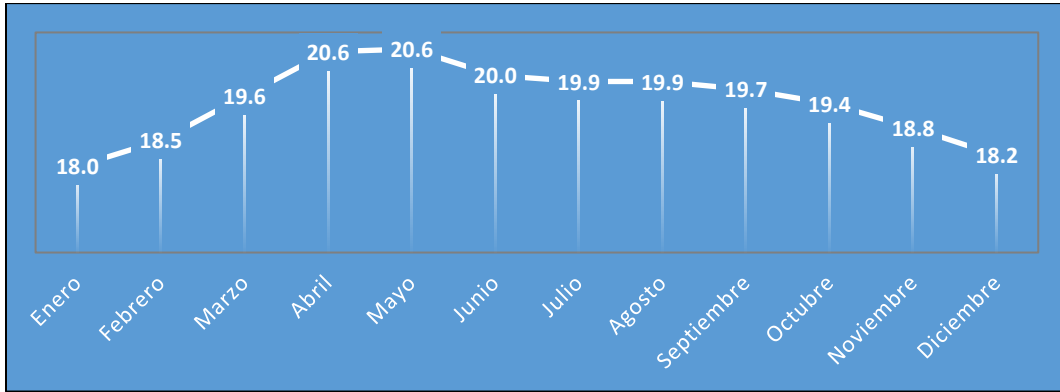
Temperatura:

Guatemala es un país altamente vulnerable a los efectos del cambio climático debido a su topografía, ubicación geográfica y situación socioeconómica (INSIVUMEH, 2021). Los escenarios de cambio climático a futuro indican que la temperatura podría incrementarse entre 0.5° C hasta 3.5° C para 2050 y hasta 6° C para fines de siglo en Guatemala. Como consecuencia la amenaza por sequía, en lugares donde en la actualidad aún es no-deficitaria la presencia de mantos acuíferos y zonas húmedas por el nivel de evaporación en aumento exponencial en zonas áridas, afectará los medios de vida de la población.

El aumento de la temperatura registrado por el INUVUMEH, del año 1971 al año 2014, se describe como una anomalía anual que paso a ser perceptible por sus consecuencias en los centros urbanos y ciudades. Más adelante las zonas productivas rurales, la disminución del bosque, pérdida de humedad de los suelos, secamiento de causas hídricas superficiales y la escasez de agua se ha venido convirtiendo en un problema que crece exponencialmente y, en algunas regiones, ya es un factor de conflictos comunitarios y sociales.

El departamento actualmente ha evidenciado temperaturas promedio anual las cuales se distribuyen intermensualmente como se presenta en la gráfica siguiente:

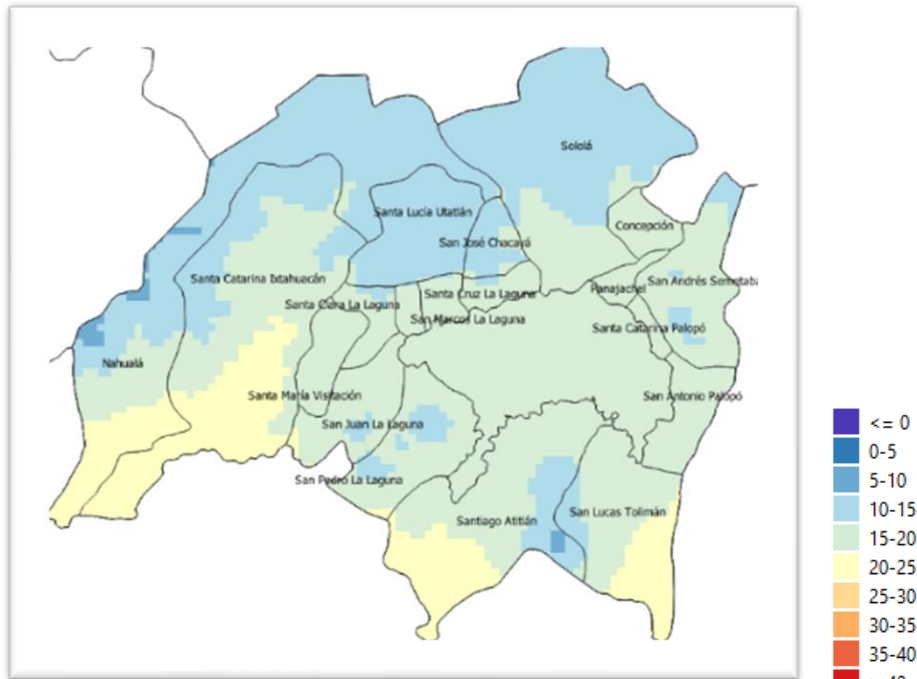
Tabla 7. Temperatura media anual 2021 (°C)



Fuente: elaboración propia con datos de SIG Rainforest Alliance

Puede observarse que las menores temperaturas se dan entre enero y febrero, luego en marzo inician a incrementarse registrando su mayor valor en los meses de abril y mayo para luego descender de nuevo hasta los meses de noviembre y diciembre que es donde se inicia el descenso hasta llegar a enero. En el siguiente mapa pueden observarse los rangos de temperatura ocurridos históricamente a nivel de municipios, se observa que el espejo del lago y los municipios rivereños manifiestan temperatura promedio anuales de entre 15 y 20°C, no así para los municipios ubicados en la cuenca alta e intermedia con rangos de entre 10 a 15°C y por último los municipios ubicados hacia el sur, rangos entre 25 y 30°C.

Mapa 7. Temperatura promedio anual por municipio (año 2021)

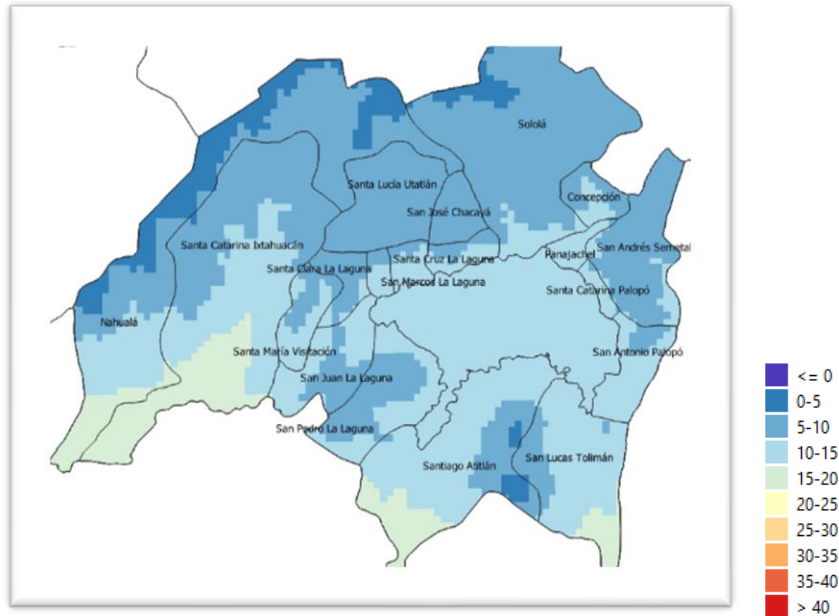


Fuente: Modelación SIG Rainforest Alliance

Temperatura mínima mensual

A nivel del territorio, se observa que en los municipios de Sololá y Nahualá se estarán registrando temperaturas de entre 0 y 5°C, en tanto que en el resto del departamento prevalecen temperatura entre 10 y 20°C.

Mapa 8. Temperatura mínima intermensual actual por municipio (año 2021)

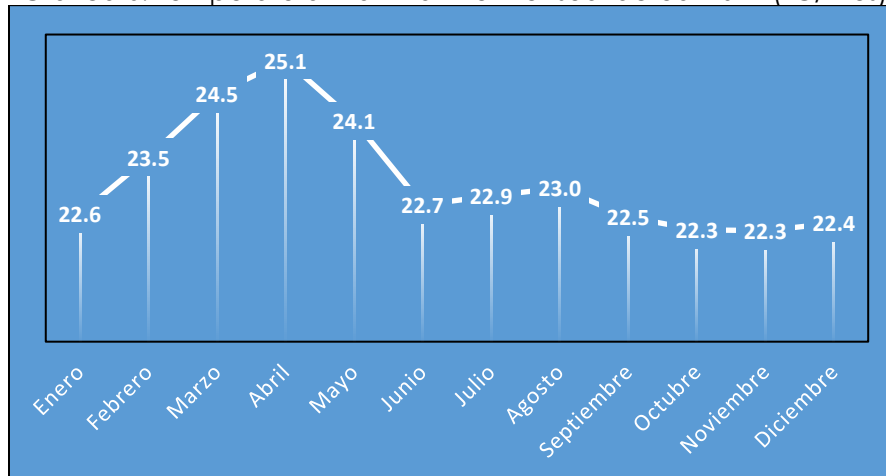


Fuente: Modelación SIG Rainforest Alliance

Temperatura máxima intermensual (Histórica 2021)

A nivel de temperaturas máximas actuales, el departamento registra su menor valor en los meses de enero, febrero y diciembre, dando su mayor valor en el mes de junio, tal como se observa en la figura siguiente.

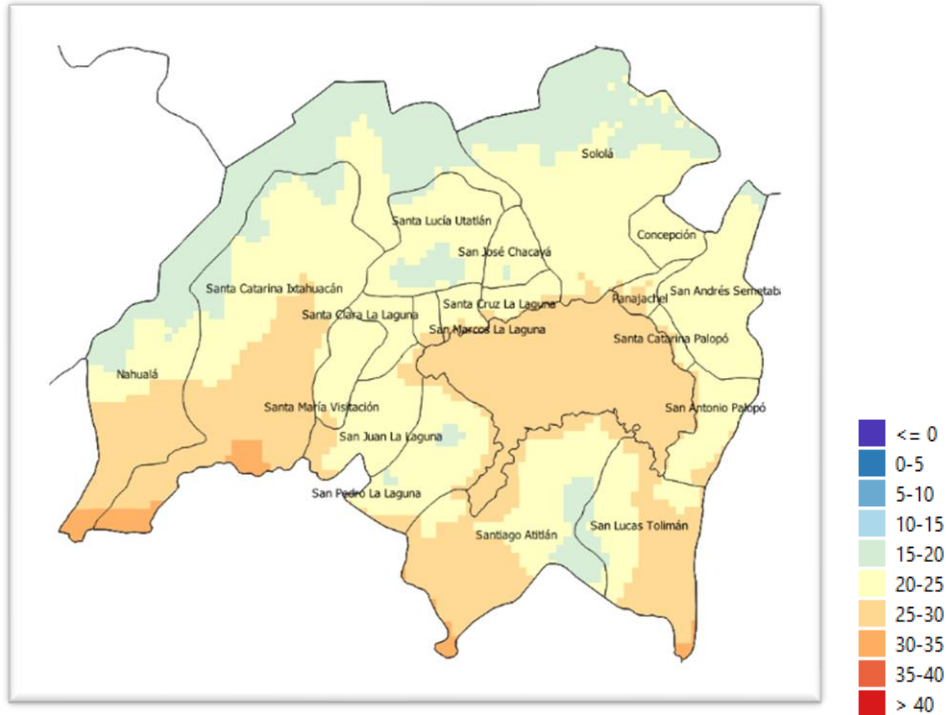
Gráfica 6. Temperatura máxima intermensual actual 2021 (°C/mes)



Fuente: elaboración propia con datos de SIG Rainforest Alliance

A nivel territorial se puede observar comportamiento de las temperaturas promedio máximas en el departamento.

Mapa 9. Temperatura mínima intermensual actual por municipio (año 2021)



Fuente: Modelación SIG Rainforest Alliance

Con base a la variación de las precipitaciones y temperaturas en el departamento, se analizan los efectos que éstas tendrán, se puede observar i) lluvias extremas, ii) escasez de lluvia, iii) temperaturas mínimas extremas y iv) temperaturas máximas extremas.

De esta cuenta se analizan los efectos de la tendencia de estas variables climáticas, los que sumados a la exposición y sensibilidad de los sistemas provocarán desajustes en su funcionamiento y en su dinámica normal.

Según el Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Lago de Atitlán y citando información WorldClim para Guatemala, se ha proyectado que bajo el escenario RCP 4.5., la precipitación se reducirá a su extremo más bajo de 83 mm para los años 2050 y 2070, en comparación con la línea base actual, donde los valores más bajos se concentran en gran parte de la zona sur oeste del departamento, no así para el resto del departamento lo cual podría aumentar hasta 174 mm. Por otro lado, con respecto a la temperatura se dará un enfriamiento en torno al lago y un calentamiento en las zonas situadas al norte del departamento. (Amsclae, 2019)

Los cambios tanto en las intensidades y frecuencia de las precipitaciones generan una situación de vulnerabilidad ante las amenazas naturales, especialmente a aquellos que tienen que ver con eventos hidrológicos y a la misma variabilidad climática, siendo las amenazas más notorias los deslizamientos, inundaciones y hundimientos.

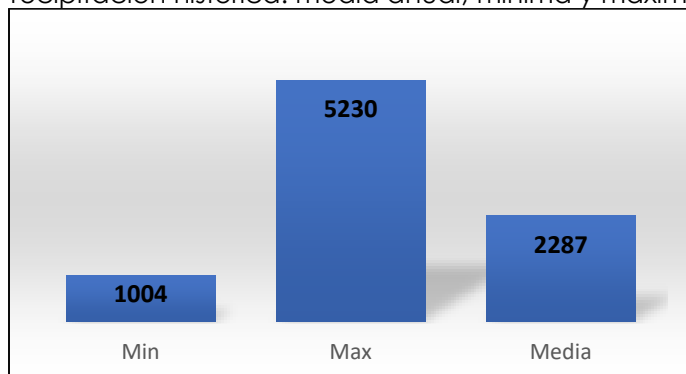
Por otro lado, han sido evidentes los cambios en las temperaturas medias anuales, las cuales se han manifestado por olas de calor, especialmente en los meses de marzo, abril y mayo. Así mismo, se han percibido descensos extremos especialmente en los meses de noviembre, diciembre y enero, provocando con ello heladas, lluvias extremas acompañadas de granizo y prolongación de la canícula, entre las más importantes para el departamento.

Precipitación

Precipitación pluvial: Actual (histórica 2021)

Tomando en cuenta la tendencia histórica de la precipitación, se puede observar que el departamento experimentara variaciones tanto en la media anual, así como en los valores de precipitación mínima y máxima promedio anual; dicha variación se presenta a continuación:

Gráfica 7. Precipitación histórica: media anual, mínima y máxima (mm/año)

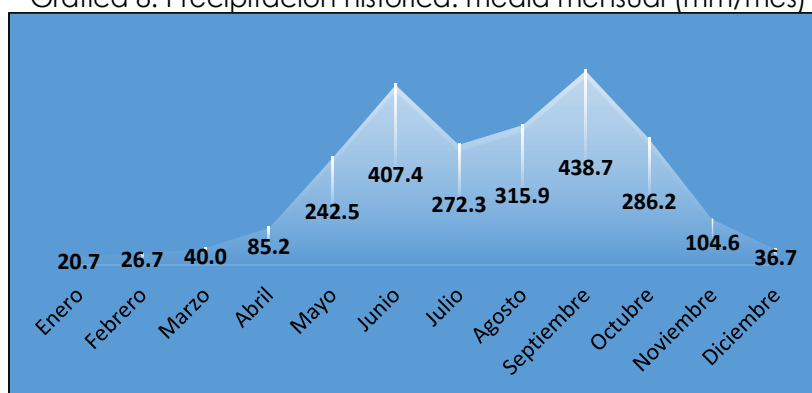


Fuente: elaboración propia con datos SIG Rainforest Alliance

Como puede observarse, históricamente se ha registrado una precipitación media anual de aproximadamente 2,287 mm/año, así como precipitaciones mínima y máxima del orden de 1,004 mm/año y de 5,230 mm/año respectivamente; dicha precipitación se distribuyó en el territorio tal como se muestra en el siguiente mapa.

Se puede apreciar que los mayores valores se dieron en los meses de junio y septiembre con valores promedio de 407 y 438 mm y las mínimas en los meses de enero y febrero tal como se aprecia en la gráfica siguiente:

Gráfica 8. Precipitación histórica: media mensual (mm/mes)



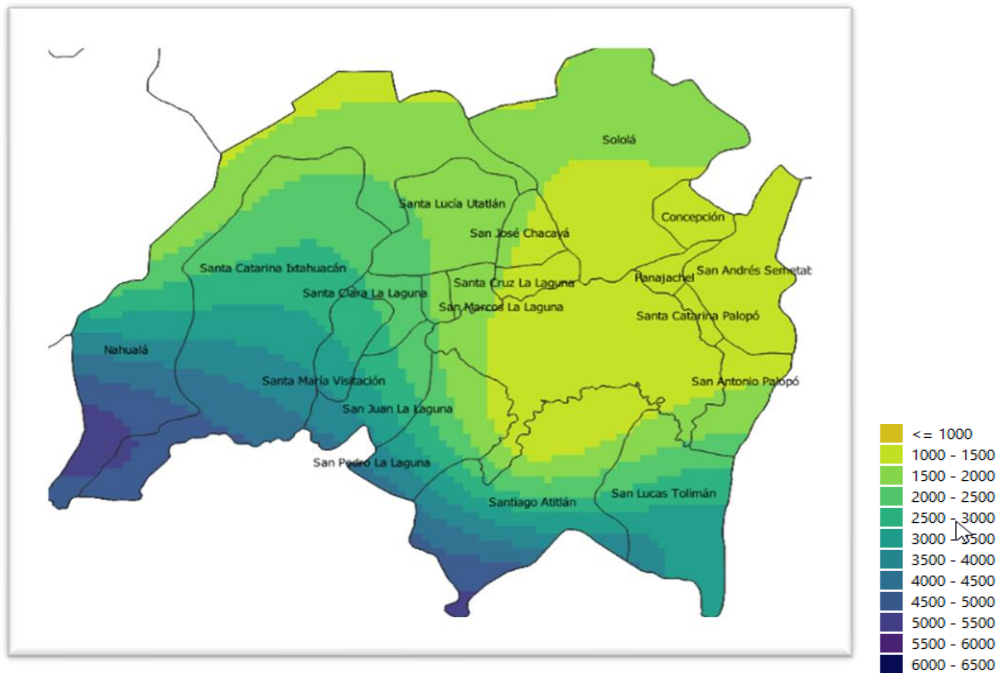
Fuente: elaboración propia con datos SIG Rainforest Alliance

Se puede observar que del mes de junio a julio hay una diferencia de 137 mm, lo cual indica el periodo de canícula que por lo regular se ha extendido todo el mes de julio y en algunos casos extremos quince días del mes de agosto.

Es importante mencionar que los municipios con menor precipitación son Concepción, Panajachel, San Andrés Semetabaj, Santa Catarina Palopó, Santa Cruz la Laguna, San José Chacayá y el Sololá. Los municipios en donde se concentran los mayores valores son San Lucas

Tolimán, Santiago Atitlán, San Pedro La Laguna, San Juan La Laguna, Santa María Visitación, Santa Catarina Ixtahuacán y Nahualá, tal como se presenta en mapa siguiente.

Mapa 10. Precipitación promedio anual departamento de Sololá

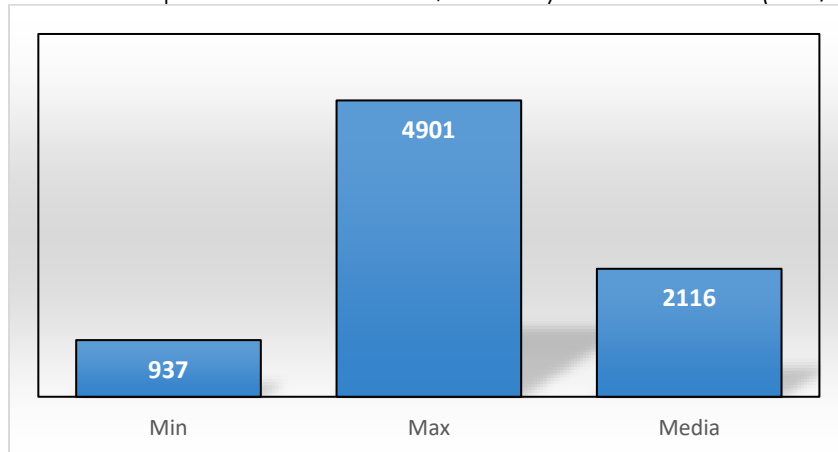


Fuente: Modelación SIG Rainforest Alliance

Precipitación pluvial: Proyectada (2050)

Para el 2050, de acuerdo con la información histórica se proyecta que los valores promedios anuales, así como mínimas y máximas anuales se reducirán respecto al año 2021, estos valores proyectados al 2050 son los que se presentan en la gráfica siguiente.

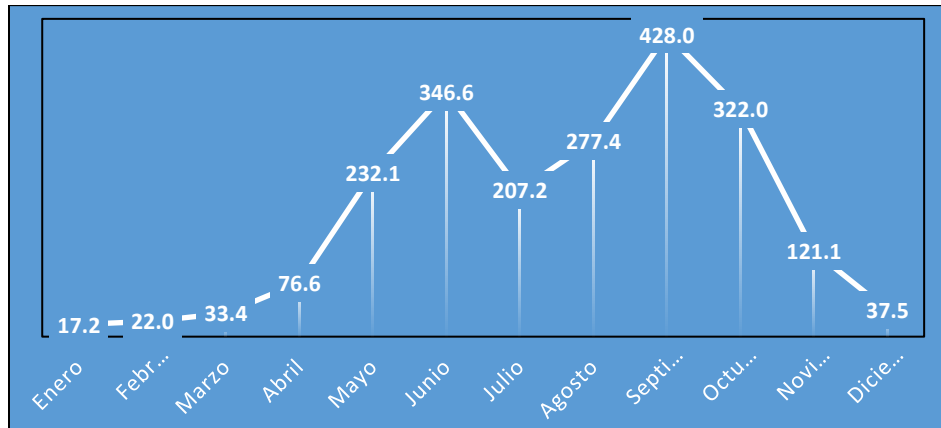
Gráfica 9. Precipitación 2050: media, minina y máxima anual (mm/año)



Fuente: elaboración propia con datos SIG Rainforest Alliance

A nivel de variación intermensual se puede apreciar la tendencia siguiente:

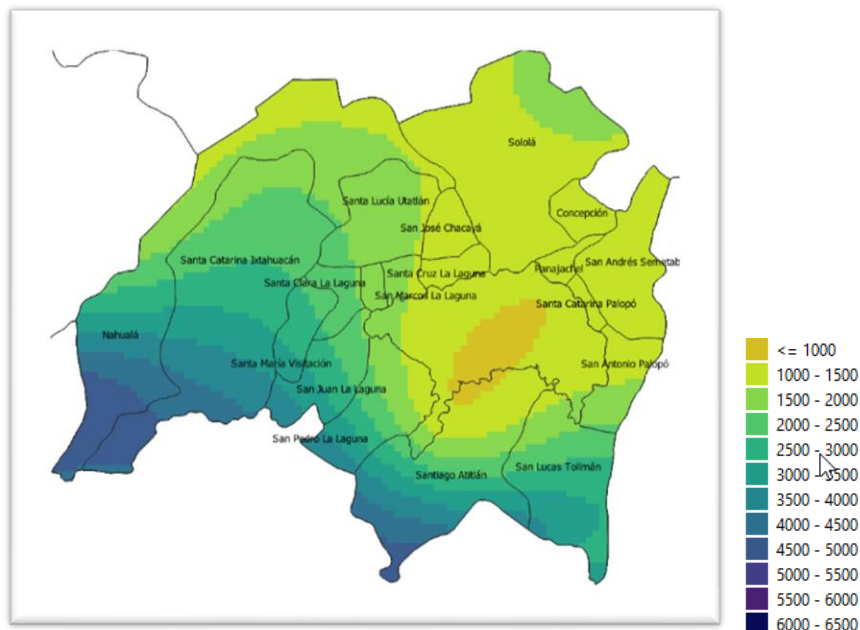
Gráfica 10. Precipitación 2050: media, minina y máxima anual (mm/año)



Fuente: elaboración propia con datos SIG Rainforest Alliance

Como puede observarse, se da una reducción en los valores de julio y agosto, la diferencia de junio a julio es de 139 mm la cantidad, lo cual indica la presencia de la canícula. Como se indicó, para el año 2050 se espera una precipitación media anual de aproximadamente 2,116 mm/año, así como precipitaciones mínima y máxima del orden de 937 mm/año y de 4,901 mm/año respectivamente; dicha precipitación se distribuye en el territorio tal como se muestra en el siguiente mapa.

