

©Rainforest Alliance, Inc.

PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

*Diferendo Territorial, Insular y Marítimo pendiente de resolver

CRÉDITOS

Guatemala

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

José Ricardo Gálvez
Rafael Morales
Departamento de la descentralización de la gestión ambiental

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia

Luz Keila Virginia Gramajo Vílchez
Secretaria

Giovanni Velásquez
Delegado departamental Guatemala

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

José Israel Cojom
Consultor departamento Guatemala

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.....	0
2. RESUMEN.....	1
3. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	3
3.1 Etapa de diagnóstico.....	3
3.2 Mapeo de actores.....	4
3.3 Escenarios de cambio climático.....	4
3.4. Diagnóstico departamental de la vulnerabilidad al cambio climático	4
3.5 Marco Estratégico y Operativo.....	5
3.5.1 Proceso de sistematización de información.....	6
3.5.2 Identificación y priorización de acciones de adaptación.....	6
3.5.3 Estimación de metas quinquenales para las estrategias durante el periodo de implementación del plan.....	7
3.5.4 Evaluación de acciones (Impacto, factibilidad y tiempo)	7
3.5.5 Marco programático para el primer quinquenio de implementación del PDACC.....	7
4. EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LOS FENOMENOS ATMOSFÉRICOS RELEVANTES	8
4.1. Variables climatológicas	9
4.1.1. Actualización de información climatológica	9
4.1.2. Amenazas climáticas	10
4.1.3. Capacidad adaptativa.....	13
4.1.4. Evaluación de la Vulnerabilidad al Cambio Climático del Departamento de Guatemala.....	16
4.1.1. Eventos climáticos que han afectado el departamento	17
4. Análisis de los impactos de las amenazas hidrometeorológicas sobre sistemas naturales y socioeconómicos.....	19
5. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA Y NATURAL.....	24
5.1. Características socioeconómicas.....	24
5.1.1. Características Generales	24
5.2. Conformación Geográfica.....	33
5.2.1 Caracterización social de la población y sus actividades	33
5.1.2. Actividades productivas y medios de vida en el departamento de Guatemala ..	38
5.1.3. Recursos naturales y condiciones	43
6. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO	0
Introducción	0
6. Vulnerabilidad específica a nivel de departamento	2
6.1.1. Variación climática en el departamento	2
6.1.2. Exposición climática del departamento de Guatemala.....	6
6.1.3. Sensibilidad climática del departamento.....	28

6.1.4.	Capacidad adaptativa.....	36
6.1.5.	Vulnerabilidad al cambio climático.....	44
6.2.	Elementos estratégicos del desarrollo y su vinculación al cambio climático	46
6.3.	Sistema natural: Bosque	47
6.3.1.	Condición de los atributos clave.....	48
6.3.2.	Condición de vulnerabilidad	48
6.3.3.	Factores contribuyentes de amenaza.....	49
6.3.4.	Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema	50
6.4.	Sistema natural: Recurso hidrológico.....	51
6.4.1.	Condición del atributo clave	51
6.4.2.	Condición de vulnerabilidad	52
6.4.3.	Factores contribuyentes de amenaza.....	52
6.4.4.	Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema	53
6.5.	Sistema socioeconómico: Infraestructura (Vivienda e infraestructura vital)	53
6.5.1.	Condición de los atributos clave.....	54
6.5.2.	Condición de vulnerabilidad	54
6.5.3.	Factores contribuyentes de amenaza.....	55
6.5.4.	Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema	56
6.6.	Sistema socioeconómico: Cultivo de granos básicos (maíz y frijol)	56
6.6.1.	Condición de los atributos clave.....	58
6.6.2.	Condición de vulnerabilidad	58
6.6.3.	Factores contribuyentes de amenaza.....	59
6.6.4.	Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema	59
6.7.	Sistema socioeconómico: Cultivos permanentes (café)	60
6.7.1.	Condición de los atributos clave.....	61
6.7.2.	Condición de vulnerabilidad	61
6.7.3.	Factores contribuyentes de amenaza.....	62
6.7.4.	Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema	63
7.	CONTEXTO LEGAL Y MARCO DE POLÍTICAS PÚBLICAS.....	65
7.1.	Marco internacional y regional de la adaptación al cambio climático.....	65
7.2.	Marco Legal y Político Nacional.....	67
7.3.	Planes Sectoriales sobre Cambio Climático	71
7.4.	Interculturalidad y planificación para la adaptación ante el cambio climático	73
8.	MARCO ESTRATÉGICO DEL PLAN.....	74
8.1.	Consideraciones para la sostenibilidad del Plan de Adaptación Departamental al Cambio Climático	74
8.2.	Visión	79

8.3.	Objetivos	79
8.3.1.	Objetivo General	79
8.3.2.	Objetivos específicos	80
8.4.	Estrategias de adaptación ante el cambio climático	80
8.4.1.	Educación ambiental y cambio climático (adaptación)	80
8.4.2.	Vivienda e infraestructura vital adaptada y resilientes al cambio climático	81
8.4.3.	Producción agrícola resilientes a los efectos adversos del cambio climático.....	83
8.4.4.	Ordenamiento territorial y gestión del riesgo.....	84
8.4.5.	Gestión integral de recursos hídricos	85
8.4.6.	Gestión sostenible de los recursos naturales y biodiversidad	86
8.5.	Propuesta de regionalización de acciones de adaptación	86
9.	MARCO PROGRAMATICO	92
9.1.	Matriz de estrategias y resultados	92
10.	SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN	108
10.1.	Objetivos	108
10.1.1.	Objetivo general.....	108
10.1.2.	Objetivos específicos	109
10.2.	Conceptos básicos de seguimiento y evaluación	109
10.2.1.	Seguimiento de políticas y planes.....	109
10.2.2.	Evaluación de políticas y planes	109
10.2.3.	Tipos de evaluación	109
10.3.	Seguimiento y evaluación del plan departamental de adaptación al cambio climático de Guatemala	110
10.3.1.	Proceso de seguimiento del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático	110
10.3.2.	Seguimiento del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático.....	110
10.3.3.	Seguimiento a las actividades operativas del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático.....	112
10.3.4.	Evaluación del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático	115
10.3.5.	Componentes básicos para orientar el diseño de una evaluación.....	115
11.	BIBLIOGRAFÍA	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Eventos hidrometeorológicos ocurridos en el departamento en el período 1998 - 2020	18
Tabla 2. Incidentes ocurridos en el departamento de Guatemala del 2015 al 2019.....	19
Tabla 3. Número de eventos y cantidad de personas afectadas en el Departamento de Guatemala, periodo 2015-2019.....	19
Tabla 4. Número de eventos de lluvia registrados en el departamento de Guatemala.....	20
Tabla 5. Número de unidades de vivienda e infraestructura vital afectados por las lluvias en el departamento de Guatemala durante el periodo 2018 al 2019.....	20
Tabla 6. Frecuencia relativa mensual del comportamiento de la actividad ciclónica de 1851 a 2020.....	21
Tabla 7. Municipios del departamento de Guatemala.....	25
Tabla 8. Población total por género del departamento de Guatemala.....	27
Tabla 9. Auto identificación por pueblo de pertenencia en el departamento de Guatemala...	30
Tabla 10. Crecimiento y tasa de crecimiento poblacional en el departamento de Guatemala, periodo 2010-2050.....	31
Tabla 11. Municipios del departamento de Guatemala que cuentan con Plan de Desarrollo Municipal.....	32
Tabla 12. Pobreza extrema, pobreza no extrema y no pobreza a nivel nacional y del departamento de Guatemala.....	34
Tabla 13. Desigualdad a través del índice Gini, Atkinson y Theli, a nivel nacional y en el departamento de Guatemala.....	34
Tabla 14. Nivel de Prevalencia de Inseguridad Alimentaria en el Departamento de Guatemala, en el año 2011.....	37
Tabla 15. Evolución del IDH y sus componentes.....	38
Tabla 16. Ecosistemas del departamento de Guatemala, basado en zonas de vida.....	43
Tabla 17. Consumo total de agua por año en las cuencas que conforman la zona metropolitana de Guatemala, según extracción subterránea y agua superficial.....	48
Tabla 18. Tierras forestales de captación, regulación y recarga hídrica.....	52
Tabla 19. Cobertura forestal reportada para Guatemala en los distintos períodos de estudios (en hectáreas).....	53
Tabla 20. Área potencial para la restauración del paisaje forestal en el departamento de Guatemala.....	54
Tabla 21. Categorías de uso de la tierra (nivel 2) en el departamento de Guatemala.....	46
Tabla 22. Elementos estratégicos priorizados para el departamento de Guatemala.....	46
Tabla 23. Relación de incendios forestales y superficie afectada.....	47
Tabla 24. Rendimiento del cultivo de maíz para los municipios del departamento de Guatemala.....	57
Tabla 25. Rendimiento del cultivo de frijol para los municipios del departamento de Guatemala.....	57
Tabla 26. Resumen de atributos clave e indicadores para elementos estratégicos, departamento de Guatemala.....	63
Tabla 27. Matriz de resultados de estrategias del objetivo específico 1.....	92
Tabla 28. Acciones de los resultados de la estrategia 1.....	93
Tabla 29. Matriz de resultados de estrategias del objetivo específico 2.....	94
Tabla 33. Acciones de los resultados de la estrategia 2.....	95
Tabla 29. Matriz de resultados de estrategias del objetivo específico 3.....	97
Tabla 34. Acciones de los resultados de la estrategia 3.....	98
Tabla 30. Matriz de resultados de estrategias del objetivo específico 4.....	100
Tabla 35. Acciones de los resultados de la estrategia 4.....	100
Tabla 31. Matriz de resultados de estrategias del objetivo específico 5.....	101
Tabla 36. Acciones de los resultados de la estrategia 5.....	103
Tabla 37. Acciones de los resultados de la estrategia 6.....	106

Tabla 38. Matriz para seguimiento de indicadores.....	111
Tabla 39. Matriz de Planificación operativa.....	113
Tabla 40. Tablero de mando mensual.....	113
Tabla 41. Seguimiento a la planificación operativa en el corto plazo, mediano plazo y largo plazo.....	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de regiones climáticas de Guatemala.....	17
Figura 2. Cantidad de personas afectadas en el Departamento de Guatemala, periodo 2015-2019.	20
Figura 3. Frecuencia de ciclones tropicales de 1850 a 2020.....	21
Figura 4. Mapa de frecuencia de ciclones tropicales de 1850 a 2020.....	22
Figura 5. Comportamiento de los ciclones tropicales en el Océano Pacífico para el periodo 1950 a 2020.....	22
Figura 6. Comportamiento de los ciclones tropicales en el Océano Atlántico para el periodo 1950 a 2020.....	23
Figura 7. Comportamiento de la anomalía de temperatura promedio anual de la región Niño 3.4 para el periodo 1950 a 2020.....	23
Figura 8. Mapa del departamento de Guatemala.....	24
Figura 9. Población total por grupos de edad, departamento de Guatemala.....	28
Figura 10. Porcentaje de población urbana y rural, departamento de Guatemala.....	28
Figura 11. Distribución de la población por sexo por municipio, departamento de Guatemala.....	29
Figura 12. Distribución de la población índice de dependencia demográfica por municipio, departamento de Guatemala.....	30
Figura 13. Distribución de la población por pueblo de pertenencia a nivel municipal, departamento de Guatemala.....	31
Figura 14. Crecimiento poblacional para el periodo 2010-2050 de los municipios del departamento de Guatemala.....	32
Figura 15. Distribución de la población alfabeta por municipio, departamento de Guatemala.....	35
Figura 16. Índice de analfabetismo en el departamento de Guatemala, periodo 2009-2013.....	35
Figura 17. Mapa del índice de analfabetismo del departamento de Guatemala, año 2013.....	36
Figura 18. Mapa de ecosistemas naturales del departamento de Guatemala.....	45
Figura 19. Mapa de zona metropolitana de Guatemala.....	46
Figura 20. Principales usos del agua subterránea en las cuencas de la metrópoli del departamento de Guatemala.....	49
Figura 21. Principal proveedor de agua en los municipios de la zona metropolitana.....	50
Figura 22. Zonas prioritarias de reforestación, del departamento de Guatemala.....	51
Figura 23. Mapa departamental de tierras forestales de captación, regulación y recarga hídrica.....	52
Figura 24. Mapa de cobertura forestal, del departamento de Guatemala.....	53
Figura 25. Mapa de oportunidades para la restauración del paisaje forestal del departamento de Guatemala.....	54
Figura 26. Mapa de precipitación actual (mm) anual del departamento de Guatemala, con base al registro histórico de dicha variable.....	2
Figura 27. Mapa de precipitación futura (mm) promediado al año 2050 del departamento de Guatemala, con base predicción del modelo para el escenario RCP 8.5.....	3
Figura 28. Mapa de precipitación (mm) mensual para el año 2050, escenario RCP 8.5, del departamento de Guatemala.....	3
Figura 29. Mapa de temperatura anual media en el departamento de Guatemala.....	4
Figura 30. Mapa departamental de temperatura anual media en el departamento de Guatemala, escenario de cambio climático RCP_8.5 - Periodo 2040-2069.....	5

Figura 31. Mapa nacional de amenaza actual de inundaciones.....	6
Figura 32. Mapa nacional de amenaza de inundaciones, Escenario de cambio climático RDP_8.5, periodo 2040-2050	7
Figura 33. Mapa departamental de amenaza de Sequía meteorológica	8
Figura 34. Mapa de amenaza de Sequía a nivel nacional, Escenario de cambio climático RDP_8.5, periodo 2040-2069	9
Figura 35. Mapa nacional de amenaza actual de Sequía meteorológica	10
Figura 36. Mapa de amenaza de Sequía a nivel nacional, Escenario de cambio climático RDP_8.5, periodo 2040-2069	11
Figura 37. Mapa nacional de amenaza de incendios forestales	12
Figura 38. Mapa de amenaza de incendios forestales nacional, Escenario de cambio climático RDP_8.5, periodo 2040-2050	13
Figura 39. Mapa departamental de amenaza de eventos de olas de calor.....	14
Figura 40. Mapa nacional de amenaza actual de eventos de olas de calor.....	15
Figura 41. Mapa departamental de amenaza por olas de calor, Escenario de cambio climático RDP_8.5, periodo 2040-2050	16
Figura 42. Mapa nacional de amenaza por olas de calor, Escenario de cambio climático RDP_8.5, periodo 2040-2050	17
Figura 43. Mapa departamental de amenaza actual de extremos de lluvia	18
Figura 44. Mapa nacional de amenaza actual de extremos de lluvia.....	19
Figura 45. Mapa departamental de amenaza de extremos de lluvia, Escenario de cambio climático RDP_8.5, periodo 2040-2069	20
Figura 46. Amenaza de extremos de lluvia a nivel nacional, Escenario de cambio climático RDP_8.5, periodo 2040-2050	21
Figura 47. Mapa nacional de Amenaza actual por ciclones tropicales	22
Figura 48. Mapa de Amenaza de ciclones tropicales a nivel nacional, Escenario de cambio climático RDP_8.5, periodo 2040-2050	23
Figura 49. Mapa nacional de Amenaza por deslizamiento de tierras	24
Figura 50. Mapa nacional de deslizamiento de tierras a nivel nacional, Escenario de cambio climático RDP_8.5, periodo 2040-2050	25
Figura 51. Mapa de Índice de exposición climática actual.....	26
Figura 52. Mapa de Índice de exposicion futura. P ROyeccion al 2050	27
Figura 53. Mapa de rendimiento histórico por departamento del cultivo de maíz	28
Figura 54. Mapa de rendimiento por departamento del cultivo de maíz, proyección 2050	29
Figura 55. Mapa de rendimiento histórico por departamento del cultivo de frijol.....	30
Figura 56. Mapa de rendimiento por departamento del cultivo de frijol, proyección 2050	31
Figura 57. Mapa de Índice de escasez hídrica por departamento	32
Figura 58. Mapa de Índice de escasez hídrica por departamento, proyección 2050, escenario de cambio climático RCP_8.5	33
Figura 59. Mapa de sensibilidad hídrica actual por departamento	34
Figura 60. Mapa de Índice de sensibilidad hídrica por departamento, proyección 2050, escenario de cambio climático RCP_8.5	35
Figura 61. Mapa de pobreza extrema a nivel departamental	36
Figura 62. Mapa departamental de participación ciudadana.....	37
Figura 63. Mapa de analfabetismo en mujeres mayores de 15 años en los distintos departamentos de Guatemala	38
Figura 64. Mapa de acceso a agua. Hogares con tubería de agua en la vivienda a nivel departamental	39
Figura 65. Mapa de saneamiento, hogares que queman su basura a nivel departamental	40
Figura 66. Mapa de servicios ecosistémicos; cobertura forestal a nivel departamental	41
Figura 67. Mapa de hogares con más de tres personas por dormitorio en el departamento de Guatemala.....	42

Figura 68. Mapa de índice de capacidad adaptativa a nivel de departamento.....	43
Figura 69, Mapa nacional de Índice de Vulnerabilidad a nivel de departamento.....	44
Figura 70. Mapa nacional de índice de vulnerabilidad al cambio climático a nivel de departamento, para el periodo 2040-2069, de acuerdo con el escenario de cambio climático RCP_8.5	45
Figura 71. Relación de incendios forestales y superficie afectada en hectáreas.....	49
Figura 73. Rendimiento multianual del cultivo de café departamento de Guatemala.	61
Figura 74. Elementos de política y planes sujetos a seguimiento.....	109

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 Guatemala, parte de las amenazas y retos que enfrenta el departamento mientras identifica 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, se 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 presente Plan de Adaptación al Cambio Climático para el Departamento de Guatemala, 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), busca operativizar a escala departamental las directrices de políticas nacionales sobre adaptación del 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 *Marco Estratégico* y b) *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 Guatemala, 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 de Guatemala 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 es la delimitación político-administrativo 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 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 de Guatemala 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. Diagnóstico 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 evaluar el nivel de vulnerabilidad, basado en criterios facilitados por estándares abiertos, en consideración con los ajustes metodológicos para la planificación de la adaptación al cambio climático.

Para evaluar 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, así como los informes realizados por el INSIVUMEH. 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 para el desarrollo del departamento, 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 estratégicos que fueron presentados, discutidos y validados con actores clave e informantes clave, para definir un listado de elementos estratégicos para los que se debe gestionar su adaptación al cambio climático, en tanto, medios de vida de la población.

Los criterios 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.

En consecuencia, inicialmente se realizó un análisis de los principales instrumentos normativos y políticos sobre cambio climático a nivel internacional, nacional y departamental, como 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, dentro de los cuales se encuentra el Plan de Adaptación al Cambio Climático, como referencia de las acciones de adaptación a corto, medio y largo plazo. 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.

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 operativa para el primer quinquenio, iniciando a partir del año 2022, en éste se proponen las acciones, la meta y el indicador, además, 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 todo el mundo 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, situación que expone a 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. Depende 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)¹. 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)²

El primer paso para realizar dichas evaluaciones fue identificar los niveles de exposición a eventos climáticos, así como las amenazas que se generan a partir de éstos. Este proceso se realizó tanto para condiciones actuales, como para aquellas derivadas de los efectos del cambio climático en los próximos 30 años. Posteriormente se evaluaron 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 se evaluó a partir de elementos sociales, ecológicos y económicos. Todas estas variables se evaluaron tanto a nivel individual como de manera integrada, considerando indicadores

1 Oppenheimer, M., M. Campos, Warren, J. Birkmann, G. Luber, B. O'Neill, and K. Takahashi, 2014: Emergent risks and key vulnerabilities. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L. L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1039-1099

2 Carrera, J. L. (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

específicos (ej.: índice de exposición a inundaciones) e indicadores integrados (ej.: índice de exposición climática).

El presente documento presenta los resultados del análisis que parte desde las variables climatológicas, como una base para el modelado de amenazas climáticas, pasando por los niveles de exposición, los insumos que permiten estimar la sensibilidad del sistema, las condiciones que favorecen el desarrollo de la resiliencia, todos los indicadores se integraron para contar con un índice de vulnerabilidad al cambio climático.

4.1. Variables climatológicas

4.1.1. Actualización de información climatológica

Se generaron modelos espaciales sobre variables meteorológicas como precipitación, temperaturas máximas, mínimas y medias. La información fue 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 diferentes escenarios. En la mayoría de éstos 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 radiativo, 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 como base 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, 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 es a la 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 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 y la zona norte de Petén se verían afectadas 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 con 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, éstos 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.

Sensibilidad climática

Para evaluar la sensibilidad climática se consideraron los aspectos de productividad agrícola y 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, 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.

4.1.3. 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 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 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 ciudadana 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 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 laboral

El índice de ocupación laboral fue considerado para evaluar la capacidad de adaptación de la población, 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 es muy general y subjetiva porque no presenta detalle sobre el tipo de ocupación 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.

4.1.4. Evaluación de la Vulnerabilidad al Cambio Climático del Departamento de Guatemala

Durante el proceso de construcción del presente plan de adaptación, ha sido determinante el análisis de los fenómenos atmosféricos vinculados al cambio climático y los efectos adversos de éstos, desde una perspectiva regional, para una mejor comprensión de la dinámica a nivel local, y con ello, planificar las medidas que permitan prepararnos para el futuro. Las variables climáticas se centran en la dinámica de la temperatura y su efecto en la dinámica de la precipitación.

Las características topográficas y la posición geográfica de Guatemala, hacen que posea naturalmente gran cantidad de microclimas y alta variabilidad climática. Sin embargo, esa variabilidad ha aumentado en los últimos , debido a que el país es afectado constantemente por eventos climáticos extremos, como sequías y huracanes, incrementados a causa de los efectos del cambio climático. La economía del país depende en gran parte del sector agrícola, uno de los sectores más afectados por la variabilidad climática, si se toma en cuenta que cada vez es menos predecible el inicio y fin de la temporada lluviosa. Esto es el reflejo de las alteraciones en la precipitación que, incluso, han modificado los periodos de cosecha y siembra; poniendo en riesgo la seguridad alimentaria del 52 % de la población rural que depende de los cultivos de maíz y frijol, dos de los sistemas más sensibles a la variabilidad climática, ahora más propensos a plagas y enfermedades por el aumento de la temperatura. Ante esta variabilidad, es de suma importancia la implementación de medidas de adaptación frente al posible aumento de eventos hidrometeorológicos extremos debido al cambio climático, según los escenarios a futuro, para que no afecten tan fuertemente la economía ni pongan en riesgo constante la seguridad alimentaria. (CGIAR, 2015. citado por Alfaro Marroquín, G., & Gómez, R., 2019).

De acuerdo con el INSIVUMEH 2015; el departamento de Guatemala se encuentra en la región climática "Altiplano Central", la cual comprende parte de región centro occidental del país, que tiene la característica de ser montañosa. Tiene altitudes que oscilan entre 2500 y 3500 msnm. Estos accidentes geográficos generan una gran diversidad de microclimas. Las lluvias son de baja a media intensidad, los registros más altos se obtienen de mayo a octubre; en los meses restantes se pueden dar registros deficitarios. El promedio de lluvia anual de esta región varía de 900 a 1200 mm. En cuanto a la temperatura, principalmente en las partes más altas se registran los niveles más bajos del país. Existen climas que varían de templados y semifríos con invierno benigno, de carácter húmedo y semiseco con invierno seco. En esta región hay una franja donde se encuentran las menores altitudes (dentro del altiplano) y define un eje de simetría entre los climas de la región norte y sur del país. Se registran las temperaturas más altas del altiplano y las precipitaciones son deficitarias en alguna época del año.

Figura 1. Mapa de regiones climáticas de Guatemala



Fuente: Perspectiva Climática Mensual, INSIVUMEH. 2021

4.1.1. Eventos climáticos que han afectado el departamento

De acuerdo con el INSIVUMEH (2017), una de las principales fuentes de variabilidad climática interanual a gran escala es el fenómeno océano - atmosférico ENOS (El Niño-Oscilación del Sur). Este fenómeno tiene incidencia directa en el clima en el país, donde también se ha asociado a una mayor manifestación de frentes fríos, aumento del número de huracanes en el Pacífico mientras que disminuyen en el Atlántico, Caribe y Golfo de México.

En general hay una disminución de las lluvias en la parte nororiente y meseta central del país, mientras el déficit de lluvias se presenta en la última semana del mes de junio y principios de julio, presentándose como una canícula prolongada hacia la primera quincena del mes de julio y agosto. Los departamentos más afectados por este fenómeno son; Jutiapa, Jalapa, Zacapa, Chiquimula, El Progreso, Guatemala, Chimaltenango y Huehuetenango y Quetzaltenango.

El fenómeno del Niño en los períodos 1997-1998 y 2014-2015 fue muy intenso, en estos períodos se registró un déficit de la lluvia en los departamentos antes mencionados, registrándose de 40 a 45 días sin lluvia. Aunque para el período 2014-2015 también influyó el enfriamiento en el Atlántico tropical y la aceleración de los vientos alisios, provocando una temporada baja de huracanes. Este conjunto de fenómenos para Guatemala representó anomalías positivas de 0.3 a 0.5 grados Celsius en el océano Pacífico, reflejando disminución de lluvias que coincidieron con la canícula. (INSIVUMEH, 2017).

Tabla 1. Eventos hidrometeorológicos ocurridos en el departamento en el período 1998 - 2020

Año	Evento hidrometeorológico	Impactos
1998	Huracán Mitch	Se estimó que entre el 50% y el 60% de las pérdidas económicas ocurrieron a causa de diseños y construcciones inapropiadas en las obras de infraestructura. Se registraron pérdidas a nivel nacional por un total de (Valor actual 2021) \$1,207.90
2005	Tormenta tropical Stan	Se registraron pérdidas a nivel nacional por un total de (Valor actual 2021) \$1,352.27
2008	Tormenta tropical 16-E	Se registraron pérdidas a nivel nacional por un total de (Valor actual 2021) \$57.05
2010	Tormenta tropical Agatha	Se registraron pérdidas a nivel nacional por un total de (Valor actual 2021) \$1,184.47
2010	Depresiones y tormentas post Agatha	Se registraron pérdidas a nivel nacional por un total de (Valor actual 2021) \$688.34
2011	Tormenta tropical 12-E	Se registraron pérdidas a nivel nacional por un total de (Valor actual 2021) \$414.86
2020	Tormenta tropicales Eta y Iota	Uno de los sectores más afectados fue el de infraestructura y vivienda; El subsector más afectado fue transporte en el que ocurrieron el 93% de los daños. Se registraron pérdidas a nivel nacional por un total de (Valor actual 2021) \$ 786.06

Fuente: elaboración propia

A continuación, se presenta y discute sobre los eventos reportados en las Memorias de Labores de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres de Origen Natural o Provocado (CONRED), en los cuales se detallan los registros institucionales de atención a eventos ocurridos y atendidos durante el período 2015 al 2019, estadísticas que corresponden principalmente al número de personas involucradas por incidentes y el reporte de daños causados en términos de Infraestructura del país.

Los eventos registrados en estas memorias corresponden al siguiente listado:

Asociados al Cambio Climático

- Materiales peligrosos
- Frente frío
- Fuertes vientos
- Granizada
- Incendio
- Interrupción de servicio
- Lluvias

Naturales y antropogénicas

- Movimiento de masa
- Sismo
- Vulcanismo
- Accidente
- Concentraciones masivas
- Contaminación

A continuación, en la tabla 2 se presenta un resumen de los eventos reportados en las memorias de labores correspondientes al periodo 2015-2019; durante el cual se registraron un total de 4,754 eventos a nivel nacional de los cuales el 10% se desarrollaron en el departamento de Guatemala.

Tabla 2. Incidentes ocurridos en el departamento de Guatemala del 2015 al 2019

Año	# eventos en el Departamento	# eventos a nivel nacional	%	Puesto según # eventos
2015	137	797	17	1
2016	79	463	17	1
2017	59	2187	3	13
2018	111	796	14	1
2019	80	511	16	1
Total del periodo	466	4754	10	

Fuente: elaboración propia, con base a las estadísticas del SISMICEDE, Sistema de Manejo de Información de los Incidentes ocurridos reportados en las memorias anuales de labores para el periodo 2015 al 2019

No está de más destacar que la columna de *puesto según número de eventos*, hace referencia al lugar que ocupó el departamento respecto al resto del país, llamando la atención que, a excepción del año 2017, el departamento de Guatemala ocupó el primer lugar con relación al número de eventos a nivel nacional.

4. Análisis de los impactos de las amenazas hidrometeorológicas sobre sistemas naturales y socioeconómicos.

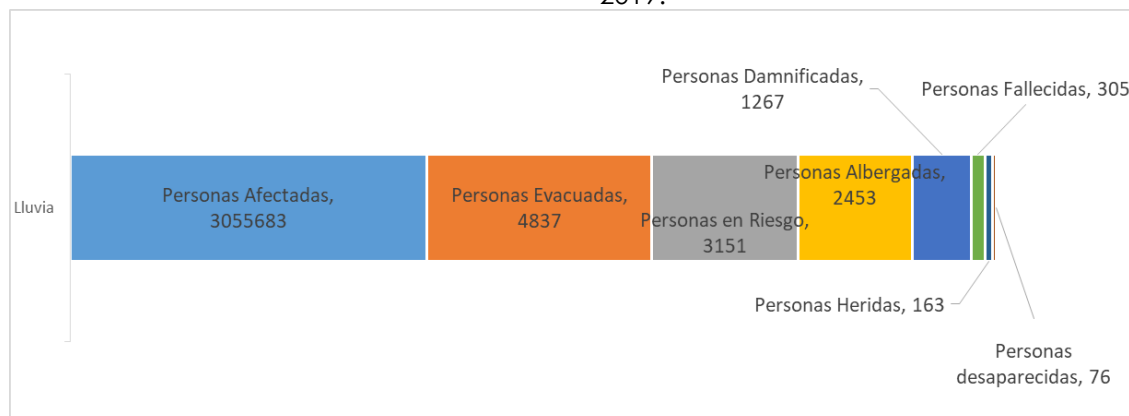
Según datos del SISMICEDE, para el período 2015-2019, en el departamento de Guatemala existen un total de 3,151 personas en riesgo. Diversos eventos meteorológicos han afectado a un total de 3,055,683 personas durante este período, un total de 1,267 personas damnificadas, evidenciando la magnitud de los impactos de la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos (ver tabla 3 para más detalles).

Tabla 3. Número de eventos y cantidad de personas afectadas en el Departamento de Guatemala, periodo 2015-2019.

Año	P. R.	P. A.	P. DA.	P. E.	P. AL.	P. DE.	P. H.	P. F.
2015	1244	1,179,722	538	1948	791	70	65	281
2016	580	171,319	198	794	502	5	23	21
2017	1,039	27,011	190	865	231	0	30	
2018	89	1,468,667	159	363	321	0	34	
2019	199	208,964	182	867	608	1	11	3
Total	3,151	3,055,683	1,267	4,837	2,453	76	163	305

**P. R. Personas en Riesgo; P. A. Personas Afectadas; P. DA. Personas Damnificadas; P. E. Personas Evacuadas; P. AL. Personas Albergadas; P. DE. Personas desaparecidas; y P. H. Personas Heridas.
Fuente: elaboración propia, con base a las estadísticas del SISMICEDE, Sistema de Manejo de Información de los Incidentes ocurridos reportados en las memorias anuales de labores para el periodo 2015 al 2019

Figura 2. Cantidad de personas afectadas en el Departamento de Guatemala, periodo 2015-2019.



Del listado de eventos reportados, el de mayor importancia por el número de eventos registrados a nivel nacional corresponde al de las lluvias, que representan el 60% del total de eventos registrados en el departamento. Las siguientes tablas detallan los impactos de lluvias en el departamento a nivel de personas y de la infraestructura.

Tabla 4. Número de eventos de lluvia registrados en el departamento de Guatemala

Año	# EVENTOS	P. R.	P. A.	P.DA.	P. E.	P.AL.	P.DE.	P.H.	PF
2018	62	65	286,418	144	276	68	-	-	
2017	30	80	1,208	72	199	10	0	3	3
2016	41	253	130,908	125	323	219	0	5	11
2015	83	1244	225,472	530	1089	766	70	37	281
2019	65	179	181,825	174	619	209	1	6	3

**P. R. Personas en Riesgo; P. A. Personas Afectadas; P. DA. Personas Damnificadas; P. E. Personas Evacuadas; P. AL. Personas Albergadas; P. DE. Personas desaparecidas; y P. H. Personas Heridas. Fuente: elaboración propia, con base a las estadísticas del SISMICEDE, Sistema de Manejo de Información de los Incidentes ocurridos reportados en las memorias anuales de labores para el periodo 2015 al 2019

Tabla 5. Número de unidades de vivienda e infraestructura vital afectados por las lluvias en el departamento de Guatemala durante el periodo 2018 al 2019

Año	Vivienda				Infraestructura					
					Carreteras		Puentes		Escuelas	
	V.R.	V.L.	V.M.	V.S.	I.C.A.	I.C.D.	I.P.A.	I.P.D.	I.E.A.	I.E.D.
2018	25	90	53	1	25	0	1	1	1	0
2017	14	49	19	4	9	0	0	0	0	0
2016	43	90	5	30	11	2	1	0	0	0
2015	277	209	113	103	27	0	1	0	16	0
2019	20	56	91	27	21	0	0	0	1	0

** V. R. Viviendas en riesgo; V. L. Viviendas con daños leves; V. M. Viviendas con daños moderados; V. S. Viviendas con daños severos; I. C. A. Infraestructura carretera afectada; I.C.D. Infraestructura carretera destruida; I. P.A. Infraestructura puente afectado; I. P. D. Infraestructura Puente destruido; I. E. A. Infraestructura escuela afectada; I. E. D. Infraestructura Escuela Destruida. Fuente: elaboración propia, con base a las estadísticas del SISMICEDE, Sistema de Manejo de Información de los Incidentes ocurridos reportados en las memorias anuales de labores para el periodo 2015 al 2019

Efectos de ciclones tropicales: huracanes y tormentas

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 temporadas de formación de estos ciclones en el océano Pacífico son de Mayo a octubre, el ciclo de vida de los ciclones tropicales es variable; pero la mayor parte de su tiempo de vida la pasan sobre los océanos, esto se debe a que es sobre los océanos donde se producen los principales transportes de calor (latente y sensible), que alimentan a estas perturbaciones atmosféricas; por el contrario, sobre las regiones continentales ceden gran parte de su energía al suelo, ya sea en forma de lluvia o por fricción, por lo que son rápidamente disipados.