Mapa 11. Precipitación promedio anual por municipio (año 2050)



Fuente: Modelación SIG Rainforest Alliance

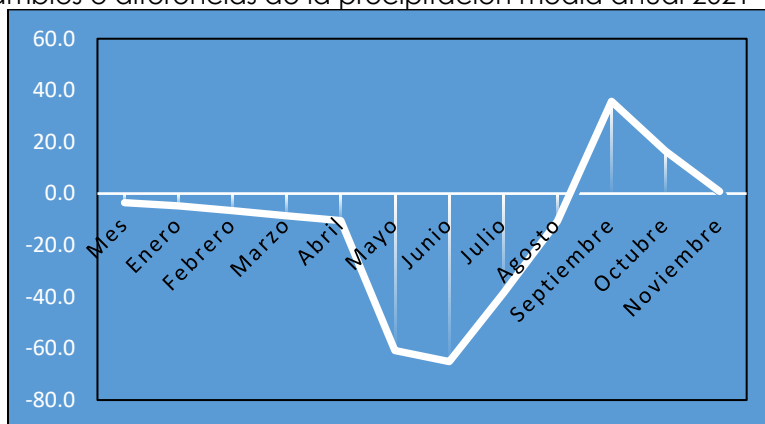
Se evidencia un descenso en los valores de la precipitación, se puede observar en el mapa que se esperan precipitaciones menores a los 1,000 mm anuales especialmente en el espejo del lago y precipitaciones entre 1000 a 1500 mm en el área rivereña del lago así a los municipios de Sololá, Concepción, Panajachel, San Andrés Semetabaj, Santa Catarina y San Antonio Palopó y San José Chacayá.

A nivel de área territorial se observa un notable descenso de la precipitación en los municipios de San Lucas Tolimán, Santiago Atitlán, San Pedro y San Juan La Laguna, Santa María Visitación y Nahualá.

Cambio en los valores de la precipitación años 2021 -2050

Como se ha visto, para el año 2050 se dará una reducción de la precipitación, la cual será perceptible en todo el departamento, sin embargo, en donde mayormente se evidenciará será durante los meses de enero a septiembre, ya que, haciendo los cambios o diferencia intermensuales, los valores son negativos indicando escasez de lluvias, esto puede observarse en la gráfica siguiente.

Gráfica 11. Cambios o diferencias de la precipitación media anual 2021- 2050 (mm/año)



Fuente: elaboración propia con datos SIG Rainforest Alliance

c) Amenazas hidroclimáticas

Con base a lo indicado anteriormente en el departamento de Sololá las principales amenazas vinculadas con el cambio climático son la sequía por la variación en los niveles de temperatura y lluvias extremas.

Los cambios en el departamento se han manifestado, en los últimos tres lustros, en la reducción de precipitación precipitaciones, canículas prolongadas, frecuencia de heladas y en otras partes del departamento hay regiones que han sido afectadas por lluvias extremas y el incremento de la temperatura. Como consecuencia el departamento se ve amenazado por sequías, inundaciones e incendios forestales.

Según el documento del Plan de Desarrollo Integral de la Cuenca del Lago de Atitlán, el 1% del departamento es susceptible a inundaciones, que corresponde a las áreas en las desembocaduras de los ríos San Francisco y Quiscab en el norte del lago. Los incendios forestales son principalmente provocados por acción antropogénica (quema de rastrojos en la preparación de las parcelas de cultivos), hasta noviembre del 2019 se han registrado 38 incendios en el departamento.

La sequía es otra amenaza, aunque, en el departamento el régimen de aridez del suelo es hiper húmedo, lo cual indica que la precipitación mensual sumada al agua almacenada en el suelo por lluvias anteriores alcanza, por lo general, para cubrir la evapotranspiración potencial.

Los principales efectos observados y que se originan de la situación antes indicados, son los siguientes.

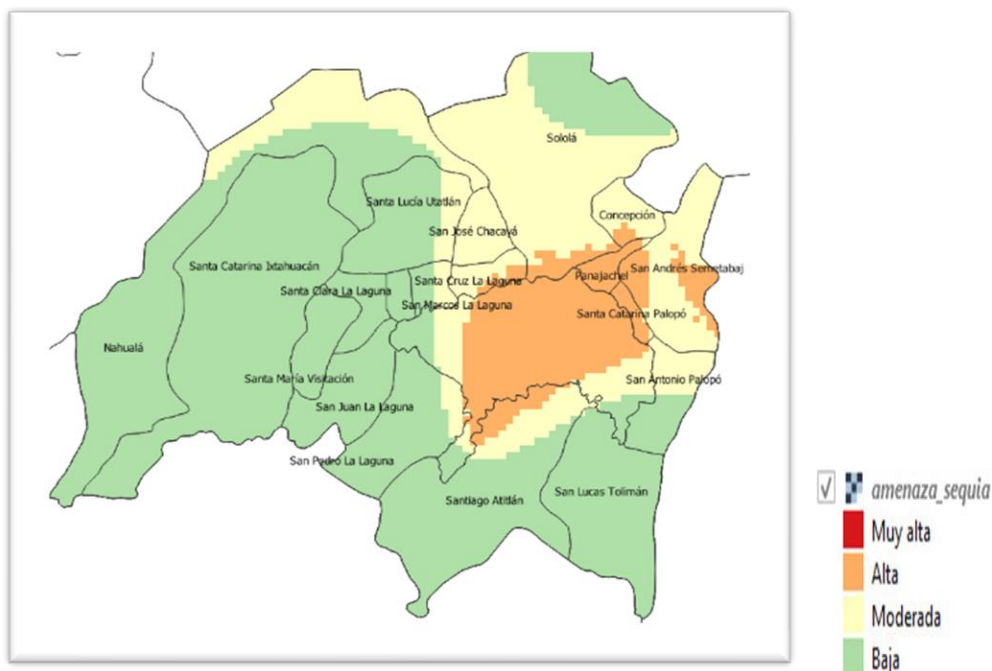
Sequías

El impacto de la sequía, como se ha visto en años anteriores, afecta directamente a los cultivos anuales de granos básicos de los que dependen para la subsistencia la mayoría de las familias en el departamento. En el año 2009 la sequía, manifestada por canícula prolongadas y ausencia de lluvias, redujo los tiempos de comida en la población de pequeños productores de infra y subsistencia. De acuerdo con datos de la CEPAL (2011) más de 194 mil familias se vieron afectadas por la pérdida de cosechas, escases de alimentos e ingresos; ello conllevó la profundización de la pobreza hasta causar muerte por “desnutrición crónica”.

Las poblaciones más afectadas por la sequía ya viven en el círculo vicioso de la inseguridad alimentaria y nutricional con producción precaria tanto en lo agrícola como en lo pecuario. Por otra parte, dentro de ese mismo círculo, la escasez de alimentos básicos aumenta los precios en el mercado; aun cuando algunas familias logran vender su mano de obra en condiciones también precarias, la oferta de los productos encarecidos y la necesidad de obtener alimentos inmediatos no les permite mejorar su situación tal y como se vivió en el año 2010, con el paso de la tormenta Agatha. En comunidades del altiplano el aumento de la papa fue de más del 54% (SEGEPLAN-CONRED, 2010), sin que las familias puedan resolver su situación de extrema pobreza.

Con base al análisis planteado inicialmente en cuanto a la exposición del departamento a eventos que impactan a los sistemas y medios de vida, la ocurrencia de sequías especialmente en las áreas que poseen condiciones de aridez, en este sentido se estima una probabilidad que períodos con menor precipitación se registren en el departamento y con ello la ocurrencia de sequía. A continuación, se presenta el mapa que evidencia la posibilidad de ocurrencia de esta amenaza a nivel de departamento.

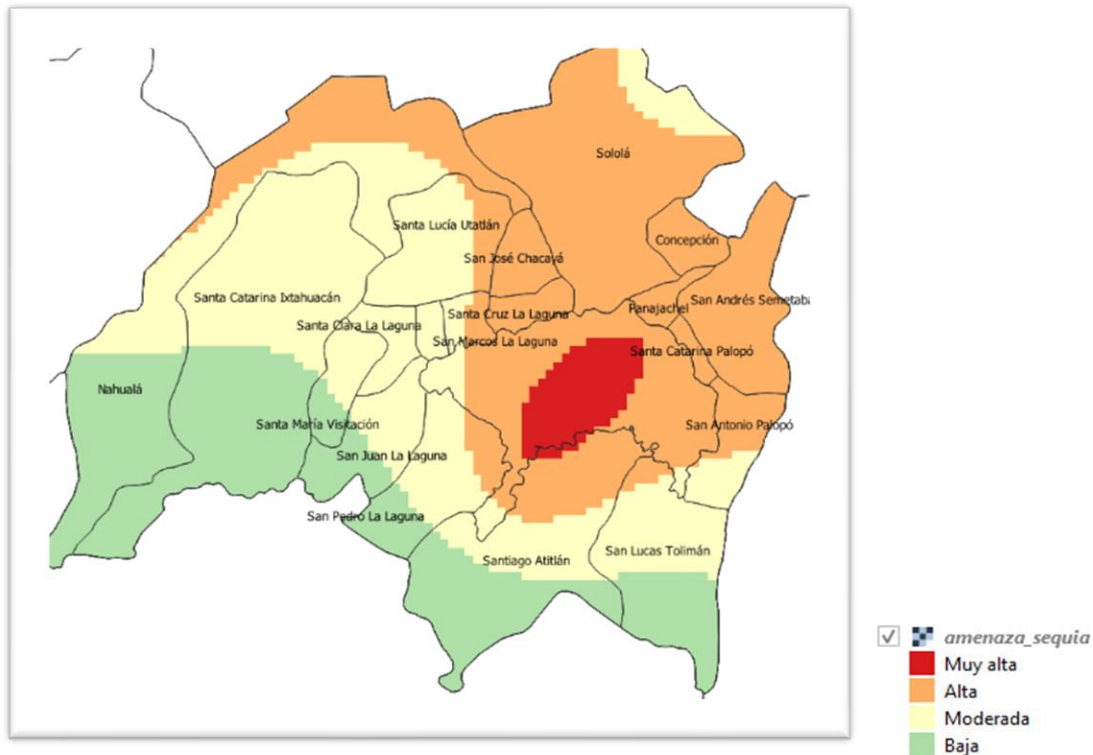
Mapa 12. Amenaza actual por sequía



Fuente: Modelación SIG Rainforest Alliance

En el mapa anterior puede observarse que los municipios afectados actualmente por sequías en la categoría Alta son Panajachel, Santa Catarina Palopó, en parte Santiago Atitlán, Santa Cruz la Laguna y Sololá. Así mismo se presenta la tendencia de esta amenaza al año 2050, siendo esta la siguiente:

Mapa 13. Amenaza por sequía (año 2050)



Fuente: Modelación SIG Rainforest Alliance

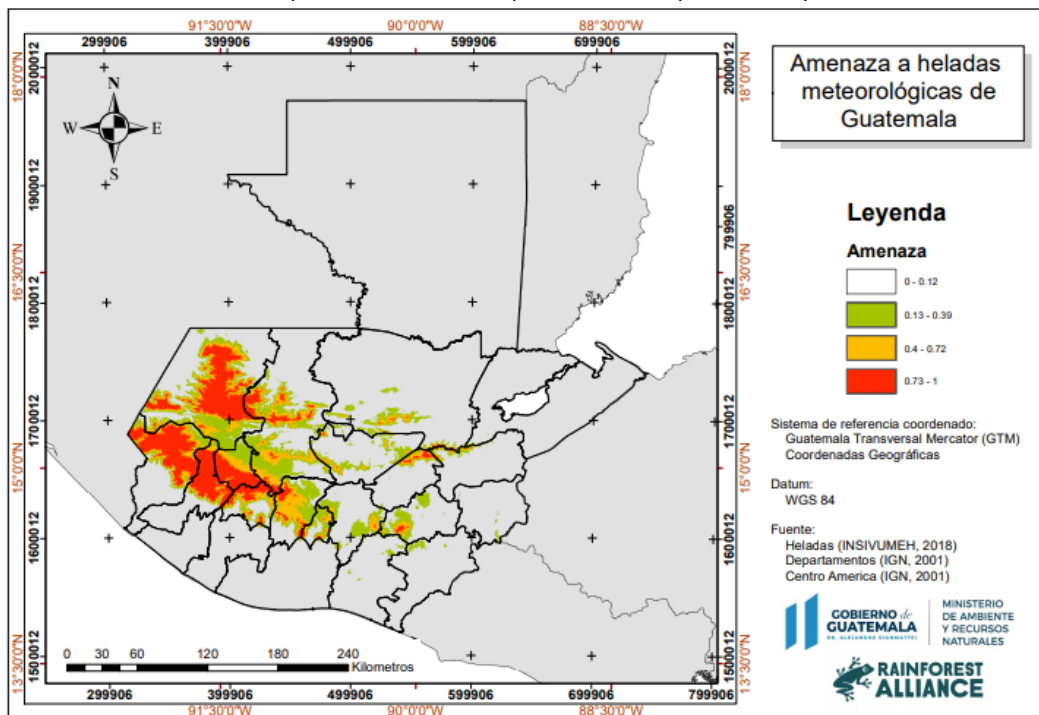
Como puede observarse la probabilidad de ocurrencia de sequía en la categoría de Alta abarco una porción más del territorio especialmente hacia los municipios del altiplano como Sololá, Santa Lucía Utatlán. Así mismo la categoría de Moderada se vio incrementada notablemente, reduciéndose considerablemente la Baja. Dicha situación supone reducciones en los niveles de precipitación e incremento en los niveles de temperaturas medias anuales. Es importante ver además el incremento de la aridez en aquellos territorios que actualmente son húmedos y que poseen importantes áreas de recarga hídrica.

Heladas

De acuerdo con el INSIVUMEH, "Meteorológicamente hablando, las heladas se dan cuando la temperatura es menor o igual a 0° C (helada meteorológica), sin embargo, la susceptibilidad a daños por helada puede presentarse en los seres vivos aun cuando la temperatura no haya llegado a los 0° C (helada biológica). La elevación mínima para que ocurra una helada en Guatemala es de 1,700 ms.n.m, lo que representa un 20% del territorio susceptible a este fenómeno. La época de mayor probabilidad de heladas es la comprendida desde inicios de noviembre hasta mediados de marzo, lo que la hace un riesgo climatológico bastante importante en la agricultura del altiplano del país. En 5 meses de ocurrencia de heladas se observa que las horas de mayor probabilidad de ocurrencia están comprendidas desde las 23:00 p.m. hasta poco después de las 07:00 a.m." (INSIVUMEH, 2018)

El departamento de Sololá posee actualmente una amenaza a heladas de aproximadamente 72.9% de sus municipios, localizados en la región del Altiplano y parte del Valle, con una categoría de Muy alta como se puede observar en el siguiente mapa:

Mapa 14. Amenaza por heladas (año 2050)



Fuente: Modelación SIG Rainforest Alliance

Inundaciones

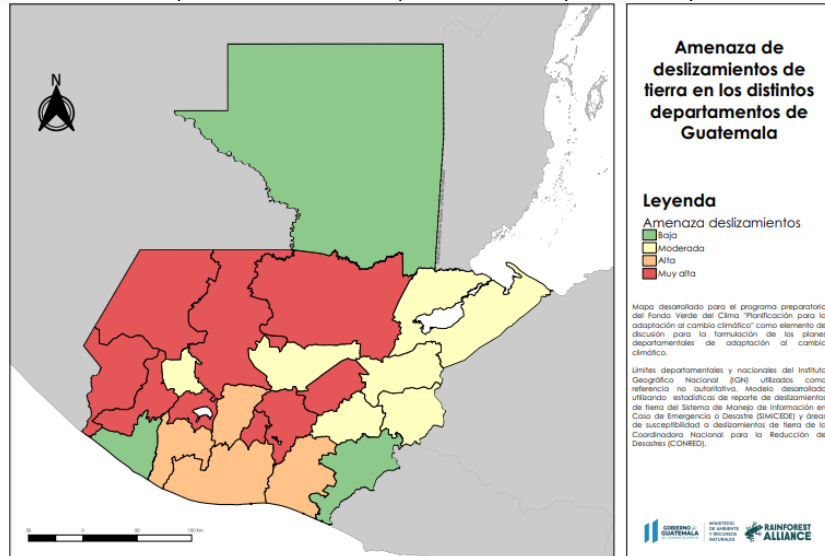
El departamento tiene baja amenaza por inundaciones. Las condiciones topográficas de la mayoría del territorio hacen que las aguas por períodos prolongados de lluvia lleguen al lago en la cueca de Atitlán o que se desplacen aguas abajo en la cuenca del río Nahualate. Con ello, el departamento está en verde en amenaza por inundaciones como se puede apreciar en el siguiente mapa:

Deslizamientos y erosión

El departamento tiene categoría muy alta en amenaza por deslizamientos que ocurren en la época lluviosa y por las condiciones topográficas de la mayor parte del territorio del departamento.

Con relación a la amenaza por erosión, el departamento evidencia una amenaza Muy alta del 20.8% de sus municipios y una amenaza Alta en 20.8%. Según esto se puede inferir que ocurre en los municipios que poseen relieves y pendientes pronunciadas precipitación (la cual se ve disminuida) y a la pérdida de cobertura.

Mapa 15. Amenaza por heladas (año 2050)

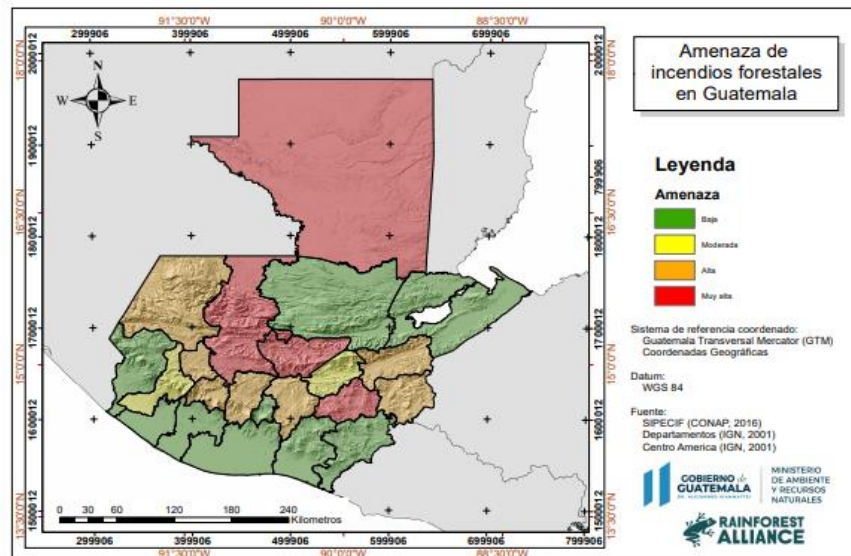


Fuente: Modelación SIG Rainforest Alliance

Incendios forestales:

El departamento de Sololá tiene amenaza alta por incendios forestales en nivel alto. De acuerdo con el documento "PLAN DE MANEJO INTEGRAL DEL FUEGO" (CONAP, 2017), la afectación a ecosistemas y bosques provocada por los incendios forestales en el departamento de Sololá tienen una relación con el actual régimen de propiedad de la tierra y la presencia de población en los límites del bosque, ya que necesitan aprovecharlos con fines agrícolas. Es decir, que los incendios son provocados por descuido en los sistemas de postcosecha o por descuido.

Mapa 16. Amenaza de incendios Forestales en Guatemala.



Fuente: Modelación SIG Rainforest Alliance

6.2. Elementos estratégicos del desarrollo y su vinculación al cambio climático

Los elementos estratégicos son aquellos elementos naturales, socioeconómicos y de bienestar humano de importancia estratégica para el desarrollo sostenible, que podrían afectarse significativamente por factores asociados al cambio climático. Es decir, aquellos elementos representativos en un territorio, que se encuentran amenazados o que están experimentando un proceso de degradación por fenómenos relacionados con tensiones causadas por la variabilidad y el cambio climático.

Para priorizar los elementos estratégicos se analizó la importancia de éstos en el departamento como elemento para el desarrollo. Además, se consideró la información y data que permitiera hacer el análisis de acuerdo con la metodología definida en el proceso para elaborar el Plan de Adaptación al Cambio Climático de Sololá -PACCS-. Posteriormente cada elemento estratégico fue sometido a un proceso de consulta a actores institucionales claves como SEGEPLAN, MARN, INAB, MAGA, CONAP, AMSCLAE, actores de sociedad civil y representantes en el Consejo Departamental de Desarrollo, actores privados que ejecutan programas en comunidades y con productores.

Los elementos estratégicos naturales y socioeconómicos priorizados para el departamento son:

Sistema Natural

Bosque.

Sistema Socioeconómico

Granos básicos.

Café.

Hortalizas, y

Aguacate.

6.3. Sistema natural: Bosque

Los bosques cumplen un papel relevante para la diversidad biológica de ecosistemas, así como para el resguardo de especies y sus poblaciones. Además, para la CNF (2017), las masas forestales funcionan como un gran regulador de temperatura del planeta ya que tienen la capacidad natural para fijar y absorber el dióxido de carbono -CO₂- (CNF. 2017). De acuerdo con CEPAL (2017), los cambios en los patrones de precipitación y de temperatura asociados al cambio climático, los ecosistemas se verán afectados, principalmente en aquellos que se encuentren significativamente alterados por las actividades humanas. (CEPAL, 2017 y Uribe, 2015)

Se prevé que las afectaciones a nivel de la biodiversidad y los cambios en la distribución de las zonas de vida conduciría a una disminución de la oferta de bienes y servicios ambientales, (Uribe, 2015), así como en grandes pérdidas económicas en Guatemala.

Respecto a los factores antropogénicos que inciden en el deterioro de los bosques es necesario tomar en cuenta a las comunidades para el control de incendios, y tala ilegal; por otra parte, es importante la promoción de sistemas agroforestales sostenibles, con especies resistentes al

cambio climático y que a su vez impliquen el aprovechamiento adecuado de los bosques y su relación intrínseca con el recurso hídrico.

De acuerdo con la dinámica forestal de SIFGUA 2010 – 2016, el departamental de Sololá tiene una cobertura de 36,690 ha. Se determinó que durante este período el departamento perdió más de seis mil hectáreas de bosque, pero recuperó ocho mil hectáreas lo que define una pérdida neta de 1,871 ha de bosque en siete años. En consecuencia, la tasa de deforestación se ubica en 5.04%, esto se traduce en una pérdida de 315 ha/año.

De acuerdo con Plan Maestro Reserva de Uso Múltiple Cuenca del Lago de Atitlán -RUMCLA-2018 – 2022, los tipos de bosques que se localizan en el departamento son: 1) Bosques Mixtos: latifoliado y coníferas (42 km²); 2) Bosques latifoliados (pluvial y nuboso) (95 km²); 3) Bosques de coníferas (184 km²). Todos ubicados desde 700 hasta 4,220 ms.n.m.