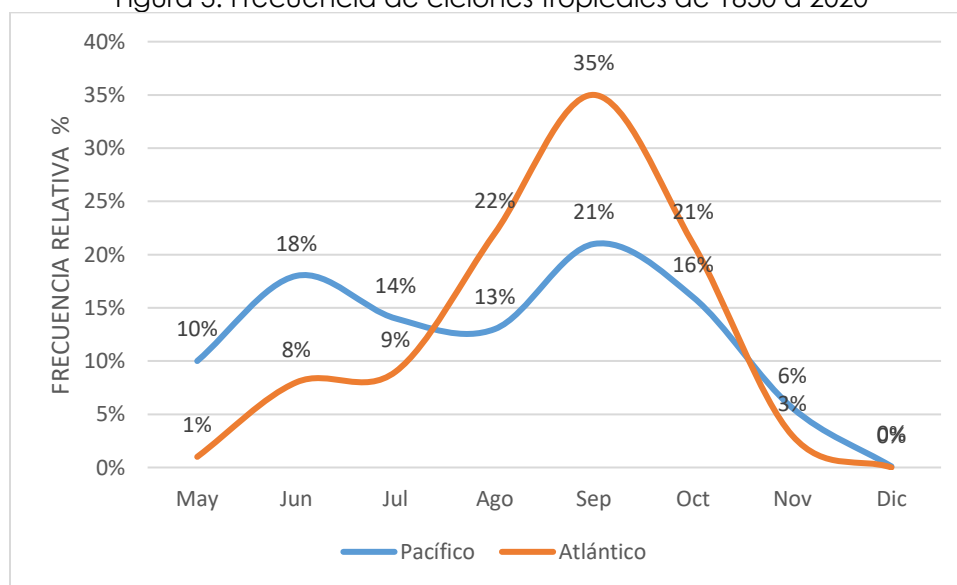
La información sobre la trayectoria de los ciclones tropicales se obtuvo de las bases de datos de la NOAA a través de INSIVUMEH (2020), al analizar la información, se determinaron cambios en la génesis de los ciclones tropicales. Por lo general, los del Océano Pacífico se formaban en una latitud cercana a la costa de México, con trayectoria hacia el norte, pero en los últimos años se han desarrollado cerca de la Frontera de México y Guatemala, como fue el caso de Andrés (1997), Adrián (2005), Bárbara (2007), Agatha (2010), 12-E (2011) y Amanda (2020), lo que aumenta la amenaza ante este fenómeno en las costas del Pacífico. En el Cuadro 8 y Figura 7 se observa su frecuencia y se presentan en la Figura 7, los trayectos en una escala de color que representa el número de ciclones tropicales que han pasado por un punto determinado.

Tabla 6. Frecuencia relativa mensual del comportamiento de la actividad ciclónica de 1851 a 2020

Océano	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Pacífico	0.1	0.18	0.14	0.13	0.21	0.16	0.056	0.001
Atlántico	0.01	0.08	0.09	0.22	0.35	0.21	0.03	0

Fuente: MARN, RA. 2021. Con base a Hurricane Center NOAA, 2020

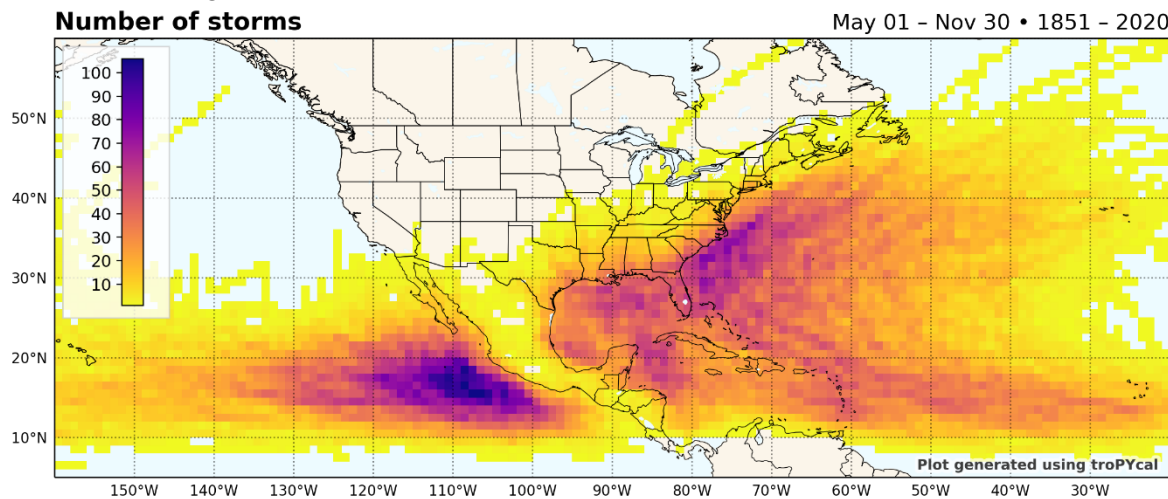
Figura 3. Frecuencia de ciclones tropicales de 1850 a 2020



Fuente: MARN, RA. 2021. Con base a Hurricane Center NOAA, 2021

Se puede observar en la Figura 9 que en promedio el 35% de los ciclones tropicales de la cuenca del Atlántico ocurren en el mes de septiembre, en el Pacífico ese mismo mes representa un 21%.

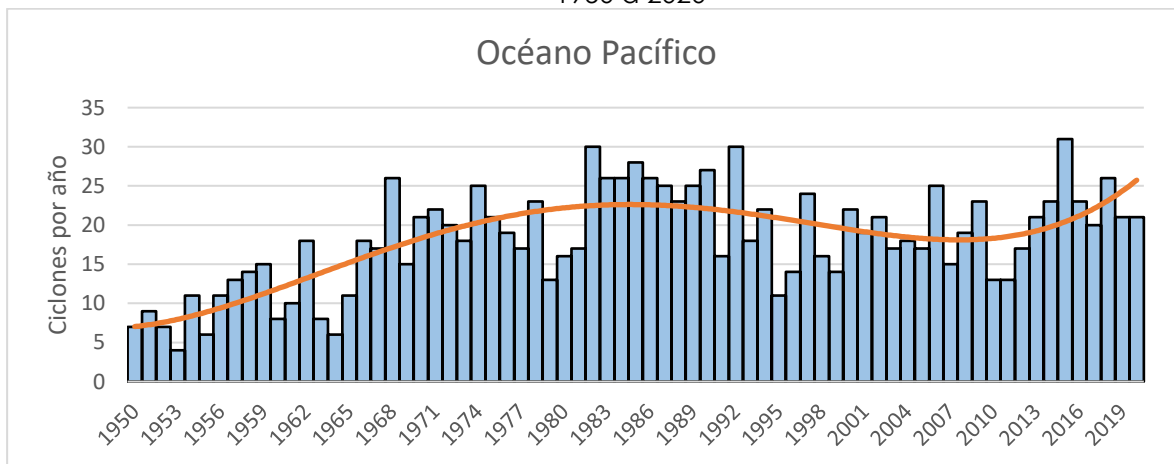
Figura 4. Mapa de frecuencia de ciclones tropicales de 1850 a 2020



Fuente: MARN, RA. 2021. Con base a datos del Hurricane Center, 2020

En la Figura 10, se presentan los ciclones tropicales ocurridos en cada año desde 1950 a el año 2020 en las cuencas del Pacífico y Atlántico respectivamente. La Figura y 13 presentan las anomalías de temperatura de la región 3.5 del El Niño por año. Observando las tres figuras se puede decir en temarios generales que los ciclones tropicales tienden a aumentar bajo condiciones del fenómeno de El Niño Oscilación Sur en fase positiva (Niños), y bajo la influencia de la fase negativa (Niñas) la cantidad de ciclones tropicales tiende a disminuir por lo que la amenaza tiende a bajar bajo estas circunstancias.

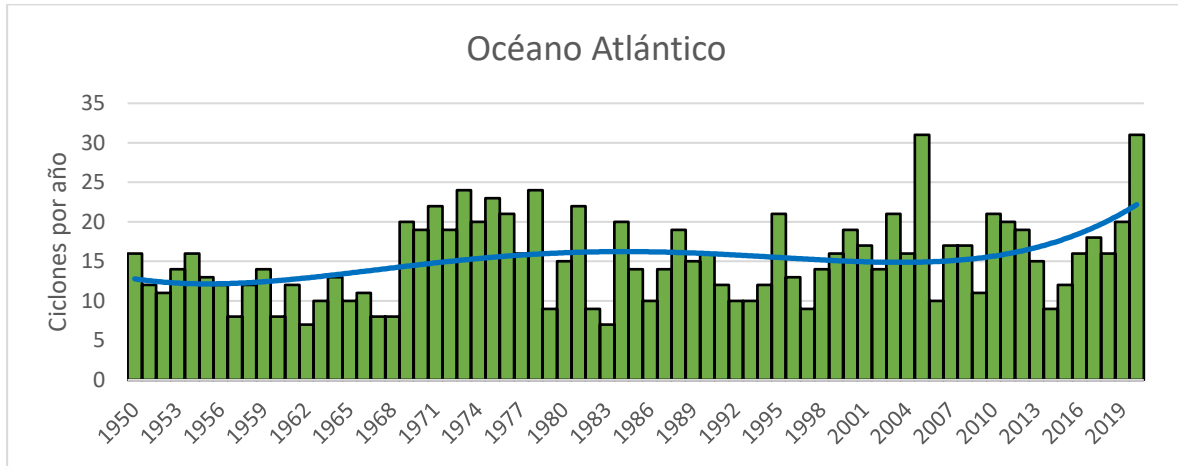
Figura 5. Comportamiento de los ciclones tropicales en el Océano Pacífico para el periodo 1950 a 2020



Fuente: MARN, RA. 2021. Con base a datos de NOAA, 2021

La línea suavizada de tenencia, muestra que la actividad ciclónica en el Pacífico ha sido baja en el inicio del periodo, para luego aumentar a lo largo del tiempo, para la parte final se nota una leve tendencia al aumento, posiblemente por la influencia del cambio climático. Ver figura 11.

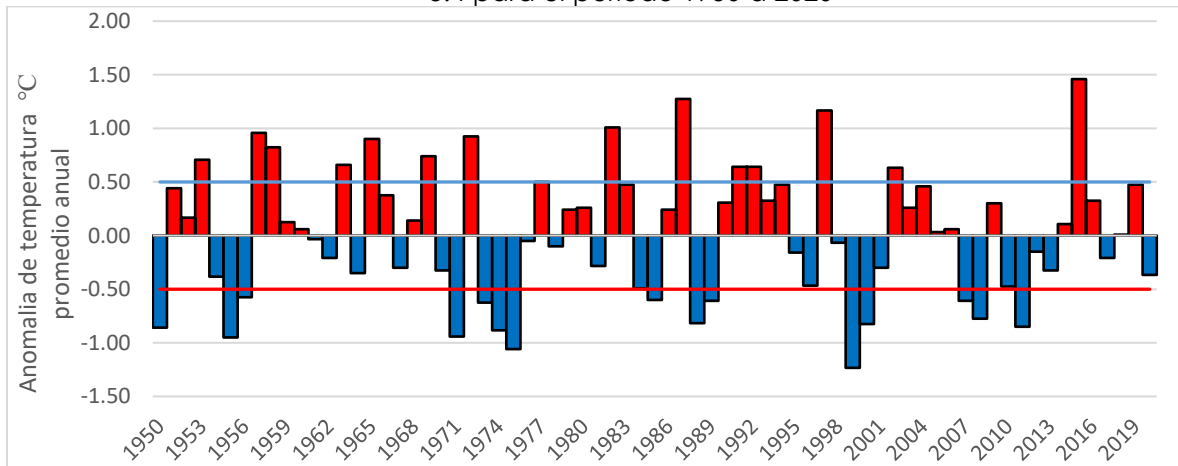
Figura 6. Comportamiento de los ciclones tropicales en el Océano Atlántico para el periodo 1950 a 2020



Fuente: MARN, RA. 2021. Con base a datos de NOAA, 2021

En el Océano Atlántico la actividad ciclónica ha sido relativamente activa desde el inicio del periodo de registro, pero se nota una tendencia al aumento en los últimos años, como lo muestra la línea suavizada en la figura 12, al igual que en el océano Pacífico se estima que este comportamiento pueda ser influenciado por el cambio climático.

Figura 7. Comportamiento de la anomalía de temperatura promedio anual de la región Niño 3.4 para el periodo 1950 a 2020



Fuente: MARN, RA. 2021. Con base a datos de NOAA, 2021

Las barras rojas representan una anomalía positiva de la temperatura de la región 3.4 del fenómeno de “El Niño” y las azules una anomalía negativa; la línea celeste con valor de 0.5 grados, representa que cuando esta se supera se está bajo el fenómeno de “El Niño” y la línea roja negativa representa que cuando la temperatura es más baja de -0.5 se está bajo el fenómeno de “La Niña”.

5. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA Y NATURAL

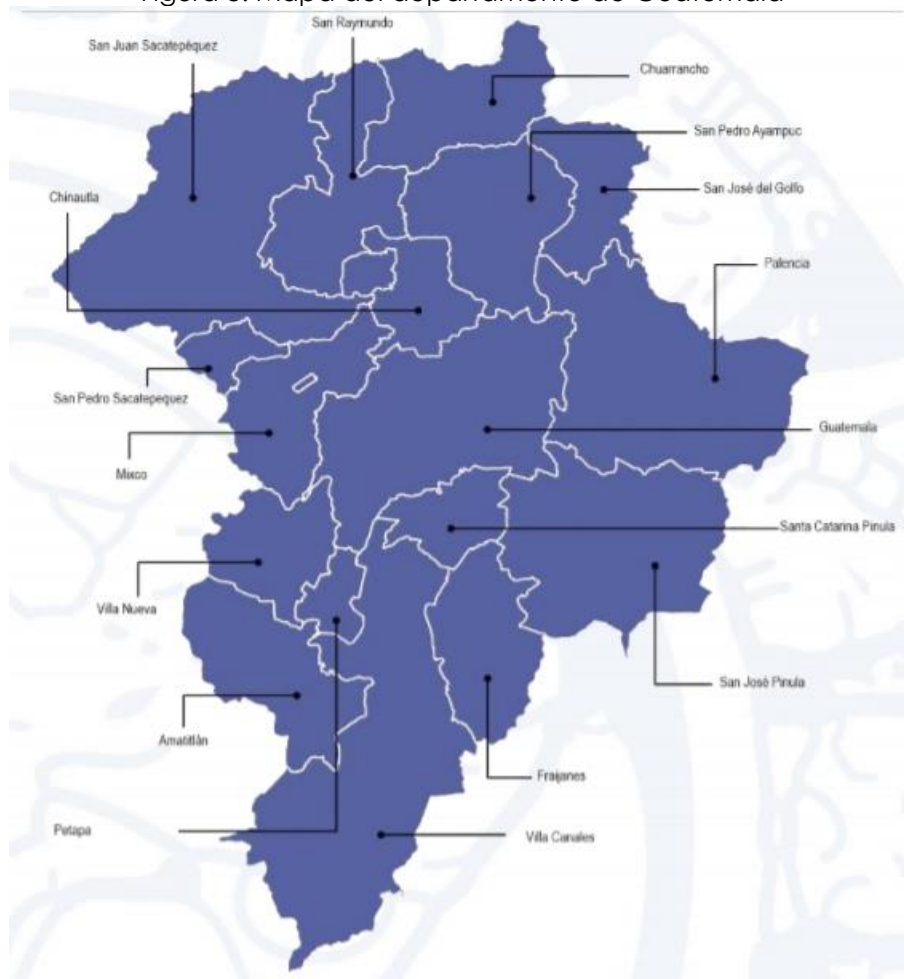
5.1. Características socioeconómicas

5.1.1. Características Generales

Ubicación geográfica

El departamento de Guatemala se ubica en el centro del país. Limita con los departamentos de El Quiché y Baja Verapaz al norte, con el departamento de El Progreso al noreste, con Jalapa al este, con el departamento de Santa Rosa al sureste, al oeste con los departamentos de Sacatepéquez y Escuintla y al noroeste con Chimaltenango.

Figura 8. Mapa del departamento de Guatemala



Fuente: INE, 2013.

Conformación política administrativa

Fundado el 4 de noviembre de 1825 por la primera Asamblea Constituyente, dividida administrativamente en 17 municipios (ver Figura 2), con un área total de 2253 km², que representan el 1.95% del territorio, ocupando el puesto número 14 en superficie a nivel nacional.

Tabla 7. Municipios del departamento de Guatemala.

Municipio	Superficie km²	%
Villa Canales	230	10.52
San Juan Sacatepéquez	212	9.70
San José Pinula	210	9.61
Amatitlán	194	8.87
Palencia	187	8.55
Guatemala	180	8.23
San Pedro Sacatepéquez	148	6.77
Mixco	132	6.04
Villa Nueva	114	5.22
Churranchó	98	4.48
Fraijanes	95	4.35
San José del Golfo	84	3.84
Chinautla	80	3.66
San Raymundo	79	3.61
San Pedro Ayampuc	73	3.34
Santa Catarina Pinula	50	2.29
San Miguel Petapa	20	0.91

Fuente: SEGEPLAN

Reseña histórica del departamento

De acuerdo con el Informe Final sobre el plan de zonificación primaria para definir la reserva territorial ecológica en la ciudad de Guatemala (USAC, 2009); el imperio español implantó en los territorios conquistados y colonizados el modelo romano de ciudad, a través de las leyes nuevas. Normó y condicionó, no solo el uso del suelo, sino el crecimiento futuro de la ciudad con normas jurídicas implementadas por medio de registros de la propiedad (censos enfiteúticos) e incluso planes urbanos.

Es hasta mitad del siglo XX, cuando aparece la planificación urbana como tal, con su aspecto jurídico y legal integrado al territorio y al crecimiento urbano, su primer propósito fue reconstruir la ciudad de Moscú, después de la segunda guerra mundial.

En relación con lo anterior, la planificación urbana se desarrolló en muchos países, bajo dos condicionantes, los cuales al ser llevadas a la práctica determinaron en muchos casos, la imposibilidad de aplicación. Como las propiedades de la tierra estaban en manos del Estado o de entes privados, se generó una situación irreconciliable de los intereses sociales en el espacio urbano. Ante tales obstáculos la planificación urbana, fue modificada en la mayoría de los países como plan urbano o de urbanización y planes sectoriales para ordenar algunos satisfactores urbanos para su tener aplicación.

A continuación, se presentan algunos enfoques de la planificación a nivel territorial y local de acuerdo con lo establecido en el informe referido.

- Plan de Gestión para la zona arqueológica de Kaminaljuyú
La nueva ciudad de Guatemala se fundó y construyó en enero de 1976, sobre la ciudad Maya de Kaminaljuyú, ubicada o localizada en el valle de la virgen que utilizaba casi todo su territorio y fachada, su apariencia en el período preclásico 900 años antes de Cristo (A.C.), es decir la

etapa formativa de la cultura maya, con aproximadamente 350 montículos y una acrópolis en su centro (zona 7).

En el momento (1775) de la discusión del traslado de la ciudad de Santiago al Valle de la Virgen, un participante oponente decía: "El traslado no es conveniente, porque como podría aplanarse el valle, sembrado de muchos montes artificiales", eso es tarea de Romanos". Pero de toda aquella rica herencia maya hoy en día solo quedan parte de la Acrópolis y unos 20 montículos en riesgos y en manos privada.

Esta zona se construyó dentro de un marco administrativo sin control legal e inspección jurídica en un área de 24 kilómetros cuadrados (zona 11 y 7), es un ejemplo de la privatización y fraccionamiento sufrido por la tierra urbana en Guatemala y la falta de controles legales en su crecimiento urbano.

- Zona Industrial de la Avenida Petapa

Durante la década de 1970-1980 y el apareamiento del mercado común centroamericano, se visualizó la necesidad de concentrar a las industrias en un solo punto de la ciudad, ya antes se tenía la idea de sacar de la zona 4 capitalina, industrias de jabones y detergentes que contaminaban el ambiente, el alcalde Manuel Colom Argueta (Período 1970-1974), estableció la zona en el lado norte de la ciudad, en el margen oriente de la vía de conexión con el pueblo de Petapa, dejando el lado oeste de reserva para su futura expansión. La zona dio resultados por las limitaciones impuestas a la edificación que no fuera industrial, se aplicó un control administrativo. Sin embargo, los procesos de industrialización en Guatemala fracasaron y las industrias fueron escasas, y por diversas situaciones el desarrollo se truncó. Aun así, esta fue la primera aplicación del concepto de uso del suelo en la ciudad de Guatemala y a nivel Nacional.

- La zona del centro cívico

Se tomó como ejemplo la zona industrial, con el establecimiento del uso del suelo orientado a conservar el paisaje urbano y arquitectónico del nuevo centro de la ciudad, donde se concentrarían las edificaciones públicas. Las delimitaciones de esta zona tomaron como punto central el edificio de la municipalidad, se construyó el Teatro Nacional, Finanzas Públicas, el Banco de Guatemala, el Crédito Hipotecario Nacional y la sede del Seguro Social.

Gracias a los requisitos municipales de edificación en el centro cívico, se ha mantenido el uso del suelo, siempre con algunas excepciones, otro factor es el alto precio de la tierra.

- La zona Histórica del casco central

La ciudad de Guatemala se fundó en 1524, 46 años antes de la independencia (1821), con patrones de vivienda y edificaciones públicas con modelos arquitectónicos de la colonia española y empleando el estilo neoclásico posteriormente. El centro histórico es uno de los más bellos de las ciudades latinoamericanas con pasado colonial, para preservar su pasado arquitectónico y urbanístico, se estableció el área central histórica en la década de 1980-1990 cuando empezaban a desaparecer varias casonas de los primeros años de la ciudad, el área protegida es aproximadamente de 6.43 kilómetros cuadrados.

Por su establecimiento tardío del estatus de protección, se consideraron construcciones hasta el año de 1945, reduciendo el área a un poco menos de 3 kilómetros cuadrados. , Debido a actitudes y recursos ilegales para destruir las edificaciones, por ejemplo; destechar las construcciones para iniciar procesos de deterioro de valorizando el pasado histórico de los edificios y la construcción de parqueos de vehículos y comercios en su lugar. El control municipal ha sido muy deficiente dejando su valoración y protección al instituto de Arqueología e Historia que está poco comprometido con la conservación. Se ha conservado un poco más del 30% de las edificaciones, entre ellas, algunas de la iglesia católica, de la Universidad de San Carlos de

Guatemala y del Estado. El aspecto más importante para su conservación y restauración, fue haber declarado el casco central de la ciudad de Guatemala como zona protegida e histórica.

- **Las Zonas de Alto Riesgo**

El alcalde Manuel Colom Argueta (1970-1974), planteó al consejo municipal las zonas de riesgo en las orillas de los barrancos que bordeaban a la ciudad, señalando las del lado Oeste como las de mayor riesgo, pero ya ocupados por viviendas precarias. Su puesta en vigor fue efímera y no presentó alternativas de vivienda al sector social que ocupaba los barrancos, pero la preocupación del peligro de habitar zonas de peligro topográfico, se hizo patente en la opinión pública, aún hoy en día, la necesidad de traslado y de peligro se encuentra latente.

- **El Plan Regulador**

Es el intento de zonificación secundaria más importante llevado a cabo en Guatemala, por su grado de desarrollo urbano, se planteó en el período de Gobierno del Lic. Manuel Colom Argueta. El propósito del plan fue atender a diferentes sectores de la ciudad con servicios públicos y equipamientos urbanos deficientes. Para ello, consideró el área urbanizada en su totalidad como una zona primaria de urbanización y se subdividió en zonas homogéneas tomando el tipo de vivienda, construcción y tamaño como índices urbanos de iguales condiciones económicas-sociales para diferenciar su atención. Los propietarios de la tierra urbana se opusieron y éste se quedó como simple herramienta para la autorización de la construcción.

Dinámica poblacional

De acuerdo con los resultados del Censo Nacional (INE, 2018), el Departamento de Guatemala concentra el mayor porcentaje poblacional del país, con 20.2% de la población total, equivalente a 3,015,081 personas. La tasa de crecimiento en comparación con el censo del 2002 corresponde a 1.1%, siendo la más baja a nivel nacional (el primer lugar lo ocupa alta Verapaz con 2.9%).

Tabla 8. Población total por género del departamento de Guatemala.

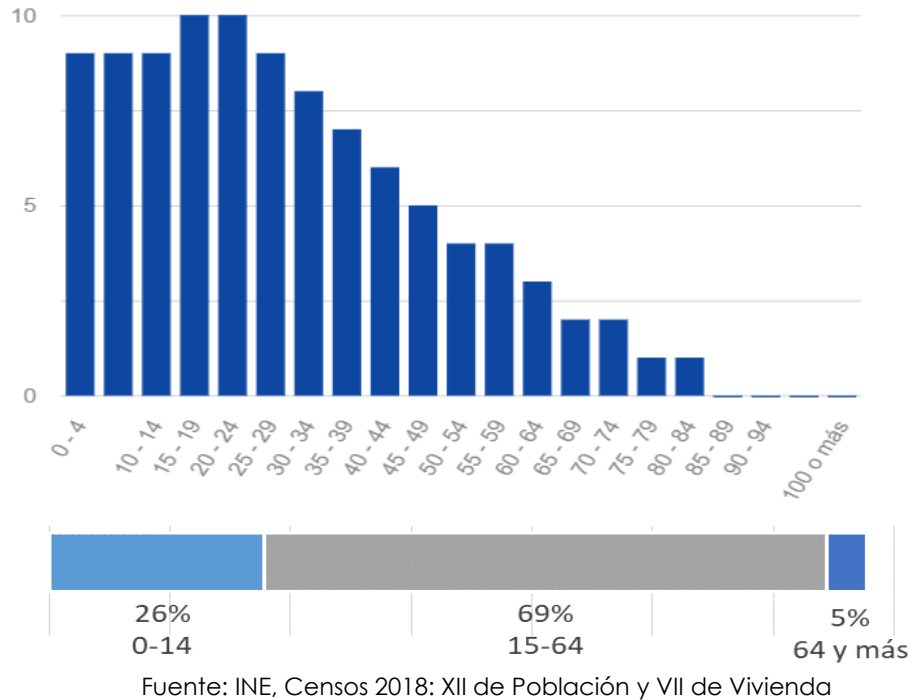
Municipio	Población total	Género			
		Hombres	%	Mujeres	%
Guatemala	923392	438695	48%	484697	52%
Santa Catarina Pinula	80582	38174	47%	42408	53%
San José Pinula	79844	38661	48%	41183	52%
San José del Golfo	7229	3493	48%	3736	52%
Palencia	70973	34608	49%	36365	51%
Chinautla	114752	55265	48%	59487	52%
San Pedro Ayampuc	58609	28578	49%	30031	51%
Mixco	465773	221110	47%	244663	53%
San Pedro Sacatepéquez	51292	25149	49%	26143	51%
San Juan Sacatepéquez	218156	106748	49%	111408	51%
San Raymundo	31605	15019	48%	16586	52%
Chuarrancho	12638	6326	50%	6312	50%
Frijanes	58922	30496	52%	28426	48%
Amatitlán	116711	56846	49%	59865	51%
Villa Nueva	433734	208914	48%	224820	52%
Villa Canales	155422	75968	49%	79454	51%
Petapa	135447	65153	48%	70294	52%

Fuente: INE, 2018.

En términos de la agrupación por grupo de edad, como se observa en la Figura 3, la población menor de 15 años presenta una participación relativa de 26%, en contraste con la población

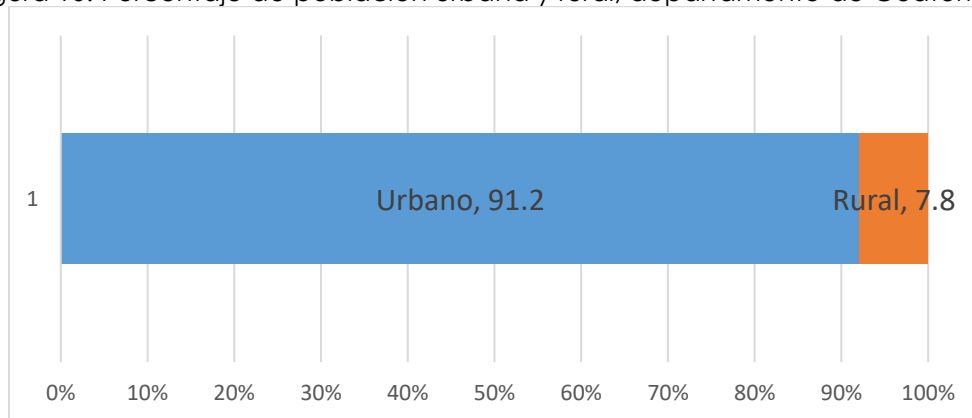
adulta de 15 a 64 años, cuya participación en este último censo constituyó 69% de la población total; las personas mayores de 65 años suman un 5%.

Figura 9. Población total por grupos de edad, departamento de Guatemala



El departamento de Guatemala tiene el mayor porcentaje de población urbana con 91.2%.

Figura 10. Porcentaje de población urbana y rural, departamento de Guatemala

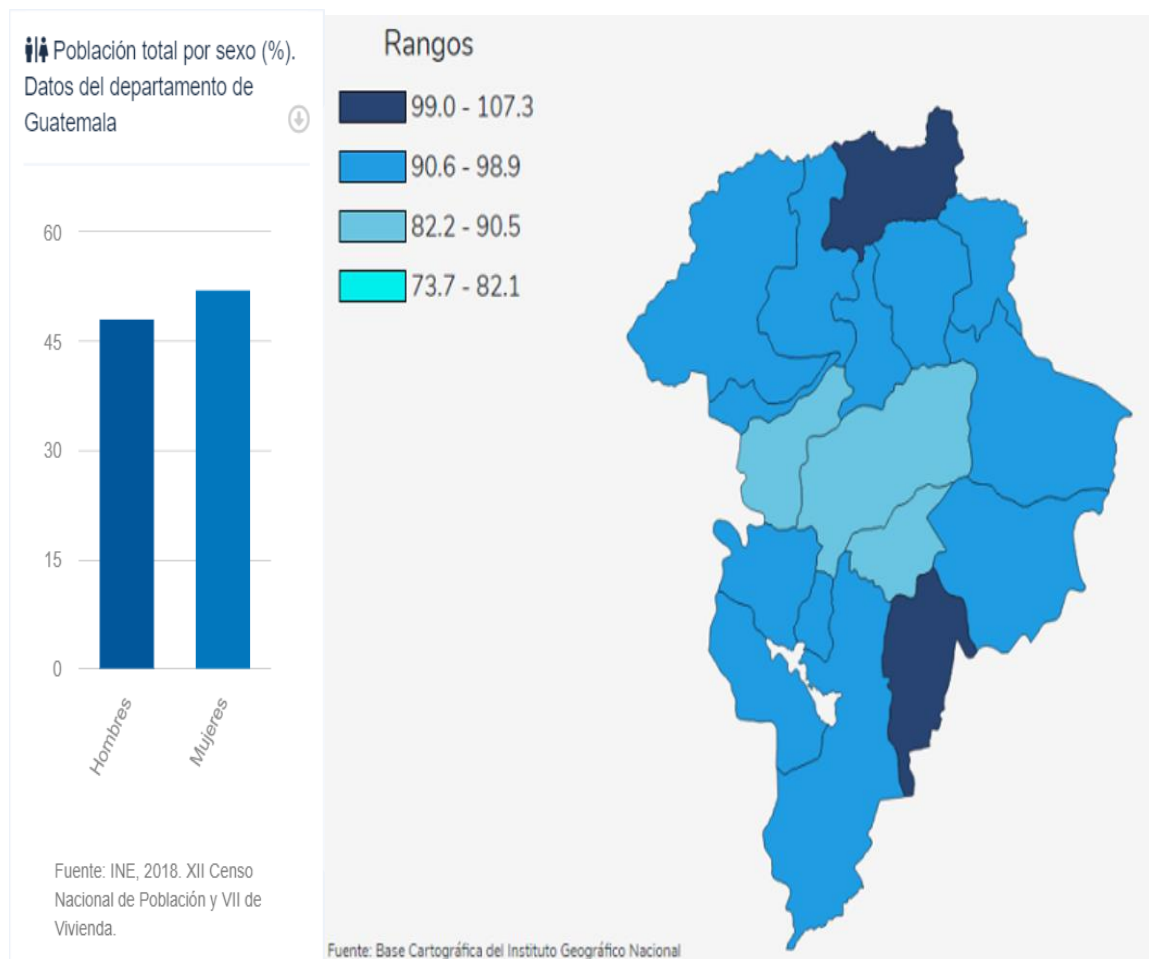


Fuente: INE, Censos 2018: XII de Población y VII de Vivienda

Con relación a la distribución por sexo, como se observa en la Figura 5, en el departamento de Guatemala, el 48% son hombres mientras que el restante 52% son mujeres. Presenta un promedio

de índice de masculinidad³ del 96.2, ocupando el puesto 17 en comparación con Petén que tiene el primer lugar con un Índice de Masculinidad de 100.0 y el último lugar de dicho índice, lo ocupa Totonicapán con 88.3. A nivel municipal, se identifica que los rangos más altos se encuentran en los municipios de Chuarrancho y Fraijanes, mientras que los más bajos se encuentran en los municipios de Mixco, Guatemala y Santa Catarina Pinula.

Figura 11. Distribución de la población por sexo por municipio, departamento de Guatemala



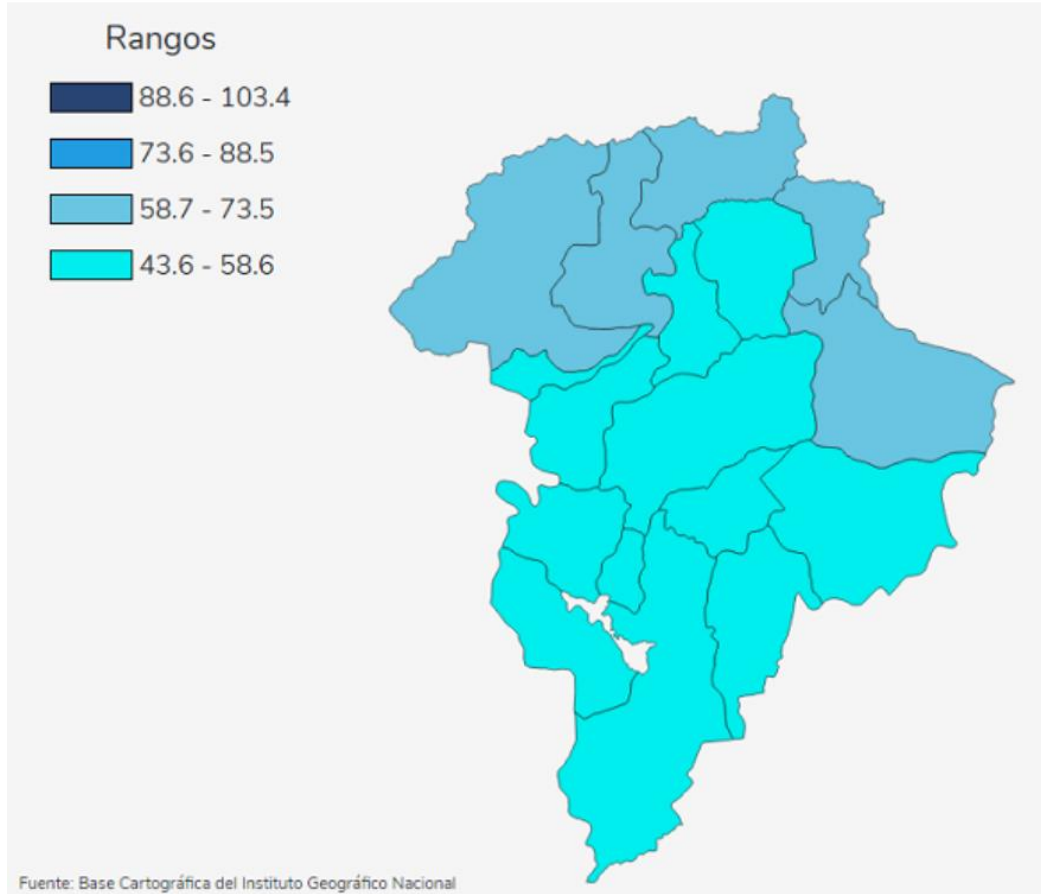
Fuente: INE, Censos 2018: XII de Población y VII de Vivienda

Guatemala tiene el menor índice de Dependencia Demográfica⁴, correspondiente a 50. En tanto, que el índice con mayor valor es de 78 para Huehuetenango. A nivel municipal, los municipios de San Juan Sacatepéquez, San Raymundo, San Pedro Ayampuc, Chuarrancho, San José del Golfo y Palencia presentan un índice de 58.7 a 73.5, mientras que en el resto de municipios se encuentra entre 43.6 y 58.6-.

³ Índice de masculinidad: Es la relación entre el número de hombres y de mujeres en una población, se expresa como el número de hombres por cada 100 mujeres.

⁴ Índice de dependencia: Muestra el número de personas en edades inactivas o dependientes (0 a 14 años y mayores de 65 años) por cada 100 personas en edad de trabajar (de 15 a 64 años).

Figura 12. Distribución de la población índice de dependencia demográfica por municipio, departamento de Guatemala



Fuente: INE, Censos 2018: XII de Población y VII de Vivienda

La distribución porcentual de los pueblos predominantes se aprecia en la siguiente tabla, observándose que la mayoría se autoidentifica como perteneciente al pueblo ladino, lo cual coloca el departamento en el número 19 a nivel nacional.

Tabla 9. Auto identificación por pueblo de pertenencia en el departamento de Guatemala

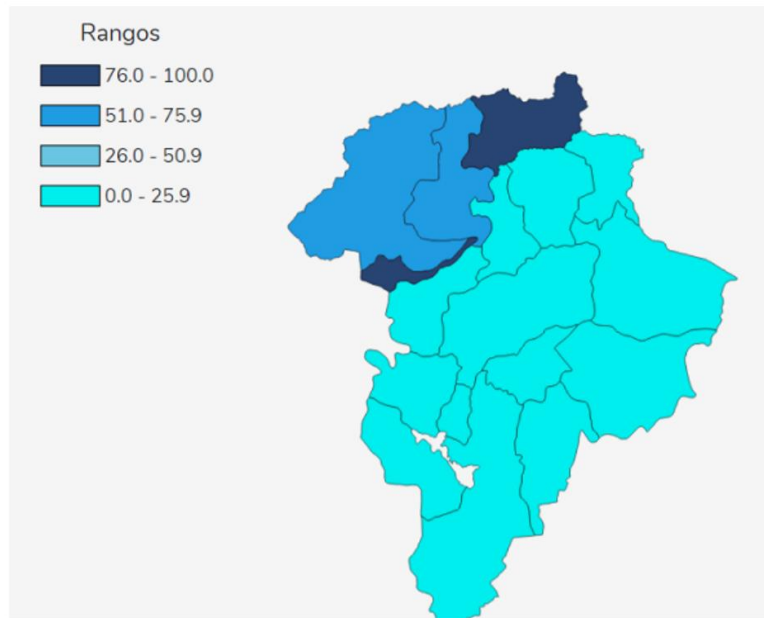
Población por pueblo	Número de habitantes	%
Ladino	2,578,135	85.51%
Maya	402,376	13.35%
Extranjero	20,383	0.68%
Afrodescendiente/Creole/Afromestizo	6,222	0.21%
Garífuna	4,583	0.15%
Xinca	3,382	0.11%

Fuente: INE, Censos 2018: XII de Población y VII de Vivienda

A nivel municipal, los resultados del censo permiten apreciar un mayor detalle respecto a la distribución de la población por pueblo, como observa en la Figura 7, en los municipios de Charrancho y San Pedro Sacatepéquez tienen los mayores porcentajes, entre 76 y 100; en los municipios de San Juan Sacatepéquez y San Raymundo se encuentran entre 51 y 75.9, mientras que el resto de los municipios del departamento, se autoidentifica como pertenecientes al pueblo maya, menos del 25% de habitantes.

Figura 13. Distribución de la población por pueblo de pertenencia a nivel municipal, departamento de Guatemala

Porcentaje de personas autoidentificadas como mayas dentro de cada ubicación geográfica.



Fuente: INE, Censos 2018: XII de Población y VII de Vivienda

Dinámica de crecimiento

De acuerdo con los datos proporcionados por el INE, los indicadores de crecimiento proyectan una tasa de crecimiento en descenso, este es un factor positivo en términos de disponibilidad de recursos, la cual se estima que llegará a ser de 3.5% en el año 2050, como se observa en el cuadro siguiente.

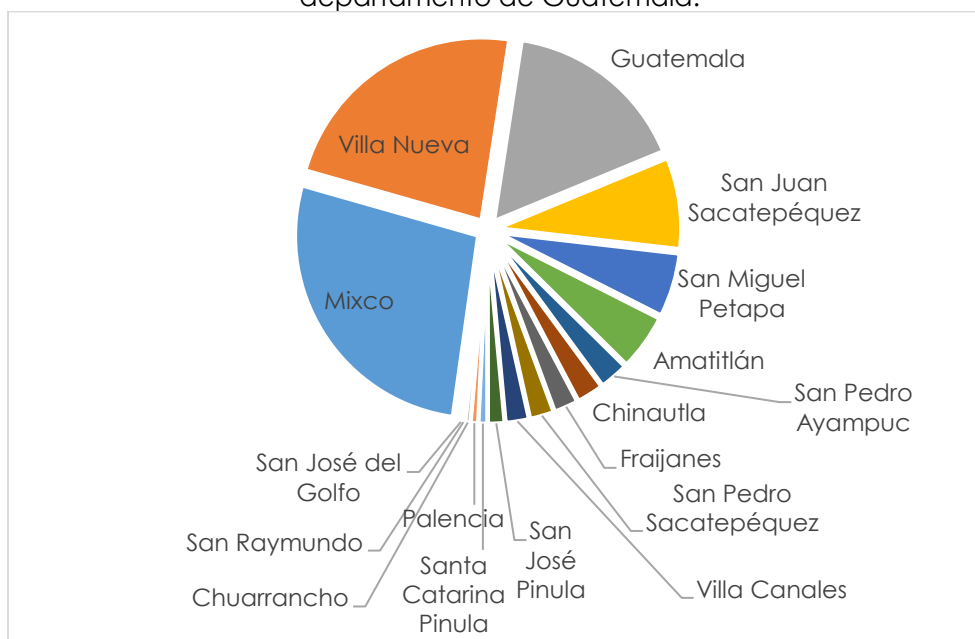
Tabla 10. Crecimiento y tasa de crecimiento poblacional en el departamento de Guatemala, periodo 2010-2050

Indicador Demográfico	Ambos sexos	Crecimiento total	Tasa de crecimiento total (por mil)
2011	3,104,245	48,927	15.9
2020	3,515,775	42,884	12.3
2025	3,718,008	38,682	10.5
2030	3,897,177	33,957	8.8
2035	4,053,220	29,419	7.3
2040	4,187,343	25,071	6.0
2045	4,298,816	20,397	4.8
2050	4,385,225	15,115	3.5

Fuente: proyección de población, INE 2021

Como puede verse en la figura 14, 3 municipios demuestran mayor crecimiento poblacional, tales son: 1 Mixco, 2 Villa Nueva y 3 Guatemala. Los municipios con menor crecimiento poblacional son San José Del Golfo, San Raymundo y Chuarrancho; esto puede ser incluso, un efecto de otras variables asociadas a la migración.

Figura 14. Crecimiento poblacional para el periodo 2010-2050 de los municipios del departamento de Guatemala.



Planes de desarrollo existentes en el departamento de Guatemala

Respecto a la planificación en el departamento, se presenta en la tabla 11, los municipios que cuentan con Plan de Desarrollo Municipal disponible en la base de datos de SEGEPLAN.

Tabla 11. Municipios del departamento de Guatemala que cuentan con Plan de Desarrollo Municipal

Municipio	PDM 2010	PDM-OT 2018
Villa Canales		
San Juan Sacatepéquez	x	x
San José Pinula	x	x
Amatitlán	x	
Palencia	x	x
Guatemala		
San Pedro Sacatepéquez	x	x
Mixco	x	x
Villa Nueva		
Charrancho	x	x
Fraijanes	x	
San José del Golfo	x	x
Chinautla	x	x
San Raymundo	x	x
San Pedro Ayampuc	x	x
Santa Catarina Pinula	x	
San Miguel Petapa	x	

Fuente: elaboración propia a partir del portal web de SEGEPLAN

Los municipios de Villa canales y Guatemala no registran planes municipales disponibles en la página web de SEGEPLAN.

A nivel sectorial, se encontraron muy pocas fuentes o publicaciones que orienten la planificación en el departamento, entre éstas se encuentra:

Infraestructura: Plan regulador reglamento de construcción de la ciudad de Guatemala

5.2. Conformación Geográfica

5.2.1 Caracterización social de la población y sus actividades

En el departamento de Guatemala se ubica el 20% de la población total del territorio nacional, es por ello que, se concentran también una serie de problemáticas asociadas con la densidad poblacional, estrechamente relacionada con fenómenos macroeconómicos y microeconómicos peculiares en términos de las actividades que se desempeñan, en una urbe con importantes características distantes de las rurales.

A continuación, se presentan diferentes indicadores que representan las distintas variables socioeconómicas, compiladas por el Instituto Nacional de Estadísticas en sus encuestas correspondientes.

Pobreza

De acuerdo con la ENCOVI, (2014), la metodología de líneas de pobreza absoluta consiste en fijar el costo mínimo necesario para cubrir una canasta que permita satisfacer las necesidades alimentarias y no alimentarias. Se considera pobre a la proporción de población que no logra acceder a este umbral. Con estos resultados se clasifica a la población en pobreza extrema, a aquellos que no alcanzan a cubrir el costo del consumo mínimo de alimentos y pobreza total, a los que alcanzan a cubrir el costo del consumo mínimo de alimentos, pero no así, el costo mínimo adicional para otros bienes y servicios básicos.

A nivel nacional, el valor de la línea de pobreza total fue de Q10,218 (costo de alimentación más viene y servicios), presentando un incremento el 137% con relación al valor del año 2000.

Para 2014, el 59.3% de la población se encontraba en pobreza, es decir, más de la mitad de la población tenía un consumo por debajo de Q10,218 al año.

Para el caso del departamento de Guatemala, este porcentaje es significativamente menor, correspondiendo a 33.3%, de los cuales únicamente el 5.4% se sitúa en pobreza extrema, mientras que el 27.9 en no extrema. Con un porcentaje de 66.7% de la población con No pobreza, el departamento de Guatemala ocupa el primer lugar con relación al resto de departamentos del territorio nacional.

Tabla 12. Pobreza extrema, pobreza no extrema y no pobreza a nivel nacional y del departamento de Guatemala

Nivel	Pobreza			No pobreza
	Total	Extrema	No extrema	
Nacional	59.3	23.4	35.9	40.7
Departamental	33.3	5.4	27.9	66.7

Fuente: elaboración propia, con base a resultados de ENCOVI, INE, 2014.

De acuerdo con los datos de la ENCOVI, el departamento con el menor porcentaje en No pobreza corresponde a Alta Verapaz, con 16.9%.

Desigualdad

De acuerdo con el INE, la medición de la desigualdad utiliza el ingreso per cápita del hogar, que incluye los ingresos laborales y no laborales de sus miembros.

Se estiman el coeficiente de Gini⁵, el índice de Atkinson⁶, el índice de Theil⁷, y además se realizan estimaciones por quintil de ingreso. En el Cuadro 7 se presentan los valores de dichos índices a nivel nacional y para el departamento de Guatemala, donde se observa que los valores son menores en comparación al promedio nacional.

Tabla 13. Desigualdad a través del índice Gini, Atkinson y Theil, a nivel nacional y en el departamento de Guatemala

Nivel	Gini	Atkinson (e = 1)	Theil
Nacional	0.531	0.412	0.595
Departamental	0.469	0.325	0.474

Fuente: elaboración propia, con base a resultados de ENCOVI, INE, 2014.

El departamento de Guatemala ocupa el puesto número 14 con relación al resto del territorio, siendo el departamento de Sololá el que presenta el indicador más bajo, es decir la menor desigualdad, mientras que el más alto se presenta en el departamento de San Marcos.

Alfabetismo

Con relación al Alfabetismo, correspondiente al porcentaje de la población que sabe leer o escribir a partir de los 15 años, de acuerdo con los resultados del censo 2018, en el municipio de Chuarrancho es donde se ubica en menor porcentaje correspondiente a 65.2%, seguido de San Raymundo (79.78%), San Juan Sacatepéquez (82.45), y Palencia (83.53), mientras que el resto de municipios están por encima de 84.5%, siendo el más alto el municipio de Guatemala con 96.27%.

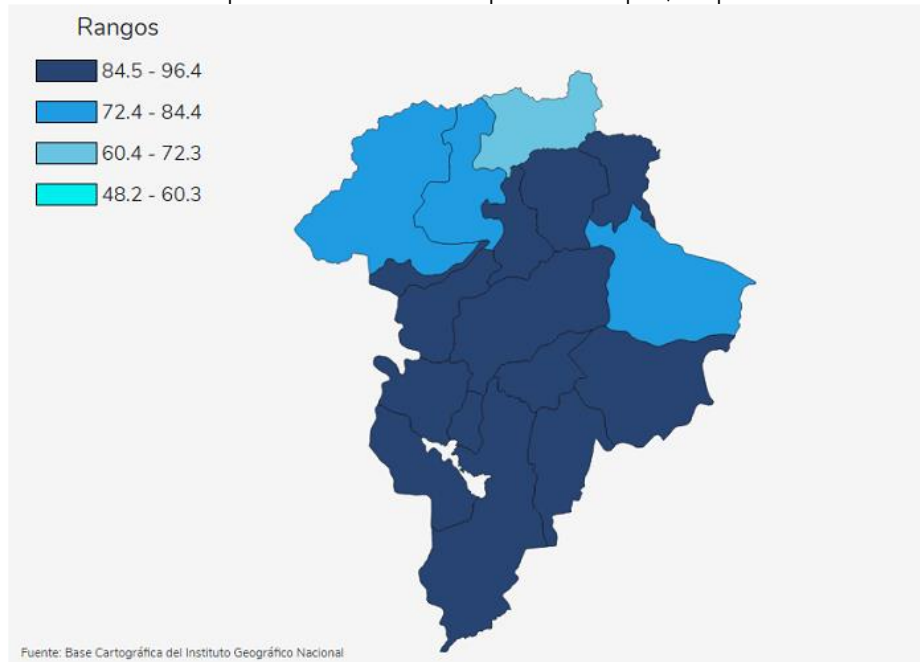
El promedio general del departamento corresponde a 93.5% y lo sitúa en el puesto número 1 a nivel nacional, donde es Quiché quien presenta el valor más bajo con 64.51%.

⁵ El coeficiente de Gini permite cuantificar la distancia de la distribución a la perfecta igualdad. Su valor varía entre 0 y 1, mientras más cerca se encuentre el valor de 1, mayor será la desigualdad.

⁶ El índice de Atkinson mide la desigualdad en términos de la pérdida de bienestar social, debido a la dispersión de los ingresos, donde " se interpreta como un parámetro de aversión a la desigualdad: a mayor valor de ", mayor rechazo a la desigualdad.

⁷ El índice de Theil es una medida de desigualdad que está basado en la teoría de la entropía de Shannon; entre mayor sea el valor, mayor es la desigualdad.

Figura 15. Distribución de la población alfabeta por municipio, departamento de Guatemala

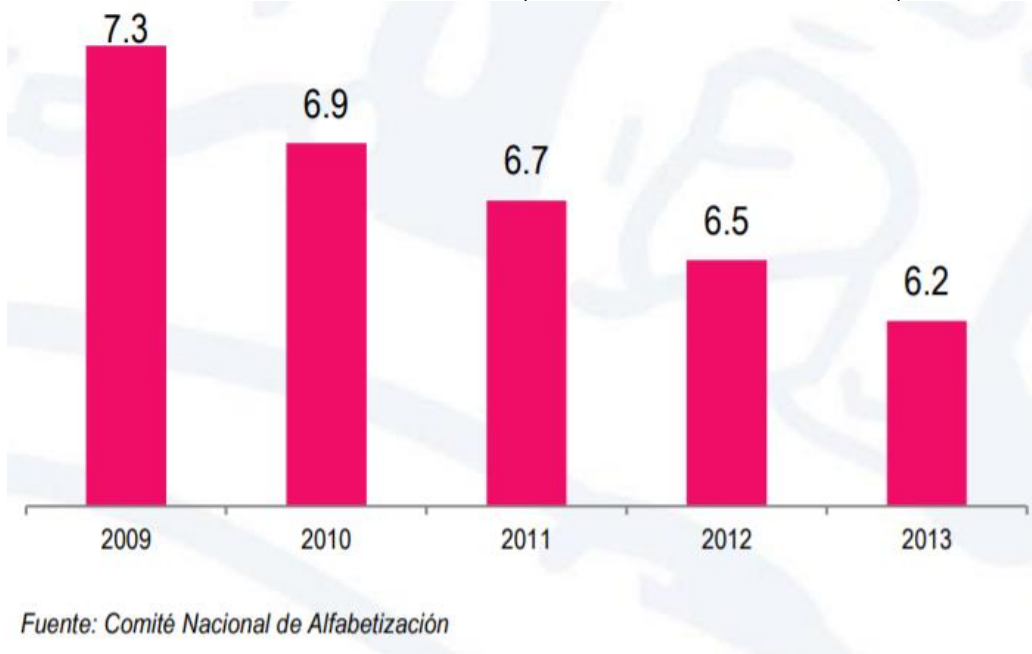


Fuente: INE, Censos 2018: XII de Población y VII de Vivienda

Índice de analfabetismo

De acuerdo con el INE (2015), en los últimos cinco años el índice de analfabetismo en el departamento de Guatemala, presentó una tendencia decreciente, pasando de 7.3 en 2009 a 6.2 en 2013.

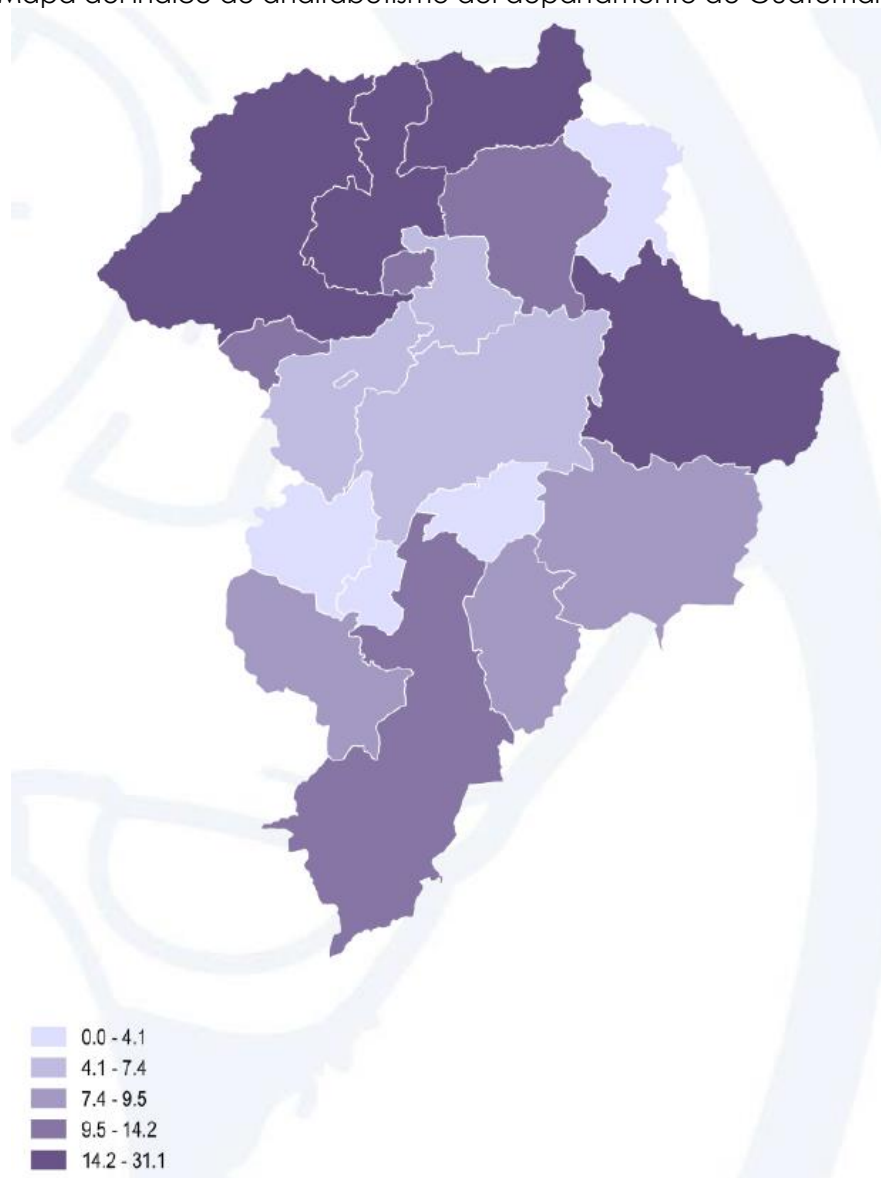
Figura 16. Índice de analfabetismo en el departamento de Guatemala, periodo 2009-2013



Fuente: Tomado de INE 2016

Para 2013 el municipio que presentó el índice más alto de analfabetismo fue Chuarrancho, mientras que el índice más bajo, lo registró el municipio de Santa Catarina Pinula.

Figura 17. Mapa del índice de analfabetismo del departamento de Guatemala, año 2013



Fuente: INE, 2014

Seguridad Alimentaria

Con base a los datos generados por la ENCOVI 2011, el 19.17% de los hogares de Guatemala pueden considerarse seguros desde el punto de vista alimentario. El resto de los hogares se distribuyen de la siguiente manera: Inseguros Leves 39.29%; Inseguros Moderados 27.13%; e Inseguros Severos 14.41%. El Departamento con el porcentaje más alto de hogares seguros es Guatemala (31.7%) seguido de Baja Verapaz (29.6%). En el extremo opuesto, Suchitepéquez presenta el mayor porcentaje de hogares en inseguridad alimentaria severa (33.1%).

Tabla 14. Nivel de Prevalencia de Inseguridad Alimentaria en el Departamento de Guatemala, en el año 2011

Seguros	Inseguros Leves	Inseguros Moderados	Inseguros Severos
31.7	39.2	19.4	9.7

Índice de Desarrollo Humano

El Índice de Desarrollo Humano (IDH), se creó para hacer hincapié en que la ampliación de las oportunidades de las personas debería ser el criterio más importante para evaluar los resultados en materia de desarrollo. El crecimiento económico es un medio que contribuye a ese proceso, pero no es un objetivo en sí mismo.

El IDH mide el progreso conseguido por un país en tres dimensiones básicas del desarrollo humano: disfrutar de una vida larga y saludable, acceso a educación y nivel de vida digno.

Parámetros del índice de desarrollo humano

El IDH se calcula, en la medida de lo posible, sobre la base de datos de las principales entidades nacionales y organismos internacionales de estadísticas y otras fuentes confiables disponibles cuando se redacta el Informe.

En el último Informe publicado para Guatemala se presenta un índice de desarrollo humano nacional que busca aproximarse más a las diferencias en los logros de distintos grupos en el tiempo. Para lograr comparabilidad y consistencia se utilizaron datos provenientes de las Encuestas de Condiciones de Vida del Instituto Nacional de Estadística, realizadas en 2000, 2006, 2011 y 2014. Este índice no es necesariamente comparable con los presentados en otros informes nacionales y mundiales, pero sí dentro de los grupos y tiempos presentados dentro del Informe.

Las variables utilizadas según dimensión son las siguientes:

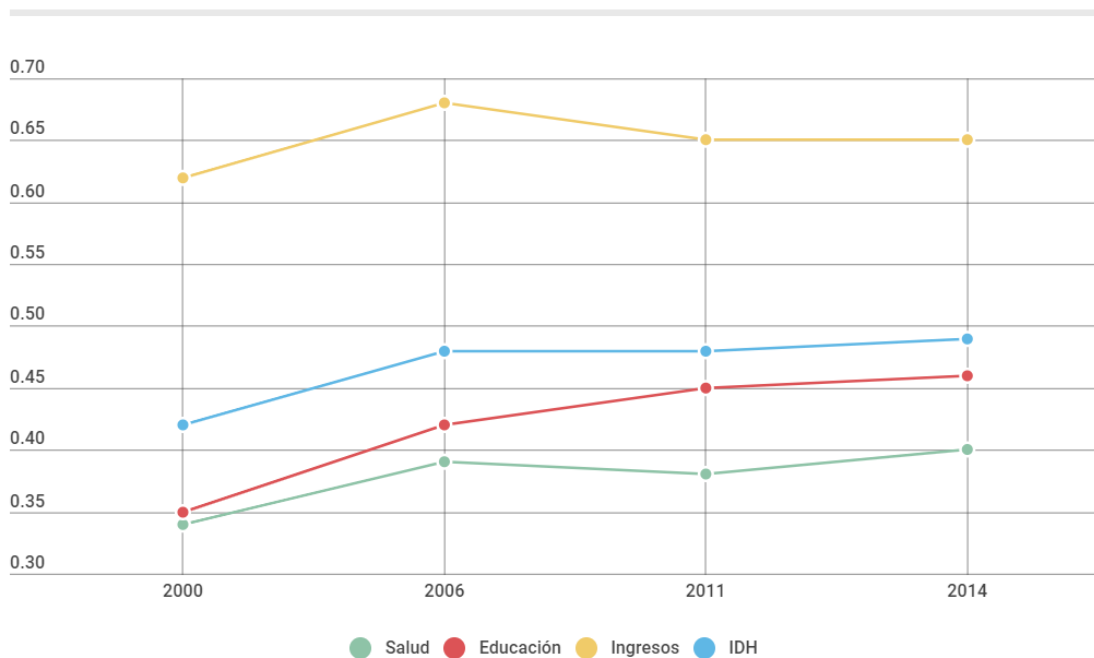
1. Salud: se utilizó un índice compuesto que refleja condiciones de salud en los hogares: protección de salud, a través del IGSS o de un seguro, número de personas por dormitorio, tipo de acceso a agua y saneamiento y tipo de piso en la vivienda.
2. Educación: indicador compuesto que incluye la esperanza educativa en niños y la escolaridad alcanzada por adultos mayores de 25 años.
3. Nivel de vida: Se incluyó un agregado del ingreso laboral y no laboral familiar, ajustado a precios internacionales (en dólares PPA per cápita). Ingresos laborales y no laborales per cápita.

Los parámetros máximos de comparación, de acuerdo con un criterio normativo, son para salud y educación el 100% de logro y en el caso de los ingresos, el ingreso máximo considerado para la clase media según el criterio de estratificación internacional (poco más de 18 mil dólares anuales PPA per cápita). Se proponen estos ajustes para reflejar mejor la situación interna de país (ampliar en anexo metodológico del INDH).

Como puede observarse en la gráfica de abajo, el Índice de Desarrollo Humano (IDH) ha mejorado, pero a un ritmo muy lento. El IDH se incrementó en un 17% de 2000 a 2014. No obstante, fue en la primera mitad de la década de 2000 que logró mayor crecimiento. Entre 2000 y 2006, el IDH mejoró a una tasa anual promedio de 2.3%. Posteriormente, el crecimiento se hizo más lento y se avanzó únicamente a un poco menos de 0.3% anual, entre 2006 y 2014.

El cambio más significativo se dio en la dimensión educativa. Si bien al final del periodo hubo retrocesos, la mejora en la escolaridad mantuvo su inercia hasta el final de la década. Las mejoras en la salud y en los ingresos promedio se estancaron a partir de 2006. Estas tendencias reflejan lo ocurrido con los esfuerzos públicos destinados al gasto social.

Tabla 15. Evolución del IDH y sus componentes
(2000-2014)



Fuente: Tomado de PNUD, 2016. Disponible en <http://desarrollohumano.org.gt/desarrollo-humano/calculo-de-idh/>

5.1.2. Actividades productivas y medios de vida en el departamento de Guatemala

Zonas de medios de Vida:

El departamento de Guatemala forma parte de la Zona industrial, agroindustrial, de comercio y servicios del área central, que abarca municipios del departamento de Chimaltenango que colindan en la parte occidental. El plan de adaptación persigue la mejora de los medios de vida, por lo que la regionalización de acciones utilizando este criterio, generará impactos directos en la población. Con este enfoque, se potencializan las estrategias vinculadas con la educación, la vivienda e infraestructura vital y la producción agrícola, atendiendo dinámicas importantes como el crecimiento poblacional y la migración interdepartamental hacia el departamento para la búsqueda de oportunidades laborales.

A continuación, se presenta una descripción de las actividades económicas, desde la perspectiva del diagnóstico de corredores ecológicos realizado dentro del marco del proyecto Creando Oportunidades Económicas de USAID. Aunque el objetivo del diagnóstico y proyecto es proveer información territorial de las condiciones empresariales para la toma de decisiones, así como facilitar información específica de interés a inversionistas, razón por la que proporciona

información importante respecto a las principales actividades desarrolladas en el departamento; a continuación, se presenta una serie de extractos del documento.

El Corredor Económico de Guatemala está conformado por 12 municipios: San Pedro Sacatepéquez, San Juan Sacatepéquez, Mixco, Guatemala, Palencia, San José Pinula, Villa Nueva, San Miguel Petapa, Fraijanes, Villa Canales y Amatitlán. La extensión territorial abarca 1,696.79 Km², que representaron el 1.55% del territorio nacional, con una población estimada para 2018, de 717,404 habitantes, equivalente al 4.06% de la población del país (INE, 2018). Asimismo, se estima que la población es mayoritariamente femenina, con mayor presencia de habitantes jóvenes que se autodenominan como indígenas y en donde la mayoría vive en áreas urbanas.

Para Guatemala, a partir de las estimaciones del Fondo Monetario Internacional (FMI), el Producto Interno Bruto (PIB) se mantuvo en 3.2% para el cierre de 2018, superior al 2.8% alcanzado al cierre de 2017. A partir de las estimaciones de Fundación para el Desarrollo de Guatemala (FUNDESA) en 2012, los municipios que conforman el Corredor Económico de Guatemala dentro de la Región Metropolitana generaron aproximadamente el 46.76% del PIB nacional, en donde la Ciudad Capital de Guatemala, representó el 38.22% del PIB del corredor.

Según el Ministerio de Economía (2017), la principal actividad económica de la región es terciaria, con una elevada participación del comercio y los servicios, seguida de la industria, las actividades administrativas y una participación relativa muy baja del sector agrícola. A su vez, se observó una alta concentración del ingreso en tres de los municipios del Corredor: la Ciudad Capital de Guatemala, Mixco y Villa Nueva, para estos dos últimos, la participación dentro del PIB del corredor fue equivalente a 17.14% y 17.08%, respectivamente.

La concentración más baja se evidencia en los municipios de San Pedro Sacatepéquez, San Juan Sacatepéquez y Palencia. Con un índice de pobreza general de 46.75% y el coeficiente de GINI es de 0.47, llama la atención que tres de los doce municipios muestran índices de pobreza arriba del 80%, siendo los municipios con mayores índices: San Juan Sacatepéquez (89.34%), San Pedro Sacatepéquez (84.75%) y Palencia (84.10%). Así también los municipios de San José Pinula (52.43%) y Villa Canales (50.66%); siendo los más bajos los municipios de San Miguel Petapa (25.78%), Mixco (19.66%) y Guatemala (13.76%).

En el CE-Guatemala, según el ICL (datos del 2016), se registra el ingreso de US\$1,245 millones en remesas, los municipios con mayor porcentaje de ingreso de remesas en relación con el PIB, y que están arriba del 10% son: San Pedro Sacatepéquez (12.26%), San José Pinula (11.73%), Santa Catarina Pinula (24.23%) y Palencia (55.74%).

El abordaje del CE-Guatemala derivado de la extensión, diversidad y alta concentración de actividades productivas, se consideró basándose en la identificación de clústeres, con el objetivo de favorecer la identificación, el mapeo y la segmentación estratégica de los actores relevantes para la identificación de empresas ancla, permitiendo a su vez, un mejor entendimiento de las diferencias en el desempeño de estas empresas, su operación y la dinámica de sus cadenas de valor.

El CE-Guatemala, partió de concebir los clústeres como la unión de forma natural de un conjunto de empresas en un sector determinado y con vinculación a otras industrias relacionadas en uno o más municipios cercanos. De esta forma, las empresas del Corredor tienden a desarrollar un sistema de conexiones que generan a su vez, un elevado flujo de servicios de apoyo con la intención de generar sinergias, externalidades positivas, cooperación e intercambio tecnológico, dotando así al conglomerado de ventajas comparativas.

Dentro del ámbito del Corredor, los clústeres permitieron incorporar empresas y unidades productivas que conforman eslabones posteriores de la cadena de valor, incluyendo además los canales de distribución y comercialización.

Los clústeres identificados como estratégicos fueron los siguientes: dentro del subsector de la industria manufacturera, las actividades de producción de alimentos y bebidas, la fabricación de vestuario y textiles y la agroindustria; la industria de la construcción; el comercio, el turismo, los servicios de logística, salud y educación.

A. Manufactura Liviana/Alimentos y Bebidas

La Industria de Alimentos y Bebidas comprende los alimentos procesados. Representa el 7.7 del PIB, generando 53 mil empleos directos, el crecimiento promedio de la Industria ha sido de 5%. En 2018 el sector exportó US\$2,368,585,356 lo cual representa el 34% del valor de las exportaciones totales (se incluye Azúcar, que reporta ventas en 2018 de US\$632,883,300, lo que representa el 25% del valor de la exportación de alimentos y bebidas). Sin incluir el rubro de Azúcar la industria de alimentos y bebidas reporta exportaciones por US\$1,735,702,056, lo cual representa el 25% de la industria manufacturera del país.

B. Manufactura liviana/Vestuario y textiles

Guatemala ocupa una posición líder en la industria de vestuario y textiles en Centroamérica. Debido al elevado número y al perfil de los trabajadores empleados, la industria de vestuario y textiles ofrece un enorme potencial para impulsar el desarrollo económico y social en el país. De acuerdo con información de Vestex, en los últimos años el sector de vestuario y textiles lidera las exportaciones y ha venido creciendo, siendo uno de los factores claves la vigencia desde hace 14 años del Tratado de Libre Comercio (TLC) entre Guatemala y los Estados Unidos. Ha crecido principalmente en la elaboración de ropa deportiva sintética para Estados Unidos y en Centroamérica ha habido una creciente demanda de telas, como materia prima de otras fábricas para coser y ensamblar piezas. Según información de Vestex, las expectativas del sector para el 2019 son positivas, pues las exportaciones del sector podrían crecer un 10%, derivado de la activación de la demanda en Estados Unidos, a donde se envía alrededor del 80% de la producción nacional.