El bosque y los servicios ecosistémicos que provee, pueden verse afectados por incendios forestales provocados en la mayoría de las veces, por el hombre y son más recurrentes en la época seca y ocurrencia de sequías, ya que aumenta la temperatura y disminuye la precipitación.

Figura 2. Incendios suscritos a nivel departamental durante 2019.

Incendios suscitados a nivel departamental durante 2019

Departamento	Tipo de incendio		Total	Afectación en Hectáreas
	Forestal	No Forestal		
ALTA VERAPAZ	28	3	31	1463.48
BAJA VERAPAZ	44	4	48	2237.49
CHIMALTENANGO	17	4	21	130.50
CHIQUMULA	20	4	24	1081.00
EL PROGRESO	12	26	38	305.00
ESCUINTLA	0	6	6	561.00
GUATEMALA	60	239	299	1050.17
HUEHUETENANGO	87	9	96	1112.86
IZABAL	6	1	7	650.00
JALAPA	62	8	70	1793.43
JUTIAPA	26	7	33	278.99
PETÉN	270	29	299	26829.61
QUETZALTENANGO	62	6	68	324.97
QUICHE	104	7	111	1159.53
RETALHULEU	2	0	2	88.98
SACATEPÉQUEZ	24	5	29	187.50
SAN MARCOS	38	0	38	273.41
SANTA ROSA	15	1	16	443.82
SOLOLÁ	75	0	75	308.09
SUCHITEPÉQUEZ	3	2	5	19.60
TOTONICAPÁN	41	0	41	282.41
ZACAPA	53	2	55	6875.19
Totales	1049	363	1412	47457.03

Fuente: Memoria de labores CONRED (CONRED, 2019).

6.3.1. Condición de los atributos clave

Para el sistema bosque se han considerado dos atributos de viabilidad, superficie forestal en proporción a la superficie total del departamento y afectación por incendios.

Considerando la tasa actual de deforestación, situado en 5.04% (equivale a una pérdida de 315 ha/año), se plantea como condición ideal para el corto, mediano y largo plazo, reducir la tasa deforestación en un rango de 2.6% a 0% Ha/año.

Con relación a los incendios forestales, la Memoria de Labores de CONRED (2019), reportó para el departamento de Sololá, un total de 75 eventos de incendios forestales que afectaron un total de 308.09 hectáreas de bosques. En consecuencia, se espera una disminución de las hectáreas de bosques afectadas por incendios forestales.

6.3.2. Condición de vulnerabilidad

La sequía meteorológica constituye una de las principales amenazas climáticas que pueden impactar de forma negativa sobre los remanentes de bosques, al interactuar con factores antropogénicos como habilitación de tierras para agricultura e infraestructura, la tala ilegal y las malas prácticas de manejo del fuego en áreas agropecuarias, que generan condiciones para el desarrollo de incendios forestales.

Esto es, porque los episodios de sequías se asocian a una disminución y el retraso de la precipitación, el aumento de la temperatura media, la reducción de la nubosidad y la prolongación de la canícula, lo que propiciarían una mayor frecuencia de los incendios forestales.

En cuanto al análisis de vulnerabilidad de los bosques ante amenazas climáticas se estima lo siguiente:

Exposición: nivel medio, considerando que las tenga un alcance restringido y afecte a los bosques en áreas específicas del departamento.

Sensibilidad: nivel medio, debido a que, para el departamento de Sololá, la amenaza es probable que degrade o reduzca moderadamente los remanentes de bosques existentes.

Capacidad de adaptación: nivel medio, ya que los efectos de la amenaza pueden revertirse con una inversión razonable de recursos especialmente promoción y extensión forestal.

Factores contribuyentes de amenaza

Los factores contribuyentes que afectan el bosque en el departamento se relacionan con actividades humanas orientadas al cambio de uso de suelo con resultado de la tala ilegal, extracción de madera y leña. Otro factor son los incendios forestales que se relacionan con las prácticas agrícolas no adecuadas.

Los factores antropogénicos e institucionales que contribuyen a la afectación del elemento estratégico bosque son:

- Escasa promoción del manejo forestal sostenible. Existen limitaciones para la promoción de la gestión sostenible a nivel comunitario y de pequeños productores forestales. El manejo forestal sostenible asegura que todos los bienes y servicios derivados del bosque abastezcan

las necesidades actuales de la población asegurando que la calidad y la cantidad de la contribución del recurso sean continuas para futuras generaciones.

- Seguimiento a plantaciones y bosques incentivados. Una vez finalizado el periodo de incentivos, las plantaciones y/o bosques dejan de generar ingresos para el silvicultor, lo que en ocasiones tiene lugar un manejo insostenible de los bosques.
- Alternativas de desarrollo local para restar presión al bosque. A nivel local no existen iniciativas que permitan la generación de empleo, esto hace que las comunidades rurales generen presión sobre el bosque.

6.3.3. Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema

Los bosques del departamento, a través de los servicios ambientales de provisión, regulación, culturales y de soporte, contribuyen al bienestar humano y al desarrollo integral de la población en general. En el contexto del cambio climático, la gestión sostenible y adaptativa de los bosques permitirá garantizar la provisión futura de servicios ecosistémicos, de los cuales, en gran medida depende de los factores que contribuyen al bienestar humano.

Por ejemplo, los beneficios del bosque al bienestar humano en comunidades rurales mayas tienen una relevancia mucho más profunda en lo cultural con raíces ancestrales. El cuidado del bosque es parte del equilibrio universal y se enmarca en la complementariedad existente en la cosmovisión de los pueblos mayas, como parte de la identidad cultural, que les garantiza la provisión de agua, materiales y alimentos, así como de garantizar procesos de regulación del clima y ciclo de nutrientes.

El bosque en esa dimensión es esencial para la vida familiar y comunitaria y no solo un recurso para la sobrevivencia, en donde su deterioro tiene implicaciones para la finalidad comunitaria. En tal sentido, las familias rurales pierden patrimonio en madera, leña, alimentos, medicinas y otros beneficios como la provisión de proveen ingresos adicionales.

Además, al tener cada vez menos acceso a bosques, las comunidades tienen menos probabilidades de tener confort climático (sensación climática), el almacenamiento de CO₂ y alteraciones en el balance hídrico.

6.4. Sistema socioeconómico: Granos básicos

La producción granos básicos para la alimentación, es una actividad altamente vulnerable frente a las variaciones en los patrones climáticos vinculados al cambio climático. Por sus características, al ser una actividad de temporada y poco tecnificada, los cambios en los regímenes de precipitación y temperatura aumentan las probabilidades de pérdida parcial o total de las cosechas y reducción de la productividad en el largo plazo, que puede amenazar la seguridad alimentaria de poblaciones dependientes de estos.

En el departamento, en la producción de granos básicos (maíz y frijol), participan el 97% de los productores rurales, ubicados en el segmento socioeconómico de infra y subsistencia, de acuerdo con la Tipología de Productores de la Región del DIG/MAGA, 2012.

De acuerdo con el MAGA (2016), la producción de maíz en el departamento es el 1.5% de la producción nacional y de frijol es menos del 1%. El área bajo este tipo de producción es de 20,501 hectáreas lo que representa el 18% del territorio departamental.

La población de la reserva de usos múltiples de la cuenca del Lago de Atitlán y de las cuencas del río Madre Vieja y Nahualate dependen en un 46% de la agricultura de granos básicos para el autoconsumo y en un pequeño porcentaje para la venta, que se cultivan en pequeñas parcelas.

6.4.1. Condición del atributo de viabilidad

Para el sistema de producción de granos básicos de maíz y frijol se ha identificado el atributo de viabilidad productivo expresado en la unidad de medida "Quintales/Manzana", que define el rendimiento en las áreas cultivadas por productores de infra y subsistencia en el departamento.

Es de reconocer que, la producción granos básicos para el autoconsumo, se desarrolla con un nivel tecnológico bajo, ya que en la mayoría no existe tecnificación. En consecuencia, en cuanto a la producción de maíz, el rendimiento promedio actual por unidad de área es de 28 quintales/manzana (una condición regular), muy por debajo del promedio nacional, ubicado en 50 quintales/manzana. Considerando rendimientos históricos y condiciones biofísicas para la producción, existe potencial para mejorar los rendimientos por área (mayor a 50 qq/mz, como condición ideal), mediante una producción tecnificada y asistida.

Para el caso de frijol, el rendimiento actual es de 5 quintales por manzana y el promedio nacional es 7 quintales por manzana, por lo tanto, a nivel de rendimiento, su situación actual indica que es del 71% con relación al dato nacional. Como condición ideal, es mejorar la producción a más de 7 qq/mz.

6.4.2. Condición de vulnerabilidad

La sequía constituye una de las principales amenazas para la producción de granos básicos. Se considera que un 5% del territorio de Sololá tiene una amenaza alta de sequía; mientras que otro 27% tiene un nivel de amenaza media de sequía, al que habrá que agregar que en las zonas semiáridas del departamento existe un 90% de probabilidad de sequía, por lo que la preocupación por la producción de granos básicos es alarmante, en donde se estima una reducción en el rendimiento del maíz y frijol hasta de 4 o 5 qq por manzana o menos.

Si se considera que 97% de los productores en el departamento se dedica a la producción de maíz y frijol en condiciones de infra y subsistencia, la severidad ante la amenaza se califica muy alto. Es necesario recordar que este segmento de productores lo hacen con fines de autoconsumo en condiciones de pequeños cultivos y con poca tecnificación o condiciones adversas socioeconómicas que no les permiten mejorar sus sistemas productivos.

En cuanto a la evaluación de vulnerabilidad de los sistemas productivos de granos básicos ante las amenazas climáticas se estima lo siguiente:

Exposición: tomando en cuenta que la afectación abarca a prácticamente todos los municipios del departamento la severidad se calificó como **muy alta**.

Sensibilidad: se califica **medio**, considerando que existen condiciones biofísicas que permiten su producción.

Capacidad de adaptación: al observar que la afectación por la sequía ha sido consistente en los últimos años se puede inferir que no existen condiciones de adaptación por lo que también se califica como **muy alta**.

6.4.3. Factores contribuyentes de amenaza

Aunado a la amenaza climática directa, se identificaron factores antropogénicos e institucionales que contribuyen a la afectación de la agricultura de subsistencia (maíz/fríjol), son los siguientes:

- Poco control de plagas y enfermedades, la asistencia técnica no es sistemática y no es suficiente para implementar sistemas y mecanismos de control de plagas y enfermedades, a efecto de garantizar cultivos con mayores capacidades de resistir los efectos de altas temperaturas y escasez de lluvia.
- Escasa asistencia técnica y extensión, actualmente no se tiene la capacidad institucional para dar cobertura a la totalidad de las comunidades rurales en materia de manejo del cultivo.
- No hay acceso a financiamiento para la producción (fondo de garantía crediticio institucional). El acceso a crédito es limitado debido a las condiciones y requisitos del sistema financiero formal.
- El productor de subsistencia no posee los recursos suficientes para la mejorar la producción utilizando variedades resistentes a sequías, plagas y enfermedades.

Con base a lo anterior, lo que se genera son bajos rendimientos lo que implica una baja en la producción y pérdidas económicas de producción como consecuencia del cambio climático.

6.4.4. Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema

La producción de granos básicos en el departamento es esencial para el 97% de los productores del departamento, ya que constituye la principal fuente de alimentos primarios. Según el MAGA, para el 2019, la población en situación de infra y subsistencia en la región occidental de Guatemala tenía un déficit de producción de granos básicos por la sequía. Esta situación aumenta la vulnerabilidad de familias que dependen de los cultivos de granos básicos para alimentarse. En otras palabras, la afectación a los cultivos de maíz y fríjol provocada por la sequía se traduce en mayor desnutrición, aumento de la movilidad y calidad de vida en las familias rurales.

Y es la niñez el segmento social que resulta más afectado en este círculo: “La desnutrición infantil trae consecuencias negativas para el desarrollo físico e intelectual de los niños, que a su vez también forma parte del círculo vicioso” (FAO, 2007). El tema de los granos básicos, especialmente maíz y frijol, es relevante por la dieta de la mayoría de sus habitantes.

6.5. Sistema socioeconómico: Café

El sistema productivo de café predomina en la parte media y boca costa del departamento, por las condiciones de ecosistema, climáticas y de suelo presentes, que favorece altos rendimientos por unidad de área y un producto de calidad, altamente demandado dentro y fuera del país.

La caficultura constituye una actividad de gran importancia económica, generadora de divisas y empleo en el departamento. Además, es un sistema productivo que genera servicios ecosistémicos, entre los principales, la regulación del ciclo hidrológico y almacena CO₂, y al producirse bajo sistemas agroforestales, su contribución a la diversidad biológica es importante, al proveer refugio y alimentos para una fauna local

El área que ocupa esta actividad es de aproximadamente 23,260 hectáreas. Los principales municipios productores son Nahualá, San Lucas Tolimán, Santiago Atitlán, San Pedro y San Juan la Laguna.

De acuerdo con el documento Agro en Cifras (2016), en el departamento se produce el 2.4% de la producción nacional en 9,415 manzanas de cultivos que en términos brutos son 124944 qq; el rendimiento por manzana en el departamento es de 13 qq por manzana. Por su parte, Secaira estimó que el rendimiento promedio de los cafetales en la bocacosta de Sololá y de la cuenca del Lago de Atitlán es de 40 y 54 qq/mm respectivamente, que se considera un rendimiento pobre, al considerar que se pueden alcanzar rendimientos mayores a los 90 qq/mz. (Secaira, 2012)

Las diferencias en la producción, se debe a que el café denominado Atitlán, se cultiva en suelos ricos en materia orgánica. Casi el 80% de los cafés de esta región son cultivados por pequeños productores en las faldas de los volcanes Tolimán, Atitlán y San Pedro, en las orillas del lago de Atitlán. Estas tierras están por encima de los 1.500 metros de altitud.

6.5.1. Condición de los atributos clave

Para este elemento se consideran tanto el rendimiento (qq/mz) y la afectación al rendimiento por la roya, que es una enfermedad causada por el hongo *Hemileia vastatrix* Berk. La presencia de la roya provoca la muerte de tejidos y en algunos casos puede llegar a provocar la pérdida total de las plantaciones.

Con base a las estimaciones del Banco Mundial (2016) y de Secaira (2012) sobre el rendimiento de café por unidad de área, situado en un rango de 13 qq/mz a 40 y 54 qq/mz, se considera una producción pobre, en consideración con el potencial productivo, arriba de los 90 qq/mz.

Es de reconocer que, el área de mayor producción del departamento el café es muy sensible a los cambios de temperatura y precipitaciones, esto impacta directamente en los procesos fisiológicos de la planta, también favorece la proliferación de plagas y enfermedades. Se ha evidenciado, según la opinión de un investigador en el tema, que si llueve en época en donde no debe llover y luego llega el sol, las flores se secan y en ese año el árbol ya no produce.

El departamento posee aproximadamente una producción de 9,415 manzanas, las cuales son producidas en el área de la boca costa, especialmente en terrenos con pendientes entre 10 y 15%, en su mayoría, el nivel de tecnología utilizada es variado y va desde un cultivo semi tecnificado a cultivo tecnificado.

6.5.2. Condición de vulnerabilidad

Se ha observado que la variabilidad climática, que se caracteriza por cambios en duración de las canículas, la ocurrencia de granizadas, la incidencia de lluvias extremas y tormentas tropicales afectan severamente los cafetales (Secaira, 2012), con impactos en la productividad. En consecuencia, la evaluación de la vulnerabilidad del sistema frente a amenazas climáticas estimó lo siguiente:

Exposición: nivel medio, considerando que la amenaza tiene un alcance restringido y afecta al sistema en espacios territoriales específicos.

Sensibilidad: se califica **medio**, debido a que, para el departamento de Sololá, la amenaza es probable que degrade o reduzca moderadamente el cultivo.

Capacidad adaptativa: se califica **medio**, ya que los efectos de la amenaza pueden revertirse con una inversión razonable de recursos especialmente tecnología, la amenaza son fácilmente reversibles y el objetivo se puede restaurar fácilmente.

6.5.3. Factores contribuyentes de amenaza

Aunado a la amenaza climática directa, se identificaron factores antropogénicos e institucionales que contribuyen a la afectación del elemento estratégico, siendo estos los siguientes:

- Limitada investigación y transferencia de tecnología. Si bien, el cultivo es importante económicamente, no existe un programa para la investigación y transferencia de tecnología a nivel de pequeños productores.
- Limitada promoción de manejo integrado de plagas. La asistencia técnica no es sistemática ni suficiente para implementar sistemas y mecanismos de control de plagas y enfermedades.
- Limitada asistencia técnica. Actualmente no se tiene la capacidad institucional para dar cobertura a la totalidad de productores en materia de manejo del cultivo.
- Baja promoción e incentivo del cultivo. A nivel de pequeño el productor el acceso a financiamiento para a producción es limitado debido a condiciones y requisitos del sistema financiero formal aunado al riesgo financiero que implica la pérdida de la producción y del cultivo.

6.5.4. Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema

El departamento produce en su mayoría café de sombra, sobre todo en la ribera alta del Lago de Atitlán y en la boca costa por lo que en conjunto las pequeñas plantaciones generan un servicio ecosistémico valioso, además, el árbol es leñoso, las plantaciones regulan el flujo del agua, son reservorios de polinizadores, aportan en el incremento de material orgánico y soporte para la reducción de la erosión de suelos.

En Sololá los pequeños productores se han asociado en entidades que han mejorado el sistema productivo a sistema orgánico certificado; entre estas organizaciones están la Federación de Pueblos Mayas (FEDEPMA), que agrupa a AMO, ASEVA, ADENISA, ADIPP, ASOAC y APROESA; y la Asociación de Productores Orgánicos de Café de Sololá (APOCS) que incluye ASUVIM, UPROA, Ijat'z, AMNSI, Ik Luna, Cooperativa San Miguel y PALA y el Comité Campesino del Altiplano, todos con aportes al bienestar de pequeños productores y de la población.

6.6. Sistema socioeconómico: Hortalizas (papa, zanahoria y cebolla)

El departamento de Sololá se cultivan diversos productos agrícolas, especialmente hortalizas con salida comercial a nivel regional y nacional; algunos productos se comercializan a nivel internacional hacia el Salvador y Honduras.

La producción hortícola es un rubro importante en el departamento de Sololá, una actividad que se practica en varios municipios. De acuerdo con MINECO (2017), para el 2016 los productos agrícolas de mayor producción en el departamento se cuentan los siguientes: papa (474,904 qq) Zanahoria (467,383 qq) y brócoli (111,447 qq). Este tipo de cultivos representan un ingreso de alto impacto en la economía del departamento y en beneficio de pequeños productores.

6.6.1. Condición de los atributos clave

Para el análisis del sistema productivo de hortalizas se tomó en cuenta la papa, zanahoria y cebolla en consideración de la importancia de estos cultivos que muestran un alto rendimiento. Las hortalizas se cultivan especialmente en la parte norte del departamento, en tierras templadas y frías, de más de 1600 ms.n.m.

De acuerdo con la RUMCLA (2019), por lo menos unos 10,000 horticultores obtienen ingresos a través de las hortalizas cultivando un estimado de 545 ha de tierra.

Se analizó que la productividad de las hortalizas (rendimiento en un área determinada - qq/mz), ya que es uno de los atributos sensibles en ser impactado por la variabilidad climática en el proceso de producción y permite analizar el estado de producción.

La condición actual del atributo clave, se obtuvo de establecer el rendimiento actual definido en el Agro en Cifras (MAGA, 2016), la superficie cultivada de acuerdo Mapa de Uso de Suelo (MAGA 2012), y el informe de Perfil Económico Departamental de Sololá (MINECO, 2018). De acuerdo con estos datos se lograron establecer los valores actuales de rendimiento:

Rendimiento actual:

Papa:	474,904 qq/mz
Zanahoria:	467,383 qq/mz
Cebolla:	157,00 qq/mz

6.6.2. Condición de vulnerabilidad

Las variaciones en los patrones del clima local están alterando el ciclo hidrológico que, a su vez, representa un incremento de los períodos de estrés hídrico, con impacto potencial negativo en el rendimiento y en la producción global de las hortalizas. Se ha establecido que, el altiplano de Guatemala es una zona altamente vulnerable frente a la disponibilidad física del agua, al contar con meses con déficit hídrico, la variación de la disponibilidad hídrica neta (URL-IARNA, 2013)

En consideración con lo anterior, para la evaluación de la vulnerabilidad del sistema frente a amenazas climáticas estimó lo siguiente:

Exposición: si se considera el hecho que la sequía afectará a la más de la mitad del municipio en el departamento de productos agrícolas el alcance se calificó **alto**.

Sensibilidad: tomando en cuenta que la sequía puede afectar a las plantas y por ende su rendimiento al provocar estrés hídrico, además de afectar la vida útil de la planta o reducir la calidad del producto, se calificó en **medio**. Para ello se considera la capacidad de muchos productores para implementar sistemas de riego, al disponer de fuentes de agua.

Capacidad adaptativa: en el departamento existen productores excedentarios organizados para mejorar sus cadenas productivas y salidas comerciales en los mercados de la región, nacional e internacional para las verduras. Con ello se pueden mejorar las condiciones de adaptación por medio de la organización de productores, ya que por el momento el sistema es de intermediarios hacia los mercados. Por tal razón la capacidad adaptativa aún es **medio**.

6.6.3. Factores contribuyentes de amenaza

Los factores contribuyentes respecto a las amenazas climáticas son las condiciones actuales de producción en pequeñas o micro parcelas que no permiten que los productores obtengan suficientes ingresos para mejorar sus sistemas productivos con riego, fertilización de acuerdo con las condiciones del suelo o contar con asistencia técnica para sostenerse en el caso pérdidas por efectos climáticos extremos.

El factor antrópico, especialmente de los productores en el segmento de excedentarios, están limitados a desarrollar un sistema productivo fortalecido para reducir las consecuencias de recurrencia de heladas.

6.6.4. Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema

De acuerdo con el MAGA (2011), en el departamento la población que cultiva hortalizas está ubicada en el estrato de subsistencia para el autoconsumo y venta. La disminución de la producción por las razones acotadas anteriormente y como consecuencia del cambio climático afectará a este segmento de la población rural en el departamento, ya que, por el momento, la mayoría se encuentran sin condiciones adecuadas para mejorar sus técnicas de cultivo, sin sistemas de riego y sin cuidado de su patrimonio productivo natural.

6.7. Sistema socioeconómico: Aguacate

El departamento de Sololá se cultivan diversos productos agrícolas, especialmente hortalizas con salida comercial a nivel regional y nacional; en algunos productos se comercializan a nivel internacional hacia el Salvador y Honduras.

De acuerdo con MINECO (2017), la producción de aguacate en el departamento alcanza los 188,559 qq., en un área de 1,328 manzanas (MINECO, 2017), lo que representa el 7% de la producción nacional (MAGA, 2016). El rendimiento es de 141,000 quintales por manzana, muy por debajo del promedio nacional de 162 qq/mz, según datos de El Agro en Cifras del MAGA (2016).

El aguacate es abundante en la zona y grandes extensiones de árboles se encuentran tanto en fincas como pequeños terrenos de pobladores del área y en la RUMCLA existen algunos agricultores que han destinado una porción de sus terrenos para la siembra de frutales, especialmente de aguacate (RUMCLA, 2019). De acuerdo con el mapa de uso de la tierra en Sololá la producción de aguacate la desarrollan pequeños productores excedentarios.

6.7.1. Condición de los atributos clave

La condición actual del atributo clave se obtuvo de establecer el rendimiento actual definido en el Agro en Cifras (MAGA, 2016), la superficie cultivada de acuerdo Mapa de Uso de Suelo (MAGA 2012) y el informe de Perfil Económico Departamental de Sololá (MINECO, 2017). De acuerdo con los datos, se lograron establecer los valores actuales de rendimiento:

Rendimiento:

Aguacate: 141 qq por manzana, con potencial de mejora para alcanzar un rendimiento superior a 160 qq/mz.

6.7.2. Condición de vulnerabilidad

Eventos extremos como tormentas, granizadas, vientos, sequías y temperaturas extremas pueden afectar el funcionamiento fisiológico adecuado de la fotosíntesis, transpiración y respiración de la planta de aguacate, impidiendo tener cosechas todo el año (Salvo, 2018).

Por ejemplo Aviles y colegas (2022), encontraron que para zonas productoras de aguacate en México se prevé un aumento de temperatura “provocará que durante la floración no sólo se acorte el periodo de apertura de flores, sino que se reducirán la cantidad de estos”. Así mismo, las lluvias extremas permitirán una mayor incidencia de plagas, enfermedades que repercutiría en los rendimientos. (Aviles, et al. 2022)

En consideración con las amenazas climáticas y factores contribuyentes, la evaluación de la vulnerabilidad de la producción de aguacate estimó lo siguiente:

Exposición: Se calificó **bajo** puesto que la sequía afectará a solamente la mitad de los municipios donde se cultiva el aguacate.

Sensibilidad: Se calificó **medio** a razón que el aumento de la temperatura puede afectar el rendimiento y reducir la calidad de aguacate.

Capacidad adaptativa: Se calificó **medio** ya que por el momento las condiciones de adaptación de pequeños productores no asociados no son las más favorables para fortalecer sus condiciones actuales de producción.

6.7.3. Factores contribuyentes de amenaza

El aguacate es un alimento con muchas propiedades que benefician la salud, por sus propiedades medicinales y contribuye a la nutrición en forma significativa; en el departamento las familias en condición de subsistencia y productores excedentarios lo utilizan para autoconsumo; además la planta produce leña, sombra y secuestro de CO₂. Los cultivos pueden regular las corrientes de agua y la polinización. Además, sirven de soporte para reducir la erosión de suelos y contribuyen a aumentar la materia orgánica en el suelo.

La pérdida del fruto en el aguacate afecta la dieta y la economía de la población en condición de subsistencia y excedentarios donde se ubican el 40% de productores en Sololá. Económicamente las familias excedentarias y pequeños comerciantes logran ingresos que les permiten satisfacer otras necesidades relacionadas con la salud, el vestido y la vivienda comerciando con melocotón, manzana y aguacate.

6.7.4. Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema

El cultivo de aguacate aporta diversos beneficios, además de la producción del fruto, en servicios ecosistémicos y económicamente las familias excedentarias y pequeños comerciantes logran ingresos que les permiten satisfacer otras necesidades relacionadas con la salud, el vestido y la vivienda comerciando aguacate.

Entre los servicios ecosistémicos se puede mencionar soporte de la erosión de suelos, incremento de la materia orgánica del suelo y la regularización de la polinización. Como alimento el aguacate posee nutrientes y antioxidantes; además de proveer leña.

Tabla 8. Cuadro resumen de indicadores de atributos clave para los elementos estratégicos de desarrollo en el departamento de Sololá.

Elemento Estratégico	Componente /Atributo clave	Indicador	Condición actual	Condición Ideal	Calificación atributo clave			
					Muy bueno	Bueno	Regular	Pobre
Sistema Natural Bosque	Superficie forestal	Ha	38,690 ha	368 ha recuperación anual	501 – 650 ha	338 – 500 ha	266 - 338 ha	≤ 265 ha%
	Perdida superficie forestal	Ha	32 ha/añual promedio	0 afectación por incendios	0 ha	499 - 200	500 - 650 ha	888 ha
Sistema productivo Granos básicos	Maíz	qq/mz	28 qq/mz	70 qq/mz	Mayor o igual a 50 qq/mz	45-35 qq/mz	35-28qq/mz	menor de 28 qq/mz
	Frijol	qq/mz	5 qq/mz	14 qq/mz	mayor a 7	mayor a 7	5- 6 qq/mz	menor de 5
Café	Rendimiento	qq/mz	15.4 qq/mz	23 qq /mz	23	15-23	15.4-20	15.4
	Afectación /roya							
Sistema productivo hortalizas	Papa Rendimiento	qq/mz	416.58	396 qq/mz	Mayor o igual que 396	395 – 301	300 – 200	≤ 199
	Zanahoria Rendimiento	qq/mz	527.52	472 qq/mz	Mayor o igual que 472	350 – 509	201- 350	≤ 200
	Cebolla Rendimiento	qq/mz	342.05	470 qq/mz	Mayor o igual que 470 qq/mz	469 – 350	349 – 250	≤ 259
Sistema Productivo Aguacate	Aguacate Rendimiento	qq/mz	141.99	186 qq/mz	Mayor o igual que 186	150 – 185	149 – 100	menor de 99

7. CONTEXTO LEGAL Y MARCO DE POLÍTICAS PÚBLICAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO

En este apartado se presenta el análisis del marco normativo y de políticas públicas vigentes sobre cambio climático nacional e internacional, así como instrumentos de planificación del desarrollo nacional y departamental, los cuales son referencias para el marco estratégico del PDACC. Dicho análisis permite una construcción articuladora desde las normas y políticas hacia las diferentes líneas estratégicas y acciones, definidas en este documento, para la adaptación al cambio climático.

7.1. Marco internacional y regional de la adaptación al cambio climático

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC): firmado por el Estado de Guatemala el 13 de junio de 1992, el cual fue ratificado por el Congreso de la República de Guatemala mediante Decreto 15-95⁵. El reconocimiento de la vulnerabilidad de los países en desarrollo frente a los impactos del cambio climático, ha colocado a la adaptación como tema relevante en las negociaciones dentro de la Conferencia de las Partes, lo cual ha permitido definir e impulsar un “marco de adaptación”, el cual requiere de procesos de planificación y evaluación de acciones, diseño de arreglos institucionales, así como mecanismos financieros y transferencia tecnológica para hacer efectiva la adaptación al cambio climático. El desarrollo de Planes Nacionales de Adaptación se destaca como una herramienta para enfrentar los efectos actuales y futuros del cambio climático.

Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación (CNULD): adoptada el 17 de junio de 1994 en París y suscrita por Guatemala mediante el Decreto 13- 98⁶ del Congreso de la República el 25 de marzo de 1998. El objetivo de la CNULD es luchar contra la desertificación y mitigar los efectos de la sequía en los países afectados por sequía grave o desertificación, mediante la adopción de medidas eficaces en todos los niveles, apoyadas por acuerdos de cooperación y asociación internacionales, en el marco de un enfoque integrado, para contribuir al logro del desarrollo sostenible en las zonas afectadas. (Naciones Unidas, 1994)

Para alcanzar el objetivo se plantea que se desarrollen estrategias integradas a largo plazo, las cuales deben enfocarse simultáneamente en el aumento de la productividad de las tierras; la rehabilitación, la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos de tierras y recursos hídricos, con el propósito de mejorar las condiciones de vida de la sociedad (Naciones Unidas, 1994).

Agenda 2030 para el desarrollo sostenible: adoptada en el 2015 por los Estados miembros de las Naciones Unidas, como un llamado de acción global para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar las vidas de las personas en el mundo. La Agenda incluye 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, entre ellos el objetivo 13, Acción por el clima, plantea la movilización de recursos a países en desarrollo para la adaptación al cambio climático y un desarrollo bajo en

⁵ El Decreto Legislativo designa al MARN como punto focal de la CMNUCC.

⁶ El Decreto Legislativo designa al MARN como punto focal de la CNULD.

carbono. Este marco de acción reconoce que el cambio climático es un elemento que influye en todos los aspectos del desarrollo sostenible, por lo que se considera esencial reforzar las acciones climáticas para alcanzar cada uno de los objetivos definidos.

Convención sobre la Diversidad Biológica (CBD): Es el primer tratado multilateral que aborda la biodiversidad como un asunto de importancia mundial. El convenio cobró vigencia en 1993 y fue ratificado por Guatemala en 1995, por medio del Decreto 5-95 del Congreso de la República de Guatemala. El objetivo del CBD es la *"conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos; mediante, entre otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías, así como mediante una financiación apropiada"*. (Naciones Unidas, 1992)

El manejo sostenible de la diversidad biológica, a nivel de ecosistemas, especies y recursos genéticos, puede reducir el impacto causados por el cambio climático y ayudar a las comunidades a adaptarse al mismo. La CBD ha establecido directrices para el diseño e implementación (voluntaria) de enfoques basados en ecosistemas para la adaptación al cambio climático y la reducción del riesgo a desastres. Está orientado a *"aumentar la resiliencia y la capacidad de adaptación y reducir las vulnerabilidades sociales y ambientales frente a los riesgos asociados a los efectos del cambio climático, contribuyendo a la adaptación progresiva y transformativa y a la reducción del riesgo de desastres"*. (CDB, COP 14, 2018)

El Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 (Marco de Sendai): se adoptó el 18 de marzo de 2015, en la tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre la Reducción del Riesgo de Desastres celebrada en Sendai (Japón). Su objetivo es *"la reducción sustancial del riesgo de desastres y de las pérdidas ocasionadas por los desastres, tanto en vidas, medios de subsistencia y salud, como en bienes económicos, físicos, sociales, culturales y ambientales de las personas, las empresas, las comunidades y los países"* (ONU, 2015). Se reconoce en este instrumento que el cambio climático representa una amenaza para el desarrollo sostenible.

Marco de políticas internacionales que vinculan género y cambio climático: La Convención de Eliminación de Todas las formas de Discriminación contra la Mujer (CEDAW, por sus siglas en inglés), recomienda a los Estados implementar *"todas las medidas apropiadas para eliminar la discriminación contra la mujer en zonas rurales a fin de asegurar, en condiciones de igualdad entre hombres y mujeres, su participación en el desarrollo rural y en sus beneficios"* y *"participar en la elaboración de los planes de desarrollo en todos los niveles"* y *"en todas las actividades comunitarias"*.

Dentro del **Marco de políticas regionales** que son importantes no solo para mencionar sino para adoptar en el proceso de la formulación del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático, están: la **Estrategia Centroamericana de Desarrollo Rural Territorial (ECADERT)**, que busca generar oportunidades y fortalecer las capacidades de la población en territorios rurales, para mejorar su calidad de vida y construir una sólida institución social que impulse y facilite un desarrollo solidario, incluyente y sostenible. La **Estrategia Regional Agroambiental y de Salud (ERAS), 2009-2024**, que busca desarrollar un mecanismo intersectorial para la gestión agroambiental, con énfasis en el manejo sostenible de tierras, biodiversidad, variabilidad y cambio climático, negocios agroambientales así como espacios y estilos de vida saludables, de

manera que contribuyan al desarrollo humano sostenible (CCAD, 2010); y la **Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC)**, que tiene como objetivo prevenir y reducir los impactos negativos del cambio climático, mediante el aumento de la resiliencia y de la capacidad de adaptación, a fin de reducir la vulnerabilidad humana, social, ecológica y económica. (CCAD, 2010 a)

7.2. Marco legal y político nacional

Constitución Política de la República de Guatemala -CPRG- (1985): indica, en su Artículo 2, que es deber del Estado garantizar la *“vida, la libertad, la justicia, la seguridad, la paz y el desarrollo integral”*. Para ello, se reconoce el papel del patrimonio natural, y se *“declara de interés nacional su conservación, protección y mejora”*, mediante la *“creación de parques nacionales, reservas y refugios naturales, los cuales son inalienables”* (Artículo 64).

Otros aspectos incluidos en la Constitución Política, que son fundamentales para la reducción de la vulnerabilidad al cambio climático y al fortalecimiento de las capacidades de adaptación, se vinculan a las obligaciones del Estado para *“proporcionar y facilitar educación a sus habitantes sin discriminación”* (Artículo 72); y garantizar *“el goce de la salud como derecho fundamental del ser humano, sin discriminación”* (Artículo 94). Así mismo se reconoce que, los aspectos del bienestar físico, material y social de la población pueden ser afectados por condiciones ambientales. En consecuencia, se establece que *“El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico”* (Artículo 97).

Con relación a la sensibilidad al cambio climático, en cuanto a seguridad alimentaria la Constitución Política de la República reconoce la importancia de velar, para que *“la alimentación y nutrición de la población reúna los requisitos mínimos de salud. Las instituciones especializadas del Estado deberán coordinar acciones entre sí o con organismos internacionales dedicados a la salud, para lograr un sistema alimentario nacional efectivo”* (Artículo 99).

Otros factores que favorecen las capacidades de adaptación se vinculan al papel del Estado para *“orientar la economía nacional para lograr la utilización de los recursos naturales y el potencial humano, para incrementar la riqueza y lograr el pleno empleo y la equitativa distribución del ingreso nacional”* (Artículo 118). Con relación a los ecosistemas forestales estratégicos se reconoce que *“los bosques y la vegetación en las riberas de los ríos y lagos, y en las cercanías de las fuentes de aguas, gozarán de especial protección”* (Artículo 126); y que el aprovechamiento de los recursos hídricos (aguas, ríos y lagos) para *“fines agrícolas, agropecuarios, turísticos o de cualquier otra naturaleza, que contribuya al desarrollo de la economía nacional”* están al servicio de la comunidad y no de personas particulares (Artículo 128).

Los indicado anteriormente, en gran medida, requieren de herramientas para la organización de la ocupación del territorio. Si bien, la CPRG no hace referencia a temas de ordenamiento territorial, el marco legal vigente en nuestro país contiene mandatos y directrices relativo al uso adecuado y óptimo del territorio, orientado a alcanzar un desarrollo sostenible, mejorar la calidad de vida de las personas, considerando los contextos sociales, culturales, económicos, tecnológicos y ecológicos.

Ley Marco para Regular la Reducción de la vulnerabilidad y la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases Efecto Invernadero (Decreto Legislativo 7- 2013):

La LMCC reconoce la vulnerabilidad del país frente al cambio climático, así como sus impactos adversos sobre los recursos hídricos, sistemas productivos agropecuarios e industriales, ecosistemas y recursos naturales, la infraestructura productiva y las estrategias y medios de vida de la población, lo cual tiene implicaciones que limitan el desarrollo sostenible, la reducción de la pobreza y la atención a los problemas ambientales.

La LMCC tiene por objeto “establecer regulaciones necesarias para prevenir, planificar y responder de manera urgente, adecuada, coordinada y sostenida a los impactos del cambio climático en el país” (Artículo 1), con el fin que “el Estado, la Sociedad Civil organizada y la población en General, adopten prácticas que propicien condiciones para reducir la vulnerabilidad, mejoren las capacidades de adaptación y permitan desarrollar propuestas de mitigación de los efectos el cambio climático producto de las emisiones de GEI” (Artículo 2).

En términos de gestión de la planificación de la adaptación al cambio climático se destacan los siguientes aspectos:

- Se reconoce el papel de la investigación y aplicación científica y tecnológica en la gestión del riesgo, la reducción de la vulnerabilidad y mejorar la adaptación al cambio climático, así como el papel de la información y conocimiento para el diseño e implementación de intervenciones de adaptación al cambio climático (Artículo 7).
- La incorporación de la gestión del cambio climático en la planificación e inversión pública nacional y territorial, el artículo 10 indica que “los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural, al formular las políticas, planes, programas y proyectos de desarrollo, podrán incorporar ...la variable del cambio climático”.
- El artículo 11 mandata al Consejo Nacional de Cambio Climático y SEGEPLAN, la elaboración del “Plan de Acción Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático”, vinculado a los compromisos de país frente a la CMNUCC. Además, establece que este instrumento de planificación se actualizará conforme a los resultados de las comunicaciones nacionales de cambio climático.
- El Artículo 12 reconoce la importancia del Ordenamiento Territorial⁷ para la Adaptación al Cambio Climático. Se mandata al MAGA, MARN y SEGEPLAN apoyar a las municipalidades y los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural para su consideración en las herramientas de planificación territorial.

En lo referente a la adaptación a los impactos del cambio climático, se dictan las orientaciones siguientes:

- El Artículo 13 se refiere al papel de las instituciones públicas “en la ejecución de los planes y programas de gestión de riesgo diseñados para las condiciones y circunstancias del país, que se aplican desde lo local hasta lo nacional, incluyendo sistemas de prevención y prestación de servicios básicos en casos de emergencia, de acuerdo con los escenarios planteados por el MARN⁸ y con el apoyo de la CONRED”

⁷ Se ha identificado el ordenamiento territorial como una estrategia importante en varios departamentos, específicamente en donde se han desarrollado procesos de diálogo para completar la evaluación de la vulnerabilidad. Por esa razón en el marco estratégico y programático del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático se ha retomado este tema.

⁸ El Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático se ha construido con base a información histórica de los eventos climáticos a los que está expuesto el territorio, se han realizado diversos ejercicios de modelación, que ha

- El Artículo 15 mandata la formulación de Planes Estratégicos Institucionales de Reducción de Vulnerabilidad, Adaptación y Mitigación al Cambio Climático. Para el proceso de formulación, la Ley establece como referente el Plan de Acción Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático; además, identifica a las instituciones de apoyo al proceso. Otro aspecto importante que define este Artículo de la Ley es la priorización de temáticas⁹, incluyendo sus respectivos responsables institucionales.
- El Artículo 16, se refiere a las prácticas productivas apropiadas a la adaptación al cambio climático, en el cual se indica que “en la prestación de servicios y producción de bienes, deberán considerar la variabilidad y el cambio climático, así como las condiciones propias de las diferentes regiones, incluidos los conocimientos tradicionales y ancestrales adecuados, aprovechando las tecnologías apropiadas limpias y amigables con el ambiente y con las condiciones ecológicas y biofísicas del país”.
- El Artículo 17 establece mandatos sobre la “protección del suelo”, indicando que el MAGA y MARN “establecerán políticas y programas para evitar la degradación, mejorar la conservación del suelo y establecer las recomendaciones para el uso productivo del mismo”.
- Se reconoce el papel de la sensibilización y participación ciudadana en la gestión de la adaptación. Para lo cual, se mandata a las instituciones públicas promover y facilitar, en el plano nacional, regional y local, acciones estratégicas de divulgación y concientización pública, sensibilidad y educación respecto a impactos del cambio climático (Artículo 23).

Plan Nacional de Desarrollo K’atun: El Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural –CONADUR, en cumplimiento al mandato constitucional de formular las políticas de desarrollo urbano y rural y ordenamiento territorial del país (art. 225), aprobó, en el año 2014, el *Plan Nacional de Desarrollo K’atun: Nuestra Guatemala 2032*, como la política nacional de desarrollo de largo plazo. El Plan está integrado por 5 ejes, 36 prioridades, 80 metas, 123 resultados y 730 lineamientos.

El eje denominado **Guatemala Urbana y Rural** tiene como objetivo “establecer un modelo de gestión territorial que articula, en términos socioculturales, económicos, políticos y ambientales, la acción pública, la sostenibilidad de las áreas rurales y el sistema urbano nacional. Esto, de manera equilibrada y ordenada, como la base espacial para el desarrollo del conjunto de prioridades nacionales estipuladas en el Plan Nacional de Desarrollo”; para el eje **Bienestar para la Gente** se establece como objetivo general “garantizar a las personas el acceso a la protección social universal, servicios integrales de calidad en salud y educación, servicios básicos, habitabilidad segura, acceso a alimentos y capacidad de resiliencia para asegurar la sostenibilidad de sus medios de vida mediante intervenciones de política pública universales pero no estandarizadas, que reconocen las brechas de inequidad y las especificidades étnico culturales; el eje denominado **Riqueza para todas y todos** tiene como objetivo “establecer las condiciones que dinamicen las actividades económicas productivas actuales y potenciales para generar acceso a fuentes de empleo y autoempleo digno e ingresos que permitan la cobertura de las necesidades de la persona y la familia. Además, generar mecanismos de competitividad que reduzcan la pobreza y la desigualdad, aumenten la capacidad de resiliencia e incorporen a más grupos de población a la dinámica económica y a los frutos del desarrollo; el objetivo principal del eje **Recursos Naturales hoy y para el futuro** está orientado a “proteger y potenciar

permitido contar con pronósticos. Estas proyecciones constituyen el principal punto de referencia de la planificación de acciones que permitan una mejor adaptación ante el cambio climático.

⁹ La ley prioriza las siguientes temáticas: salud humana; zonas marino-costeras; agricultura, ganadería y seguridad alimentaria; recursos forestales, ecosistemas y áreas protegidas; e infraestructura.

los recursos naturales en equilibrio con el desarrollo social, cultural, económico y territorial, para que permitan satisfacer las demandas actuales y futuras de la población en condiciones de sostenibilidad y resiliencia, ante el impacto de los fenómenos que la naturaleza presente"; y, el eje denominado **Estado como garante de los derechos humanos y conductor del desarrollo** define su objetivo general "generar las capacidades políticas, legales, técnicas, administrativas y financieras de la institucionalidad pública, para poner al Estado en condiciones de conducir un proceso de desarrollo sostenible, con un enfoque de derechos en el marco de la gobernabilidad democrática. (Guatemala, 2014)

Es importante indicar que, en este último eje, se plantea como meta "al 2032, se ha fortalecido la planificación, toma de decisiones y ejecución de recursos de la gestión pública en el marco del Sistema de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural (SCDUR)", en el cual se incluye el siguiente lineamiento "los procesos de planificación en el marco del SCDUR incorporan, en cada una de sus fases, mecanismos de gestión de riesgo y adaptación al cambio climático".

Para fortalecer las capacidades del Estado, es necesario atender las necesidades desde el nivel local hasta el nacional, para ello es necesario fortalecer el gasto público y el manejo sostenible de la deuda.

Para la implementación del Plan, es necesario articular procesos de planificación institucional, sectorial y territorial (municipal). Se establece al Sistema Nacional de Planificación –SNP- como el mecanismo de articulación, en el cual el Sistema Nacional de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural toma relevancia, ya que es la instancia de participación de actores de la sociedad civil organizada, iniciativa privada y sector público, en el cual, además, es importante la integración de la cooperación internacional.