La industria manufacturera en año 2018, aportó el 17.5% del PIB y generó empleo para el 12.6% del total de la PEA del país. Dentro de la composición por actividades de la producción nacional, es precisamente el sector manufacturero el tercer mayor generador de empleo de la economía, únicamente por detrás de la agricultura y el comercio. No obstante, dado que se estima que el 75% de los empleos en Guatemala son informales, la industria manufacturera llega a percibir cerca de 11.91% más de población ocupada, que se traduce en un promedio de ingreso mensual por trabajador de Q2,218.00 dentro del sector formal de empleo. El 72% de las empresas se ubica en el departamento de Guatemala. Por ser una de las industrias que más valor agregado conllevan, es una de las que genera más empleo por el proceso de transformación de bienes y materias primas, que es más alto en relación con otros sectores. Representa una de las principales fuentes de empleo para el país, principalmente para mujeres; según datos de Vestex, éstas generan alrededor de 100,000 empleos directos.

C. Construcción

Es un sector que ejerce un efecto multiplicador en la economía, se estima que, por cada trabajo en la construcción, se generan dos trabajos más en el mismo sector o en otros sectores de la economía (Transportes, Financiero, Maquinarias, Muebles, Pinturas y recubrimientos). La inversión en este tipo de proyectos impacta directamente en más de 15 segmentos económicos del país y contribuye a dinamizar la economía, principalmente en la generación de empleos.

El crecimiento del sector construcción tiene un impacto directo con el crecimiento del PIB Nacional y la generación de empleos formales y dignos. Según los datos proporcionados por la Comisión de Estadística de la Cámara de Construcción de Guatemala, se evidencia la importancia del sector construcción, la cual se estima que generará más de 375.000 empleos y un aporte de más de Q9,500 millones de quetzales anualmente sólo en salarios estimados a la economía del país.

El clúster construcción está básicamente constituido por dos subsectores muy importantes:

1. Construcción privada: comprende proyectos de vivienda, centros comerciales, oficinas, bodegas, hospitales y edificios para comercio e industria, entre otros. (Vivienda + comercio e industria)
2. Infraestructura: comprende proyectos como carreteras y puentes.

En Guatemala hay un crecimiento de proyectos de uso mixto que incluyen comercio, apartamentos y oficinas en diferentes combinaciones. Aunque existen varios desarrollos de vivienda horizontal, la demanda se ha inclinado mayoritariamente por torres de apartamentos (vivienda vertical). Este año, el sector construcción registró un intenso dinamismo productivo, creciendo en 5.1%, la cantidad de metros de construcción autorizados según las proyecciones para el 2019, se espera que alcancen los 2,746,953. Este sector es uno de los pocos en las cuales la inversión del Estado es mínima, ya que es sostenida aproximadamente en un 80% por inversión privada.

El diseño de éstos se ha modificado constantemente, de acuerdo con la evolución de las normativas internacional y a la cual se adaptan los desarrolladores en Guatemala. Éstos incluyen nuevos desarrollos tecnológicos sostenibles, cambio de ambientes dentro de las viviendas y la variedad de amenidades de los proyectos; así como la integración a círculos sociales y espacios abiertos para integrarse a la zona en donde se ubicó la construcción. Se evidenció a su vez, una fuerte tendencia en desarrollo de ofibodegas y parques industriales, existen alrededor de 28 parques industriales (Zona Sur de AMG), que representan más de 2 Millones de Mts².

D. Turismo

Según estudios realizado por el Instituto Guatemalteco de Turismo (2018), para el año 2018, el total de visitantes a Guatemala fue 2,405,902, que representa un incremento del 14% respecto al año 2017. El comportamiento indica que existe estacionalidad en el mercado, concentrado en semana santa y finales de año. Por su parte los departamentos de Guatemala y Sacatepéquez absorben la mayor cantidad de turistas, con el 39% y 30% del total, respectivamente. De esta manera, la Región Guatemala, Moderna y Colonial absorbe la mayoría (69%) del ingreso de visitantes no residentes.

El perfil de los visitantes registra personas de 18 y 66 años que, segmentados por clientes, los principales tienen entre 26 y 35 años (33%) y 35 y 45 años (30%), es decir, los principales son personas en edad productiva. Por género, el 60% masculino y el 40% femenino. Por estadía el 69% de los visitantes se mantiene en promedio 7 días en total en el país, seguido por el 19% que lo hace en un rango entre 8 y 14 días. En cuanto al comportamiento de organización de la visita, el 48% lo hace en familia, 39% solo y el 13% en grupo. Finalmente, las principales actividades que realizan son paseos, compras, gastronomía visita a sitios turísticos y ver paisajes.

De las fortalezas del sector, según datos OMT el crecimiento de visitantes y gastos a nivel regional se han mantenido al alza, existe una oferta diversificada en una zona geográfica relativamente pequeña, oferta hotelera concentrada en la zona metropolitana. Debido a la ubicación geográfica del país, existe una oferta diversificada en parques de entretenimiento diferenciados,

alta oferta de centros comerciales y atractivos históricos, posicionamiento de la cultura y gastronomía nacional e infraestructura para convenciones y negocios.

E. Comercio Formal

La actividad económica del Comercio al por mayor y al por menor, presenta una oportunidad de crecimiento en el mercado por varios factores; el primero es el elevado aumento de la población y de las diferentes opciones con que cuenta el nivel socioeconómico para mejorar su capacidad de pago para obtener bienes y servicios que las diferentes empresas ponen a disposición del mercado.

La actividad comercial está conformada por dos grupos: Comercio al por mayor, integrado por empresarios en los estados intermedios de la cadena de distribución, quienes compran bienes y productos a fábricas y los venden a minoristas, el segundo grupo: Comercio al por menor, es la actividad comercial que se ejecuta en la última etapa del canal de distribución, permitiendo a los que intervienen, comprar a los mayoristas y vender a consumidores finales.

El Banguat identificó y agrupó productos que conforman la actividad comercial generadora del 12% del PIB, debido a que el comercio cuenta con una gama muy extensa, diversa y presenta un aumento constante de diferentes formas de comercializar productos, para lo cual determinó 11 agrupaciones, siendo las más significativas: los servicios de alquiler, servicios inmobiliarios, electricidad, agua, telecomunicaciones y transporte.

F. Servicios de Logística

La logística, al tener una participación importante dentro de la actividad comercial, se obligó a utilizar adelantos tecnológicos que le permitieron tener mayor control de su cadena de suministros para optimizar tiempo, procesos, transacciones e incorporación del uso de código de barras para mejorar el manejo de inventarios en bodegas. Estos avances incentivaron la competencia entre las empresas para lograr disminuir costos, tiempos de entrega y la correcta manipulación de las mercancías.

Del año 2001 al 2007, la participación en la actividad económica de transporte, almacenaje y comunicación dentro del PIB tuvo un crecimiento acelerado de 5.32% a un 9.30% en tan solo siete años. En el año de 2013, el BANGUAT (2014), contabilizó que existían un total de 3,644 empresas de transporte y almacenamiento, representando un 4.6% del total de empresas registradas de todas las actividades económicas. Siendo el departamento de Guatemala el que cuenta con la mayor cantidad de empresas de transporte y almacenamiento (2,151 empresas), seguido por Quetzaltenango con 145 empresas.

La economía del país se caracteriza por ser una economía pequeña y abierta, en ella, el comercio internacional respecto al PIB es alto (alcanzando el 42% en el año 2017 según datos del BANGUAT) los datos de comercio internacional de carga en los puertos y aeropuertos es un claro indicador del dinamismo del sector.

De tal manera, que los puertos de embarque estratégicos para el Corredor Económico (CE) de Guatemala son el Puerto Santo Tomas de Castilla, Puerto Barrios, Puerto Quetzal, Puerto San José y el Aeropuerto Internacional la Aurora. Por lo tanto, para el sector de logística existen cinco (5) puertos marítimos de importancia, con la salvedad que Puerto Barrios que es administrado por una entidad del sector privado para la exportación de frutas. Mientras que los sectores como el Vestuario y Textiles con actividades especializadas hacen uso de la vía aérea por la entidad COMBEXIN.

5.1.3. Recursos naturales y condiciones

Ecosistemas del departamento de Guatemala

En el departamento de Guatemala se presentan seis ecosistemas⁸, según la clasificación de zonas de vida, las cuales se presentan en el Cuadro 9. Es importante destacar la relación y dinámicas específicas entre los componentes naturales y biofísicos, en función de variables climáticas que finalmente constituyen una de las principales variables consideradas dentro del proceso de planificación de la adaptación y análisis de la vulnerabilidad.

Tabla 16. Ecosistemas del departamento de Guatemala, basado en zonas de vida.

Ecosistema	Código	Extensión (ha)	%
Bosque húmedo premontano tropical	bh-PMT	122,303.43	55.86
Bosque seco premontano tropical	bs-PMT	47,916.56	21.88
Bosque húmedo montano bajo tropical	bh-MBT	41,434.85	18.92
Bosque seco tropical	bs-T	4,854.38	2.22
Bosque húmedo tropical	bh-T	1,973.52	0.9
Bosque muy húmedo montano tropical	bmh-MT	466.18	0.21

Fuente: Elaboración propia, con base a IARNA-URL, 2018.

I. Bosque húmedo premontano tropical (bh-PMT)

- Condiciones climáticas: El territorio cubierto por esta zona de vida registra precipitaciones pluviales anuales promedio comprendidas entre los 1000 y 3,125 mm, siendo su valor medio de 1,731 mm. Los valores de temperatura mínima y máxima promedio anual se encuentran comprendidos entre los 18 y los 24 °C, y el valor promedio es de 21.27 °C.
Esta zona de vida se caracteriza por presentar una relación entre la evapotranspiración potencial y la precipitación pluvial que, en promedio, es de 0.72, lo que significa que de cada milímetro de lluvia se evapotranspiran 0.72 mm, haciendo que esta zona de vida se considere excedentaria en agua.
- Usos de la tierra dominantes: El 31.31% del área que ocupa esta zona, está cubierta por matorrales y arbustos, el 24.28% por bosques, el 15.53% por pastizales, el 12.14% por cultivo de café y el 11.18% por agricultura anual¹. El resto del territorio se encuentra destinado a otros usos de la tierra.

II. Bosque seco premontano tropical (bs-PMT)

- Condiciones climáticas: En los territorios en los que se encuentra esta zona de vida se registra una precipitación pluvial anual comprendida entre los 624 y 1,200 mm, alcanzando un valor promedio de 1,133 mm. Por su parte, los valores de temperatura promedio anual mínima y máxima se encuentran comprendidos entre los 18.3 y los 24 °C, siendo el valor promedio para todo el ecosistema de 22.56 °C.
Esta zona de vida se caracteriza por presentar una relación entre la evapotranspiración potencial y la precipitación pluvial con valor de 1.4, lo que significa que de cada milímetro de lluvia que allí ocurre se evapotranspiran 1.17 mm, haciendo que en toda la zona se presente un significativo déficit de agua.

⁸ Holdridge (2000) propuso un sistema de clasificación de ecosistemas basado en zonas de vida, definidas estas como unidades territoriales naturales en las cuales están interrelacionadas la vegetación, la actividad animal, el clima, la fisiografía, la formación geológica y el suelo, en una combinación reconocida y única, que tiene aspecto o fisonomía típica.

- Usos de la tierra dominantes: El 50.46% del área que ocupa esta zona, está cubierta por matorrales y arbustos, el 27.31% por granos básicos, el 10.13% por ganadería y el 8.78% por bosque. El café tan solo cubre el 0.5% de la zona y el azúcar solo llega a cubrir el 0.11%. El resto del territorio se encuentra destinado a otros usos de la tierra.

III. Bosque húmedo montano bajo tropical (bh-MBT)

- Condiciones climáticas: En el territorio ocupado por este ecosistema se reportan precipitaciones pluviales anuales que van de 901 a 2,000 mm, con un valor promedio de 1,360 mm. Los valores de temperatura mínima y máxima promedio anual se encuentran entre los 10 y los 18 °C, siendo el valor promedio para toda la zona de 15.48 °C.
En esta zona de vida la relación entre la evapotranspiración potencial y la precipitación pluvial es de 0.67, lo que significa que por cada milímetro de lluvia se evapotranspiran 0.67 mm, interacción que favorece la presencia de excedentes de agua.
- Usos de la tierra dominantes: El 38.98% del área que ocupa esta zona, está cubierta por bosque, el 25.65% por matorrales y arbustos, el 24.74% por agricultura anual, el 4.19% por pastizales y el 3.29% por café. El resto del territorio se encuentra destinado a otros usos de la tierra.

IV. Bosque seco tropical (bs-T)

- Condiciones climáticas: Para esta zona de vida se registran precipitaciones pluviales anuales comprendidas entre 705 y 1,863 mm, con un valor promedio de 1,407 mm. Los valores de temperatura mínima y máxima promedio anual se encuentran comprendidos entre los 24 y los 28.3 °C, siendo el valor promedio para toda la zona de 25.7 °C.
La relación que se establece entre la evapotranspiración potencial y la precipitación pluvial promedio es de 1.08, lo que significa que por cada milímetro de lluvia que ocurre en el territorio, se evapotranspiran 1.08 mm, provocando que en el sistema ecológico prevalezcan significativas condiciones de déficit de agua.
- Usos de la tierra dominantes: El 57.65% del área que ocupa esta zona de vida, está cubierta por bosque, el 12.22% por matorrales y arbustos, el 12.02% por ganadería, el 5.67% por caña de azúcar y el 4.96% por granos básicos. Aunque cubre una extensión muy pequeña (0.65%), es importante mencionar la presencia del cultivo de la palma africana. El resto del territorio se encuentra destinado a otros usos de la tierra.

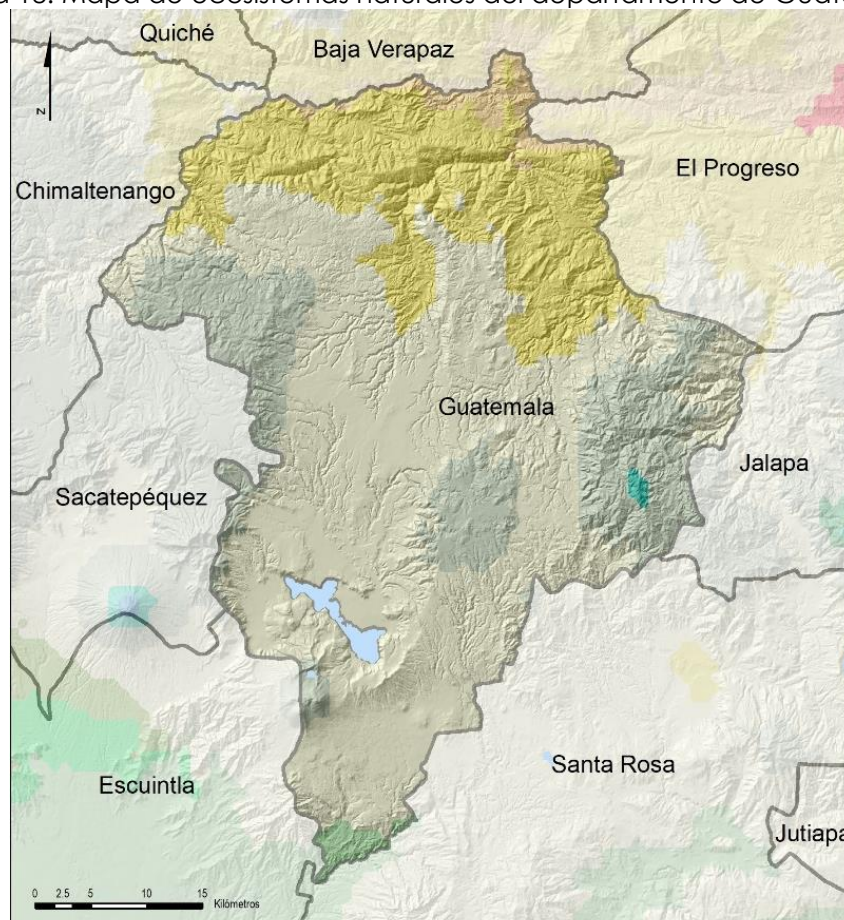
V. Bosque húmedo tropical (bh-T)

- Condiciones climáticas: Esta zona de vida registra precipitaciones pluviales anuales que, en promedio, varían entre 1,426 y 4,071 mm, siendo su valor medio de 2,199 mm. Los valores de temperatura mínima y máxima promedio anual se encuentran comprendidos entre los 24 y los 28.1 °C, siendo el valor promedio para todo el sistema ecológico de 25.65 °C.
La relación que se establece entre la evapotranspiración potencial y los volúmenes de precipitación pluvial promedio para esta zona de vida es de 0.69, lo que significa que de cada milímetro de precipitación que ocurre, se evapotranspiran 0.69 mm, haciendo que este sea considerado como un ecosistema excedentario en agua.
- Usos de la tierra dominantes: El 22.45% del área que ocupa esta zona de vida, está cubierta por bosques, el 29.12% por ganadería, el 21.20% por matorrales y arbustos, el 9.33% por granos básicos y el 6.21% por caña de azúcar. En esta zona existe una mayor presencia del cultivo de la palma africana, ya que el mismo cubre el 2.81%. El resto del territorio se encuentra destinado a otros usos de la tierra.

VI. Bosque muy húmedo montano tropical (bmh-MT)

- Condiciones climáticas: Las áreas que caracterizan esta zona de vida registran una precipitación pluvial anual comprendida entre los 1,141 y 2,056 mm, presentando un valor promedio de 1,486 mm. En el caso de la temperatura mínima y máxima promedio anual, la misma presenta un rango entre los 6.10 y los 15.50 °C, con un valor promedio de 10.40 °C para el ecosistema.
- En los territorios que caracterizan este tipo de zona de vida, la relación entre la evapotranspiración potencial y precipitación pluvial es de 0.41, lo que significa que, por cada milímetro de lluvia, se evapotranspiran 0.41 mm, generando condiciones para que el sistema ecológico se pondere como excedentario en agua.
- Usos de la tierra dominantes: El 41.92% del área que ocupa esta zona de vida, está cubierta por bosques, el 25.47% por agricultura anual, el 17.44% por matorrales y arbustos y el 10.84% por pastizales. El resto del territorio se encuentra destinado a otros usos de la tierra.

Figura 18. Mapa de ecosistemas naturales del departamento de Guatemala.



Universidad Rafael Landívar (URL) Vicerrectoría de Investigación y Proyección Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección (UIE) Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Humano y Sociedad (IAIHS)		Mapa de zonas de vida del departamento de Guatemala	
Proyección del mapa digital: EPSG: 31474 UTM WGS 84 Proyección del mapa impreso: Coordenadas geográficas, Referencia de Clarke 1866.		Fuente: Elaboración propia con base en mapas topográficos del Instituto Geográfico Nacional a escala 1:50,000. (Holgado, 2009; Jaraín, 2012; Holgado et al., 2009). Elaboración: Laboratorio UIE URL, Guatemala, abril de 2019.	
Legenda Cuerns de agua Límite departamental		bms-T bs-T bs-PMT	bh-T bh-PMT bh-MBT bms-T bms-PMT bms-MBT bms-MT bp-PMT bp-MT bp-SAT

Fuente: tomado de

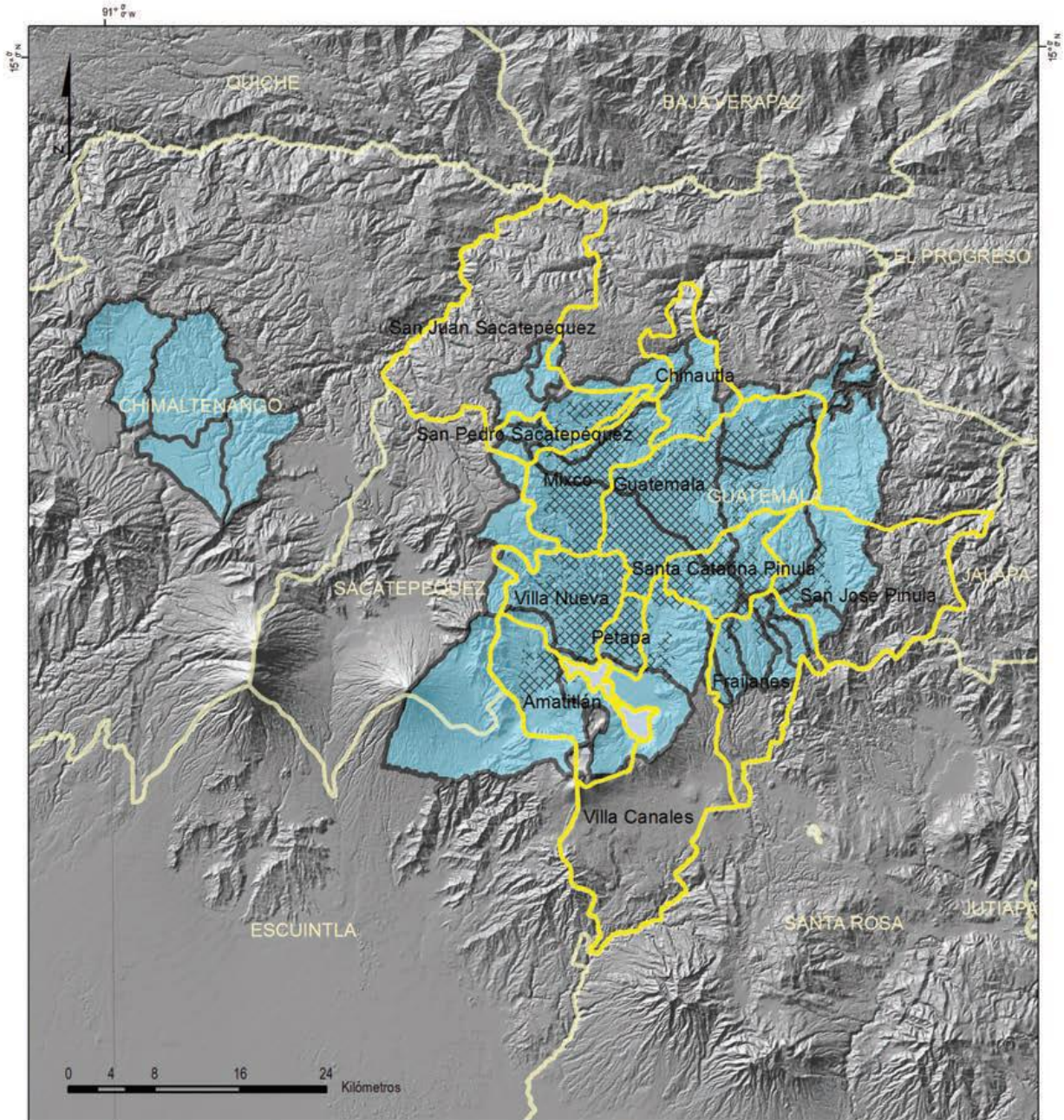
<https://incyt.maps.arcgis.com/apps/opstdashboard/index.html#/c/198936bf98840a6a01b492fd5deaea1>

Recursos de agua dulce

Dentro de los servicios ecosistémicos naturales, uno de los más importantes es la producción de agua para la zona metropolitana de Guatemala.

En esta zona, la disponibilidad de agua está amenazada por: a) la demanda creciente, b) el proceso de urbanización desordenado, lo cual conlleva a la disminución de la recarga por la expansión de las áreas impermeables, y c) la degradación general de las cuencas.

Figura 19. Mapa de zona metropolitana de Guatemala.



Fuente: Tomado de IARNA, 2012

En el documento titulado Bases técnicas para la gestión del agua con visión de largo plazo en la zona metropolitana de Guatemala, se indica que el abastecimiento de agua para la zona metropolitana se basa en cinco sistemas de agua superficial vinculados con cinco cuencas hidrográficas (Coyolate, Pixcayá, Las Vacas, Plátanos y María Linda), así como en un número indeterminado de pozos mecánicos que explotan los acuíferos locales.

El departamento de Guatemala, que carece de regulaciones que limiten y ordenen el manejo y explotación del recurso hídrico, padece todos los problemas derivados de la anarquía en el uso del agua. El proceso de degradación del recurso se presenta en el siguiente listado.

- Reducción de las zonas de recarga hídrica.
- Daño en las cuencas hídricas.
- Modificaciones en el terreno para dar paso a la construcción de ciudades.
- Crecimiento de la ciudad de manera desordenada para el uso de recursos incluyendo el agua.
- Contaminación de las aguas superficiales y del subsuelo.
- Sobre explotación y contaminación de las aguas del subsuelo.
- Descenso del nivel de las aguas en el subsuelo, se deben hacer pozos cada vez más profundos para encontrar el vital líquido.

El uso de los suelos determina en buena manera, la cantidad de agua que se filtrará hacia las capas del subsuelo. De esta manera los suelos, que en su superficie albergan bosques, permiten cierta recarga, pero la mayor parte del agua que reciben de precipitaciones se evapora, dado que una parte de esta queda en las copas de los árboles. Otro caso son los suelos utilizados para la agricultura, por ejemplo, el café que, por la naturaleza de la planta, permiten una mayor recarga (el riego se tomó en cuenta para la medición de la recarga hídrica en este estudio). Una situación diferente a las anteriores son las zonas urbanas, que muestran una mínima cantidad de recarga, en contraste con el agua que se escurre por la superficie (escorrentía superficial). Esto es debido a la impermeabilización de los suelos gracias al concreto y el asfalto que los cubre. Estos datos se pueden observar en la gráfica "Balance hidrológico de cada categoría de uso de la tierra".

La explotación del agua del subsuelo de manera insostenible se evidencia en la información proveniente de algunos pozos trabajados por EMPAGUA en la zona norte del valle de la ciudad de Guatemala. Estos pozos captan el agua subterránea. En el gráfico "Descenso de niveles de agua subterránea en siete pozos monitoreados, acuífero Calizas del Norte (1990 - 2010), zona metropolitana" se muestra el análisis de diez años en seis pozos, y uno de cinco años, en otro pozo del área. Los datos muestran la variación del nivel del agua medida en los pozos. La tendencia es al descenso, lo cual indica que se está extrayendo más de lo que el acuífero se está recargando.

El consumo y la demanda de agua en la zona metropolitana

Gran parte del abastecimiento de agua para diferentes usos en la zona metropolitana de Guatemala, depende de los recursos hídricos subterráneos (acuíferos). Estos depósitos de agua han existido por miles de años y son los que aún nos abastecen de agua. La problemática surge cuando comparamos la extracción del agua con el ritmo de recarga de los acuíferos. Esto refleja la intensidad en la explotación del recurso, así como la degradación e impermeabilización existente en las zonas de recarga, a causa de la expansión urbana. A esta velocidad de consumo y crecimiento de la metrópoli, eventualmente agotaremos el recurso.

De acuerdo con el estudio de IARNA 2012, en los doce municipios que conforman la zona metropolitana de Guatemala se consume un total de 553.4 millones de metros cúbicos de agua

al año, lo que equivale a un promedio de 189 m³/cápita/año (Cuadro 10). El 91% del agua que se consume proviene de los mantos acuíferos, donde las microcuencas de Las Vacas y Villalobos proveen el 67% del total, lo cual denota la intensidad de la extracción en dichas cuencas. (IARNA-URL y TNC, 2012b)

Tabla 17. Consumo total de agua por año en las cuencas que conforman la zona metropolitana de Guatemala, según extracción subterránea y agua superficial.

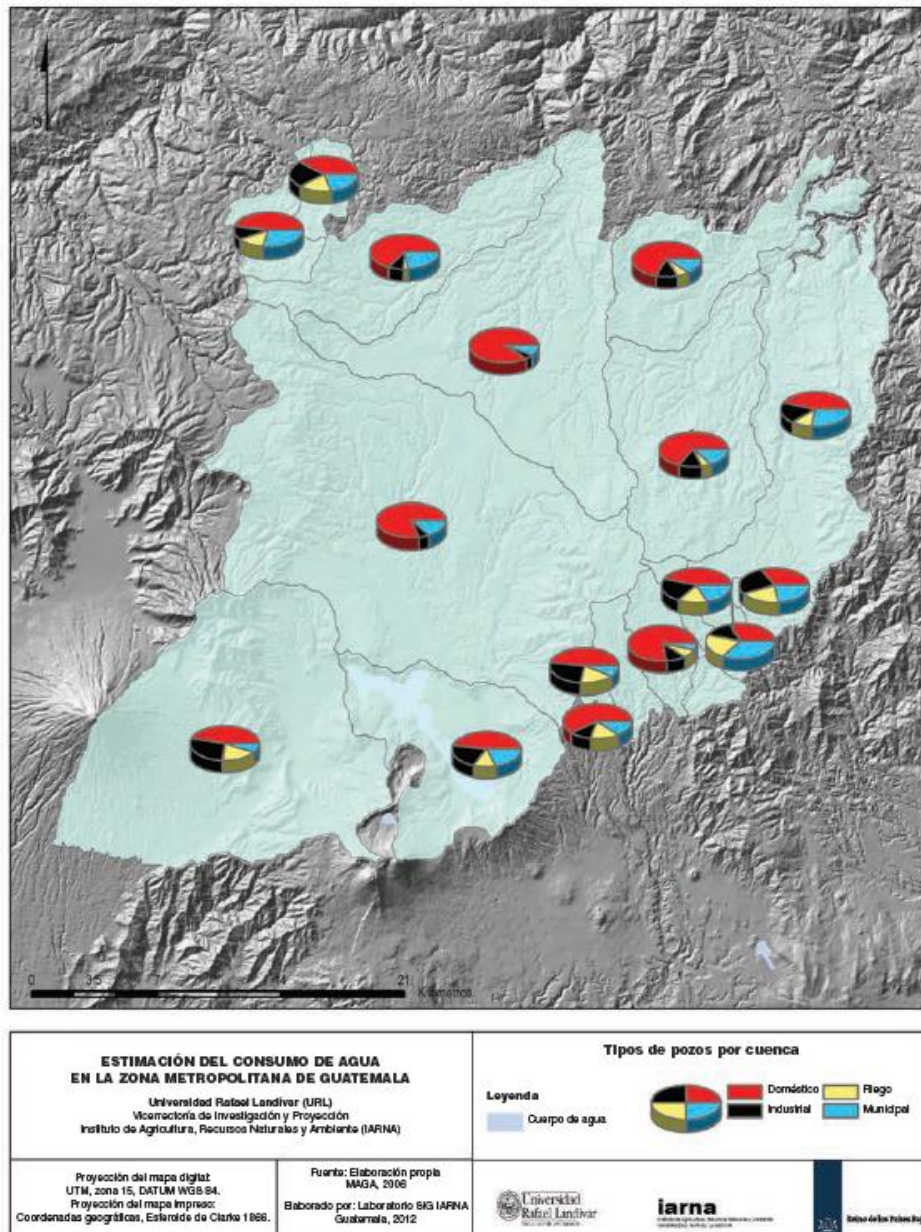
Microcuenca	Extracción de agua por pozo (m ³ /año)	Contribución al total
Agua subterránea		
Aguacapa	2,988,614	1%
Amatitlán	7,787,757	1%
El Cangrejal	1,459,762	0%
El Zapote	35,312,779	6%
La Cuya	1,039,549	0%
Las Cañas	19,218,168	3%
Las Flores	1,374,727	0%
Las Vacas	175,917,347	32%
Lo de Diéguez	3,676,331	1%
Los Ocotes	15,993,937	3%
Michatoya	26,006,431	5%
Paxot	4,910,751	1%
Rustrián	412,418	0%
Sactzi	936,562	0%
Teocinte	14,070,873	3%
Villalobos	191,203,422	35%
Subtotal	502,309,428	91%
Agua superficial		
Acueducto Xayá-Pixcayá /* **	51,100,000	9%
Gran total	553,409,428	100%

Fuente: Tomado de IARNA 2015, estimado con base en la información de la Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA)

El consumo de agua en la zona metropolitana puede dividirse en: industrial (incluye servicios), doméstico, municipal o agrícola. La Figura 13 muestra la distribución del consumo para las principales cuencas de la zona metropolitana de Guatemala, donde se aprecia que el agua para consumo humano es la que predomina y el uso industrial es más notorio en las cuencas periféricas. El uso agrícola del agua continúa en bajos porcentajes, en los municipios con mayor población rural.

La Figura 13 muestra el principal proveedor del servicio de agua en los hogares que conforman la zona de estudio.⁸ El 73% del agua en la zona metropolitana es provista por empresas municipales, el 25% por empresas privadas y el 2% por pozos propios.

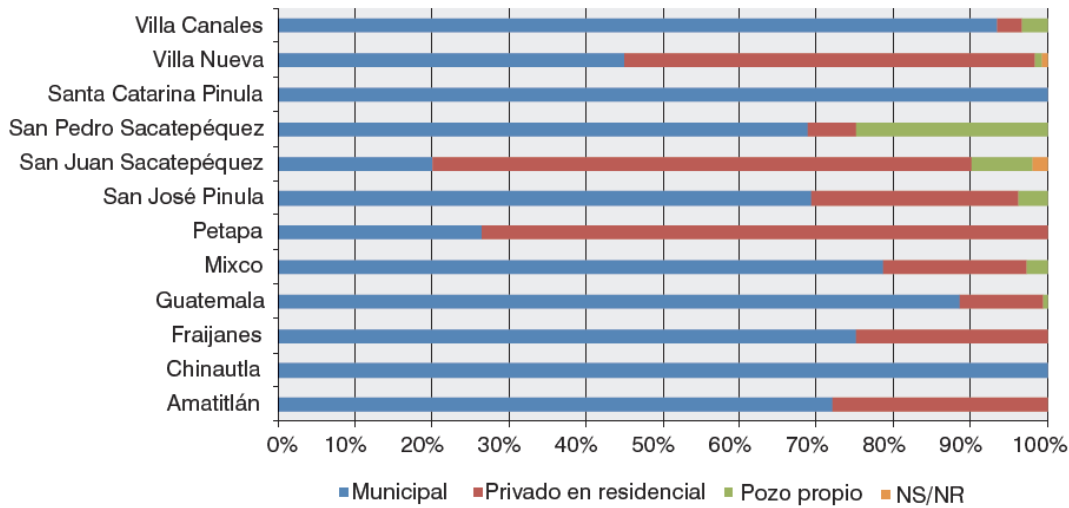
Figura 20. Principales usos del agua subterránea en las cuencas de la metrópoli del departamento de Guatemala.



Fuente: Tomado de IARNA 2015, estimado con base en la información de la Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA)

En la Figura 21 se aprecia el detalle por municipio, en Chinautla, Santa Catarina Pínula y Villa Canales, el principal proveedor del servicio de agua son las empresas municipales. Por su parte, en San Juan Sacatepéquez, San Miguel Petapa y Villa Nueva más del 50% de los hogares reciben el servicio de empresas privadas –por ejemplo, comités de colonia o empresas privadas–. En municipios todavía altamente rurales, como San Juan y San Pedro Sacatepéquez, los pozos propios continúan siendo la fuente primaria para cerca del 15% de hogares.

Figura 21. Principal proveedor de agua en los municipios de la zona metropolitana



Fuente: Tomado de IARNA 2015, estimado con base en la información de la Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA)

Los niveles de los pozos en la zona metropolitana varían entre 25 hasta más de 600 metros de profundidad. Algunos estudios revelan el descenso de los niveles de los pozos observados en distintos acuíferos. En la cuenca del río Villalobos, ya en la década de los setenta, se había evidenciado la constante disminución de los niveles de agua subterránea, sin que se haya logrado recuperar el almacenamiento. Estudios más recientes en el sector del Ojo de Agua y El Diamante, han mostrado reducciones promedio de 9 y 25 metros, respectivamente para el periodo 1968-1996. No obstante, en ciertos pozos del Ojo de Agua se ha observado el descenso de 13.2 metros en nueve años, mientras que para El Diamante ha sido de 22.5 metros en siete años.

Existen algunas acciones que pueden ser implementadas para empezar a solventar aspectos prioritarios del problema, éstas son: la implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales y reforestar áreas específicas para mejorar el estado de cuencas hidrográficas.

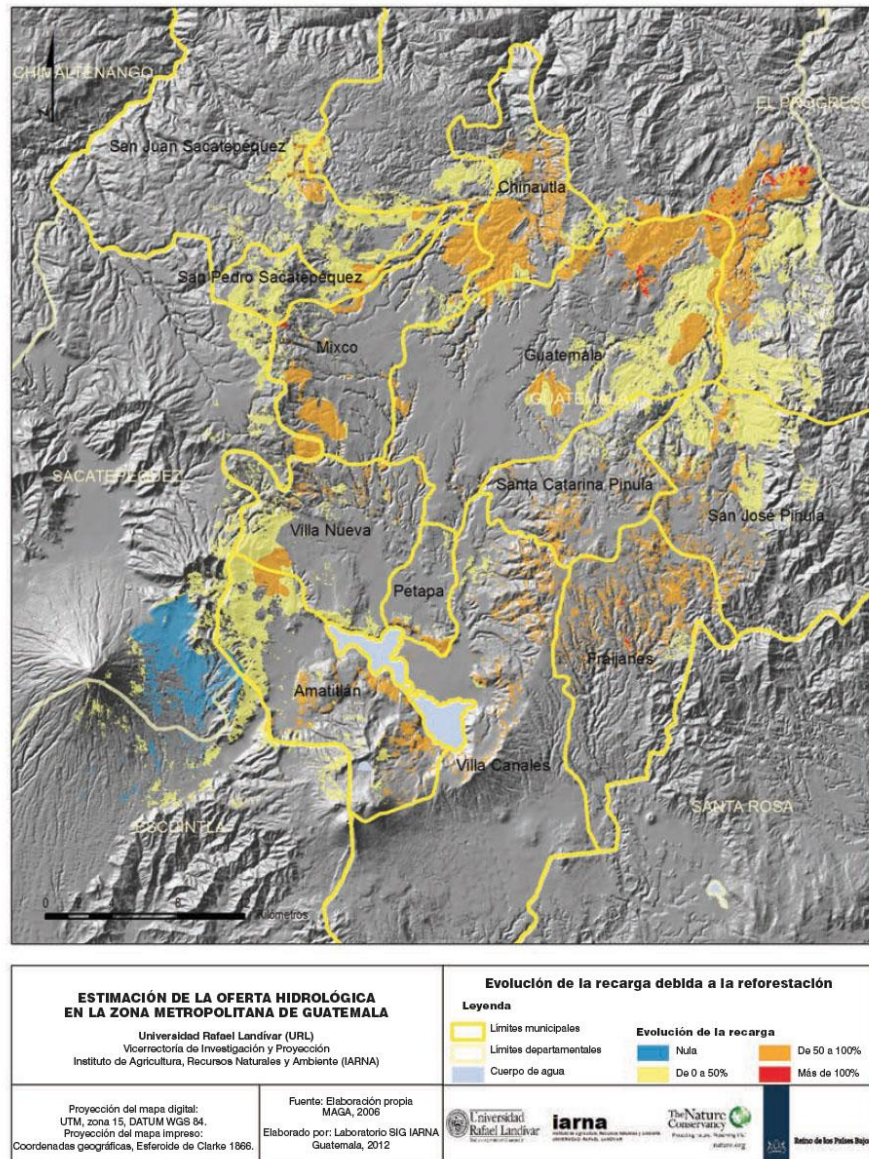
Priorización de las zonas de reforestación

Con el objetivo de aportar elementos para orientar esfuerzos de reforestación, se priorizaron ciertas áreas dentro de las 37,400 hectáreas inicialmente propuestas, con base en el nivel de mejora de la recarga al pasar a un uso forestal.

Este análisis permite determinar en dónde tendrían un mejor balance costo-eficiencia los esfuerzos de reforestación. Las áreas de reforestación que más incrementan la recarga son:

- a) Noreste de las zonas 17 y 18 de Guatemala;
- b) Límite entre los municipios de Mixco y Chinautla;
- c) Altos de Mixco, en los alrededores de la carretera Interamericana;
- d) Límite entre los municipios de Villa Nueva y Amatitlán, en los altos de Bárcenas;
- e) Barrancos de la ciudad capital, principalmente en las zonas 11, 13, 15 y 16;
- f) Barrancos que bajan del norte de Villa Canales; y
- g) Cabeceras de cuenca en el norte del municipio de Fraijanes.

Figura 22. Zonas prioritarias de reforestación, del departamento de Guatemala
Zonas prioritarias de reforestación



Fuente: Tomado de IARNA 2015, estimado con base en la información de la Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA)

Potencial del área para la captación, regulación y recarga hídrica

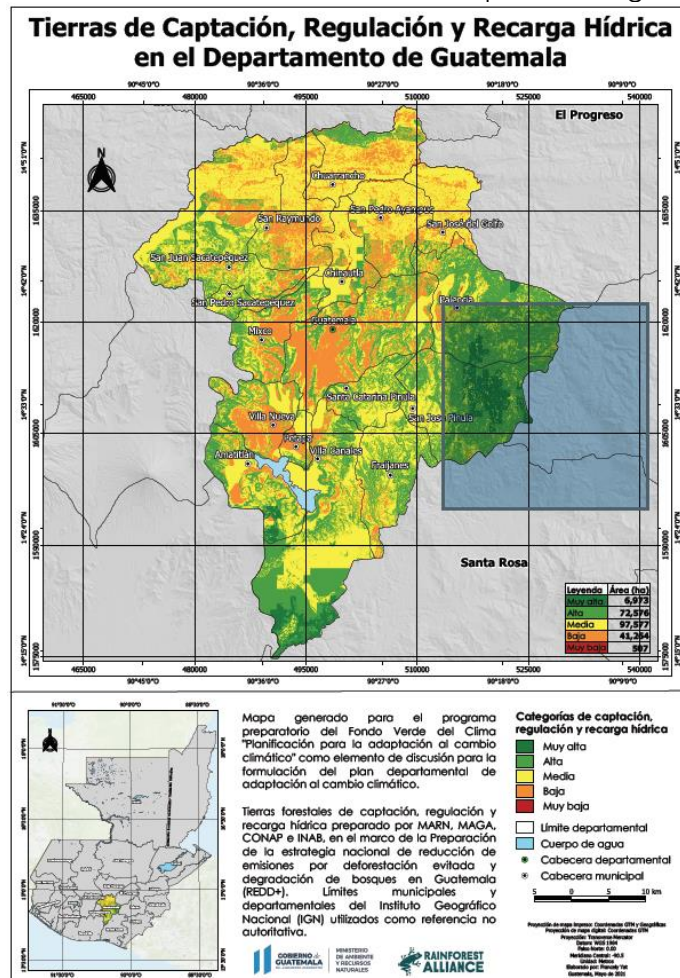
Uno de los criterios técnicos para la toma de decisión en la orientación de proyectos para las modalidades de bosques naturales con fines de protección, producción y restauración de tierras forestales degradadas, es el potencial del área para la captación, regulación y recarga hídrica. En el caso del departamento de Guatemala (ver tabla 18 y figura 23), únicamente el 3% se encuentra en la categoría de captación, regulación y recarga hídrica Muy Alta, específicamente en los municipios de San José Pinula y Palencia, el 33% en categoría alta, también en San José Pinula, Palencia, Santa Catarina, Fraijanes y villa Canales; hacia al occidente en San Juan y san Pedro Sacatepéquez. Cerca de la mitad se encuentra en una categoría media (45%) compartiendo territorio con el 19% de la categoría baja, principalmente

en los municipios de Chuarrancho, San Raymundo, San Pedro Ayampuc, Chinautla, Guatemala, Villa Nueva y Petapa; únicamente el 1% es muy baja.

Tabla 18. Tierras forestales de captación, regulación y recarga hídrica

Categoría	Superficie (ha)	% del Depto.
Media	97,577	45
Alta	72,576	33
Baja	41,264	19
Muy alta	6,973	3
Muy baja	507	1

Figura 23. Mapa departamental de tierras forestales de captación, regulación y recarga hídrica



Cobertura Forestal

El departamento de Guatemala en el período 2010 contaba con 53,003 Ha de bosque. Para el año 2010 se reportó una cobertura forestal de 48,180 Ha. Se pudo determinar que durante el período 2010-2016, hubo una pérdida de 20,458 Ha de bosque, sin embargo, durante ese mismo período se recuperaron 15.988 Ha; teniendo una pérdida neta de 4,824 Ha de bosque, que representan una disminución del 9.10 % del bosque que existía en el año 2010. La tasa de

deforestación para el departamento de Guatemala es de 4,824 Ha/año, equivalente al -1.56% anual del bosque existente al año 2010.

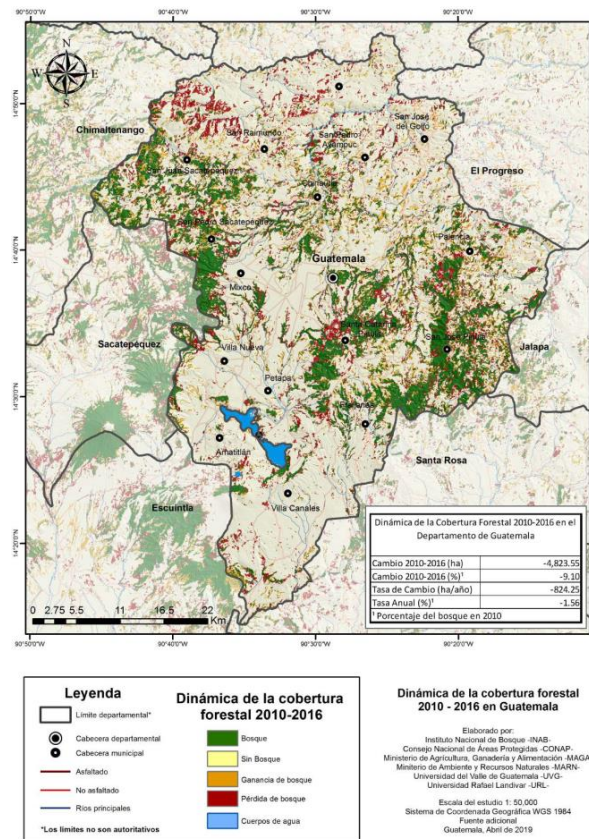
Tabla 19. Cobertura forestal reportada para Guatemala en los distintos períodos de estudios (en hectáreas)

2001	2006	2010	2016
65,431	58,162	53,003	48,180

Fuente: Tomado de INAB, 2019.

Al comparar la dinámica forestal del presente estudio, con la de los estudios realizados para los períodos 2001-2006 y 2006-2010, se pudo establecer que el proceso de mayor pérdida de bosques ocurrió en el segundo período (2006-2010), superando en más de 2,180 Ha/año al primer período (2001-2006). En este departamento se muestra una tendencia orientada hacia la pérdida de bosque. En la figura 24 se muestra la dinámica de la cobertura forestal del último período de evaluación.

Figura 24. Mapa de cobertura forestal, del departamento de Guatemala



Fuente: INAB, 2019

Estrategia Nacional de Restauración del Paisaje Forestal

Ésta es un instrumento que fortalece la planificación desarrollada dentro del marco la Mesa de Restauración Forestal, que está integrada por varios actores del sector forestal y ambiental del país, para la preparación, implementación, seguimiento y evaluación de la Estrategia Nacional.

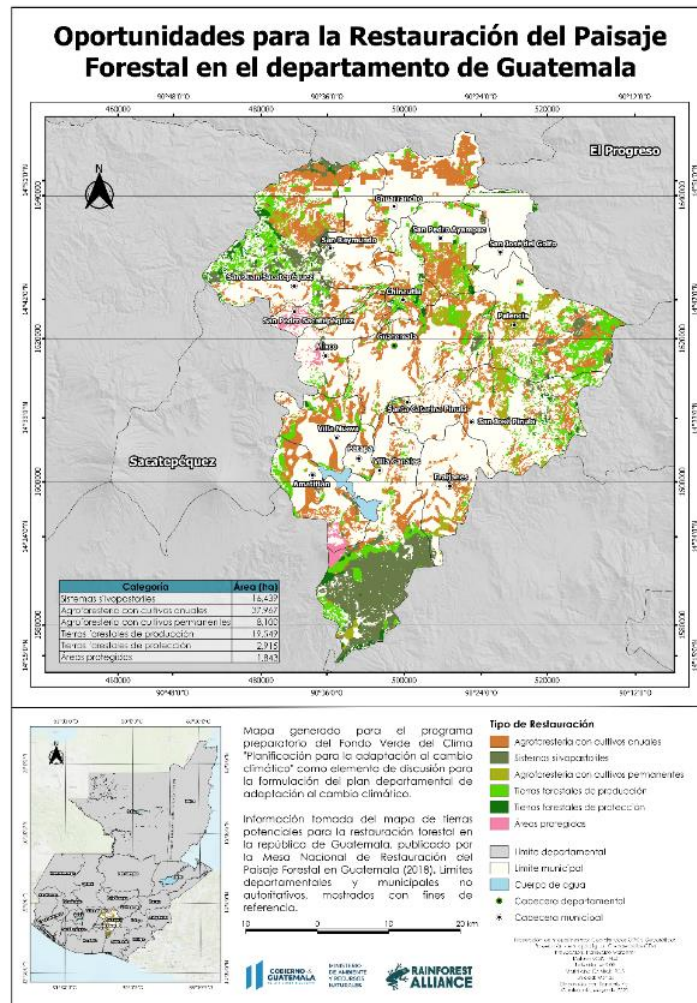
La estrategia dispone del mapa de Potencialidades de Restauración Forestal como una orientación particular en los territorios hacia las intervenciones, para el caso del departamento de Guatemala, el mapa ofrece el detalle que se presenta a continuación en cuadro 20.

Tabla 20. Área potencial para la restauración del paisaje forestal en el departamento de Guatemala

Descripción	Superficie (Ha)	% del Depto.
Agroforestería con cultivos anuales	37,967	17
Sistemas silvopastoriles	16,439	8
Agroforestería con cultivos permanentes	8,100	4
Tierras forestales de producción	19,549	9
Tierras forestales de protección	2,915	1
Áreas protegidas	1,843	1
Total	868.13	39

Fuente: elaborado con insumos de la Mesa de Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala, 2015.

Figura 25. Mapa de oportunidades para la restauración del paisaje forestal del departamento de Guatemala



Fuente: MARN, 2019

6. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

Introducción

El análisis de la vulnerabilidad al cambio climático es un concepto importante ante la posibilidad de hacer uso de este para evaluar el carácter, el alcance y la severidad potencial de los impactos del cambio climático en el departamento, respaldando por tanto los esfuerzos de planificación para la adaptación a corto, mediano y largo plazo.

La vulnerabilidad es una función del carácter, magnitud e índice de la variación climática a que está expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad adaptativa" (IPCC, 2001).

La Ley de Cambio Climático (2013), define la vulnerabilidad como la 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.

De acuerdo con el IPCC (2014), la vulnerabilidad se refiere como la propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación.

A partir de esta definición, se puede estimar la vulnerabilidad ante el cambio climático a partir del análisis de la exposición, la sensibilidad y la capacidad adaptativa de las poblaciones sujetas a estos cambios. De allí que se utilizó la siguiente fórmula para el estudio:

$$\text{Vulnerabilidad ante el cambio climático} = (\text{Exposición} + \text{Sensibilidad}) - \text{Capacidad de Adaptación}$$

El Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático evalúa el riesgo de exposición al cambio climático y a fenómenos extremos con respecto a la sensibilidad humana actual a esa exposición y a la capacidad de un territorio o país para adaptarse a los impactos potenciales del cambio climático o aprovechar esos posibles impactos. (Mapplecroft, 2014)

El Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático está compuesto por tres índices que, a su vez, son índices de riesgo diferenciados;

1. Índice de exposición
2. Índice de sensibilidad
3. Índice de capacidad de adaptación

Donde:

Exposición = Índice de Amenazas

Sensibilidad = Índice de Sensibilidad Hídrica + Índice de Sensibilidad Productiva

Capacidad de adaptación = Índice Demográfico + Índice de Inseguridad Alimentaria y Nutricional + Índice de Cobertura Natural y su Estado de Fragmentación

El análisis de vulnerabilidad adquiere dos dimensiones importantes de análisis, la primera es la vulnerabilidad actual y la segunda corresponde a la vulnerabilidad futura, el IPCC los define de la forma siguiente:

Vulnerabilidad contextual (vulnerabilidad de partida): Incapacidad actual para afrontar las presiones externas o los cambios, como las condiciones de clima cambiante. La vulnerabilidad contextual es una característica de los sistemas sociales y ecológicos generada por múltiples factores y procesos. (O'Brien y otros, 2007, tomado de IPCC, 2014. Anexo II, Glosario)

Vulnerabilidad resultante (vulnerabilidad final): Vulnerabilidad en el punto final de una secuencia de análisis que comienza con las proyecciones de futuras tendencias de las emisiones, continúa con la elaboración de escenarios climáticos y concluye con estudios de impacto biofísico y la identificación de las opciones de adaptación. Toda consecuencia residual que queda después de haber realizado la adaptación define los niveles de vulnerabilidad. (Kelly y Adger, 2000; O'Brien et al., 2007, tomado de IPCC, 2014. Anexo II, Glosario)

Índice de exposición: El Índice de exposición evalúa el riesgo de recibir impactos de fenómenos extremos relacionados con el clima (sequía, incendios forestales, ciclones y tormentas tropicales, fuertes tormentas locales, deslizamientos de tierra provocados por la precipitación atmosférica, inundaciones y elevación del nivel del mar), así como el riesgo que plantean los cambios previstos en los parámetros climáticos de referencia (temperatura ambiente, precipitación atmosférica y humedad específica).

El Índice de Exposición no tiene la capacidad para predecir la localización exacta de los futuros fenómenos extremos, combinando técnicas de modelación, con información sobre fenómenos extremos del pasado, se puede identificar patrones amplios de cambios potenciales junto con zonas de singular presencia de fenómenos extremos.

Índice de sensibilidad: El Índice de Sensibilidad analiza la sensibilidad humana actual a la exposición a fenómenos extremos relacionados con el clima (sequía, incendios forestales, ciclones y tormentas tropicales, mareas de tormenta, fuertes tormentas locales, deslizamientos de tierra provocados por la precipitación atmosférica, inundaciones y elevación del nivel del mar) y el cambio climático previsto.

La sensibilidad es la medida de la susceptibilidad de la población a los impactos del cambio climático, la cual es una función de las circunstancias físicas, sociales y de medios de subsistencia actuales de esa población.

Índice de capacidad adaptativa: El Índice de Capacidad de Adaptación evalúa la habilidad o el potencial de las instituciones de un país, su economía y su sociedad, para ajustarse a las presiones existentes o previstas resultantes del cambio climático o para aprovecharlas. Los siguientes son factores críticos que influyen en la capacidad adaptativa de un país: la fortaleza de la economía; la efectividad y la estabilidad del gobierno; el grado de transferencia del conocimiento y las comunicaciones con la población en general; la habilidad de un país para desarrollar tecnologías o prácticas innovadoras; la disponibilidad de recursos naturales; así como el grado de dependencia de la agricultura o de otras actividades vulnerables para sostener la economía.

Comprender la vulnerabilidad como un compuesto de factores múltiples, pone de relieve la importancia de prepararse para la exposición física al cambio climático y de abordar los impulsores de la sensibilidad y de la baja capacidad adaptativa. Es posible atenuar la vulnerabilidad al cambio climático reduciendo la sensibilidad de la población afectada y mejorando la capacidad de adaptación por parte de la sociedad. Lograrlo exige crear mayor sensibilización con respecto al contexto social, económico, político y ambiental más amplio de un país y sus sistemas, los cuales moldean el grado de resiliencia actual y el potencial para lograr mayores avances. (Mapplecroff, 2014)

6. Vulnerabilidad específica a nivel de departamento

6.1.1. Variación climática en el departamento

Precipitación

Actualmente el departamento de Guatemala presenta características tropicales, con una temperatura media de 20.23 °C y una estación lluviosa regular entre los meses de mayo a octubre. La precipitación promedio es de 1604.77 mm anuales, con máximos de 2495 mm, principalmente en zona sureste y mínimos de 1051.72 mm anuales en las zonas del noroeste del departamento (ver Figura 6).

Para el año 2050, de acuerdo con la modelación de los escenarios climáticos RCP 8.5 se prevé un aumento de la temperatura promedio en el departamento alrededor de la media de 22.94 °C, manteniendo su tendencia regular entre los meses de mayo a noviembre, con una reducción del régimen anual de precipitación en un promedio de 1483.77 mm anuales, con máximos de 2397.56 mm, principalmente en zona sureste y mínimos de 911.93 mm anuales, significando una reducción 120 milímetros (ver Figura 26).

Figura 26. Mapa de precipitación actual (mm) anual del departamento de Guatemala, con base al registro histórico de dicha variable

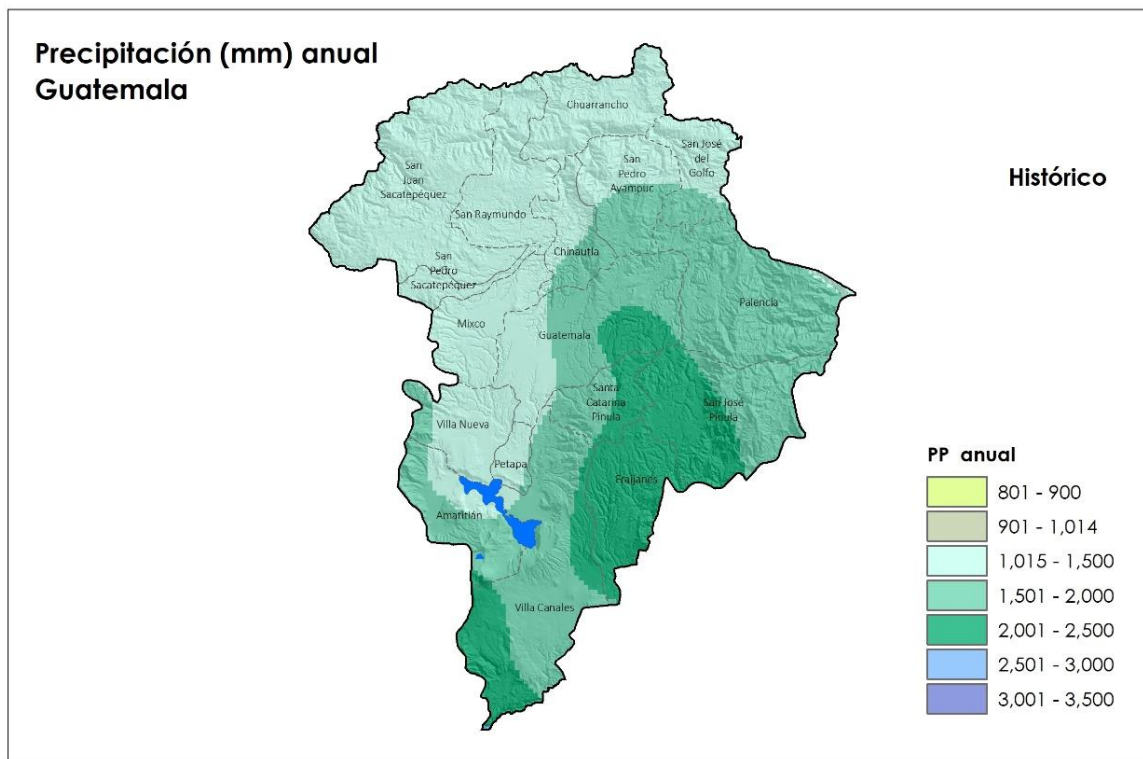
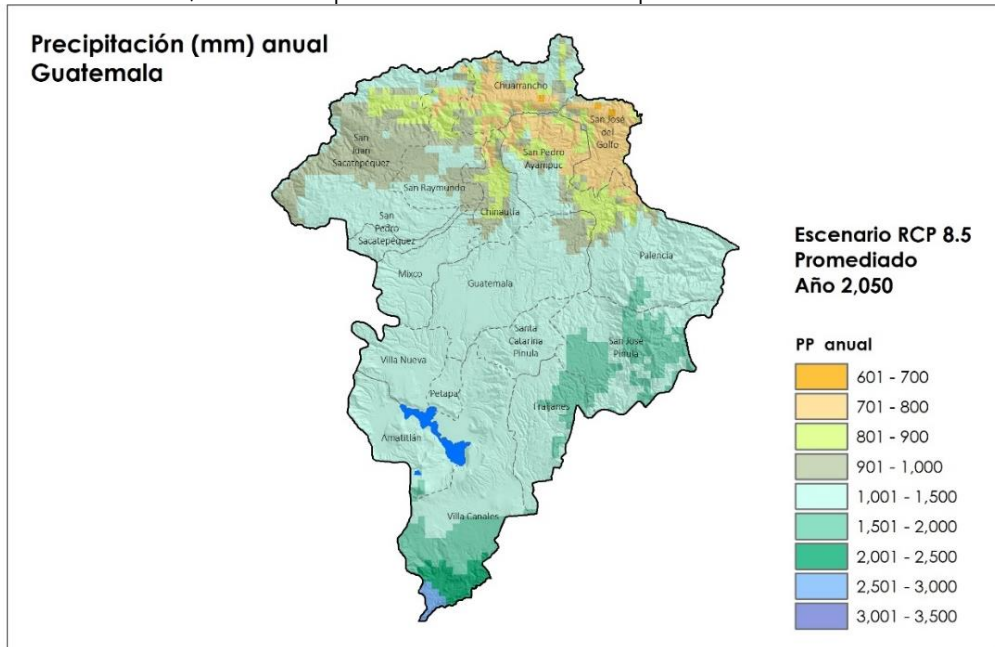
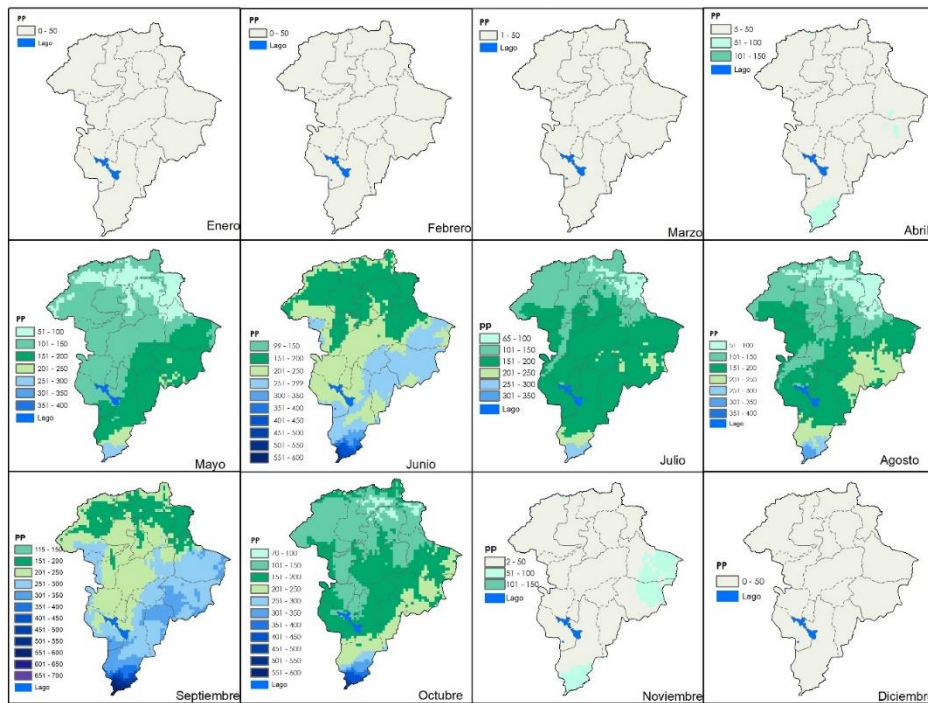


Figura 27. Mapa de precipitación futura (mm) promediado al año 2050 del departamento de Guatemala, con base predicción del modelo para el escenario RCP 8.5



Con relación a la distribución mensual, será posible observar entre los meses de mayo a octubre como regularmente se ha registrado a la fecha.

Figura 28. Mapa de precipitación (mm) mensual para el año 2050, escenario RCP 8.5, del departamento de Guatemala.

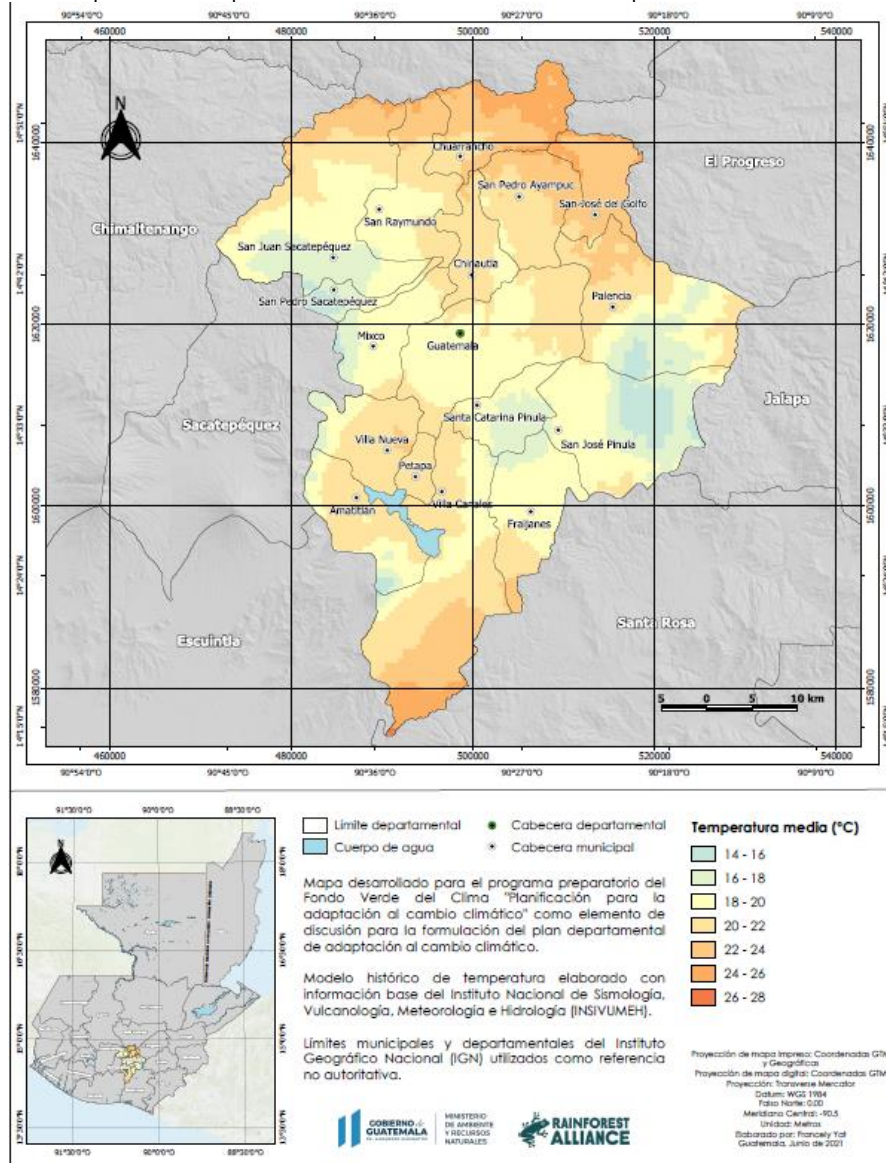


Temperatura

El aumento de la temperatura y la disminución de la precipitación, acentúan las amenazas identificadas anteriormente para el departamento, lo cual sugiere un proceso de planificación de la adaptación incorporando dicha tendencia.

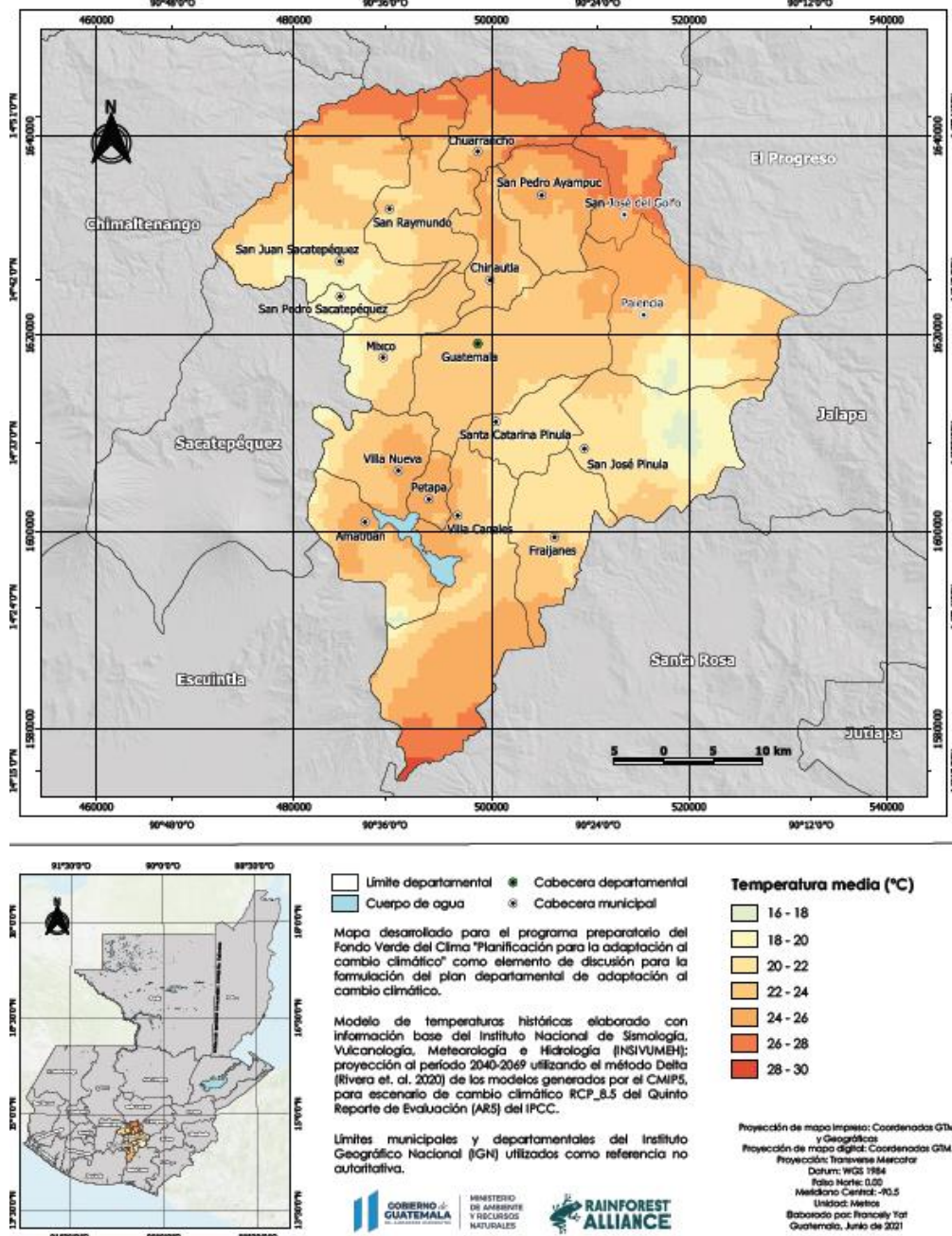
Según datos históricos del INSIVUMEH, se establece que, el departamento de Guatemala tiene una temperatura media anual de 20.2 °C. Las zonas menos cálidas se identifican en los municipios de la faja central, entre los que se encuentran una parte de San Juan Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez, Mixco, Santa Catarina Pinula, Palencia, San José Pinula y Fraijanes, donde se presentan temperaturas de hasta 14 y 16 °C, mientras que las temperaturas más altas se presentan en los extremos hacia el norte y sur del departamento, en parte de los municipios de Chuarrancho, San José del Golfo y Villa Canales.