Prioridades Nacionales de desarrollo: Las Prioridades Nacionales de Desarrollo son producto del proceso de integración de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y las metas del Plan Nacional de Desarrollo. A partir de dicha integración, las Prioridades Nacionales de Desarrollo y sus metas¹⁰ son el referente para "armonizar las acciones impulsadas por las instituciones del Estado, sean estas públicas o privadas, además de la cooperación internacional, de manera que se pueda organizar, coordinar y articular en función de los intereses y prioridades del desarrollo nacional de largo plazo". (CONADUR, 2017)

En este marco el Plan de Adaptación al Cambio Climático guarda una relación directa con las Prioridades Nacionales debido a su enfoque, así como a su alcance en términos del bienestar humano resiliente con pertinencia territorial. A continuación se presentan una síntesis del alcance definido para las prioridades: la **reducción de la pobreza y protección social** "se refiere a la promoción y acceso a los bienes y servicios que el Estado provee de forma equitativa e igualitaria con un enfoque de derechos humanos", además esta prioridad "orienta a que el Estado genere mecanismos para garantizar el bienestar mínimo de la población y el resguardo en un período de vulnerabilidad"; el **acceso a servicios de salud** establece que "la cobertura sanitaria universal implica que todas las personas y comunidades reciban los servicios de salud de calidad que

¹⁰ Resultado del ejercicio de armonización son las 10 Prioridades nacionales y las 16 Metas Estratégicas de Desarrollo.

necesitan, sin tener que pasar dificultades financieras para su acceso"; el **acceso al agua y gestión de los recursos naturales**, "busca la implementación de procesos de gestión de los recursos naturales, con la finalidad que dichos procesos de gestión sean sostenibles y que garanticen la disponibilidad permanente de bienes y servicios ambientales a la población"; en la prioridad de **empleo e inversión** se enfatiza en que "para lograr un crecimiento económico con equidad, debe ser socialmente inclusivo y ambientalmente sostenible", también define "asegurar la generación de fuentes de empleo digno y de calidad", y establece que "el desarrollo del turismo se base en la formulación de políticas orientadas a la promoción de la cultura y productos que promuevan el empleo local, la protección de medio ambiente y el patrimonio cultural"; para la **seguridad alimentaria y nutricional** se "requiere la implementación de medidas que permita a las familias garantizar la disponibilidad y acceso a alimentos suficientes en cantidad y calidad, faciliten el acceso a servicios de salud y saneamiento básico así como estrategias de inclusión y protección social que contribuyan a reducir la pobreza, priorizando los municipios mayormente afectados por la desnutrición crónica"; el **valor económico de los recursos naturales** considera que "este valor genera información que debe ser utilizada en los procesos de planificación, lo que permitirá implementar acciones para el desarrollo social y económico armonizado con el capital natural"; el **fortalecimiento institucional, seguridad y justicia** "impulsa el desarrollo de mecanismos, acciones, intervenciones que permitan reducir" la corrupción "y por ende contribuir al fortalecimiento institucional", también indica que "apoyar el fortalecimiento general de las instituciones es fundamental para garantizar que puedan desempeñar eficazmente sus mandatos en servicio del público"; la **educación** "busca la ampliación del acceso a la educación y, además, garantizar sin ningún tipo de discriminación 12 años de educación (primaria y secundaria) gratuita, con equidad y calidad"; la **reforma fiscal** "se orienta a elevar los niveles de tributación actuales y superar el gasto en inversión social en relación al PIB hasta superar los niveles observados en el 2010", "esto implica que la tributación se destine efectivamente a la inversión social, lo que significa el fortalecimiento del entorno social, cultural y económico para mejorar las condiciones de bienestar de la población"; el **ordenamiento territorial** "se refiere a la implementación efectiva de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial, con el fin de promover el desarrollo integral haciendo uso sostenible y eficiente del territorio", además, esta prioridad enfatiza en la necesidad del fortalecimiento de la capacidad de gestión de gobiernos municipales, lo cual "conlleva fortalecer los mecanismos pertinentes para lograr una interlocución entre el gobierno central, los municipios y la población, así como la generación de ingresos propios". (SEGEPLAN, s.f.)

Plan de Acción Nacional de Cambio Climático: El Plan de Acción Nacional de Adaptación y Mitigación al cambio climático es un mandato de la Ley Marco de Cambio Climático (Decreto 7-2013, Artículo 11 Capítulo III) es un instrumento de planificación, en el cual "se describen las acciones prioritarias para reducir la vulnerabilidad, mejorar la capacidad de adaptación y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de Guatemala ante los efectos del fenómeno del cambio y la variabilidad climática. El Plan tiene como fin orientar a la institucionalidad pública y a los diferentes sectores del país para implementar acciones enfocadas al cumplimiento de los objetivos y resultados plasmados en la LMCC".

El Plan de Acción Nacional de Adaptación y Mitigación al cambio climático, dentro de sus orientaciones temáticas, contiene un capítulo en el cual se describen las acciones que se deberán implementar para la reducción de la vulnerabilidad. Estas se ordenan en matrices para

las siguientes temáticas priorizadas: i) *Salud humana*, ii) *Zonas marino-costeras*, iii) *Agricultura, ganadería y seguridad alimentaria*, iv) *Recursos forestales, ecosistemas y áreas protegidas*, v) *Infraestructura* y vi) *Gestión integrada de los recursos hídricos*.

Política Nacional de Cambio Climático: la política tiene como objetivo “que el Estado de Guatemala, a través del Gobierno Central, las municipalidades, la sociedad civil organizada y la ciudadanía en general, adopte prácticas de prevención de riesgos, reducción de la vulnerabilidad y mejora de la adaptación al cambio climático, y contribuya a la reducción de emisiones de GEI en su territorio, coadyuve a la mejora de la calidad de vida de sus habitantes y fortalezca su capacidad de incidencia en las negociaciones internacionales de cambio climático”. (MARN, 2009)

Los objetivos específicos se definen y ordenan en las siguientes temáticas: a) Desarrollo de capacidades nacionales en cambio climático; b) Reducción de la vulnerabilidad y mejoramiento de la adaptación al cambio climático, y c) contribución a la mitigación de las emisiones de GEI.

Política Nacional de Educación Ambiental: contiene una serie de directrices para la adopción de la dimensión ambiental en el ámbito educativo. Su objetivo central es “desarrollar un sistema de educación ambiental a través de procesos y programas de educación formal, no formal e informal, orientados a la construcción de valores, conocimientos y actitudes que permitan a la sociedad guatemalteca, en general, la responsabilidad y armonización con el contexto natural, cultural y social” (MINEDUC, 2017).

PLANES SECTORIALES SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO

Plan estratégico de cambio climático del MAGA 2018-2027 y su Plan de Acción 2018 – 2022: desarrollado con base al artículo 15 de la Ley Marco de Cambio climático (LMCC, Decreto 07-2013), y el Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático (PANCC). El Plan está integrado por los siguientes ejes estratégicos: a) *Adaptación al Cambio Climático*, el cual busca mejorar la capacidad de adaptación ante los efectos de la variabilidad y el cambio climático, mediante prácticas y tecnologías que permitan minimizar pérdidas y daños en el sector agropecuario; b) *Mitigación al cambio Climático* para promover el desarrollo del sector agropecuario con bajas emisiones de GEI a través de prácticas y tecnologías limpias; y c) *Fortalecimiento institucional del MAGA*, el cual busca ampliar y fortalecer las capacidades existentes del MAGA para incorporar acciones de adaptación y mitigación a los procesos técnicos, políticos y administrativos.

Agenda de cambio climático para las áreas protegidas y la diversidad biológica de Guatemala: elaborado por CONAP, como un instrumento para orientar las acciones institucionales y actores vinculados, para fortalecer la gestión del SIGAP y la diversidad biológica, para que asegure la provisión de bienes y servicios ambientales, como referente para la adaptación y mitigación al cambio climático en el país. La Agenda incluye las siguientes líneas estratégicas: a) la adaptación se enfoca en el fortalecimiento del SIGAP para “mantener la capacidad de generación de bienes y servicios ambientales, principalmente en las zonas de mayor vulnerabilidad”; b) la mitigación se orienta a la “reducción de las emisiones que se generan dentro del SIGAP”, lo cual, “además de contribuir a reducir las emisiones del país, contribuirá a reducir las principales amenazas a los ecosistemas naturales, como la deforestación y la degradación de los bosques”;

y c) en el desarrollo de capacidades se establece que “preparar a las instituciones que participan en la administración y coadministración del SIGAP es vital para la adaptación misma del sistema y la sociedad. Por lo tanto, se debe establecer esfuerzos coordinados para fortalecer su capacidad de ejecución, que permita implementar los programas y proyecto definidos en la agenda”.

Instrumentos nacionales relacionados con las mujeres y el cambio climático:

Política Nacional de Desarrollo Integral de las Mujeres: La Política Nacional de Promoción y Desarrollo Integral de las Mujeres -PNPDIM- y su plan de equidad de oportunidades 2008-2023 fue aprobada mediante acuerdo gubernativo 302-2009. El propósito fundamental de la política es “Promover el desarrollo integral de las mujeres mayas, garífunas, xincas y mestizas...” para ello el plan de equidad de oportunidades se organiza en 12 ejes, uno de ellos alude al acceso a recursos naturales, así como a la adecuada gestión de riesgos; las acciones contenidas en el eje destacan el hecho que las mujeres han cuidado los recursos naturales y plantean que esa situación se debe reconocer y fortalecer. Responsabiliza al MARN para que se puedan promover todas las iniciativas de las mujeres para cuidar y coadministrar los recursos naturales. Esta es una condición importante para transitar hacia la adaptación ante el cambio climático.

Política Ambiental de Género: El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales reconoce, en la Política Ambiental de Género, que las desigualdades de género son un obstáculo para la adecuada gestión ambiental y derivado de ello promueve de forma sistemática y constante la inclusión de mujeres y hombres en los procesos de protección, conservación y mejoramiento de los recursos naturales. La política tiene tres ejes, el primero orientado al fortalecimiento de las capacidades institucionales, el segundo eje contiene las acciones relacionadas con la conservación y usos sostenible de los recursos y el tercero se ocupa de desarrollar las responsabilidades del MARN contenidas en las PNPDIM.

Actualmente la Unidad de Género del Ministerio ha formulado 7 consideraciones de género que orientan las acciones hacia la reducción de las desigualdades entre hombres y mujeres:

1. Mejorar los medios de vida y bienestar de las mujeres para hacer frente a los efectos del cambio climático.
2. Acceso equitativo de las mujeres a la educación formal y no formal sobre CND y cambio climático, con pertinencia cultural.
3. Acceso y control equitativo a recursos (productivos y financieros) y conocimiento
4. Participación en espacios de toma de decisiones relativas a estrategias de adaptación y mitigación
5. Cumplimiento de la normativa nacional, internacional, tratados y convenciones locales, nacionales e internacionales sobre derechos de las mujeres.
6. Promoción de concepto de co-beneficios y su aplicación en los distintos programas relacionados con recursos naturales.
7. Acceso equitativo de las mujeres, uso y apropiación a las tecnologías de la información y de la comunicación -TIC- vinculadas a la CND y el cambio climático

7.3. Interculturalidad y planificación para la adaptación ante el cambio climático

El Ministerio de ambiente y Recursos Naturales, en respuesta a los procesos de incidencia que realizan los pueblos indígenas ha desarrollado acciones para la incorporación de la perspectiva

intercultural en la gestión ambiental, sobre todo porque se reconoce que la capacidad adaptativa de un territorio está relacionada directamente con las personas. En ese sentido, no se pueden obviar las variables como sexo, edad, identidad étnica, entre otros (IPCC, 2014), cuando se definen acciones para la adaptación ante el cambio climático.

Además, la aplicación de los conocimientos y prácticas ancestrales son fundamentales en el proceso de formulación de planes de adaptación al cambio climático, es por ello que el reconocimiento de los derechos y de los conocimientos de los pueblos indígenas es parte de la pertinencia cultural y debe reflejarse en los proyectos y estrategias para la adaptación al cambio climático se han utilizado los siguientes principios:

- Reconocimiento
- Respeto
- Valorar los conocimientos y prácticas culturales

Actualización del Plan Maestro Reserva de Uso Múltiple Cuenca del Lago de Atitlán -RUMCLA- 2018 – 2022. (Plan Maestro)

La Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán (AMSCLAE), en el año 2017, actualizó el "Plan Maestro Reserva de Uso Múltiple Cuenca del Lago de Atitlán -RUMCLA- 2018 – 2022". En términos concretos es el Plan Maestro que tiene una correlación directa con los efectos del cambio climático en las Cuenca del Lago de Atitlán y, por extensión, en las cuencas del río Madre Vieja y del río Nahualate pero sin los escenarios del cambio climático al año 2050 como el presente plan.

Este proceso conllevó una serie de subprocesos desarrollados con la facilitación técnica de la AMSCLAE que desarrolló amplias consultas sobre dinámicas desarrolladas en el marco de la cuenca desde el año 1997; a su vez ese ente cuenca con el acompañamiento técnico y apoyo de alto nivel de diversos centros de investigación, académicos y estudios ambientales públicos y privados tanto nacionales como internacionales.

Como resultado se cuenta con el Plan Maestro que es un instrumento – ruta a seguir con enfoque estratégico.

En este apartado se hace una presentación sucinta de la visión, lineamientos estratégicos, objetivos y acciones del Plan Maestro, por su relevancia para el presente Plan de Adaptación al Cambio Climático de Sololá.

De acuerdo con el artículo 1 del decreto 64- 97 del Congreso de la República de Guatemala, citado en el Plan Maestro, el artículo 3 se declaran tres tipos de objetivos:

"1.2.1 Objetivos Primarios 1. Fomentar el uso integral y sostenido de los recursos naturales del área; 2. Fortalecer las formas de vida y tradiciones culturales de los grupos mayas; 3. Promover la educación ambiental en el área; 4. Promover actividades de asistencia técnica en el área; 5. Conservación de la cuenca hidrológica del Lago de Atitlán; 6. Proteger la belleza escénica del área; 7. Proteger sitios y objetos del patrimonio cultural histórico y arqueológico del área; 8. Fomentar el aprovechamiento forestal sostenible en el área.

1.2.2 Objetivos Secundarios 1. Promover y fomentar la investigación sobre el medio natural y cultural del área; 2. Suministrar servicios de recreación y turismo ecológico en el área; 3. Mantener la diversidad biológica del área; 4. Conservar los ecosistemas del área en su estado natural;

1.2.3 Objetivos Terciarios 1. Conservar los recursos genéticos 2. Fomentar el uso sostenible de los recursos pesqueros del lago"

8. MARCO ESTRATÉGICO DEL PLAN

8.1. Consideraciones para la sostenibilidad del Plan de Adaptación Departamental al Cambio Climático.

Considerando los escenarios futuros en el departamento de Sololá, el Plan de Adaptación al Cambio Climático, es la respuesta institucional articulada con la finalidad dar cumplimiento a la ley y territorializar el Plan y Política de cambio climático. Es un instrumento técnico para la implementación de estrategias y acciones que mejoren las condiciones de adaptabilidad y reducir la vulnerabilidad en los objetos focales.

Para tal propósito se ha definido una visión de largo plazo (2050), como punto de llegada para definir la ruta de las acciones estratégicas que debe seguir por la institucionalidad y los diferentes sectores en el departamento de Sololá. El proceso conlleva compromiso para los tomadores de decisiones, trabajo técnico para los entes responsables del mejoramiento o sostenibilidad de los recursos naturales (bosque y recurso hídrico), municipalidades, sociedad civil, iniciativa privada y organizaciones comunitarias.

Esto viene a colación porque los esfuerzos para encaminarse a fortalecer la capacidad adaptativa son un compromiso de la agenda 2030 para el desarrollo sostenible; además, en el Plan Nacional de Desarrollo, Katún Nuestra Guatemala 2032 y las Prioridades Nacionales del Desarrollo, establecen los contenidos- compromisos a alcanzar en materia del bienestar humano que atraviesa el mejoramiento de la condición de adaptabilidad ante el cambio climático.

La adaptación al cambio climático es un desafío a nivel mundial; a nivel departamental puede atenderse siguiendo una agenda en la que ciudadanos y autoridades se comprometan a implementar medidas de adaptación, traducidas en estrategias de corto, mediano y largo plazo, con la finalidad de reducir la vulnerabilidad ante los daños y pérdidas que los eventos climatológicos han provocado.

Por otra parte, en la medida que la población esté adecuadamente informada y participe organizada y activamente, el PACC de Sololá podrá concretarse en programas, planes y proyectos en los espacios actuales del poder local, intermunicipal y departamental con un conocimiento certera sobre las principales amenazas relacionadas al cambio climático y con una propuesta de intervención para fortalecer los procesos que contribuyan a disminuir la vulnerabilidad y generar la adaptabilidad.

8.2. Visión

Para el año 2050, el departamento de Sololá ha mejorado su capacidad adaptativa al cambio climático y la calidad de vida de los habitantes, mediante la reducción la vulnerabilidad ante aumento de la temperatura, disminución de las precipitaciones y eventos climáticos extremos que afectan los sistemas naturales (bosque y recurso hídrico), los sistemas productivos agrícolas

y la infraestructura, alcanzando el desarrollo sostenible en beneficio de los pueblos mayas y mestizo y la equidad entre mujeres y hombres.

8.3. Objetivos

8.3.1. General

Mejorar la calidad de vida de mujeres y hombres del departamento de Sololá, mediante la reducción de la vulnerabilidad e incrementando la capacidad de adaptación, con enfoque de cuenca, frente a los efectos del cambio climático y alcanzando la resiliencia de los sistemas naturales, productivos y de la infraestructura.

8.3.2. Específicos

- a) Gestionar integralmente las cuencas del departamento de Sololá (lago Atitlán, río Madre vieja y río Nahualate) para mejorar la calidad del agua.
- b) Gestionar sosteniblemente los bosques para potenciar la recarga hídrica a nivel municipal y departamental con la participación de mujeres y hombres.
- c) Aumentar la cobertura de los sistemas de agua para el consumo humano y saneamiento.
- d) Mejorar las condiciones de producción y rendimiento de productores y productoras de granos básicos y excedentarios de café, hortalizas y aguacate.
- e) Reducir la vulnerabilidad de hombres y mujeres, mediante la promoción y el desarrollo infraestructura física, social y productiva, con criterios de sostenibilidad y resilientes al cambio climático

8.4. Estrategias de adaptación ante el cambio climático

8.4.1. Mejorar la calidad de los cuerpos de agua de las cuencas del departamento de Sololá (lago Atitlán, río Madre vieja y río Nahualate para mejorar la calidad del agua)

En el departamento de Sololá convergen seis cuencas. En la parte central se ubica la cuenca del Lago de Atitlán, en la parte norte la parte alta del Motagua, al oeste las cuencas de los ríos Nahualate, Samalá y Sis-Ican y en la parte Este la cuenca del río Madre Vieja.

De las cuales, tres cuencas tienen importancia la climatología y desarrollo del departamento, siendo estas: la cuenca del lago de Atitlán, la cuenca del río Nahualate y el río Madre Vieja. De la calidad del agua y del manejo integral del recurso hídrico depende la vida de los habitantes del departamento, del bienestar de los sistemas biológicos y del desarrollo sostenible.

A pesar de ser el departamento con la mayor concentración de agua dulce Mesoamérica ya que el lago de Atitlán cuenta con 25 kms³ de agua, por la alta contaminación y degradación de los recursos naturales de los que depende la cuenca, en la actualidad ya no es apta para el consumo humano.

Por ello, la recuperación de la calidad del agua y el manejo integral de las cuencas es una condición para elevar la capacidad adaptiva del departamento ante el cambio climático.

8.4.2. Incremento de hogares con agua entubada para el consumo humano asegurando su potabilidad

El agua entubada para consumo humano y las condiciones en los sistemas de saneamiento, tanto de aguas servidas como de desechos sólidos, son indicadores del desarrollo sostenible (ODS 6) y del sostenimiento ambiental. Pero, como hemos analizado en el caso del departamento de Sololá, estos servicios básicos se encuentran en déficit, la situación actual de las familias y su entorno ya es vulnerable por lo que de no invertir programáticamente en transformar esta situación, se traduce en un problema y conflicto social no resuelto y con riesgo de convertirse en una crisis aguda con pocas posibilidades de solucionarlo.

Las amenazas relacionadas con el cambio climático, tomando en cuenta lo anterior y nivel bajo de acceso a agua entubada en los hogares aún marca una alta vulnerabilidad de la población con menos recursos y en especial en las áreas rurales, es relevante para que las familias de escasos recursos puedan estar mejor adaptadas a las amenazas del cambio climático.

8.4.3. Conservación del sistema natural bosque y de recarga hídrica

La conservación de los sistemas naturales bosque y recurso hídrico, base de los ecosistemas, tienen una relación intrínseca con la generación de beneficios sociales, económicos, ambientales y culturales de corto, mediano y largo en el marco de la variabilidad climática en el departamento de Sololá como la disminución de las precipitaciones o el aumento de la temperatura.

Al respecto, el bosque en el departamento de Sololá tiene vinculación directa con el sistema hídrico de la cuenca del Lago de Atitlán y la zona de recarga hídrica de los ríos Madre Vieja y Nahualate. Entonces, invertir en la superficie forestal para su conservación, restauración y manejo con enfoque de desarrollo sostenible es esencial dentro del proceso de reducción de la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el departamento.

Adicionalmente, dadas las condiciones topográficas del departamento el bosque es parte de la resiliencia por los beneficios al bienestar humano de que los pueblos mayas Kaqchikel, K'iche' y Tz'utujil, en el departamento, hacen referencia respecto a comprender los sistemas naturales como parte de la vida y espiritualidad. También es esencial para sostener el suelo y su humedad, de los otros sistemas productivos y para proveer energía a la población que aún utiliza leña para la cocción de sus alimentos.

8.4.4. Servicios de saneamiento resilientes y eficaces

El Objetivo de Desarrollo Sostenible 6: "Asegurar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos", debe ser parte de un programa de manejo de los recursos. En cuanto al recurso hídrico en el departamento debe contemplar acciones para asegurar servicios de agua y saneamiento resilientes a manera que se comprendan como un sistema, parte del ciclo agua, del que dependen la salud y calidad de vida en forma directa.

Si se piensa en las amenazas del cambio climático en un contexto de alta vulnerabilidad y poca capacidad adaptativa, como el caso del departamento de Sololá, se deberán de implementar acciones y proyectos para fortalecer las capacidades de las familias y comunidades, para que, mejorando su nivel de vida en otros temas inherentes al desarrollo sostenible, puedan afrontar el nivel exposición frente al cambio climático.

8.4.5. Sistemas productivos, sostenibles y resilientes

El 98% de los productores en el departamento de Sololá están en el estrato de infra y subsistencia de granos básicos (MAGA, 2011) y productores de subsistencia y excedentarios son pequeños productores de café, deciduos, aguacate y hortalizas que se comercial a nivel nacional y en el caso del café ya es marca a nivel internacional.

La afectación del cambio climático en el departamento se prevé en amento de la temperatura, bajas precipitación, heladas y eventos climáticos extremos con recurrencia baja, pero con afectación alta, en todos los sistemas (altas precipitación por tormentas).

En esas condiciones el desafío estratégico es alcanzar el desarrollo de una agricultura resiliente a las amenazas del cambio climático en el departamento. En consecuencia, con la conservación de los recursos naturales, como el bosque y el recurso hídrico y de los sistemas productivos al mismo tiempo que los sistemas productivos agrícolas deben fortalecerse reduciendo su vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático.

Dadas las condiciones productivas actuales el PACC, aun cuando las condiciones climáticas sean poco favorables por amento de la temperatura y sequía, recurrencia de heladas que afectan a zonas el total de los municipios del departamento, el desarrollo del sector, en escenarios de cambio climático, debe hacer partícipe a los productores de procesos de tecnificación y capacitación. Para el efecto, se debe ampliar la actual cobertura de los programas de Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación para que puedan trabajar en forma coordinada con la iniciativa privada y sociedad civil organizada en el departamento.

8.4.6. Infraestructura básica en salud, vivienda, educación y vial construida o reconstruida con criterios de adaptación al cambio climático.

Los estudios de impacto ambiental para el desarrollo de infraestructura deben contemplar la aplicación de criterios de cambio climático en el departamento, especialmente, en incluir evaluaciones de riesgo desde el diseño hasta la evaluación antes, durante y posterior a la infraestructura vial, en salud y educación.

Es decir, el departamento dadas la sensibilidad y exposición ante la amenaza de deslizamientos y erosión por las condiciones del suelo, deben de realizarse aplicando medidas de sostenimiento con enfoque de cuenca.

9. MARCO PROGRAMÁTICO

En este capítulo se encuentran dos tipos de tablas. En las primeras se ubican las estrategias, resultados proyectados al año 2050, el indicador de resultado, la línea base, la proyección de las metas quinquenalmente y el indicador de los ODS al que se aplica.

Por cada resultado se generó una segunda tabla que ubica las acciones con metas a cumplir en los primeros cinco años del plan, responsables y corresponsables.