Figura 29. Mapa de temperatura anual media en el departamento de Guatemala



Para el 2050, se espera un aumento de temperatura llegando hasta 22.94 °C, con una variación estimada de 2.4°C, en un escenario RCP, 8.5. Se logra apreciar que hacia el año 2050, dejan de presentarse la categoría de temperaturas de 14 y 16 °C, en tal sentido, las temperaturas incrementan en todo el territorio de una forma más uniforme, manteniendo la ubicación de las mayores temperaturas en los municipios hacía el norte y sur del departamento.

Figura 30. Mapa departamental de temperatura anual media en el departamento de Guatemala, escenario de cambio climático RCP_8,5 - Periodo 2040-2069



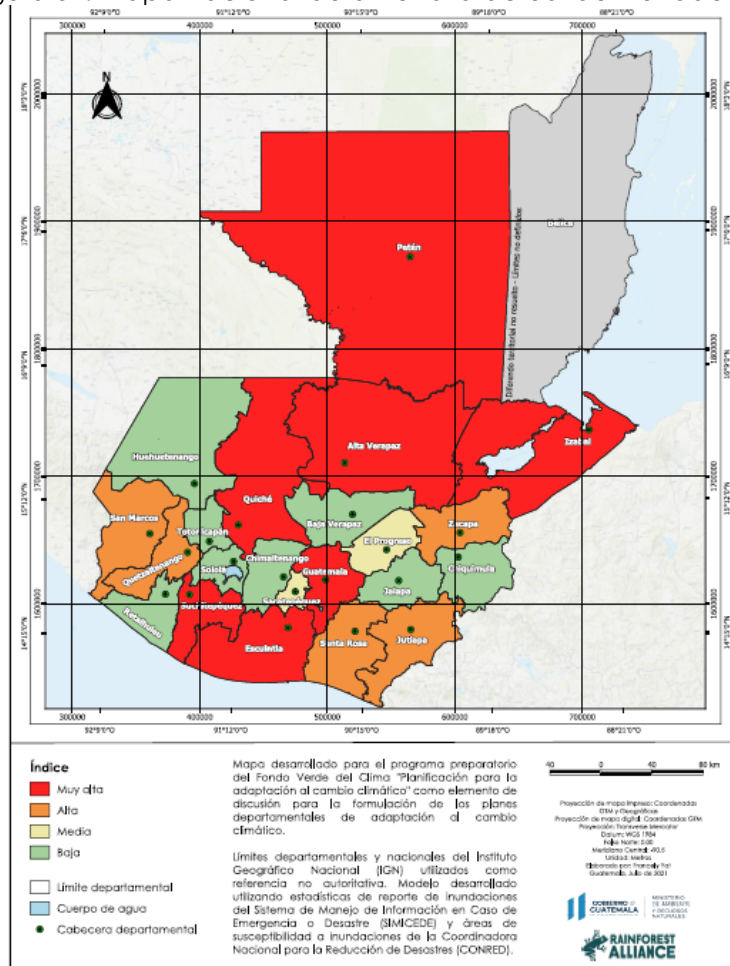
6.1.2. Exposición climática del departamento de Guatemala

Como parte de la evaluación de los impactos del cambio climático en el departamento, es importante establecer su vulnerabilidad ante los principales fenómenos atmosféricos, esto forma parte de los Indicadores utilizados para conformar el Índice de Amenazas⁹ Climáticas Actuales. 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.

Amenaza por inundaciones en el departamento de Guatemala

En términos de inundaciones, Guatemala tiene un nivel de amenaza muy alto (ver figura 31), ya que desde 2008 se han reportado 212 eventos de inundaciones marcando una probabilidad cercana al 40% que alguna de las zonas inundables del departamento sea afectada en un año.

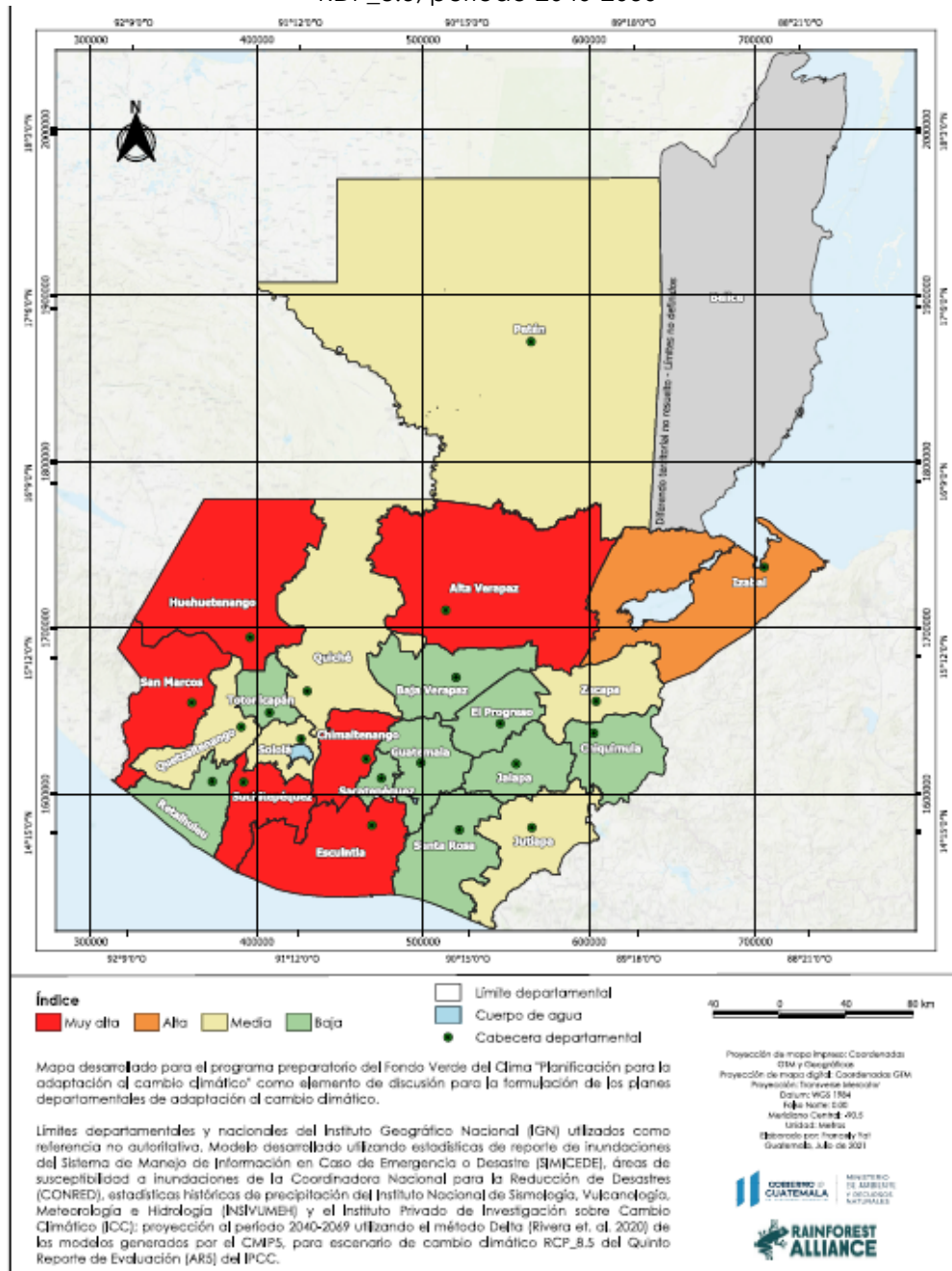
Figura 31. Mapa nacional de amenaza actual de inundaciones



⁹ Amenaza: Fenómeno, sustancia, actividad humana o situación peligrosa que puede causar la muerte, lesiones u otros impactos sobre la salud, daños materiales, pérdida de los medios de vida y servicios, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental" (UNISDR, 2009).

El escenario de cambio climático indica que esta amenaza disminuirá al año 2050, lo cual favorece al departamento.

Figura 32. Mapa nacional de amenaza de inundaciones, Escenario de cambio climático RDP_8.5, periodo 2040-2050



Dada la topografía de Guatemala 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 551 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.

Amenaza por sequía en el departamento de Guatemala

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 Guatemala y según las condiciones de aridez, se puede estimar un nivel de amenaza por sequía.

Como se muestra en la Figura 33, se identifica que 3% del área departamento se encuentra con amenaza muy alta de sequía, en zonas semiáridas con 90% de posibilidades que se dé una sequía; 32% 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, 24% de Guatemala se encuentra con una amenaza media, en áreas con 50% de probabilidad de sequía, pero generalmente húmedas; finalmente, el 40% del departamento tiene un nivel de amenaza bajo por sequías, al encontrarse en zonas húmedas con probabilidades de sequía menores al 50%.

Figura 33. Mapa departamental de amenaza de Sequía meteorológica

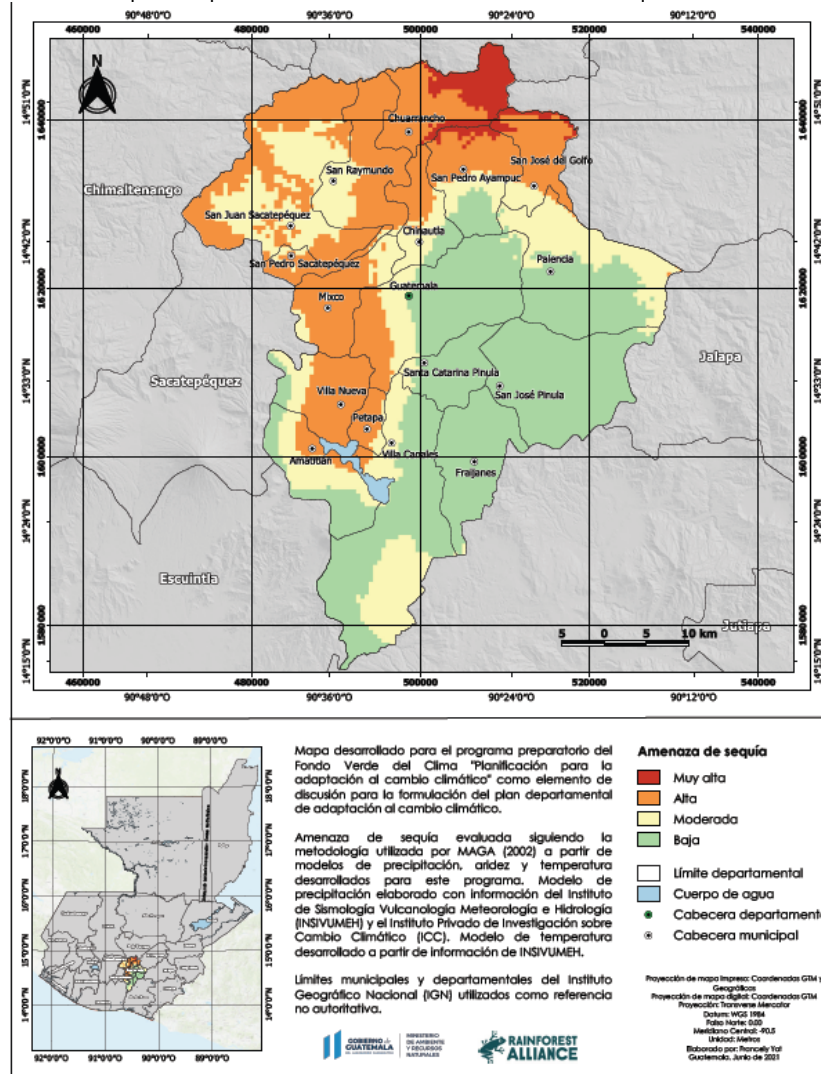


Figura 34. Mapa de amenaza de Sequía a nivel nacional, Escenario de cambio climático RDP_8.5, periodo 2040-2069

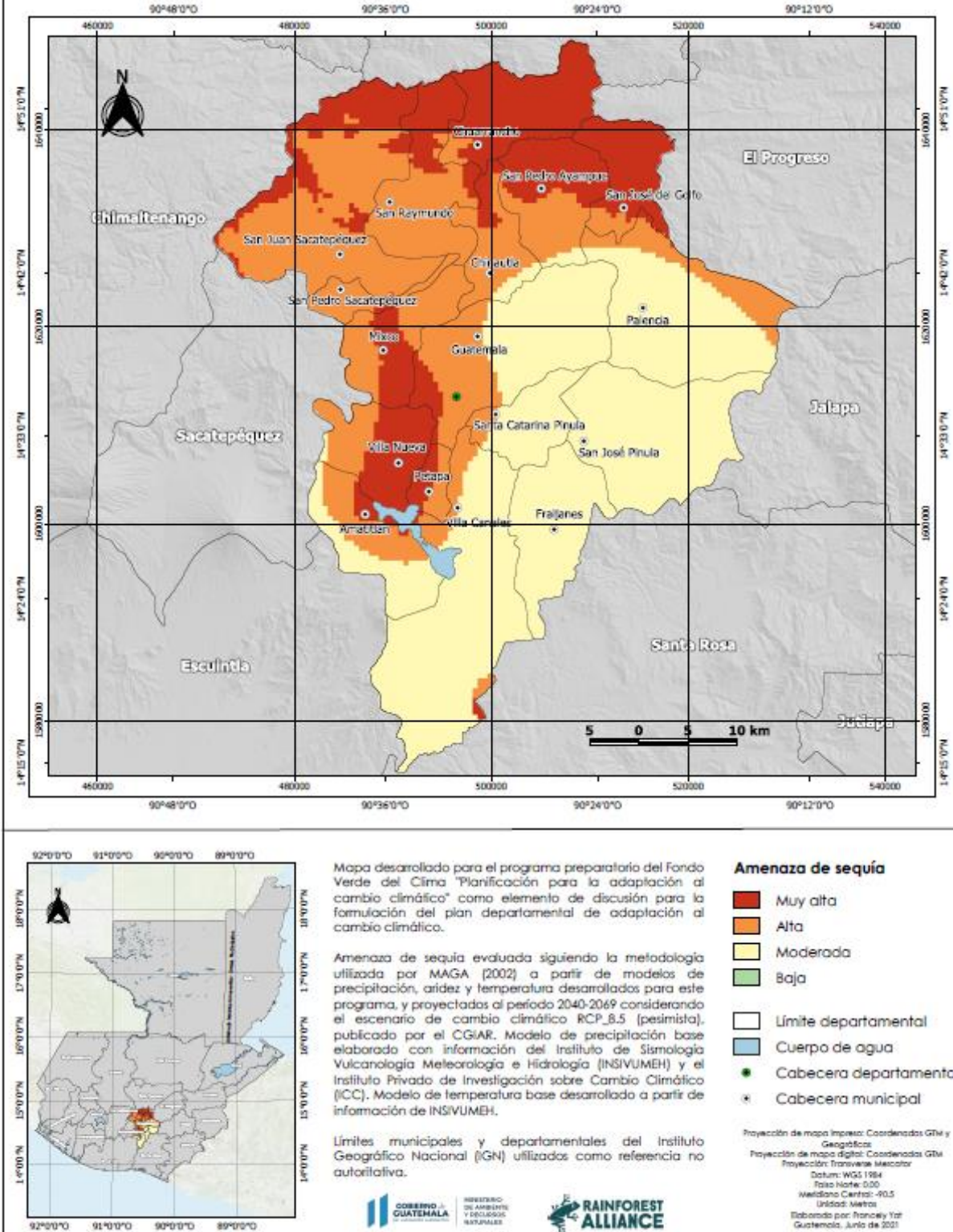
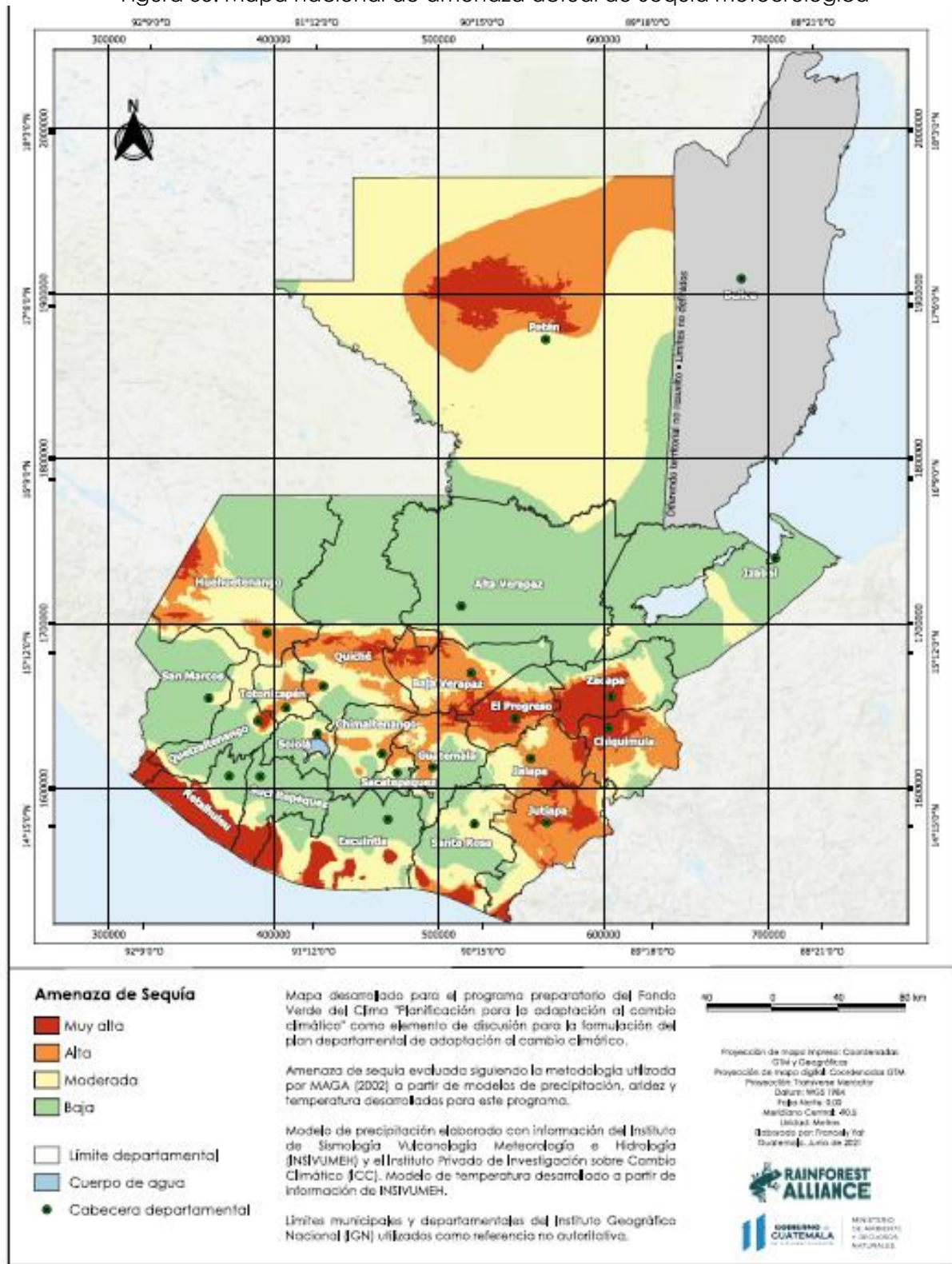
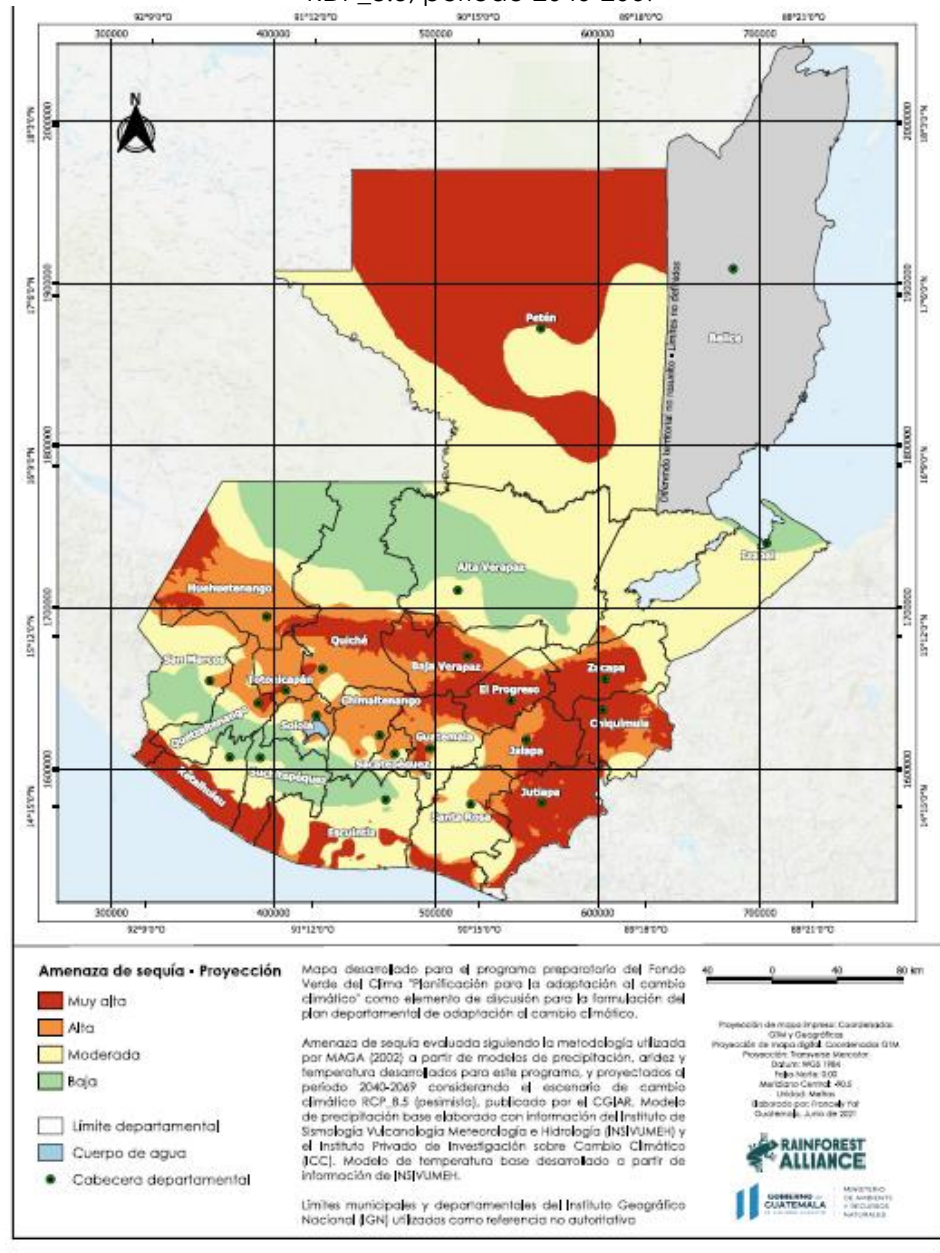


Figura 35. Mapa nacional de amenaza actual de Sequía meteorológica



La proyección de la amenaza por sequía meteorológica no es alentadora para el departamento, debido que se presentan categorías de moderada, alta y muy alta, principalmente en los municipios del norte del departamento, San Juan Sacatepéquez, San Raymundo, Chuarrancho, San Pedro Ayampuc y San José del Golfo. También se identifica en una parte de los municipios de Villa Nueva y Mixco, tal como se observa en la figura 36.

Figura 36. Mapa de amenaza de Sequía a nivel nacional, Escenario de cambio climático RDP_8.5, periodo 2040-2069

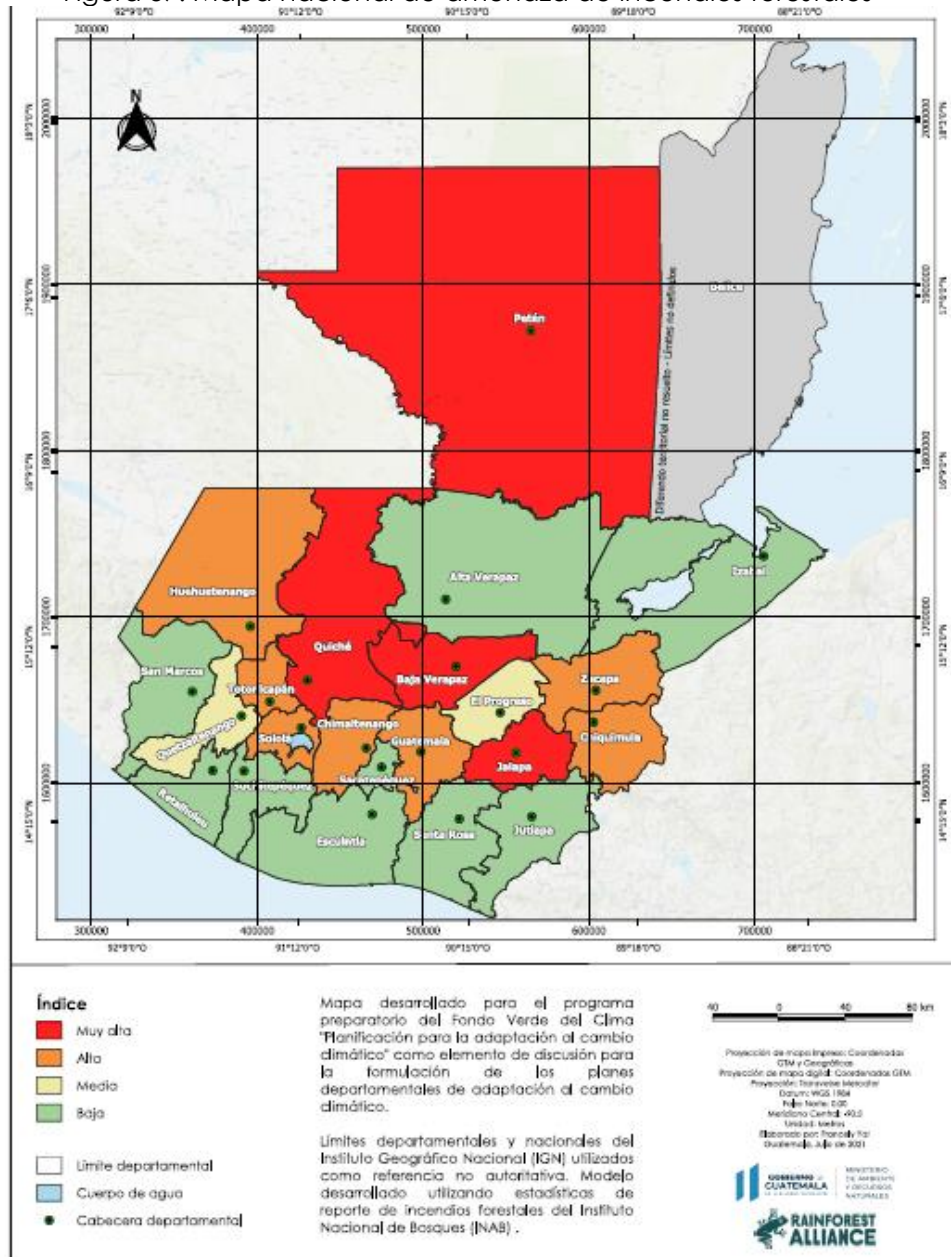


Amenaza por incendios forestales en el departamento de Guatemala

Los incendios forestales afectan a Guatemala en un nivel alto (ver Figura 37). En el período de 2001 a 2015, que es para el que se tuvo con registros, se reportaron 623 eventos de incendios;

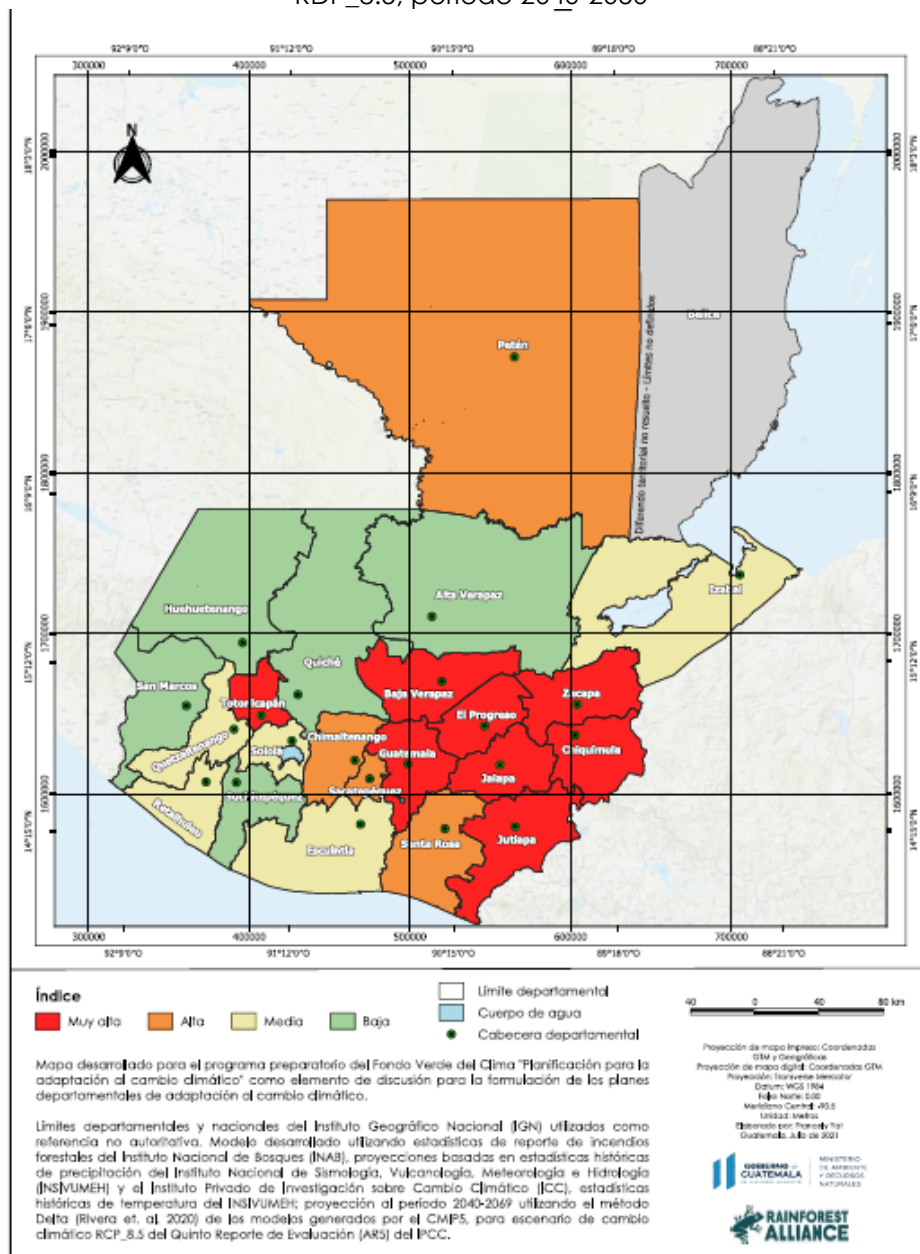
basándose en esta estadística y considerando la cobertura boscosa del departamento, la probabilidad que un incendio afecte el departamento está cerca del 64%.

Figura 37. Mapa nacional de amenaza de incendios forestales



Los escenarios permiten estimar que la tendencia de la amenaza irá en aumento al año 2050, ya que será una amenaza muy alta, que prevé una incidencia anual alta de este fenómeno, lo cual convierte esta amenaza en una variable de especial atención para la resiliencia del ecosistema forestal dentro del departamento, estableciendo medidas de alta prioridad, en consistencia con la importancia de la amenaza.

Figura 38. Mapa de amenaza de incendios forestales nacional, Escenario de cambio climático RDP_8.5, periodo 2040-2050



Amenaza por olas de calor en el departamento de Guatemala

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. Sobre la base de reportes históricos, se identifican distintos niveles de amenazas para el departamento de Guatemala, como se observa en la Figura 39, se estima que 14% del territorio presenta un nivel medio. Por otro lado, 65% tiene un nivel de amenaza alto, mientras que 21% del territorio presenta un nivel muy alto de probabilidades (mayor a 75%) que este fenómeno se presente en el año.

Figura 39. Mapa departamental de amenaza de eventos de olas de calor

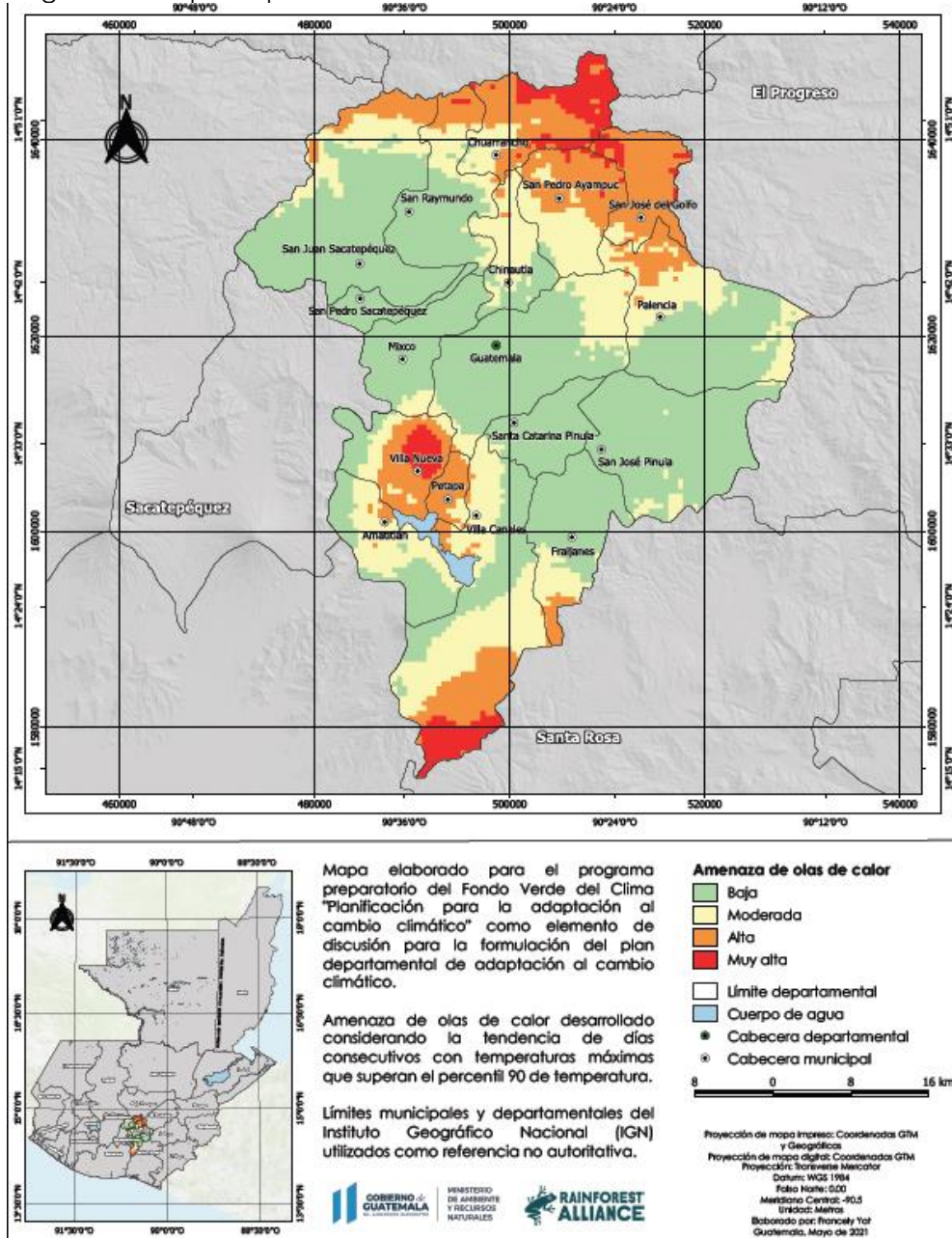


Figura 40. Mapa nacional de amenaza actual de eventos de olas de calor

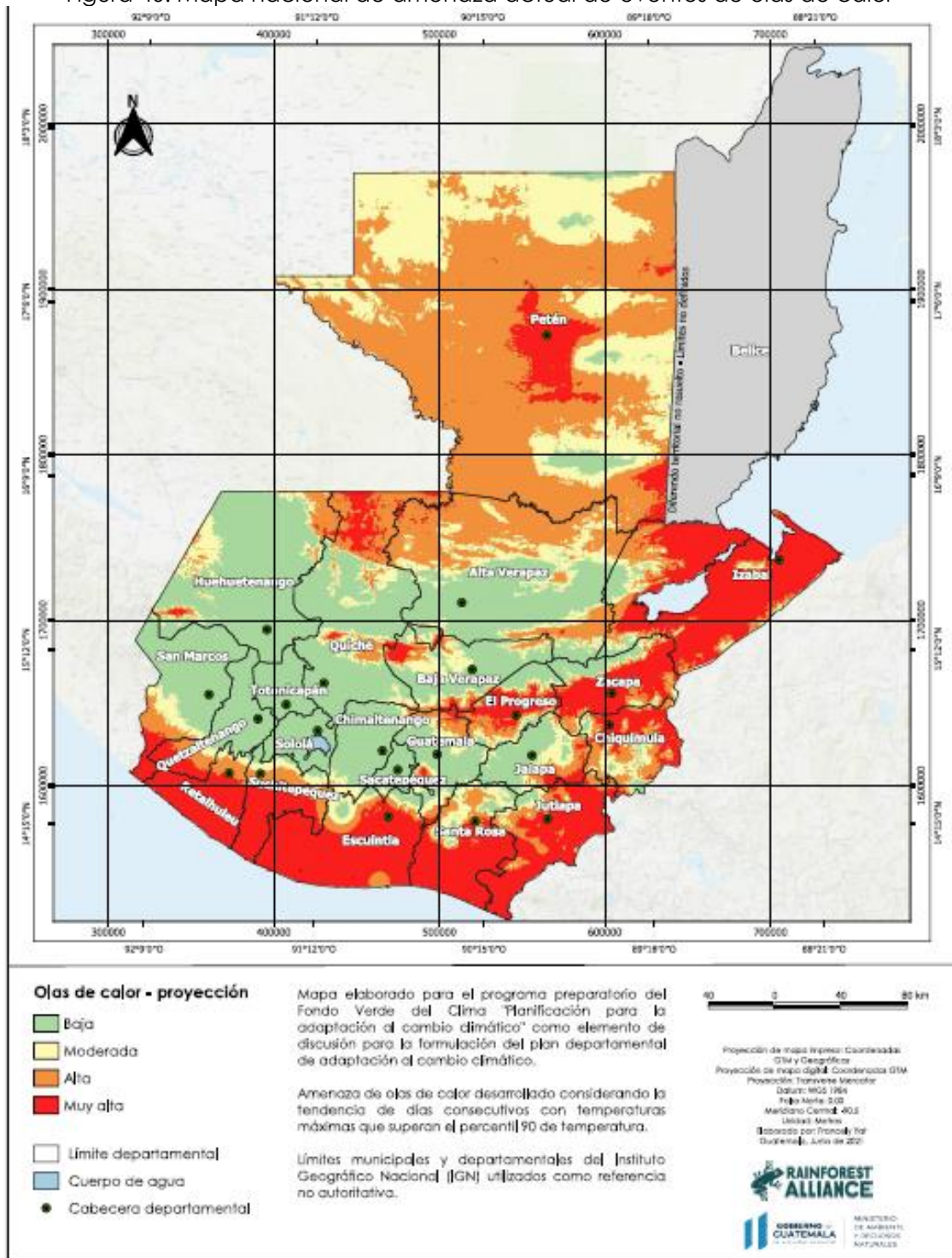


Figura 41. Mapa departamental de amenaza por olas de calor, Escenario de cambio climático RDP_8.5, periodo 2040-2050

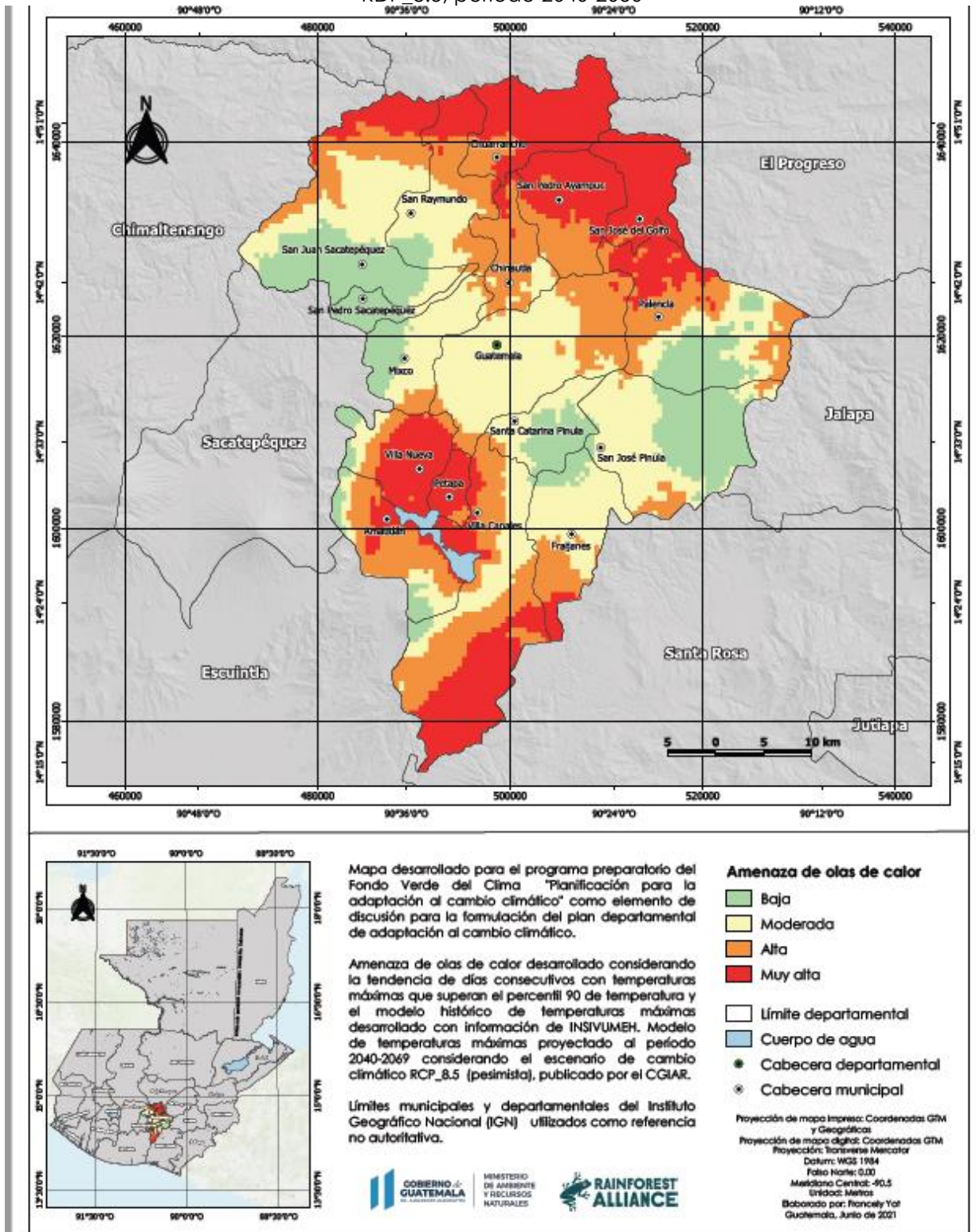
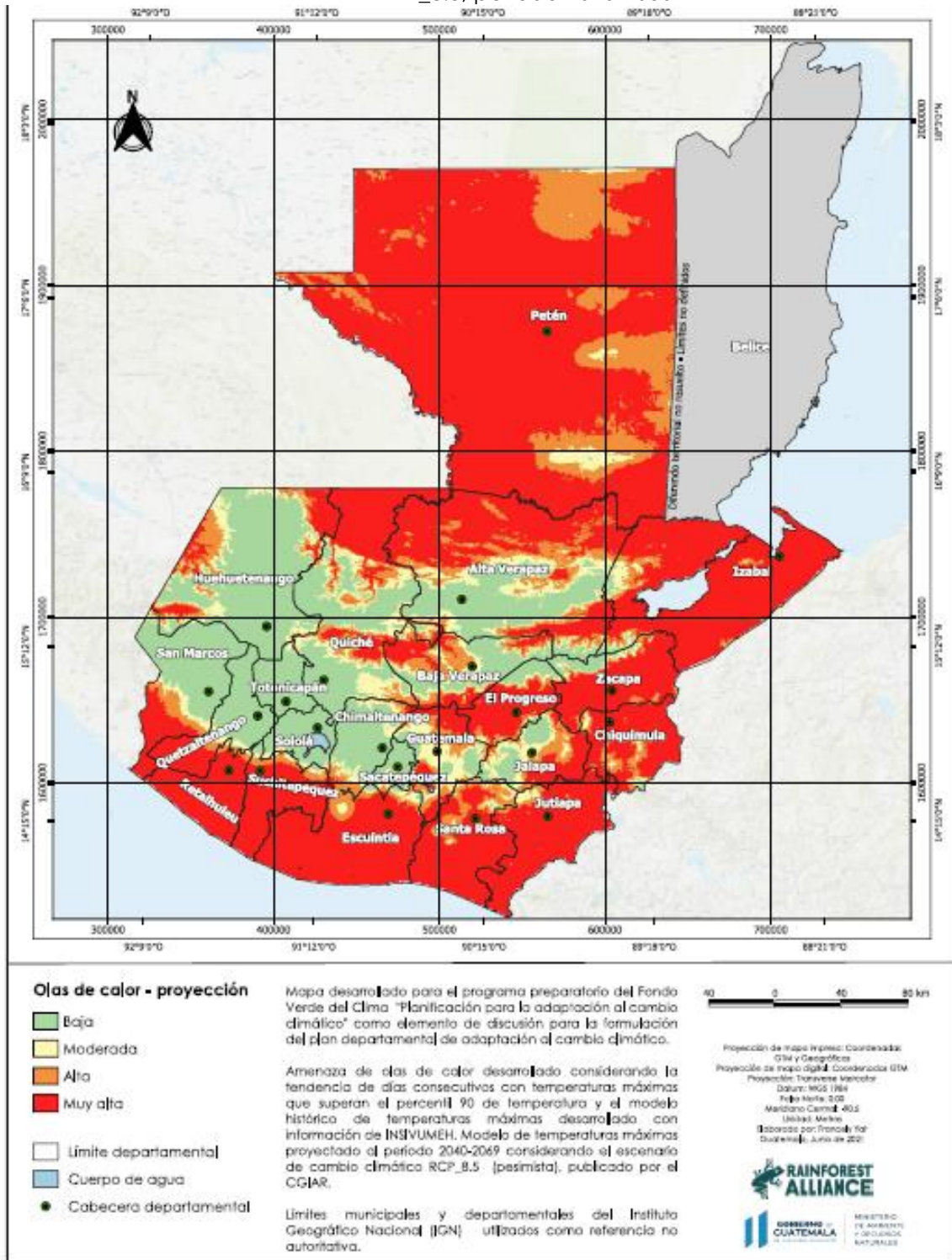


Figura 42. Mapa nacional de amenaza por olas de calor, Escenario de cambio climático RDP_8.5, periodo 2040-2050



Amenaza actual por extremo de lluvia.

El departamento de Guatemala presenta una amenaza a extremos de lluvia que va de baja en los municipios de San Pedro Sacatepéquez, San Juan Sacatepéquez y Mixco. Dicha amenaza es moderada en los municipios de Churrancho, San Raymundo, San José del Golfo, San Pedro Ayampuc, Chinautla, Mixco, Villa Nueva, Santa Catarina Pinula, Guatemala, Palencia y San José Pinula. Por otro lado, la amenaza es Alta en los municipios de Amatitlán, Villa Canales y Fraijanes; como se puede observar en la figura 43.

Figura 43. Mapa departamental de amenaza actual de extremos de lluvia

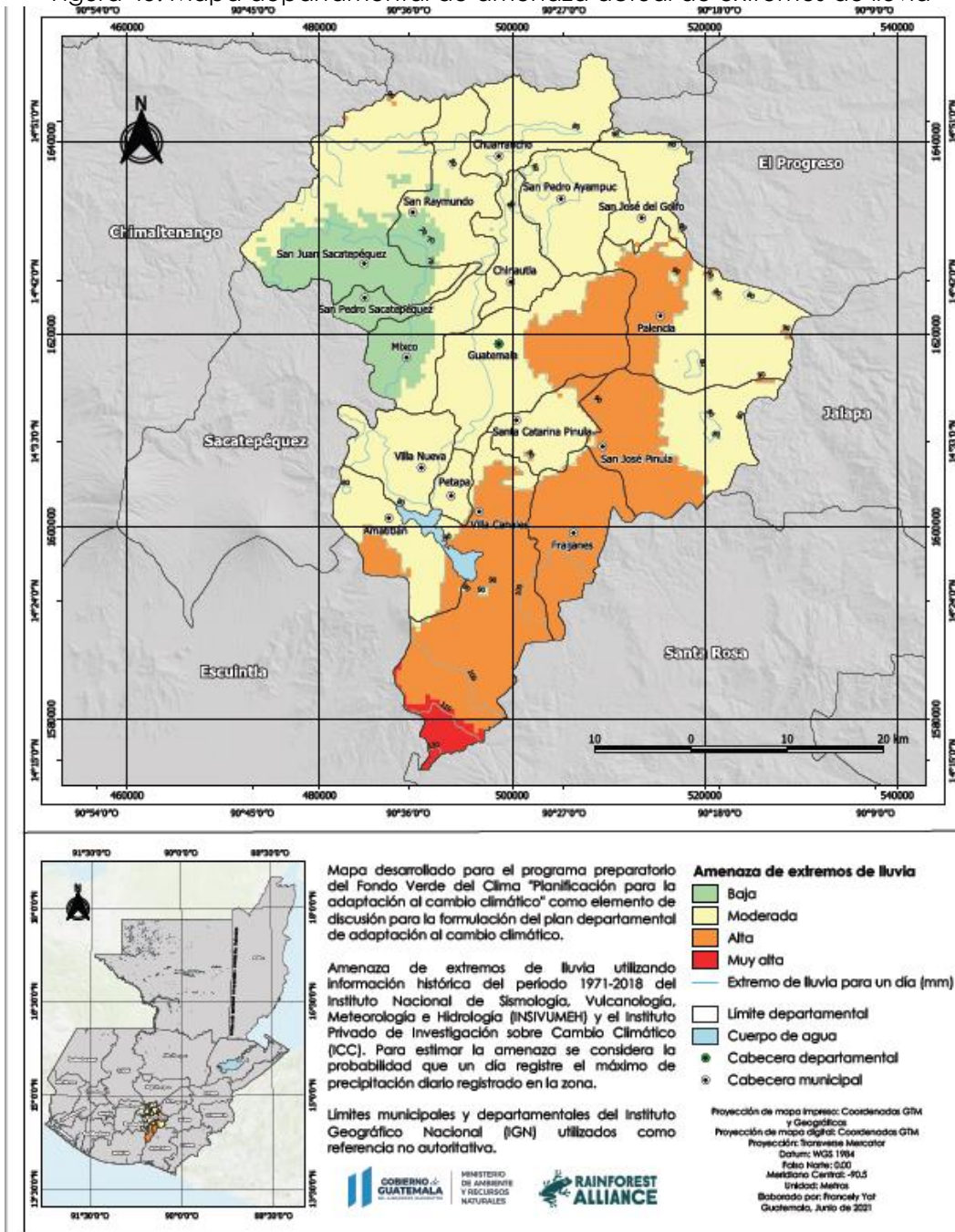
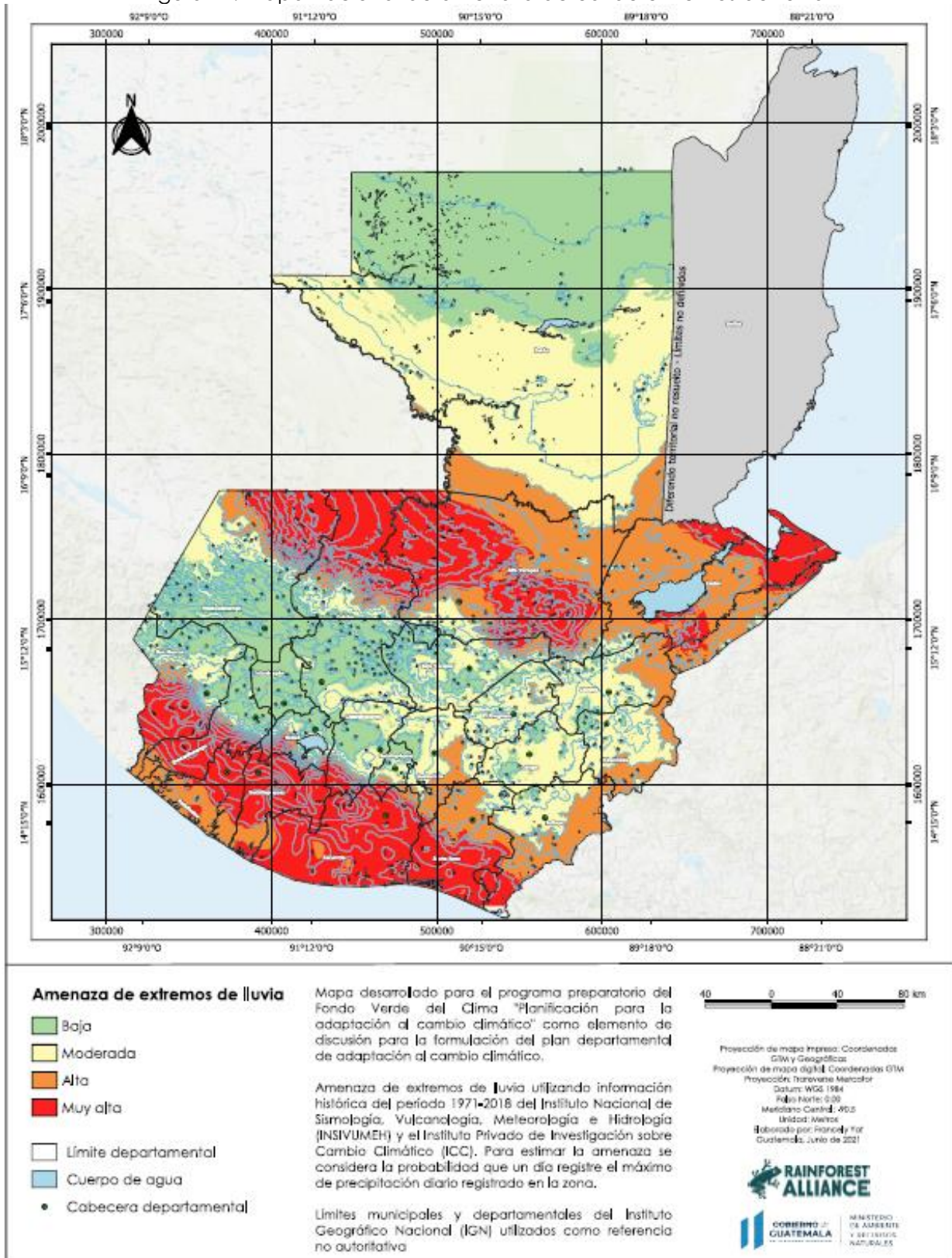


Figura 44. Mapa nacional de amenaza actual de extremos de lluvia



Para el año 2050, las proyecciones son alentadoras, aumentando el área con amenaza baja, moderada y alta, aunque se identifica un leve aumento en las áreas con amenaza muy alta, principalmente en el extremo sur de los municipios de Villa canales y Fraijanes; esto se puede observar en la Figura 45.

Figura 45. Mapa departamental de amenaza de extremos de lluvia, Escenario de cambio climático RDP_8.5, periodo 2040-2069

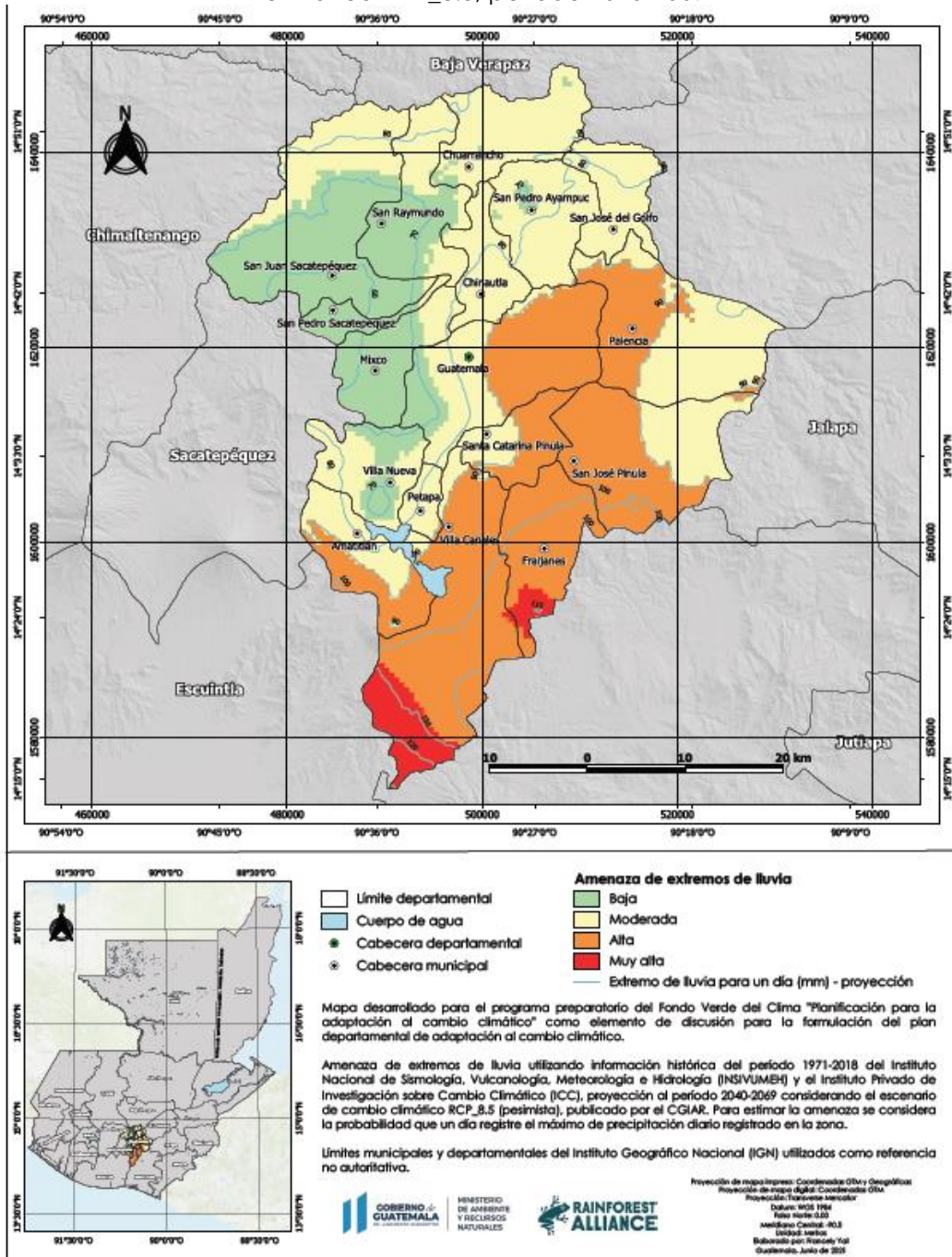
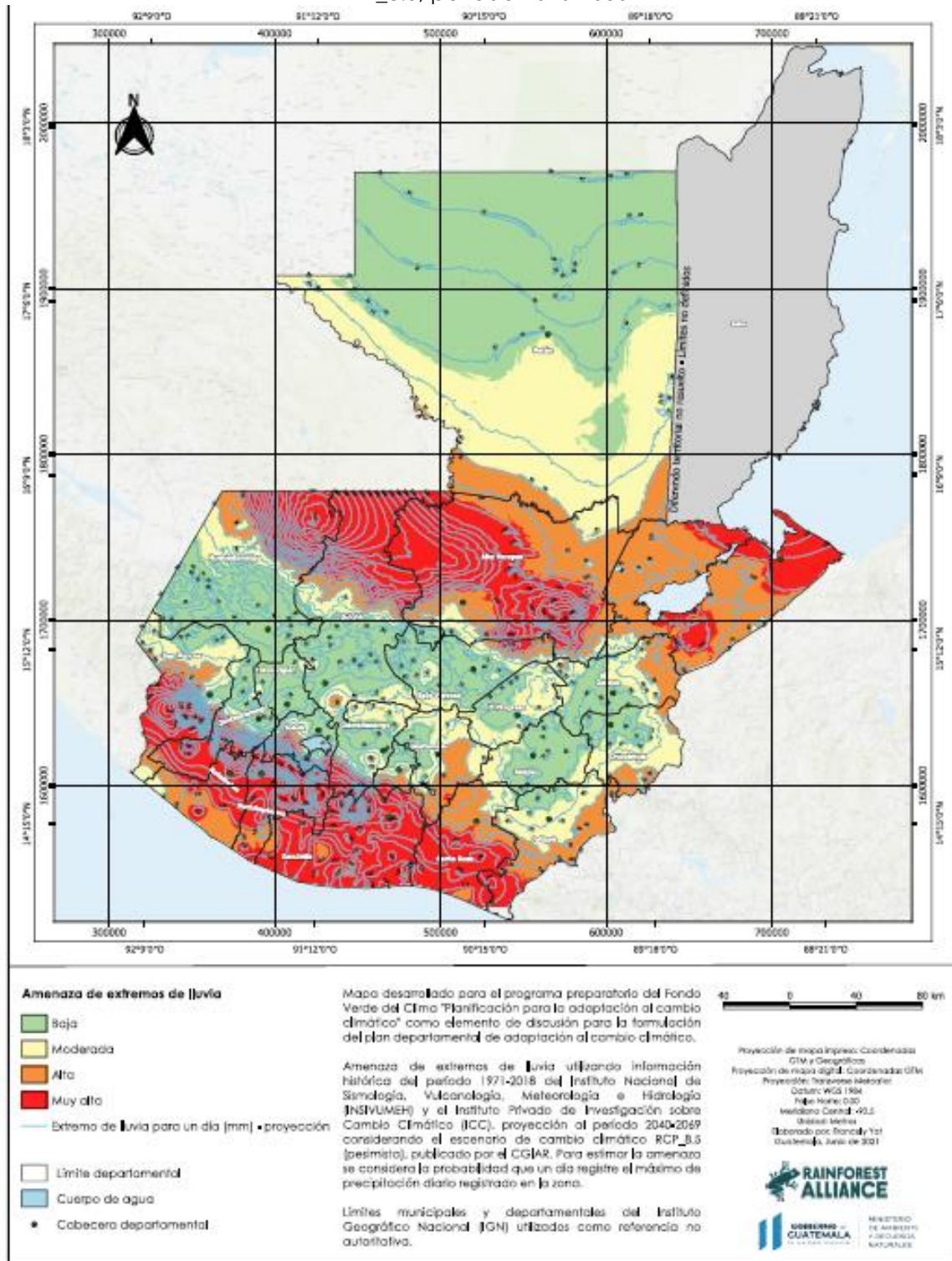


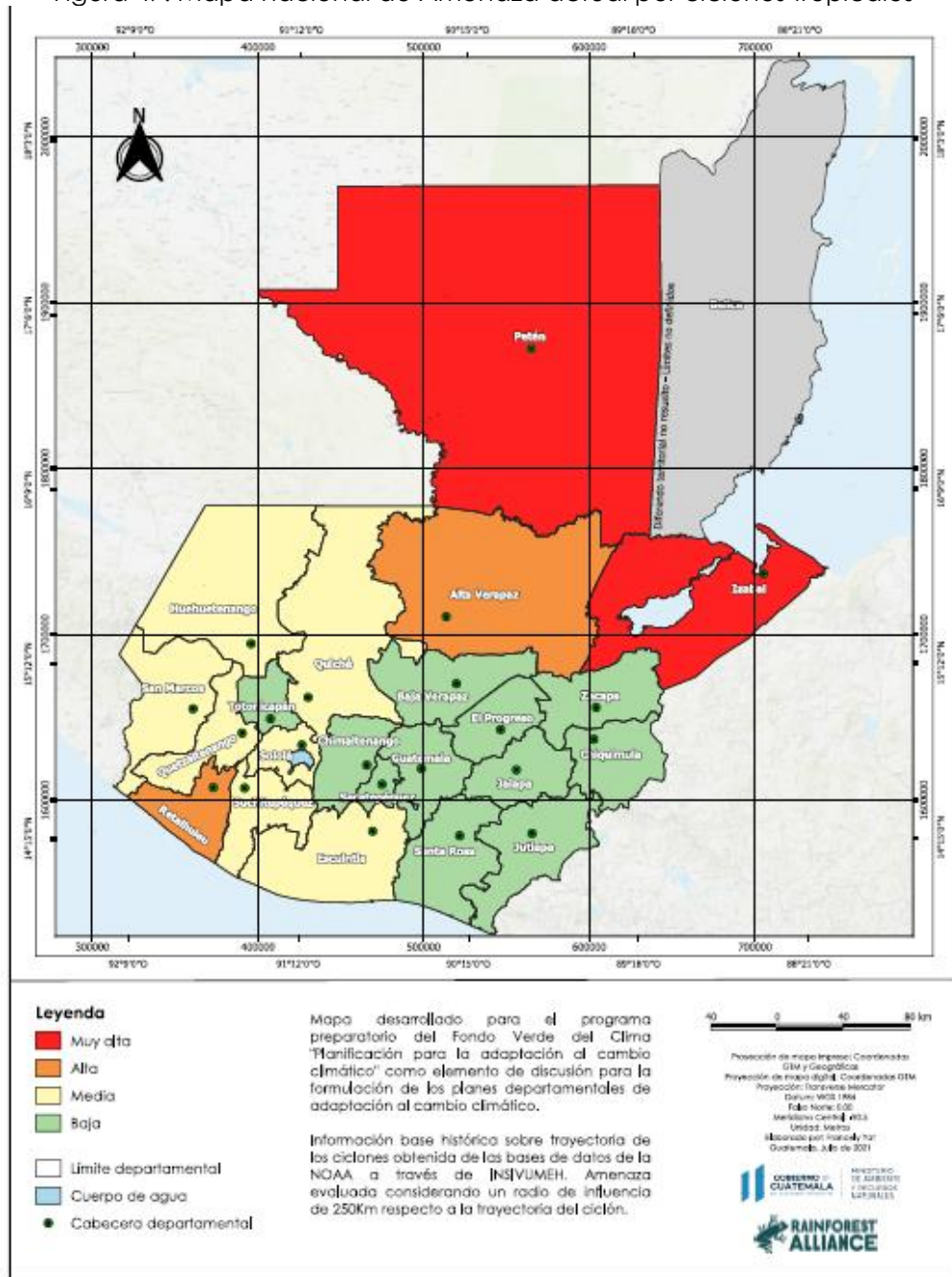
Figura 46. Amenaza de extremos de lluvia a nivel nacional, Escenario de cambio climático RDP_8.5, periodo 2040-2050



Amenaza de Ciclones tropicales

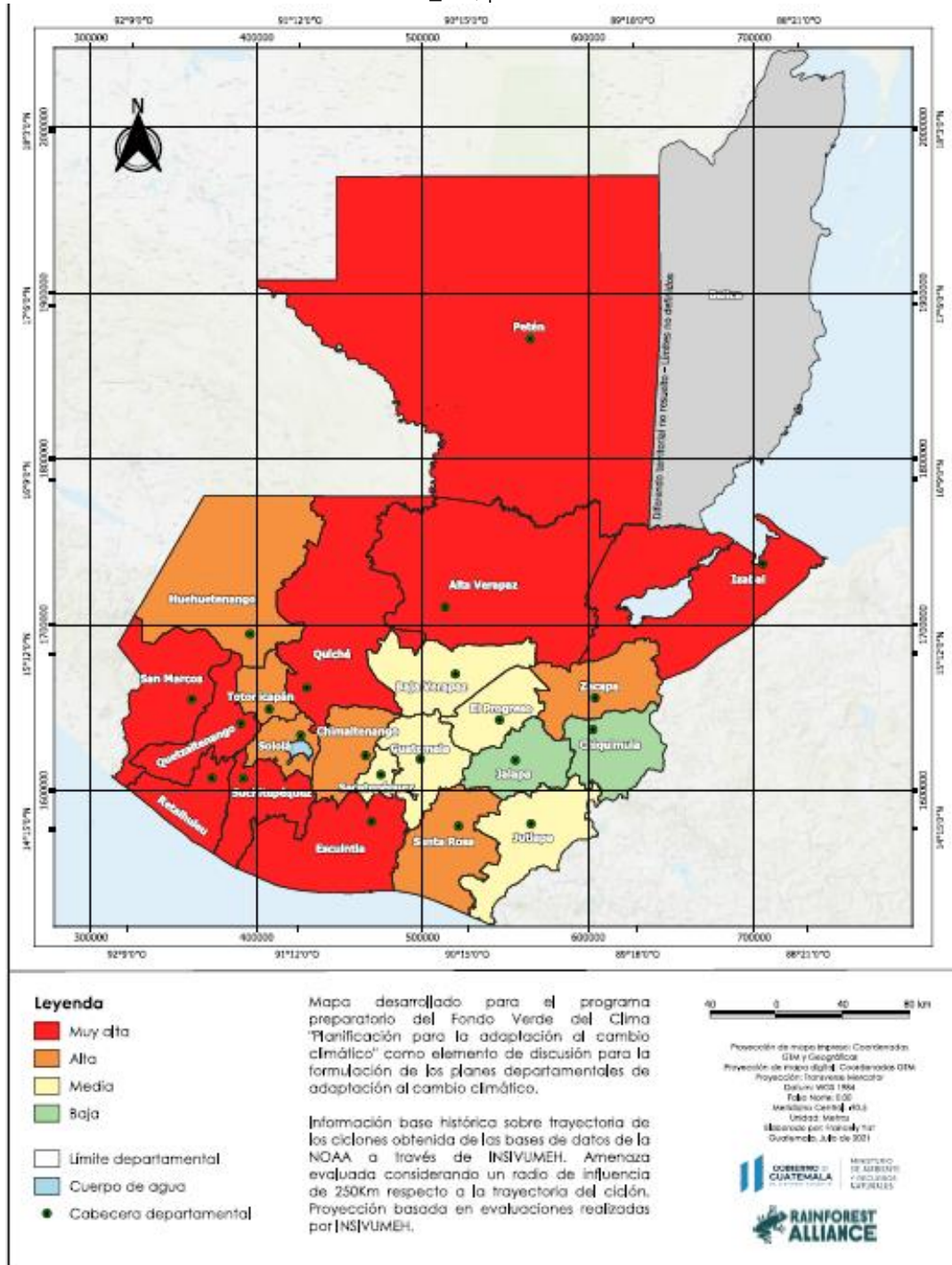
En comparación con otros departamentos, Guatemala presenta una probabilidad baja de ser afectado por la ocurrencia de ciclones tropicales, a pesar de ello, es importante considerar que estos eventos y sus variables asociadas están vinculados estrechamente con los daños a las poblaciones, así como daños en la infraestructura vital y de vivienda.