Tabla 9. Estrategia 1

Objetivo 1. Gestionar integralmente las cuencas del departamento de Sololá (lago Atitlán, río Madre Vieja y río Nahualate), para mejorar la calidad del agua.										
Estrategia	Resultado Año 2050	Indicador de resultado	Línea de base del resultado (incluye año)	Metas del resultado ¹¹						Indicador ODS al que contribuye
				2025	2030	2035	2040	2045	2050	
Mejorar la calidad de los cuerpos de agua de las cuencas del departamento de Sololá (lago Atitlán, río Madre Vieja y río Nahualate),	Para el año 2050, se ha incrementado el ICA en 33 puntos en las tres cuencas del departamento.	Índice de calidad del agua.	41 ICA/ 2018 AMSCLAE	Alcanzar 46.5 en el ICA.	Alcanzar 53 en el ICA.	Alcanzar 58.5 en el ICA.	Alcanzar 63 en el ICA.	Alcanzar 68.5 en el ICA.	Alcanzar 74 en el ICA.	ODS 6 Asegurar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.

¹¹ FUENTE: Con base a información de AMSCLAE

<p>para mejorar la calidad del agua.</p>	<p>Para el año 2050, se ha incrementado en 50 puntos porcentuales el grado de implementación GIRH en las cuencas del departamento de Sololá.¹²</p>	<p>Grado de implementación de gestión integrada de los recursos hídricos en 25 %.</p>	<p>25% en el grado de implementación de gestión integrada de recursos hídricos.</p>	<p>41% en el grado de implementación de gestión integrada de recursos hídricos.</p>	<p>61% en el grado de implementación de gestión integrada de recursos hídricos.</p>	<p>64% en el grado de implementación de gestión integrada de recursos hídricos.</p>	<p>68% en el grado de implementación de gestión integrada de recursos hídricos.</p>	<p>71% en el grado de implementación de gestión integrada de recursos hídricos.</p>	<p>75% en el grado de implementación de gestión integrada de recursos hídricos.</p>	<p>ODS 6 Asegurar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.</p>
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

¹² Fuente: Revisión Nacional Voluntaria 2019 ODS. Es importante deducir el dato departamental de estos datos nacionales.

Tabla 10. Resultado y acciones estrategia 1

Resultado	Acciones	Meta de la acción *	Indicador de la acción	2022	2023	2024	2025	Medio de verificación	Responsable	Corresponsable
Para el año 2050, se ha incrementado el índice de Calidad del Agua (ICA) en 33 puntos en las tres cuencas del departamento.	Tratamiento adecuado de desechos sólidos.	Para el año 2025, están funcionando 5 plantas de desechos sólidos en el departamento.	3 plantas de tratamiento de desechos sólidos funcionando.				X	Informe de funcionamiento de plantas de tratamiento de desechos sólidos.	Municipalidades	MSPAS AMSCLAE MARN INFOM
	Diagnósticos de microcuenca donde aún no se ha hecho.	Diagnóstico de cuenca priorizado por departamento.	4 diagnósticos				X			AMSCLAE Municipalidades
	Planes de manejo integrado de microcuenca priorizadas.	Para el año 2025, se han formulado 4 cuatro planes de microcuenca priorizadas.	4 planes de microcuenca priorizadas.				X	Informe de planes de manejo integrado de microcuenca.	MARN MAGA	INFOM
	Operación eficiente de plantas de tratamiento con parámetros establecidos.	Una planta por municipio.	19 plantas de tratamiento ¹³				X	Informe de plantas de tratamiento de aguas residuales.	Municipalidades	MARN AMSCLAE INFOM MSPAS

¹³ Con información de la Delegación Departamental de Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de Sololá.

Tabla 11. Resultados y acciones estrategia 1

Resultado	Acciones	Meta de la acción *	Indicador de la acción	2022	2023	2024	2025	Medio de verificación	Responsable	Corresponsable
Para el año 2050, se ha incrementado en 50 puntos el grado de implementación GIRH en las cuencas del departamento de Sololá.	Conformación de mesa de coadministradores de áreas protegidas.	Una mesa regional.	Mesa conformada.		X			Acta de conformación y resolución del CONAP	CONAP	MARN MAGA Coadministradores CONAP
	Conformar Comités de cuencas del departamento con participación de mujeres.	Para el año 2023, están conformados 3 comités de cuencas.	3 comités de cuencas conformados.				X	Acta constitutiva	AMSCLAE CONAP	MARN Maga Municipalidades
	Desarrollar el programa de promotores para sensibilización y educación para manejo de cuencas información y sensibilización con enfoque intercultural. ¹⁴	Al menos un programa anual de sensibilización es implementado en las cuencas del departamento.	Numero de programas implementados.			X		Informes de implementación de programas de sensibilización.	CONAP	MARN AMSCLAE MAGA Municipalidades Amigos del Lago COMISION DE AMBIENTE

¹⁴ Utilizar el material **En base al material educando para conservar**

Tabla 12. Estrategia 2

Estrategia	Resultado Año 2050	Indicador de resultado	Línea de base del resultado (incluye año)	Metas del resultado *						Indicador ODS al que contribuye
				2025	2030	2035	2040	2045	2050	
Conservación del sistema natural bosque y de recarga hídrica con enfoque de cuenca.	En el año 2050, se ha alcanzado 50,384 Ha de superficie forestal en el departamento.	Superficie forestal en Ha. ¹⁵	38,690 Ha/ 2016 ¹⁶	40,431 Ha de superficie forestal.	42,250 Ha de superficie forestal.	44,152 Ha de superficie forestal.	46,139 Ha de superficie forestal.	48,215 Ha de superficie forestal.	50,384 Ha de superficie forestal.	ODS 6 Asegurar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos
	Para el año 2050, se ha reducido a 157 Ha la pérdida de superficie forestal ¹⁷	Superficie forestal en Ha.	308 Ha / 2019 ¹⁸	277 ha de superficie forestal.	253 ha de superficie forestal.	229 ha de superficie forestal.	205 ha de superficie forestal.	181 ha de superficie forestal.	157 ha de superficie forestal.	ODS 15 Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, efectuar una ordenación sostenible de los bosques, luchar contra la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica.

¹⁵ En cinco años se ganaron 315 ha. % es 0.86% anual.

¹⁶ SIFGUA. DINÁMICA FORESTAL 2010- 2016. <http://www.sifgua.org.gt/Cobertura.aspx. Agosto 2021>. Con base a la tendencia de ganancia de superficie forestal en la dinámica referenciada por CONAP en el departamento de recuperación promedio de 500 ha por año.

¹⁷ Fuente: Con base a tendencia de reducción de pérdida de superficie forestal de SIFGUA. DINÁMICA FORESTAL 2010- 2016. <http://www.sifgua.org.gt/Cobertura.aspx. Agosto 2021>.

¹⁸ Fuente: SIFGUA. DINÁMICA FORESTAL 2010- 2016. <http://www.sifgua.org.gt/Cobertura.aspx. Agosto 2021>.

Tabla 13. Resultado y acciones estrategia 2. Conservación del sistema natural bosque y de recarga hídrica con enfoque de cuenca.

Resultado	Acciones	Meta de la acción *	Indicador de la acción	2022	2023	2024	2025	Medio de verificación	Responsable	Corresponsable
Para el año 2050, se ha recuperado la superficie forestal en 50,384 ha en el departamento.	Incorporar en los reglamentos municipales el enfoque de manejo integrado de microcuenca y uso sostenible de los bosques.	Un reglamento por municipio.	19 reglamentos municipales.		X			Reglamentos vigentes a nivel municipal	Municipalidades MARN MAGA	CODEMA CODEDE INAB CONAP MANR AMSCLAE
	Planes de gestión de microcuenca, con participación comunitaria y de mujeres, para incrementar la superficie forestal.	Un plan ejecutándose por microcuenca priorizado por AMSCLAE.	4 planes			X		Informe de ejecución por plan	Municipalidades INAB MAGA	CODEMA CODEDE SEGEPLAN CONAP AMSCLAE
	Fermentar y Reforestar la conservación del bosque en zonas priorizadas de recarga hídrica.	Recuperar superficie forestal en ha.	5,700 ¹⁹ ha				X	Informe de superficie forestal recuperada	Municipalidades INAB CONAP AMSCLAE MARN	CODEMA CODEDE MARN AMSCLAE

¹⁹ FUENTE: Superficie forestal recuperada de acuerdo a SIFGUA: Dinámica Forestal 2010- 2016

Tabla 14. Resultado y acciones estrategia 2.

Resultado	Acciones	Meta de la acción *	Indicador de la acción	2022	2023	2024	2025	Medio de verificación	Responsable	Corresponsable
Para el año 2050, se ha reducido a 157 ha la pérdida de superficie forestal.	Planes municipales de alerta temprana a nivel municipal para prevenir y controlar incendios forestales.	Un plan por municipio ejecutándose.	19 planes				X	Informe de ejecución de planes de alerta temprana.	CONRED Municipalidades	INAB CONAP MARN SEGEPLAN AMSCLAE
	Planes de información y comunicación para la protección y conservación de bosques.	Un plan por cuenca hidrográfica del departamento o ejecutándose.	3 planes			X		Informe de ejecución de planes de alerta temprana.	CONRED Municipalidades	CODEMA CODEDE SEGEPLAN MANR AMSCLAE INAB CONAP
	Destinar áreas en cada municipio, aplicando criterios de manejo sostenible de cuenca, para desarrollar plantaciones de árboles con fines energéticos.	Un área por municipio.	19 áreas		X			Informe de áreas destinadas a plantación de árboles con fines energéticos	Municipalidades	INAB CONAP

Tabla 15. Estrategia 3 y 4.

Estrategia	Resultado Año 2050	Indicador de resultado	Línea de base del resultado (incluye año)	Metas del resultado ²⁰						Indicador ODS al que contribuye
				2025	2030	2035	2040	2045	2050	
Incremento de hogares con agua entubada asegurando su potabilidad para el consumo humano.	Para el año 2050, se ha incrementado en 47 puntos porcentuales la cantidad de hogares que tienen conexión de agua entubada y potable en el departamento.	53%/2019 ²¹	61% de hogares con conexión de agua entubada y potable en el departamento,	69% de hogares con conexión de agua entubada y potable en el departamento.	75% de hogares con conexión de agua entubada y potable en el departamento.	81% de hogares con conexión de agua entubada y potable en el departamento.	87% de hogares con conexión de agua entubada y potable en el departamento.	93% de hogares con conexión de agua entubada y potable en el departamento.	100% de hogares con conexión de agua entubada y potable en el departamento.	Asegurar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.
Incremento de hogares con agua entubada asegurando su potabilidad para el consumo humano.	Para el año 2050, se ha reducido en 59 puntos porcentuales la contaminación bacteriológica en los sistemas de agua para consumo humano.	0% de contaminación bacteriológica en sistemas de agua para consumo humano.	59% de contaminación bacteriológica para el año 2018 ²²	Reducir en 49% de contaminación bacteriológica en sistemas de agua para consumo humano.	Reducir en 39% de contaminación bacteriológica en sistemas de agua para consumo humano.	Reducir en 29% de contaminación bacteriológica en sistemas de agua para consumo humano.	Reducir en 19% de contaminación bacteriológica en sistemas de agua para consumo humano.	Reducir en 9% de contaminación bacteriológica en sistemas de agua para consumo humano.	Alcanzar el 0% de contaminación bacteriológica en sistemas de agua para consumo humano.	ODS 6 Asegurar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.

²⁰ FUENTE: Con base a información de AMSCLAE

²¹ FUENTE: Censo Nacional de Población 2018. INE.

²² Fuente: Sistema de Información de Vigilancia de la Calidad del Agua -SIGSA/SIVIAGUA-

Tabla 16. Resultado y acciones estrategia 3

Estrategia	Resultado Año 2050	Indicador de resultado	Línea de base del resultado (incluye año)	Metas del resultado						Indicador ODS al que contribuye
				2025	2030	2035	2040	2045	2050	
Servicios saneamiento, resilientes y eficaces.	En el año 2050, se ha incrementado en 60% los hogares con inodoro conectados a red de drenajes.	90% de hogares conectados a sistemas drenajes.	En el 2019, el 30% de hogares conectados a sistemas de drenajes ²³	40% de hogares conectados a sistemas de drenajes.	50% de hogares conectados a sistemas de drenajes.	60% de hogares conectados a sistemas de drenajes.	70% de hogares conectados a sistemas de drenajes.	80% de hogares conectados a sistemas de drenajes.	90% de hogares conectados a sistemas de drenajes.	ODS 6 Asegurar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.
	Para el año 2050, se ha incrementado en 57% el porcentaje de sistemas de drenajes.	100% cobertura municipal.	El censo 2018 reporta un 43% ²⁴ de cobertura municipal de sistemas de drenaje.	Alcanzar el 53% de cobertura municipal de sistemas de drenajes.	Alcanzar el 62% de cobertura municipal de sistemas de drenajes.	Alcanzar el 73% de cobertura municipal de sistemas de drenajes.	Alcanzar el 82% de cobertura municipal de sistemas de drenajes.	Alcanzar el 91% de cobertura municipal de sistemas de drenajes.	Alcanzar el 100% de cobertura municipal de sistemas de drenajes.	
	Mejorar el funcionamiento de las Plantas de aguas residuales (PTAR's) y Plantas de tratamiento de residuos sólidos.	Plantas de tratamiento de aguas residuales que cumplen la normativa contenida en el Ac. Gub. 12-2011.	El 9% de PTARs cumplen con la normativa contenida en el Ac. Gub. 2-201, AMSCLAE 2015.	18% de las PTARs cumplen con la normativa contenida en el Ac. Gub. 12-2011	18% de las PTARs cumplen con la normativa contenida en el Ac. Gub. 12-2011	18% de las PTARs cumplen con la normativa contenida en el Ac. Gub. 12-2011	18% de las PTARs cumplen con la normativa contenida en el Ac. Gub. 12-2011	18% de las PTARs cumplen con la normativa contenida en el Ac. Gub. 12-2011	18% de las PTARs cumplen con la normativa contenida en el Ac. Gub. 12-2011	

²³ Fuente: Censo Nacional de Población 2018. INE.

²⁴ Fuente: Censo Nacional de Población 2018. INE.

Tabla 17. Resultado y acciones estrategia 3.

Resultado	Acciones	Meta de la acción	Indicador de la acción	2022	2023	2024	2025	Medio de verificación	Responsable	Corresponsable
Para el año 2050 se incrementó en 47% la cantidad de hogares que tienen conexión de agua entubada y potable en el departamento.	Plan de ampliación de servicio de agua entubada domiciliar por municipio.	Un plan por municipio ejecutándose.	19 planes			X		Informes de ejecución de planes de ampliación de servicio de agua domiciliar.	Municipalidades MSPAS	SESAN SEGEPLAN CODEMA CODEDE
	Programa departamental para potabilizar el agua entubada domiciliar.	Programa ejecutándose	1 programa			X		Informe de ejecución de programa de potabilizar el agua municipal.	Municipalidades MSPAS	SESAN CODEMA CODEDE
Para el año 2050, se ha reducido en 59 puntos porcentuales la contaminación bacteriológica en los sistemas de agua para consumo humano.	Ampliar el control bacteriológico en sistemas de agua para consumo humano en el departamento .	Control bacteriológico de sistemas de agua para consumo humano.	100% de sistemas del departamento				X	Informes de control bacteriológico de sistemas de agua para consumo humano.	Municipalidades MSPAS	CODEMA CODEDE UTD SESAN

Tabla 18. Resultado y acciones estrategia 4.

Resultado	Acciones	Meta de la acción *	Indicador de la acción	2022	2023	2024	2025	Medio de verificación	Responsable	Corresponsable
Para el año 2050, se ha reducido en 59% la contaminación bacteriológica en los sistemas de agua para consumo humano.	Programa municipal de capacitación a COCODES y comités de agua, con participación de mujeres, para prevenir y reducir la contaminación de sistemas de agua para consumo humano.	1 programa ejecutándose por municipio.	19 programas ejecutándose.			X		Informe de ejecución de programa de capacitación.	Municipalidades MSPAS	SEGEPLAN CODEMA CODEDE SESAM
En el año 2050, se ha incrementado en 60% los hogares con inodoro conectados a red de drenajes.	Proyectos municipales de ampliación de hogares con sistema de drenajes en ejecución.	Un proyecto por municipio.	19 proyectos formulados.			X		Informes de ejecución de proyectos municipales de ampliación de conexión de hogares con inodoro conectados.	Municipalidades MSPAS	CODEMA CODEDE

Tabla 19. Resultado y acciones estrategia 4.

Resultado	Acciones	Meta de la acción	Indicador de la acción	2022	2023	2024	2025	Medio de verificación	Responsable	Corresponsable
En el año 2050 se ha incrementado en 60% los hogares con inodoro conectados a red de drenajes.	Fortalecer las comisiones de salud y ambiente en el de comisiones en los COMUDES para ampliación y monitoreo de hogares con inodoro conectados a red de drenajes.	Una comisión por COMUDE.	19 comisiones	X		X		Acta de Conformación.	Municipalidades	INFOM CODEMA CODEDE MSPAS AMSCLAE MARN
	Programas municipales de capacitación a COCODES y comités de agua, con participación de mujeres, para prevenir y reducir la contaminación de sistemas de agua para consumo humano.	1 programa ejecutándose por municipio.	19 programas ejecutándose.			X		Informe de ejecución de programa de capacitación.	Municipalidades MSPAS	CODEMA CODEDE SESAM

Tabla 20. Resultado y acciones estrategia 4.

Resultado	Acciones	Meta de la acción	Indicador de la acción	2022	2023	2024	2025	Medio de verificación	Responsable	Corresponsable
Para el año 2050 se ha incrementado en 57% el porcentaje de red de drenajes municipales.	Construcción de sistemas de drenaje en cuatro municipios de las subcuencas priorizadas del lago de Atitlán.	2 drenajes por municipios.	8 red de drenajes.			X		Informe de ampliación de red de drenajes.	Municipalidades	INFOM CODEMA CODEDE MSPAS AMSCLAE MARN
	Diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales y desechos para las áreas rurales.	Sistema de tratamiento de aguas residuales y desechos sólidos en áreas rurales.	Sistema formulado.		X			Proyectos formulados	Municipalidades CODEDE	INFOM SEGEPLAN CODEMA MSPAS AMSCLAE MARN INFOM
	Implementar en el 100% de los municipios, en por lo menos una comunidad del área rural, el sistema de tratamiento de aguas residuales y desechos sólidos.	1 comunidad por municipio.	19 sistemas implementados.			X		Informe de ejecución del proyecto implementado en área rural por municipio.	Municipalidades CODEDE	MARN INFOM SEGEPLAN CODEMA MSPAS AMSCLAE

Tabla 21. Resultado y acciones estrategia 4.

Resultado	Acciones	Meta de la acción	Indicador de la acción	2022	2023	2024	2025	Medio de verificación	Responsable	Corresponsable
Para el año 2050, se ha incrementado en 57% el porcentaje de red de drenajes municipales.	Plan de capacitación a organizaciones comunitarias, de mujeres, para gestión adecuada de plantas de tratamiento de aguas residuales y desecho sólidos en áreas rurales del departamento.	Plan de capacitación.	Un plan formulado.			X		Plan formulado y aprobado.	Municipalidad de MSPAS AMSCLAE MARN	INFOM SEGEPLAN CODEMA CODEDES ONGs.

Tabla 22. Estrategia 5.

Estrategia	Resultado Año 2050	Indicador de resultado	Línea de base del resultado (incluye año)	Metas del resultado						Indicador ODS al que contribuye
				2025	2030	2035	2040	2045	2050	
Sistemas productivos, sostenibles y resilientes.	Incrementar al año 2050, el rendimiento de maíz en 26 qq, por arriba de la línea base.	Quintales por manzana	28 qq/mz para el 2019	34 qq/mz de maíz.	39 qq/mz de maíz.	44 qq/mz de maíz.	48 qq/mz de maíz.	49 qq/mz de maíz.	54 qq/mz de maíz.	ODS 2: Hambre cero Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria, la mejora en la nutrición y promover la agricultura sostenible
	Incrementar al año 2050, el rendimiento de frijol en 6 qq/mz por arriba de la línea base.	Quintales por manzana	7 qq /mz para el 2019	8 qq/mz de frijol.	9 qq/mz de frijol.	10 qq/mz de frijol.	11 qq/mz de frijol.	12 qq/mz de frijol.	13 qq/mz de frijol.	

Tabla 23. Estrategia 5.

Estrategia	Resultado Año 2050	Indicador de resultado	Línea de base del resultado (incluye año)	Metas del resultado *						Indicador ODS al que contribuye
				2025	2030	2035	2040	2045	2050	
Sistemas productivos, sostenibles y resilientes	En el año 2050, el rendimiento de café es de 13 qq /mz	Quintales por manzana	13 qq/mz 2016	13 qq/mz de café.	13 qq/mz de café.	13 qq/mz de café.	13 qq/mz de café.	13 qq/mz de café.	13 qq/mz de café.	ODS 2: Hambre cero Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria, la mejora en la nutrición y promover la agricultura sostenible ODS 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.
	En el año 2050, el rendimiento de aguacate se ha incrementado en 45 qq/mz por arriba de la línea base	Quintales por manzana de aguacate	141 qq/mz 2016	148 qq/mz de aguacate.	156 qq/mz de aguacate.	163 qq/mz de aguacate.	171 qq/mz de aguacate.	179 qq/mz de aguacate.	186 qq/mz de aguacate.	
	En el año 2025, el rendimiento de papa se mantenido en 416 qq/ mz	Quintales por manzana de papa.	416 qq/mz 2016	416 qq/mz de papa.	416 qq/mz de papa.	416 qq/mz de papa.	416 qq/mz de papa.	416 qq/mz de papa.	416 qq/mz de papa.	
	En el año 2050, el rendimiento de la zanahoria se ha mantenido en 527 qq/mz	Quintales por manzana de zanahoria.	527 qq/mz 2016	527 qq/mz de zanahoria.	527 qq/mz de zanahoria.	527 qq/mz de zanahoria.	527 qq/mz de zanahoria.	527 qq/mz de zanahoria.	527 qq/mz de zanahoria.	
	En el año 2050, el rendimiento de cebolla se ha incrementado en 127 qq/mz por arriba de la línea base.	Quintales por manzana de cebolla.	342 qq/mz 2016	362 qq/mz de cebolla.	282 qq/mz de cebolla.	402 qq/mz de cebolla.	427 qq/mz de cebolla.	452 qq/mz de cebolla.	470 qq/mz de cebolla.	

Tabla 24. Resultados y acciones estrategia 5.

Resultados	Acciones	Meta de la acción	Indicador de la acción	2022	2023	2024	2025	Medio de verificación	Responsable	Corresponsable
Incrementar el rendimiento de maíz en 26 qq por arriba de la línea base.	Plan de capacitación para aplicación de técnicas de conservación de suelo en cultivos de granos básicos.	Un plan por cuenca en el departamento.	Tres planes en departamento.			X		Informe de MAGA	MAGA	CODEMA CODEDE
Incrementar el rendimiento de frijol en 6 qq/mz por arriba de la línea base.	Aplicación de prácticas de cultivo de maíz y frijol con prácticas de conservación de suelos.	Hectáreas cultivadas con granos básicos con prácticas de conservación de suelos.	% de hectáreas cultivadas con prácticas de conservación de suelo.				X	Informe de MAGA	MAGA	CODEMA CODEDE COAPED (Comisión agrícola de agricultura)
	Implementar seguro agrícola dirigido a productores de granos básicos por enfermedades o plagas.	% de productores y productoras asegurados.	10% de productores y productoras asegurados.				X	Informe de MAGA	MAGA	CODEMA CODEDE
	Plan de capacitación de tecnificación dirigido a productores de graos básicos.	Plan departamental formulado.	Un plan departamental.		X			Plan formulado.	MAGA	CODEMA CODEDE

Tabla 25. Resultados y acciones estrategia 5.

Resultados	Acciones	Meta de la acción	Indicador de la acción	2022	2023	2024	2025	Medio de verificación	Responsable	Corresponsable
En el año 2050, el rendimiento de café es de 13qq /mz.	Se ha incrementado el número de asociaciones (cooperativas) de pequeños productores de café.	Cantidad de asociaciones (consultar de productores) ²⁵ .	Número de asociaciones conformadas y funcionando.			X		Informe de asociaciones de productores.	MAGA	CODEMA CODEDE
	Tecnificar la producción hacia un sistema de producción orgánico para control de plagas y enfermedades.	Cantidad de ha cultivada con sistema de producción orgánico. ²⁶	No. hectáreas cultivadas con producción orgánica.			X		Informe de producción orgánica	MAGA	CODEMA CODEDE
	Capacitación de productores y productoras en sistemas orgánicos para la fertilización de sus cultivos.	Plan de capacitación en sistemas orgánicos de producción de café.	Un plan departamental	X				Plan de capacitación elaborado	MAGA	CODEMA CODEDE
	Aplicación de prácticas de conservación de humedad del suelo.	Porcentaje d hectáreas de cultivo de café con técnicas conservación de humedad de suelo.	10% de hectáreas cultivadas.			X		Informe de hectáreas de cultivo de café aplicando técnicas de conservación de humedad del suelo.	MAGA AMSCLAE	CODEMA CODEDE

²⁵ Se corroborarán estos datos

²⁶ Pendiente dato ANACAFE - Sololá

Tabla 26. Resultados acciones estrategia 5

Resultados	Acciones	Meta de la acción *	Indicador de la acción	2022	2023	2024	2025	Medio de verificación	Responsable	Corresponsable
En el año 2050 el rendimiento de café es de 13qq /mz.	Renovación a escala anual de plantaciones con asesoramiento técnico y apoyo financiero a pequeños productores.	Renovación de plantaciones en ha.	5% de ha				X		MAGA	
	Programa para incentivar el consumo de café local en el departamento.	Campañas para incentivar el consumo del café.	Una campaña anual.		X				MAGA	

Tabla 27. Resultados y acciones estrategia 5.

Resultados	Acciones	Meta de la acción	Indicador de la acción	2022	2023	2024	2025	Medio de verificación	Responsable	Corresponsable
En el año 2050, el rendimiento de aguacate se ha incrementado en 45 qq/mz por arriba de la línea base.	Conformación de asociaciones de productores de aguacate.	Una asociación por municipio donde se producen aguacates.	8 asociaciones.				X	Acta constitutiva	MAGA AMSCLAE	CODEMA CODEDE
	Implementación de sistemas de riego con captación de agua de lluvia.	Una parcela demostrativa por municipio con sistema de riego con captación de agua de lluvia.	8 parcelas demostrativas.			X		Informe de sistemas implementados en el departamento	MAGA AMSCLAE	CODEMA CODEDE
	Aplicación de prácticas de conservación de humedad del suelo.	Por lo menos una parcela por municipios.	8 parcelas demostrativas.			X			MAGA AMSCLAE	CODEMA CODEDE

Tabla 28. Resultados y acciones estrategia 5.

Resultados	Acciones	Meta de la acción	Indicador de la acción	2022	2023	2024	2025	Medio de verificación	Responsable	Corresponsable
En el año 2050, el rendimiento de papa se mantenido en 416qq/ mz.	Conformar organizaciones de productores de hortalizas por municipio.	Una organización por municipio.	12 organizaciones conformadas.		X			Acta constitutiva	MAGA AMSCLAE	CODEMA CODEDE
En el año 2050, el rendimiento de la zanahoria se ha mantenido en 527 qq/mz.	Implementación de sistemas de riego con captación de agua de lluvia.	Una parcela demostrativa por municipio con sistema de riego con captación de agua de lluvia.	12 parcelas demostrativas.			X		Informe de sistemas implementados en el departamento.	MAGA AMSCLAE	CODEMA CODEDE
En el año 2050, el rendimiento de cebolla se ha incrementado en 127 qq/mz por arriba de la línea base.	Fortalecer el programa de extensión del MAGA en el departamento para asistencia técnica de productores.	Productores de hortalizas con asistencia técnica del MAGA productores de hortalizas es asistido té.	15% de productores de hortalizas con asistencia técnica en el departamento.			X		Informes de asistencia técnica.	MAGA	MARN CODEMA

Tabla 29. Estrategia 6.

Estrategia	Resultado Año 2050	Indicador de resultado	Línea de base del resultado	Metas del resultado						Indicador ODS al que contribuye	
				2025	2030	2035	2040	2045	2050		
Infraestructura básica en salud, vivienda, educación y vial construida o reconstruida con criterios de sostenibilidad y de resiliencia al cambio climático.	En el año 2025, los estudios de impacto ambiental aprobados por el MARN, aplican criterios de adaptación al cambio climático en el departamento.	Estudios de impacto ambiental aplican criterios de ACC.	0% de estudios de impacto ambiental que aplican criterios de ACC en el 2021	100% de los estudios de impacto ambiental aplican criterios de ACC.							ODS 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
	Para el año 2030, se cuentan con lineamientos, resultados de estudios o investigaciones, para construcción de obra física adaptada al cambio climático.	Lineamientos para adaptar obras físicas al cambio climático.	0% de lineamientos para adaptar obras físicas al cambio climático para el 2021	50% de avance en la definición de lineamientos para construcción de obras de infraestructura que consideran el cambio climático.	100% definidos los lineamientos para construcción de obras de infraestructura que consideran el cambio climático.						
	En el año 2050, la infraestructura nueva básica en educación, salud, vial de vivienda se desarrolla con lineamientos para estar adaptada al cambio climático.	Obra de infraestructura física nueva construida con adaptación al cambio climático.	0% de obras de infraestructura física nueva construida con lineamientos de adaptación al cambio climático en el 2021	15% de las obras de infraestructura nueva ha sido construida considerando los lineamientos para su adaptación al cambio climático	35% de las obras de infraestructura nueva ha sido construida considerando los lineamientos para su adaptación al cambio climático	55% de las obras de infraestructura nueva ha sido construida considerando los lineamientos para su adaptación al cambio climático	75% de las obras de infraestructura nueva ha sido construida considerando los lineamientos para su adaptación al cambio climático	95% de las obras de infraestructura nueva ha sido construida considerando los lineamientos para su adaptación al cambio climático	100% de las obras de infraestructura nueva ha sido construida considerando los lineamientos para su adaptación al cambio climático		

Tabla 30. Resultados y acciones estrategia 6.

Resultado	Acciones	Meta de la acción	Indicador de la acción	2022	2023	2024	2025	Medio de verificación	Responsable	Corresponsable
En el año 2025, los estudios de impacto ambiental (EIA) aprobados por el MARN, aplican criterios de adaptación al cambio climático en el departamento.	Propuesta para estudios de impacto ambiental con criterios de ACC.	Propuesta elaborada.	Una propuesta departamental	X					MARN	CODEMA CODEDE
	Validación de propuesta.	Propuesta validada con criterios definidos para construcción de obra física.	Propuesta validada.		X			Informe de validación de la propuesta.	MARN	CODEMA CODEDE
	Aplicación de criterios de adaptación al cambio climático en EIA.	Aplicación de criterios.	Criterios aplicados en 100% en EIA.				X	Informes de EIA	MARN	CODEMA CODEDE

Tabla 31. Resultados y acciones estrategia 6.

Resultado	Acciones	Meta de la acción *	Indicador de la acción	2022	2023	2024	2025	Medio de verificación	Responsable	Corresponsable
Para el año 2030, se cuentan con lineamientos, resultados de estudios o investigaciones, para construcción de obra física adaptada al cambio climático.	Plan de investigación y estudios de adaptación de obra física con enfoque de cambio climático y de cuenca.	Propuesta elaborada.	Una propuesta departamental	X					MARN AMSCLAE	INFOM CODEMA CODEDE
	Validación de propuesta.	Propuesta validada con criterios definidos para construcción de obra física.	Propuesta validada.		X			Informe de validación de la propuesta.	MARN AMSCLAE	INFOM CODEMA CODEDE
	Aplicación de cambios a reglamentos de construcción a nivel municipal de infraestructura pública y privada.	Aplicación de criterios.	Criterios aplicados en 100% en EIA.				X	Informes de EIA	MARN AMSCLAE	Municipalidades CODEMA CODEDE

10. SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

El seguimiento y evaluación es un componente fundamental del mecanismo de gestión dentro de cualquier organización. La USAID, citando al PNUD, indica que un buen sistema de seguimiento y evaluación identifica áreas de mejora, determina si el progreso es resultado del trabajo realizado y ayuda a realizar cambios necesarios para corregir errores o resultados no deseados; en resumen, el seguimiento y evaluación son procesos que sirven para (USAID, s.f.):

1. Mejorar el desempeño.
2. Fortalecer la toma de decisiones.
3. Contribuir al aprendizaje organizacional.
4. Mejorar la rendición de cuentas.
5. Contribuir al conocimiento del sector.

Para realizar el seguimiento y la evaluación se hace necesario contar con información sobre los indicadores que se han planteado en el Marco Programático del plan. La USAID, citando a Berumen (2010), menciona que “los indicadores permiten especificar la forma en que se verificará el grado de cumplimiento de los resultados y objetivos”; es importante que los mismos sean objetivos y comparables para facilitar una medida estandarizada.

Los indicadores cumplen la función de mostrar información clara y objetiva sobre el desempeño y el cumplimiento de las metas establecidas en el marco estratégico del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático; por lo cual, “deben medir el logro de los objetivos planteados” (USAID, s.f.). Esta fuente menciona que “como cada nivel del marco se encuentra asociado a metas con diferente grado de complejidad, es necesario establecer indicadores que permitan monitorear los diferentes niveles de resultados”.

La desagregación de indicadores implica desglosar datos en subcategoría relevantes. Los indicadores se pueden desagregar de varias formas, pero es importante tener claro cuál es la información que se necesita y para que se va a utilizar. Lo anterior, evita tener un sistema de seguimiento y evaluación complejo y poco gestionable. (USAID, s.f.)

Integrar el género y poblaciones vulnerables al sistema de seguimiento y evaluación va más allá de la desagregación de un indicador. En su “nivel más básico”, su integración, requiere el análisis de datos estratificados por sexo/grupo y determinar las diferencias en la implementación de determinada intervención. Idealmente, el seguimiento de género y grupos vulnerables, “también deben incluir indicadores sensibles a éstos”. (USAID, s.f.)

Atendiendo a los elementos antes indicados, el seguimiento y evaluación del plan departamental de adaptación al cambio climático se desarrolla con los siguientes objetivos:

10.1. Objetivos

10.1.1. Objetivo general

Apoyar la gestión estratégica y operativa del Plan de Adaptación al Cambio Climático del Departamento de Sololá brindando los lineamientos metodológicos generales del seguimiento y evaluación como insumos para que las instancias responsables de su implementación garanticen el logro de los resultados.

10.1.2. Objetivos específicos

Proveer de elementos conceptuales básicos sobre seguimiento y evaluación de la planificación estratégica y orientar a las instituciones para facilitar la generación de evidencias que permitan realizar un adecuado seguimiento y evaluación del plan.

Definir criterios, herramientas y contenidos básicos para los procesos de seguimiento y evaluación del Plan de Adaptación al Cambio Climático del Departamento de Sololá.

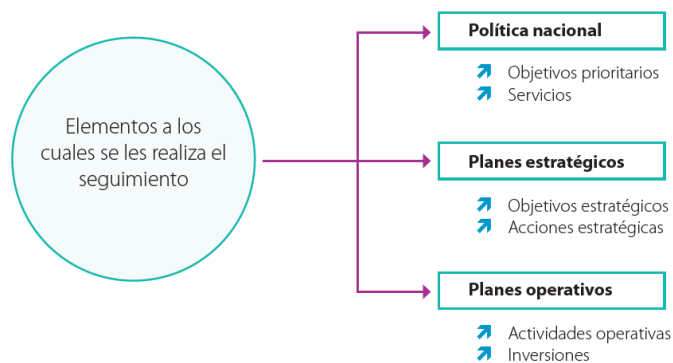
Identificar actores claves para la gestión de información requerida en el proceso de seguimiento y evaluación del Plan de Adaptación al Cambio Climático del Departamento de Sololá.

10.2. Conceptos básicos de seguimiento y evaluación

10.2.1. Seguimiento de políticas y planes

El seguimiento es un proceso continuo, oportuno y sistemático donde se analiza el avance del cumplimiento de políticas o planes. Comprende la recopilación periódica y registro sistematizado de información, incluyendo el análisis comparativo sobre “lo obtenido respecto a lo esperado” (CEPLAN, 2021). De acuerdo con esta fuente, los logros esperados y metas son los valores proyectados del indicador, el cual es el principal medio para el seguimiento, junto a las metas físicas y financieras para los planes operativos. Los elementos a los cuales se realiza el seguimiento son los que se presentan en la siguiente figura.

Figura 3. Elementos de política y planes sujetos a seguimiento



Fuente: Centro Nacional de Planeamiento Estratégico -CEPLAN-

10.2.2. Evaluación de políticas y planes

Según CEPLAN (2021) la evaluación es un análisis objetivo, integral y sistémico de una política o plan, sobre su diseño, implementación y sus resultados. Además, establece que “la evaluación busca determinar la pertinencia, la verificación del cumplimiento de los logros esperados y, la identificación de las lecciones aprendidas”.

10.2.3. Tipos de evaluación

El Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN, 2021) incluye, en la guía para el seguimiento y evaluación de políticas nacionales y planes del SINAPLAN, la

evaluación de diseño, evaluación de implementación y la evaluación de resultados. Considerando la importancia de la evaluación de impacto para el análisis del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático; a continuación, se presentan las definiciones de los cuatro tipos de evaluación indicados anteriormente.

Evaluación de diseño: Examina la coherencia interna y externa de políticas y planes acorde al conocimiento integral de la realidad y el futuro deseado del territorio.

Evaluación de implementación: Analiza el cumplimiento de las acciones estratégicas y servicios a través de las intervenciones que implementan los actores que operan en el territorio. El énfasis de esta evaluación se encuentra en los medios para alcanzar los objetivos.

Evaluación de resultado: Analiza el logro de los objetivos de la política o plan, contrastando las acciones implementadas con los resultados obtenidos; a fin de identificar los factores que contribuyeron o dificultaron el desempeño de la política o plan en términos de eficacia o eficiencia. El énfasis de esta evaluación se encuentra en el cumplimiento de los objetivos.

Evaluación de impacto: Permite medir, mediante el uso de metodologías rigurosas, los efectos que una intervención puede tener sobre su población beneficiaria y conocer si dichos efectos son en realidad atribuibles a su ejecución. Su principal reto es determinar qué habría pasado con los beneficiarios si la intervención no hubiera existido. (SHCP, 2017)

10.3. 10.3 Seguimiento y evaluación del plan departamental de adaptación al cambio climático de Sololá

10.3.1. Proceso de seguimiento del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático

Recopilación de datos e información

Esta actividad consiste en el levantamiento de información, generada o reportada por instancias públicas, privadas o sociedad civil, principalmente de información, cuantitativa y cualitativa, requerido para el seguimiento de indicadores y, el avance físico y financiero de las actividades operativas, en un período determinado.

Los datos y/o información a recopilar se harán de acuerdo con lo establecido en las fichas técnicas de los indicadores o al proceso definido para la recopilación de información física y financiera de las actividades operativas. Para el caso de información cualitativa, la instancia responsable del seguimiento de determinado indicador deberá de recopilar información sobre acontecimientos que pudieron influir en el cumplimiento o incumplimiento de metas y resultados.

Registro sistematizado de datos e información

El registro de datos se hará de acuerdo con lo requerido en los formatos incluidos en el anexo de este capítulo. Es importante que la información registrada este previamente validada por la instancia responsable de la información.

Análisis descriptivo

El objetivo del análisis es explicar los motivos del cumplimiento o incumplimiento de las metas o resultados establecidos en el componente estratégico del Plan de adaptación. Con base a ello, se pueden emitir alertas para la corrección o mejora de determinada intervención.

10.3.2. Seguimiento del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático

La Comisión Departamental de Medio Ambiente o la Delegación Departamental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales será la instancia que lidere el proceso de seguimiento del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático de Sololá.

El seguimiento a los indicadores de los objetivos/acciones/resultados estratégicos se realizará mediante el formato que se denomina "seguimiento de indicadores" (formato 1). El responsable de cada indicador, establecido en la ficha técnica respectiva, será el encargado de la recopilación y registro de los valores obtenidos.

Tabla 32. Formato 1. Matriz para Seguimiento de indicadores:

Indicador	Línea base		Meta	% avance acumulado en el corto ²⁷ plazo					% de la meta cumplida
	Año	Valor		2022	2023	2024	2025	Logro	
Objetivo/Acción/Resultado:									

Fuente: Elaboración propia con base a información del libro de trabajo para monitoreo y evaluación de proyectos (USAID, s.f.)

El Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN, 2021) indica que, para la recopilación de información cualitativa, el responsable de cada indicador debe de considerar lo siguiente.

1. Considerando la información cuantitativa, recopilada y registrada, el responsable debe establecer el cumplimiento o incumplimiento de la meta o resultado establecido.
2. En caso de incumplimiento, el responsable debe de plantearse las siguientes preguntas:
 - a. ¿Qué intervención o acontecimiento se desarrolló, en el año de análisis, para el incumplimiento de las metas o resultados esperados?
 - b. ¿Cuáles fueron los motivos más importantes del incumplimiento de las metas o resultados esperados?
 - c. ¿Cuáles fueron las limitantes para el cumplimiento de las metas o resultados esperados?
3. En caso de cumplimiento, el responsable debe de plantearse las siguientes preguntas:

²⁷ Este formato se utilizará para el seguimiento a los indicadores en el mediano y largo plazos. Se recomienda, para el mediano plazo, establecer una temporalidad del año 2026 al año 2030, ya que al 2030 se tendrá que evaluar el cumplimiento de las metas e indicadores de la Agenda de Desarrollo Sostenible (ODS).

- ¿Qué intervención o acontecimiento se desarrolló, en el año de análisis, para el cumplimiento de las metas o resultados esperados?
- ¿Cuáles fueron los motivos más importantes del cumplimiento de las metas o resultados esperados?
- Si aplica, considerar la pregunta ¿Qué buenas prácticas se establecieron para el cumplimiento de las metas o resultados esperados?

Con base a la información cuantitativa y cualitativa generada, la Comisión Departamental de Medio Ambiente en conjunto con los responsables de los indicadores, realizará el análisis respectivo sobre el avance de los objetivos y acciones del Plan.

10.3.3. Seguimiento a las actividades operativas del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático

Las Unidades administrativas Financieras de las instancias responsables de los indicadores y/o las municipalidades serán la fuente de información para la planificación operativa (Formato 2) y en el tablero de mando mensual (Formato 3) del Plan, específicamente para el seguimiento del avance físico y financiero mensual y cuatrimestral requerido.

Tabla 33. Formato 2: Matriz de Planificación operativa

Acción estrategia	Responsable	Actividad	meta anual	Medio de verificación	Municipio	Cuantificación mensual (indicar la temporalidad en la cual se va a implementar la actividad)								Responsable directo	Insumos	Cantidad	Costo Unitario Q.	Costo total Q.
						T1				T2								
						M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4					
Nombre del Departamento:																		
Estrategia:																		
Resultado:																		

Fuente: Elaboración propia con base a información del MANUAL DE SUPERVISIÓN, MONITOREO Y EVALUACIÓN: Plan de Prevención de Embarazos en Adolescentes (PLANEA) 2018-2022 (UNICEF-OPS-UNFPA, s.f.)

En el formato 3, tablero de mando mensual, se incluye información de avances y brechas estimadas, para lo cual es importante incluir, en el análisis requerido, los motivos y limitaciones por los cuales no se consiguieron las metas establecidas. De acuerdo con el CEPLAN (2021) "a través del seguimiento financiero se pueden identificar problemas de gestión, los cuales pueden dificultar el logro de los resultados".

Tabla 34. Formato 3: Tablero de mando mensual

Acción estrategia	Responsable	Actividad	Municipio	Ejecución física				Análisis y recomendaciones (incluir medios de verificación)	Ejecución financiera				Responsable del seguimiento
				Meta					Meta				
				Planificada	Avance	Brecha	% avance		Planificada	Avance	Brecha	% avance	
Nombre del Departamento:													
Estrategia:													
Resultado:													

Fuente: Elaboración propia con base a información del MANUAL DE SUPERVISIÓN, MONITOREO Y EVALUACIÓN: Plan de Prevención de Embarazos en Adolescentes (PLANEA) 2018-2022 (UNICEF-OPS-UNFPA, s.f.)

El formato 4, "Seguimiento a la planificación operativa" se ha desarrollado con el propósito de realizar el monitoreo de las actividades operativas en el corto, mediano y largo plazos. Para el Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático se ha establecido el período 2022 al 2025 como corto plazo. Se recomienda establecer el período 2026 al 2030 como mediano plazo, considerando que existen indicadores del Plan que están vinculados a las metas e indicadores de la Agenda de Desarrollo Sostenible (ODS).

Tabla 35. Formato 4: Seguimiento a la planificación operativa en el corto plazo, mediano plazo y largo plazo

Actividad	Responsable	Medio de verificación	Estado	% de avance	Corto plazo				Mediano plazo					Largo plazo						
					2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2048	2049	2050
Nombre municipio/Departamento:																				
Estrategia:																				
Resultado:																				
Acción estratégica:																				

Fuente: Elaboración propia con base a información del Plan para la Reducción de la Vulnerabilidad e Impactos del Cambio Climático en la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Litoral Pacífico de Guatemala. (MARN&PNUD, 2018)

10.3.4. Evaluación del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático

La evaluación permitirá retroalimentar al Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático al proveer recomendaciones y propuestas de mejora para las acciones y actividades implementadas y planificadas, fortaleciendo la gestión estratégica y operativa de la misma; para lo cual, es necesario contar con información de calidad generada en el proceso de seguimiento.

En el libro de trabajo para monitoreo y evaluación de proyectos (USAID, s.f.) se menciona que la "la evaluación al ser una herramienta que revela la "realidad" de las intervenciones públicas, podría influenciar de manera positiva a la toma de decisiones más oportunas y sustentadas por evidencia. En ese sentido, la evaluación ayuda a conocer qué es lo que probablemente suceda, está sucediendo, y ha sucedido como consecuencia de una intervención; y de este modo, identificar formas de obtener más de los beneficios deseados".

10.3.5. Componentes básicos para orientar el diseño de una evaluación

La UNICEF/CIPPEC (2012) incluyen, en el manual de monitoreo y evaluación de políticas, programas y proyectos sociales, siete componentes indispensables para orientar el diseño de una evaluación (Di Virgilio, María Mercedes, 2012), los cuales se describen brevemente a continuación.

Descripción de la política, programa o proyecto. Consiste en describir la intervención a evaluar; es decir, el objeto de evaluación. Por ejemplo, si la evaluación toma como objeto un programa en ejecución o finalizado, se deberá reconstruir y describir el "recorrido de transformaciones que a través de dicha intervención".

Identificación de los actores involucrados. El componente descrito anteriormente se complementa con la identificación de los actores involucrados, los cuales pueden ser "organizaciones o individuos con algún tipo de incidencia".

Identificación, definición y descripción del problema. Los dos primeros componentes aportan al esclarecimiento del "campo" sobre el cual se sitúa la evaluación. Este componente se orienta a determinar cuál es el problema sobre el cual se pretende intervenir.

Objetivo y preguntas en el marco de la investigación evaluativa. Una vez definido el problema, es necesario establecer "el para qué de la evaluación". Para esto hay que considerar los siguientes cuestionamientos: ¿Qué preguntas se desean responder a partir de la evaluación? ¿Cuáles serán los objetivos de la evaluación?

Construcción de la evidencia empírica. Para obtener la evidencia es necesario recopilar la información que permita responder a las preguntas y cumplir los objetivos establecidos en el componente anterior. En este proceso el evaluador o evaluadora diseñará y aplicará los instrumentos pertinentes para la recopilación de la información.

Procesamiento y análisis de datos. Los resultados de este proceso permiten establecer conclusiones y recomendaciones.

Socialización de resultados. La comunicación de los resultados puede realizarse de distintas maneras, según los recursos disponibles, destinatarios y objetivos de la evaluación.

10.3.6. Consideraciones generales para la evaluación de implementación y resultados del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático

El Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN, 2021) establece, para la evaluación de implementación y resultados de políticas y planes, los siguientes pasos orientadores:

1. Designar a un equipo de evaluación.
2. Utilizar los insumos del proceso de seguimiento y otros estudios.
3. Desarrollo de reuniones con actores claves.
4. Elaborar y consolidar el informe de evaluación.
5. Aprobar el informe de evaluación.
6. Difusión del informe de evaluación.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro Marroquín, G., & Gómez, R. (2019) Antecedentes y contexto del cambio climático en Guatemala. En E. J. Castellanos, A. Paiz-Estévez, J. Escribá, M. Rosales-Alconero, & A. Santizo (Eds.), *Primer reporte de evaluación del conocimiento sobre cambio climático en Guatemala*. (pp. 20–39). Guatemala: Editorial Universitaria UVG.
- AMSCLAE (2019). Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Lago de Atitlán. ASESORIASA, CATIE.
- ANACAFE. (2019). Bolefín Especial Monitoreo de la Roya en el Café. Guatemala: ANACAFE.
- ASOCUCH. (2019). Manual para formación de promotores agropecuarios (PA's), en la producción de cebolla. Guatemala. Recuperado de <https://www.asocuch.com/wp-content/uploads/2020/06/Manual-Produccion-de-Cebolla.pdf>
- Aviles, A., Castro, E., López, A., Mendoza, C., Secundino, K. (2022). *Cambio climático y producción de aguacate*. México: Universidad Autónoma Chapingo. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/357662730_Cambio_climatico_y_produccion_de_aguacate/link/61d8d008b6b5667157d3307b/download
- Banco de Guatemala, (2020) Actividad Económica.
- Bardales, W., Castañón, C., & Herrera, J. (2019). Clima de Guatemala, tendencias observadas e índices de cambio climático. En E. J. Castellanos, A. Paiz-Estévez, J. Escribá, M. Rosales-Alconero, & A. Santizo (Eds.), *Primer reporte de evaluación del conocimiento sobre cambio climático en Guatemala*. (pp. 20–39). Guatemala: Editorial Universitaria UVG.
- Biota, S.A. & TNC. (2014). *Análisis de la Vulnerabilidad ante el Cambio Climático en el Altiplano Occidental de Guatemala*. Guatemala: CNCG.
- Carrera, J. (2019). ¿Qué tan vulnerables somos? Elementos para entender la vulnerabilidad de Guatemala. En E. J. Castellanos, A. Paiz-Estévez, J. Escribá, M. Rosales-Alconero, & A. Santizo (Eds.), *Primer reporte de evaluación del conocimiento sobre cambio climático en Guatemala*. (pp. 64–85). Guatemala: Editorial Universitaria UVG
- CEPAL y SEGEPLAN. (2005). Efectos en Guatemala de las lluvias torrenciales y la tormenta tropical Stan, octubre de 2005.
- CEPAL. 2018. Economía del cambio climático.
- Cruz Roja Guatemalteca. (2013). *Evaluación de la operación depresión tropical 12–e Guatemala*. Guatemala.
- FAO. (2011). *Informe de situación sobre daños de la Depresión Tropical E-12 Al 13 de octubre de 2011*. Guatemala.
- González, I. (1999). Manual del Cultivo del Melocotón. PROFRUTA. 1999.
- González, I; Ruano, J. 2006. Manual del cultivo de melocotón. Guatemala. PROFRUTA. 44 p.
- INSIVUMEH (2014). *Departamento de Investigación y Servicios Climáticos. Variabilidad y cambio climático en Guatemala*. Guatemala.
- IARNA. (2018). *Ecosistemas de Guatemala basado en el Sistema de Clasificación de Zonas de Vida*. Guatemala: IARNA-URL.
- IARNA-URL. (2005). *Amenazas al Ambiente y Vulnerabilidad Social en Guatemala*. Guatemala: URL.
- ICTA. (2015). Recomendaciones técnicas para el cultivo de maíz en el altiplano central. Afiche. Guatemala: ICTA. Recuperado de <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Maiz/Maiz%20Altiplano%20Central%20final%202015.pdf>.
- IIDES-URL, y ONU-Mujeres. (2012). *Estudio de potencial económico y propuesta de mercado territorial de la cuenca del río Samalá*. Guatemala. Guatemala: URL
- INAB (2019). Informe de Labores. Guatemala.
- INAB, CONAP, MAGA, MARN, UVG, URL. (2019). Mapa de cobertura forestal de Guatemala 2016 y dinámica de la cobertura forestal 2010 - 2016. Guatemala.
- INAB-CONAP. (2015). Mapa de cobertura forestal por tipo y subtipo de bosque para la república de Guatemala, 2012. Guatemala.

- INE. (2019) XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda. Guatemala 2019.
- OPS/OMS. (2006) Crónica de un desastre: Tormenta Tropical Stan en Guatemala: informe de actividades desarrolladas en la atención y control de los daños por el huracán Stan en Guatemala con fondos de donantes para el Flash Appeal. Período de Emergencia, octubre 2005, marzo 2006. Recuperado de https://kipdf.com/queue/iii-cronica-de-un-desastre-tormenta-tropical-stan-en-guatemala_5ac8b3c71723ddb4e09fc8b3.html
- López, M. (2007) Recomendaciones para el cultivo de melocotón (*Prunus pérsica Stokes*) en el occidente de Guatemala. Tesis de Grado. Guatemala: FAUSAC.
- MAGA, 2020. Informe de daños ocasionados por las depresiones tropicales ETA e IOTA y Análisis de las principales variaciones de precios en mercados mayoristas.
- MAGA. 2012. Plan de contingencia ante ocurrencia de heladas y sus efectos en el sector agropecuario de Guatemala: temporada de frentes fríos 2015-2016. Guatemala: DIGERGR-MAGA.
- Aldana, L. (2010): Producción comercial y de semilla de frijol (*Phaseolus Vulgaris*, L.). Guatemala: Recuperado de <http://www.funsepa.net/guatemala/docs/produccionSemillaFrijol.pdf>
- Franco, J. (2002). Cultivo de la papa en Guatemala. Guatemala: MAGA-ICTA-CARE. Recuperado de <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Papa/EI%20cultivo%20de%20la%20papa%20en%20Guatemala,%202002.pdf>
- Juarez, F. (2018). El café guatemalteco: un enfoque en el mercado mundial y su productividad. Guatemala: ASIES.
- Linares, H. (s.f.). Brócoli. Ficha/32/UE. Guatemala: MIECO. Recuperado de <http://portal.export.com.gt/Portal/Documents/Documents/2008-10/6250/2091/Ficha32%20-%20Br%C3%B3coli.pdf>
- MAGA, SESAN, ATUE/APSAN, y AID. (2011). Diagnóstico de la Región de Occidente de Guatemala. Guatemala: MAGA. Recuperado de <https://www.maga.gob.gt/download/diagnostico-occ.pdf>
- MARN&PNUD. (2018). Plan para la Reducción de la Vulnerabilidad e Impactos del Cambio Climático en la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Litoral Pacífico de Guatemala. Tomo II. Guatemala, Guatemala.
- MINECO. (2017). Perfil Departamental de Sololá.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2013) Diagnostico de la Región de Occidente de Guatemala.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2016). El Agro en Cifras.
- Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. (2013). Informe sobre la gestión integral del riesgo de desastres en Guatemala.
- Orellana Polanco, Aspectos Generales y Guía Para El Manejo Agronómico del Maíz, ICTA. Guatemala, 2014.
- Paris Rivera, Wener Ochoa & Marvin Salguero. Los escenarios representan misiones altas en el RCP_8.5, emisiones medias alta en el RCP_6.0, emisiones medias baja RCP_4.5 y emisiones bajas en el RCP_2.6. (IPCC, 2014a). 2020.
- SEGEPLAN. (2019). Ranking de la Gestión Municipal 2018. Guatemala.
- Rivera P., Ochoa W. & Salguero M. (2020) Escenarios de cambio climático y sostenibilidad. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Rivera, P., Bardales, W., & Ochoa, W. (2019). Escenarios futuros de cambio climático para Guatemala. En E. Castellanos, A. Paiz-Estévez, J. Escribá, M. Rosales-Alconero, & A. Santizo (Eds.), Primer reporte de evaluación del conocimiento sobre cambio climático en Guatemala. Guatemala: Editorial Universitaria UVG.
- Salvo, J. (2018). Jornadas técnicas sobre aguacate. Presentación power point, recuperado de: <https://www.icia.es/icia/download/Aguacate/04.pdf>
- Secaira, E. (2012). Corredor Bio-Cultural y de Desarrollo Sostenible Zunil-Atitlán-Balam Juyú. Definición técnica y Plan de manejo. Guatemala: Asociación Vivamos Mejor.
- SEGEPLAN. (2015). Plan de recuperación y transformación.
- SEGEPLAN y CODEDE. (2015). Plan de Desarrollo Municipal de Sololá. Guatemala.

- SEGEPLAN y CONRED. (2010). Evaluación de daños y pérdidas sectoriales y estimación de necesidades ocasionados por desastres naturales en Guatemala entre mayo y septiembre de 2010
- SHCP. (2017). Presupuesto basado en resultados. En S. d. México, Sistema de evaluación del desempeño (pág. 103). México, México.
- UNICEF-OPS-UNFPA. (s.f.). MANUAL DE SUPERVISIÓN, MONITOREO Y EVALUACIÓN: Plan de Prevención de Embarazos en Adolescentes (PLANEA) 2018-2022. Guatemala, Guatemala.
- USAID. (s.f.). Paquete de monitoreo y evaluación: libro de trabajo para monitoreo y evaluación de proyectos. México, México.
- SEGEPLAN. (2005). Efectos en Guatemala e las lluvias tropicales y la tormenta tropical Stan, octubre de 2005. Guatemala.
- URL-IARNA. (2013). Prácticas de adaptación de la agricultura al cambio climático que ya están siendo adoptadas por los pequeños agricultores del altiplano occidental de Guatemala. Guatemala: IARNA. Recuperado de https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00K9XN.pdf
- Uribe, E. (2015). El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina. CEPAL. Recuperado de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295_en.pdf?sequence=1#:~:text=Entre%20los%20principales%20impactos%20del,y%20el%20Caribe%2C%20se%20incluyen%3A&text=Afectaci%C3%B3n%20de%20la%20ecolog%C3%ADa%20de,humedales%20\(IPCC%2C%202007\)](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295_en.pdf?sequence=1#:~:text=Entre%20los%20principales%20impactos%20del,y%20el%20Caribe%2C%20se%20incluyen%3A&text=Afectaci%C3%B3n%20de%20la%20ecolog%C3%ADa%20de,humedales%20(IPCC%2C%202007)).
- Viguera, B., Martínez-Rodríguez, M.R., Donatti, C., Harvey, C.A. y Alpízar, F. (2017). Impactos del cambio climático en la agricultura de Centroamérica, estrategias de mitigación y adaptación. Materiales de fortalecimiento de capacidades técnicas del proyecto CASCADA (Conservación Internacional-CATIE). Recuperado de https://www.conservation.org/docs/default-source/publication-pdfs/cascade_modulo-2-impactos-del-cambio-climatico-en-la-agricultura-de-centroamerica.pdf

E- GRAFÍA

- CONAFOR. (22 de noviembre de 2017). *Bosques y Cambio Climático*. Comisión Forestal Nacional de México. [https://www.gob.mx/conafor/documentos/bosques-y-cambio-climatico-23762#:~:text=Los%20bosques%20y%20selvas%20juegan,CO2\)%2C%20un%20Gas%20de%20Efecto](https://www.gob.mx/conafor/documentos/bosques-y-cambio-climatico-23762#:~:text=Los%20bosques%20y%20selvas%20juegan,CO2)%2C%20un%20Gas%20de%20Efecto)
- Juárez, P., Bojórquez, J., y Soto, E. (25 de febrero 2011). *Cambio climático y su efecto en la agricultura del futuro*. Hortalizas. <https://www.hortalizas.com/cultivos/cambio-climatico/>.

12. ANEXOS

Anexo 1.

Lineamientos del plan nacional de desarrollo relacionados con el ambiente y cambio climático

a) Diseñar los mecanismos y ejecutar las acciones que permitan hacer operativos los planes de mitigación establecidos en la Ley de Cambio Climático.

b) Fortalecer capacidades institucionales para la generación de información base que permita la elaboración de inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero.

c) Desarrollar sistemas de reporte y verificación de la información.

d) Realizar curvas de abatimiento para orientar la mitigación efectiva de gases de efecto invernadero.

e) Analizar el potencial de mitigación de sectores y cálculo de los costos de abatimiento, incluyendo:

- Diagnóstico del potencial energético de las fuentes de energía renovable no convencional (eólica, solar, mini hidroeléctrica, biomasa).
- Evaluación del potencial de reducción de emisiones por sectores.
- Estimación de los costos marginales de abatimiento de las distintas opciones de mitigación en los diversos sectores, como insumo para establecer y evaluar la secuencia y prioridades de programas y proyectos por sectores.

f) Fortalecer las unidades de cambio climático existentes en las instituciones.

g) Realizar investigaciones sobre los siguientes temas:

- Investigar el stock de carbono en los ecosistemas forestales, así como las capacidades de captura de carbono por especies.
- Apoyar la actualización de información relacionada con tasas de deforestación, áreas deforestadas, áreas degradadas, y uso actual de la tierra.
- Realizar estudios para identificar proyectos que puedan fundamentar acciones de mitigación apropiadas.
- Identificación de las reducciones de emisiones que se podrían realizar de facto y las que podrían ser comercializadas en el mercado de carbono.
- Socializar los planes de acción nacional de mitigación de gases de efecto invernadero. Los planes cuyo desarrollo está pendiente podrían contener muchas de las estrategias que se presentan en los incisos siguientes. 180 Acciones de mitigación apropiadas para cada país (NAMA's, por sus siglas en inglés). 279 K'atun Nuestra Guatemala 2032

h) Realizar ajustes en los marcos legales para la fiscalización de emisiones, los reportes de las empresas y la implementación de pagos por servicios ambientales. Para ello es necesario contar con lo siguiente:

- Normas para el pago por servicios ambientales.
- Fomento de la inversión privada en conservación y uso sostenible de los bosques.
- Establecimiento de parámetros de emisiones de gases de efecto invernadero para su supervisión y fiscalización en los reglamentos de protección ambiental en los sectores productivos.

i) Concertar con los diversos sectores para eliminar incentivos perversos que induzcan o promuevan la deforestación o degradación de ecosistemas forestales.

j) Disminuir la emisión de gases de efecto invernadero ocasionada por el cambio de uso de la tierra y la silvicultura. Considerando que este es uno de los sectores que más emite gases de efecto invernadero y tomando en cuenta las principales causas de la deforestación, se plantean las siguientes líneas:

- Fortalecer los esquemas de incentivos para conservación de bosques naturales con fines de mitigación de gases de efecto invernadero.
 - Articular la implementación de políticas de desarrollo social con acciones para la erradicación de la deforestación ilegal.
- Fortalecer los sistemas de información y control forestal.
- Fortalecer los esfuerzos para la implementación de proyectos de reducción de emisiones por deforestación y degradación de bosques (conocidos como Redd+), considerando los marcos legales y de políticas públicas existentes en el país.
 - Implementar mecanismos eficientes y eficaces para la distribución equitativa de los beneficios y costos asociados con Redd+.
- Incrementar el porcentaje de plantaciones forestales (forestación y reforestación) con especies nativas en zonas consideradas como prioritarias.
- Generar mecanismos de reducción de CO₂ mediante la regeneración natural de masa boscosa en áreas que estaban cubiertas con bosque y dejaron de estarlo.
- Promover proyectos que eviten la deforestación y degradación de los bosques.
- Fortalecer la protección y vigilancia de las áreas protegidas.
- Promover proyectos de mejora de aprovechamiento forestal, incluyendo especies no maderables.

k) Disminuir la emisión de gases de efecto invernadero en el sector agropecuario.

- Establecimiento de sistemas agroforestales.
- Prevenir y reducir los incendios forestales provocados por el ser humano y las quemadas controladas durante la habilitación de tierras de cultivo.
- Prevención y control de la degradación de tierras incentivando la creación de sistemas agroforestales y la regeneración natural de pastizales.
- Mejorar el sistema de alimentación, manejo y productividad del ganado ovino, bovino y camélido.
 - Promover el manejo adecuado del estiércol y otros residuos pecuarios.

l) Disminuir la emisión de gases de efecto invernadero en el sector energía. Las medidas de mitigación deben estar orientadas a la diversificación de la matriz energética, lo cual implica el desarrollo de energías renovables; promover la eficiencia energética en industrias y servicios residenciales; y mejorar la calidad de los combustibles. Para ello, se deberán diseñar e implementar las siguientes estrategias específicas:

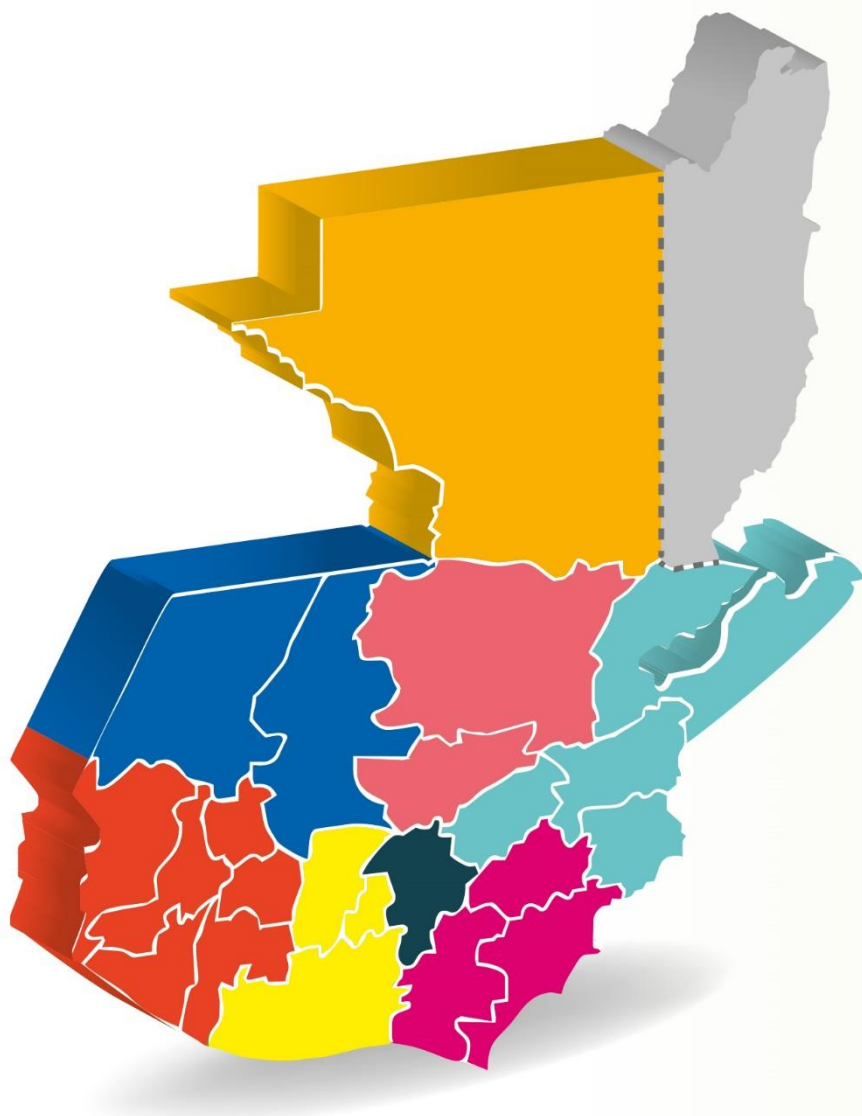
- Implementar incentivos para mejorar la eficiencia en la iluminación del sector residencial, sustituyendo lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes.
- Promover el empleo de estufas ahorradoras de leña y/o cocinas que utilizan biomasa (leña, estiércol animal, carbón vegetal o residuos vegetales), disminuyendo la intensidad de uso de estos elementos.
- Implementar incentivos para la eficiencia en la refrigeración del sector residencial mediante introducción de equipos de nueva tecnología.
- Incrementar el uso residencial de gas natural, reduciendo el uso de fuentes de energía.
- Incrementar el uso de energía solar para el calentamiento de agua.
 - Implementar conexiones de energía eléctrica mediante energías renovables (hidroenergía, energía eólica, solar).
- Conservación de energía en la industria mediante políticas de ahorro.
 - Realizar análisis del consumo energético (análisis costo beneficio) en el alumbrado público e implementar proyectos enfocados a incrementar la eficiencia energética.
 - Realizar reciclajes adecuados de los materiales reemplazados como producto de la implementación de proyectos de eficiencia energética
 - Incremento del uso de gas natural en el sector de transporte. 280 Plan Nacional de Desarrollo

m) Disminuir la emisión de gases de efecto invernadero en el sector transporte. Estas medidas de mitigación deben estar enfocadas, sobre todo, en el control de las emisiones ocasionadas por el transporte terrestre. En tal sentido, estas medidas podrían incluir:

- Creación de incentivos y mecanismos que promuevan la planificación del transporte urbano orientado a la reducción de emisiones y de su impacto.
- Renovación del parque automotor.
- Eficacia de mecanismos de inspección.
- Promoción del uso del gas natural.
- La mejora de la calidad de los combustibles y de la tecnología de los vehículos.
- Ordenamiento del transporte y la circulación terrestre en el nivel nacional.
- Buscar la sinergia entre proyectos, programas, normas y reglamentos, enfocados a la disminución de gases de efecto invernadero y la emisión de gases contaminantes del aire.

n) Disminuir la emisión de gases de efecto invernadero en el sector industrial. En este sector, las medidas de mitigación deben enfocarse en la reducción y/o sustitución del combustible de las plantas de procesamiento, para lo cual se requiere promover mecanismos orientados al uso de tecnologías limpias para la generación de energía de uso industrial.

o) Disminuir la emisión de gases de efecto invernadero en el sector de residuos sólidos y líquidos. Las medidas de mitigación para este lineamiento deben enfocarse en el manejo integrado de los desechos sólidos y líquidos. Estas medidas son estratégicas puesto que pueden incrementar la calidad de vida de poblaciones marginales gracias a la producción de un combustible alterno. En la medida de lo posible, se necesita promover el aprovechamiento de mercados de carbono (voluntario y regulado) en función de su potencial en el país, desarrollando proyectos integrados de manejo con posibilidades de acceso a mercados internacionales a partir de la transformación de los botaderos informales en depósitos manejados, donde se genere electricidad mediante procesamiento, quema o gasificación de desechos.



8 REGIONES DE GUATEMALA

- Metropolitana
- Norte
- Nor-Oriente
- Sur-Oriente
- Central
- Sur-Occidente
- Nor-Occidente
- Petén
- Diferendo Territorial, Insular y Marítimo pendiente de resolver