Figura 47. Mapa nacional de Amenaza actual por ciclones tropicales



La tendencia de la amenaza es negativa para el departamento, ubicándose en la categoría de media, por consiguiente, definiendo una importancia significativa en el proceso de planificación de la adaptación.

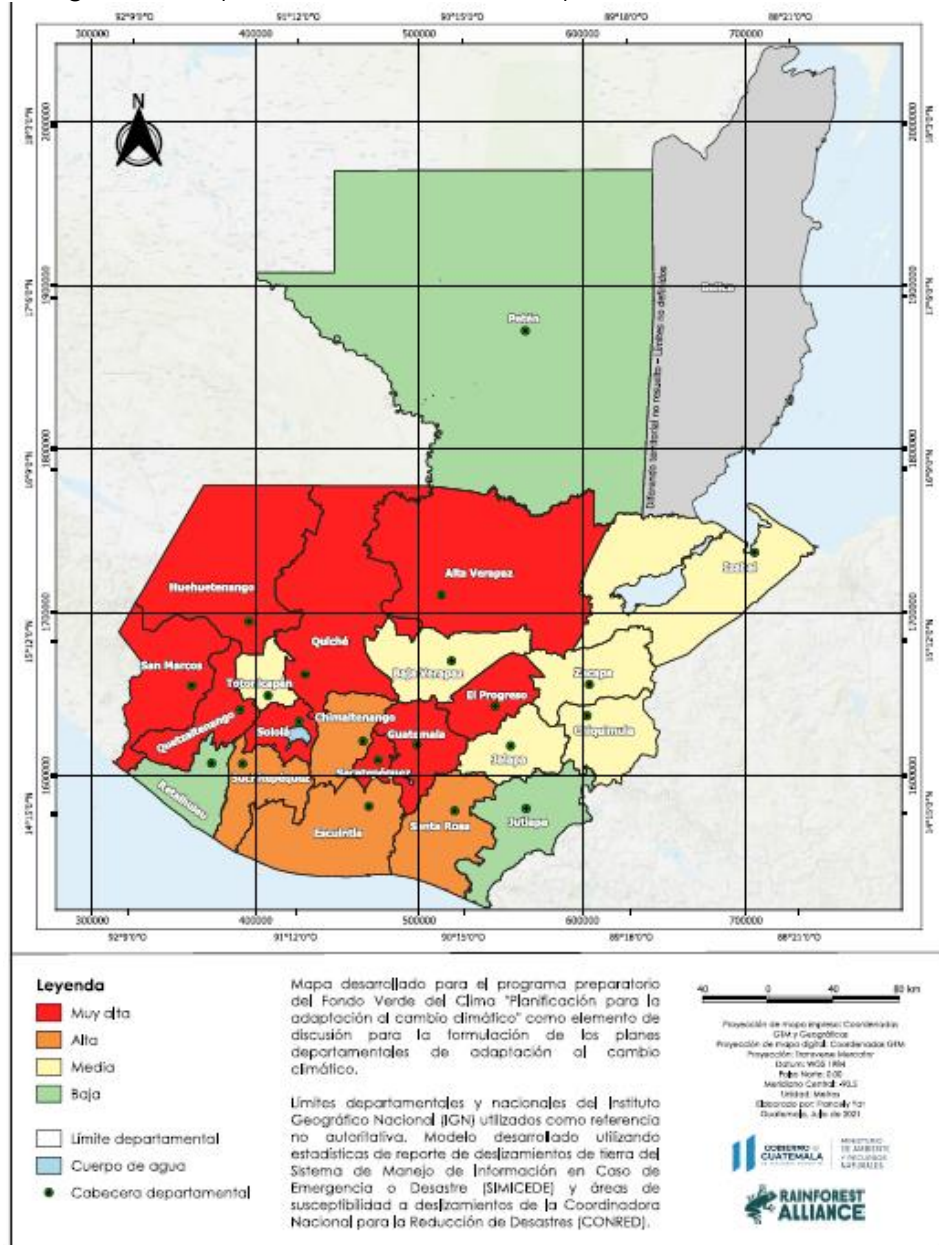
Figura 48. Mapa de Amenaza de ciclones tropicales a nivel nacional, Escenario de cambio climático RDP_8.5, periodo 2040-2050



Amenaza por deslizamientos de tierra

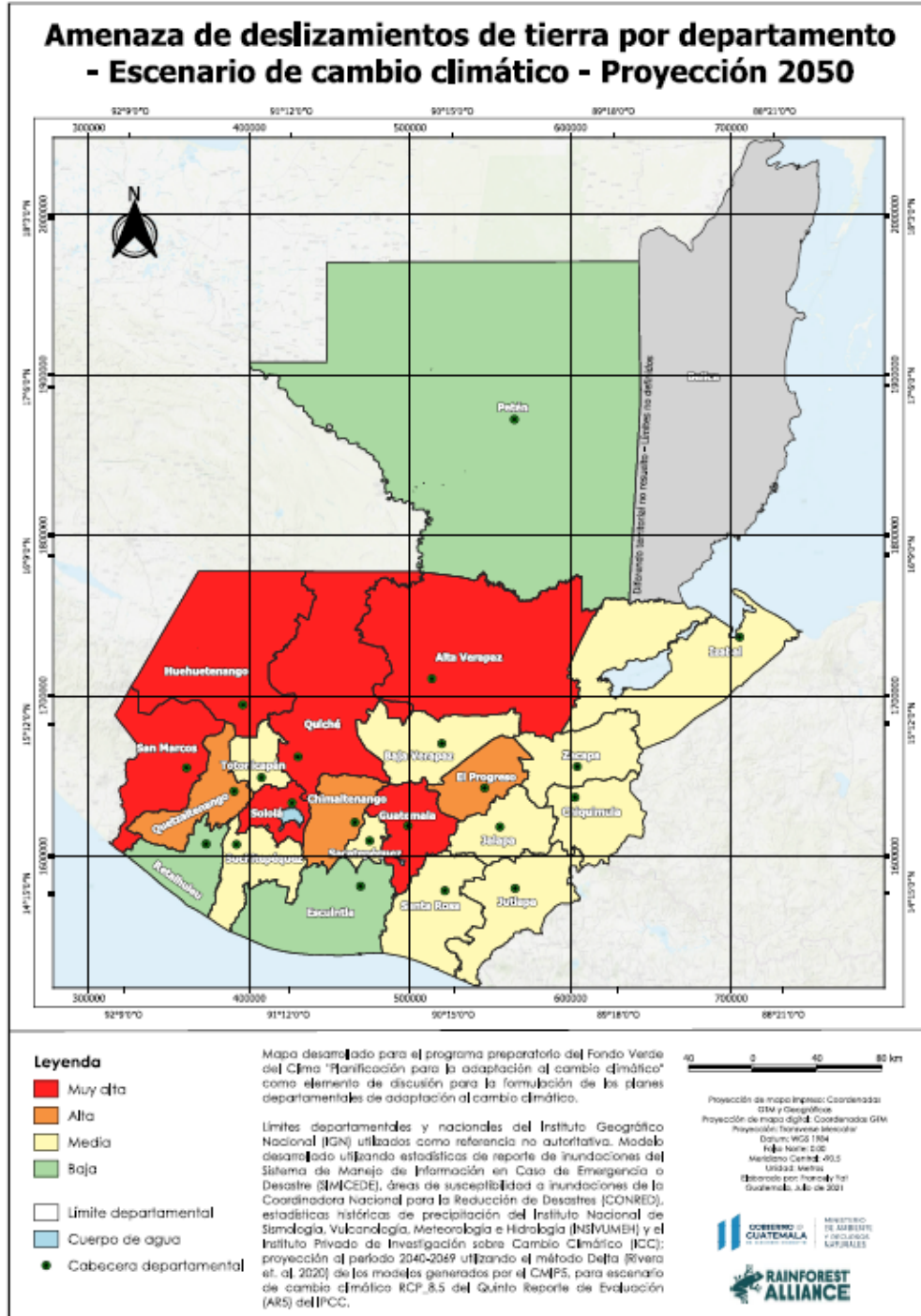
Para el departamento de Guatemala, esta amenaza provoca efectos negativos considerables, con una alta probabilidad que se desarrollen eventos de este tipo, derivado de la variación de la precipitación.

Figura 49. Mapa nacional de Amenaza por deslizamiento de tierras



Las proyecciones confirman la permanencia del departamento dentro una probabilidad alta que se presenten deslizamientos de tierra.

Figura 50. Mapa nacional de deslizamiento de tierras a nivel nacional, Escenario de cambio climático RDP_8.5, periodo 2040-2050

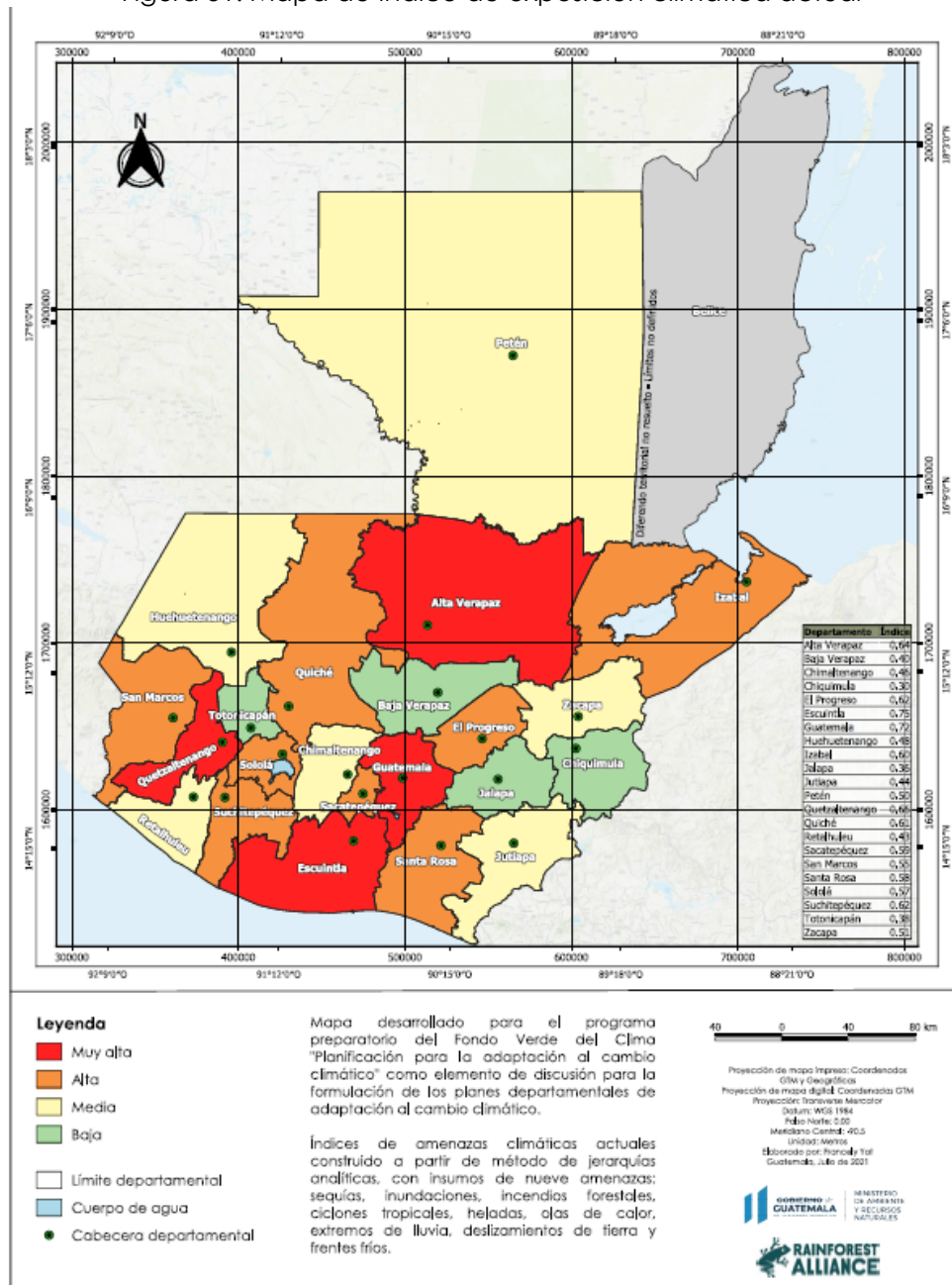


Índice de exposición climática del departamento de Guatemala

Índice de exposición actual

La interacción de las amenazas, ubican al departamento de Guatemala en un índice de Muy alta, considerando la importancia del efecto adverso de las amenazas climáticas en la población, si se considera que en este departamento se ubica la mayor población a nivel nacional.

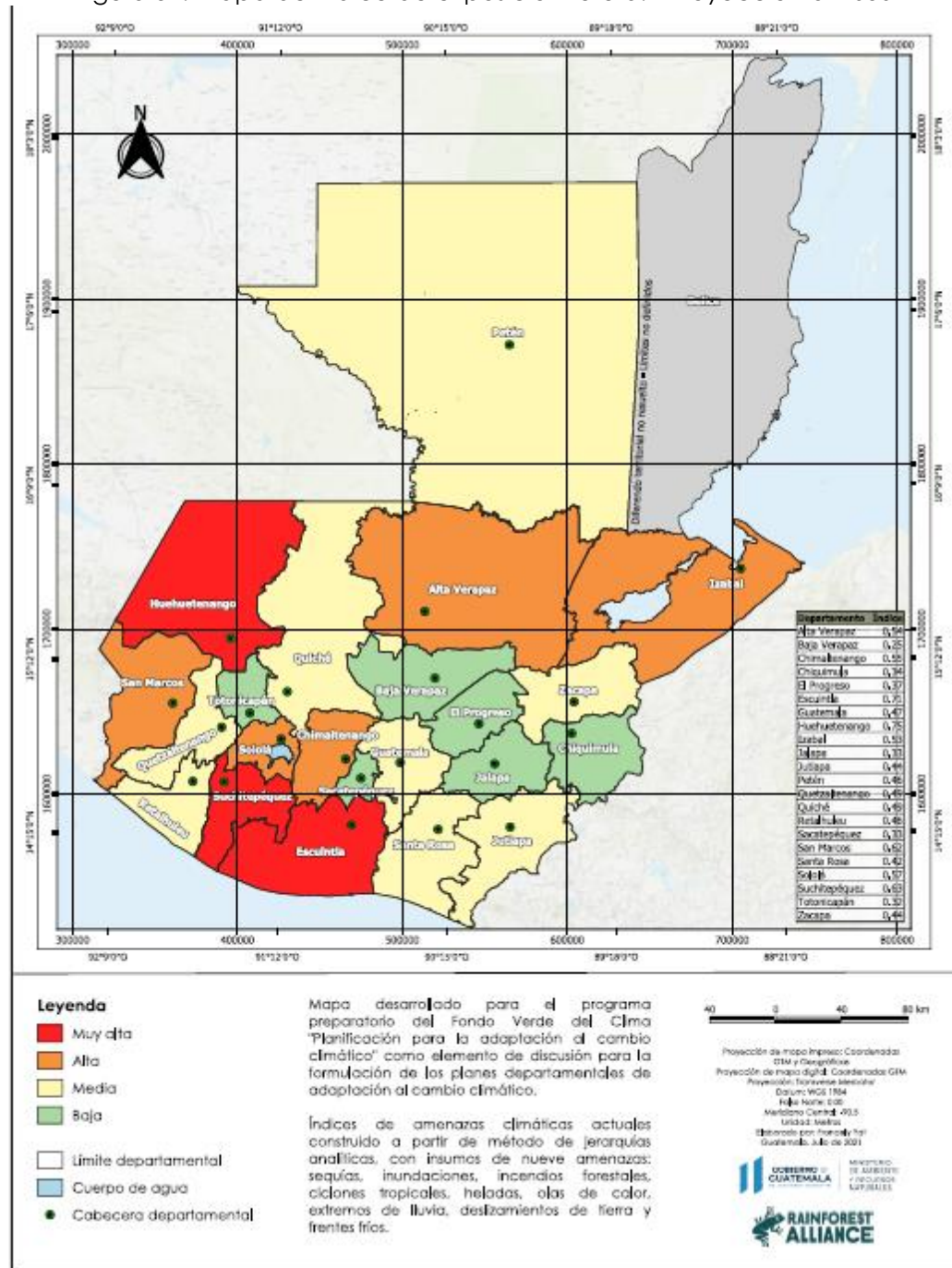
Figura 51. Mapa de Índice de exposición climática actual



Índice de exposición futura

En el balance futuro, o bien, la proyección de la exposición en función de las variables climáticas, se observa que el índice de exposición será Media.

Figura 52. Mapa de Índice de exposición futura. PProyeccion al 2050

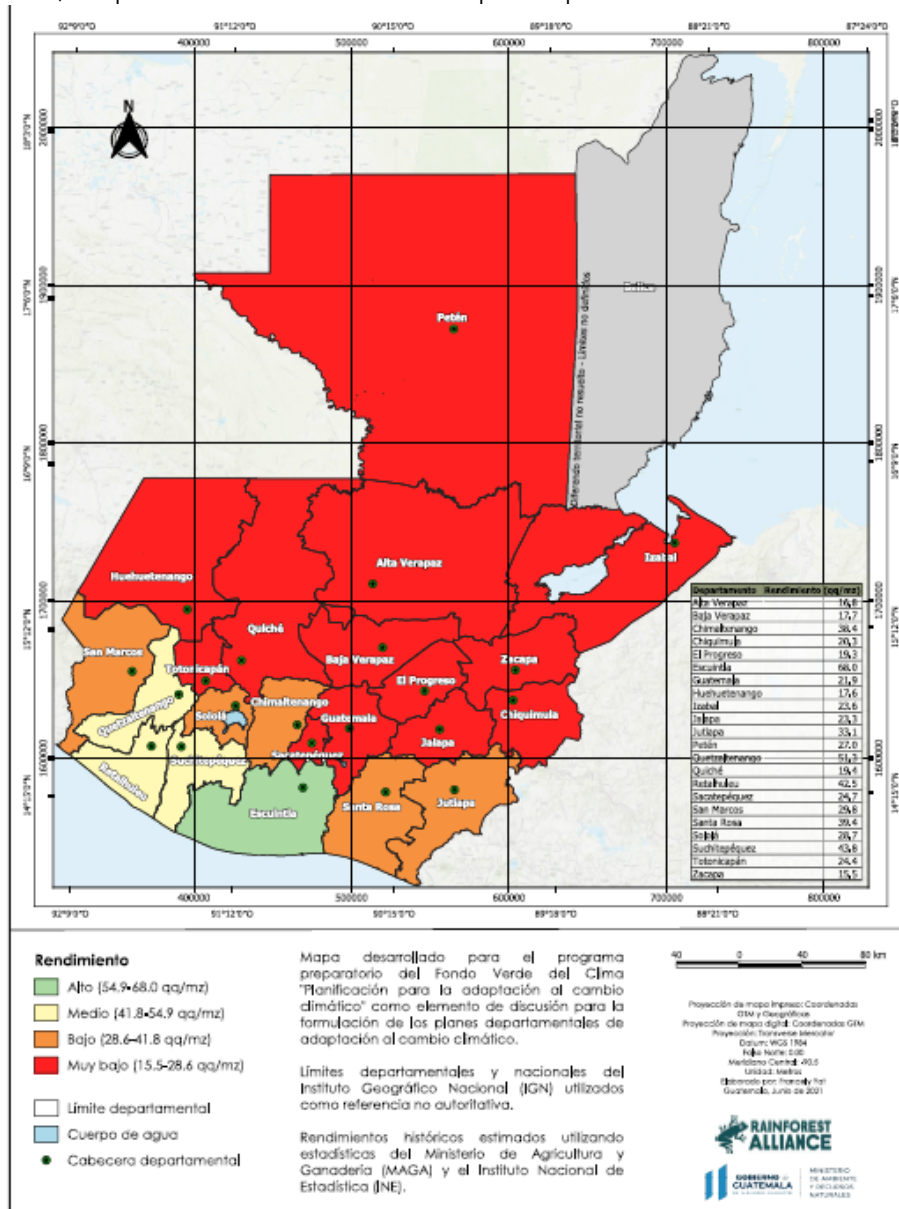


6.1.3. Sensibilidad climática del departamento

Sensibilidad climática del cultivo de maíz.

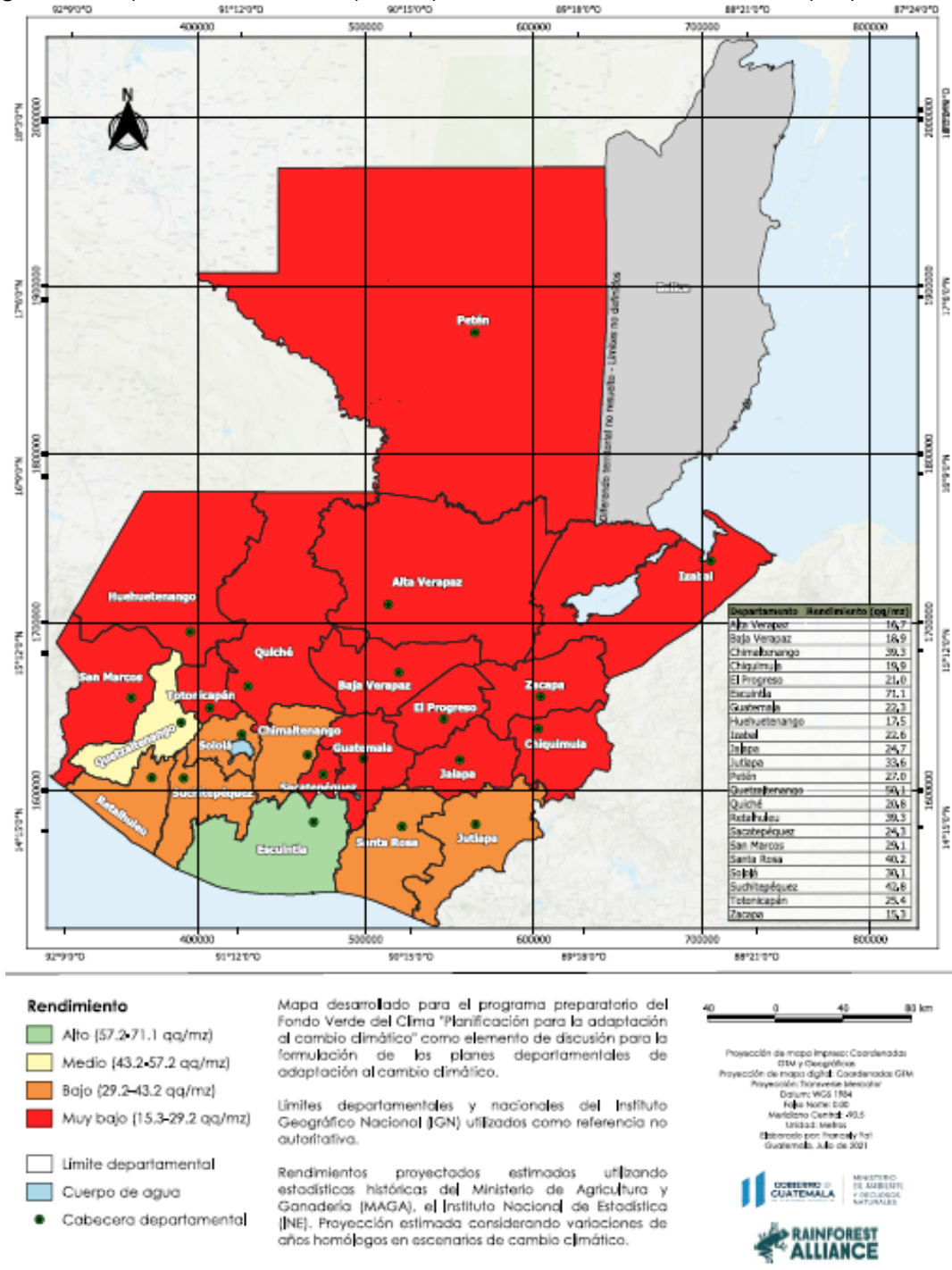
El cultivo de maíz en la mayoría de las zonas del departamento, se realiza durante los meses de lluvia, por cuanto, presenta una alta dependencia de esta variable climática, que como se ha expuesto anteriormente, está vinculada con distintas amenazas que producen un impacto importante en la productividad del cultivo, aunado a las condiciones biofísicas y socioeconómicas en la que se desarrolla esta actividad, hacen que el rendimiento se ubique en un rendimiento muy bajo (15.5 – 28.6 qq/mz).

Figura 53, Mapa de rendimiento histórico por departamento del cultivo de maíz



Las proyecciones en la producción y rendimiento del cultivo mantienen su categoría baja, manteniéndose la estrecha relación con las condiciones climáticas, principalmente la disponibilidad de agua, que puede ser orientada en dos fenómenos; la escasez que provoca eventos relacionados con sequía y por el otro lado, los eventos extremos de lluvia.

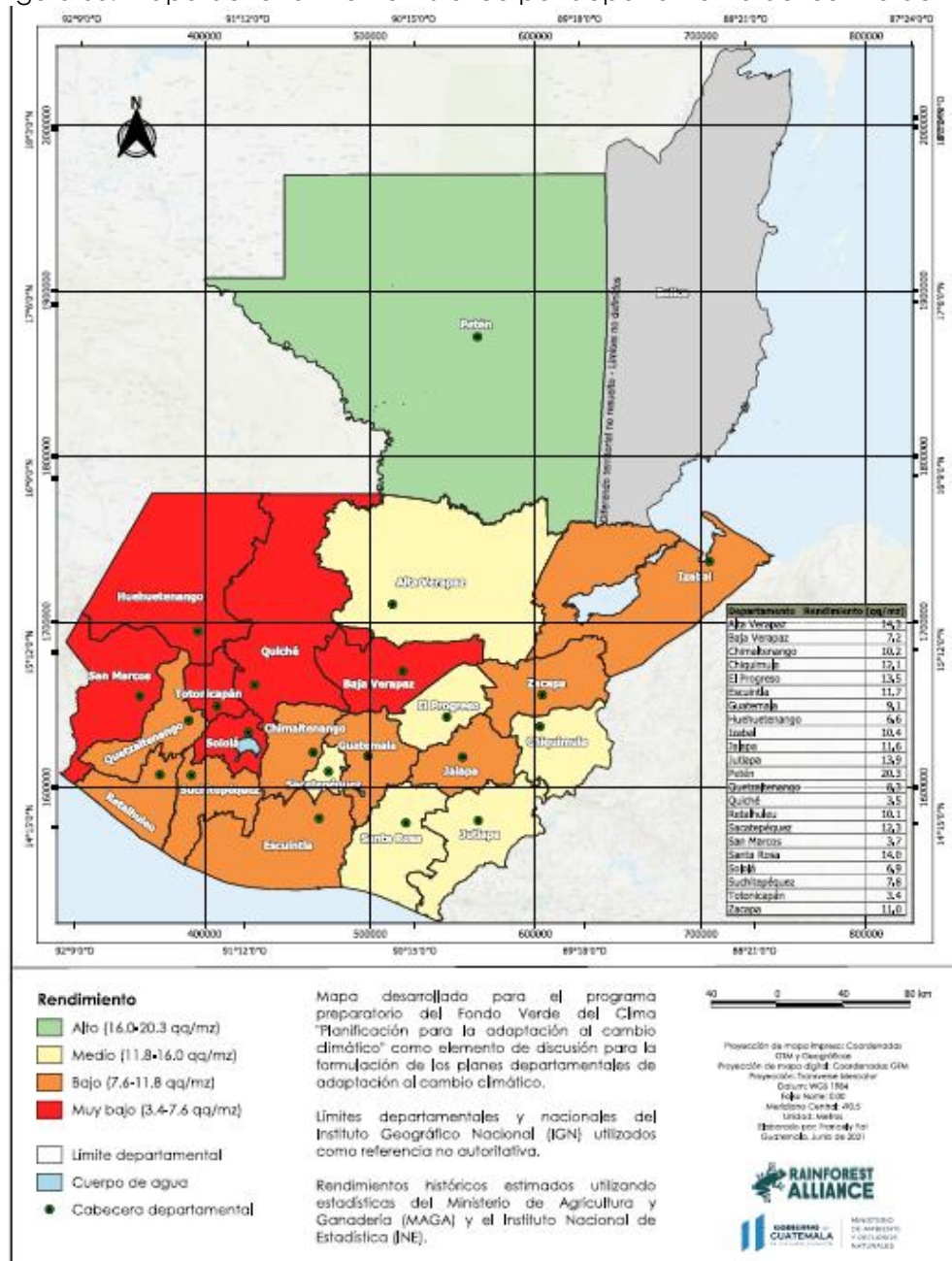
Figura 54. Mapa de rendimiento por departamento del cultivo de maíz, proyección 2050



Sensibilidad del cultivo de frijol

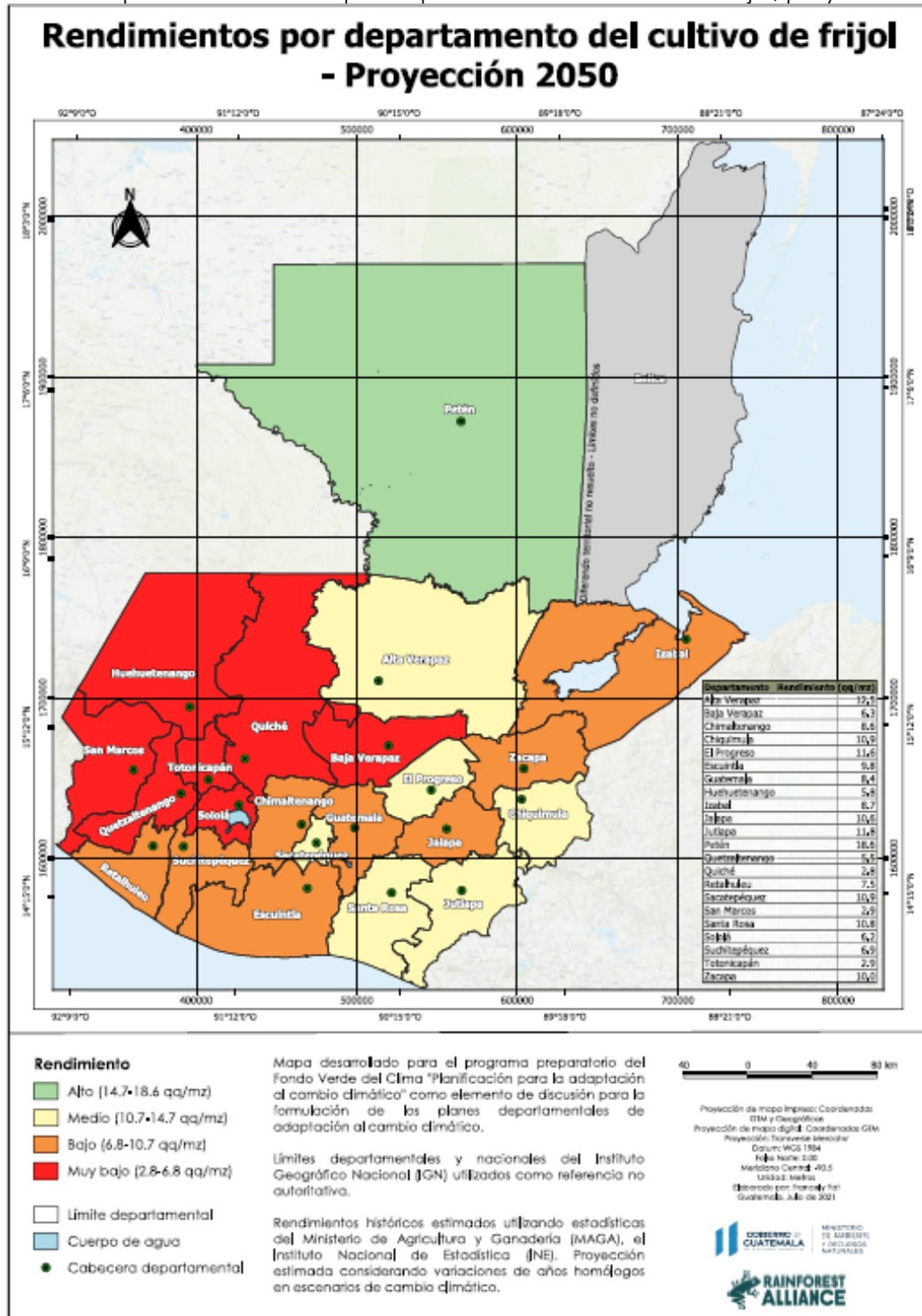
En consecuencia, con el cultivo de maíz, los sistemas de producción de frijol se desarrollan con una mayor intensidad, en comparación con el maíz, debido a que su ciclo de producción es más corto y que es beneficiado por la disponibilidad de agua a través de sistemas de riego, lo que impacta favorablemente en el rendimiento, aunque éste se sitúa en la categoría de rendimiento bajo.

Figura 55. Mapa de rendimiento histórico por departamento del cultivo de frijol



La tendencia del rendimiento del cultivo se mantiene en las proyecciones al 2050, ubicándose dentro de la categoría de Bajo, en comparación con el resto de los departamentos del país.

Figura 56. Mapa de rendimiento por departamento del cultivo de frijol, proyección 2050

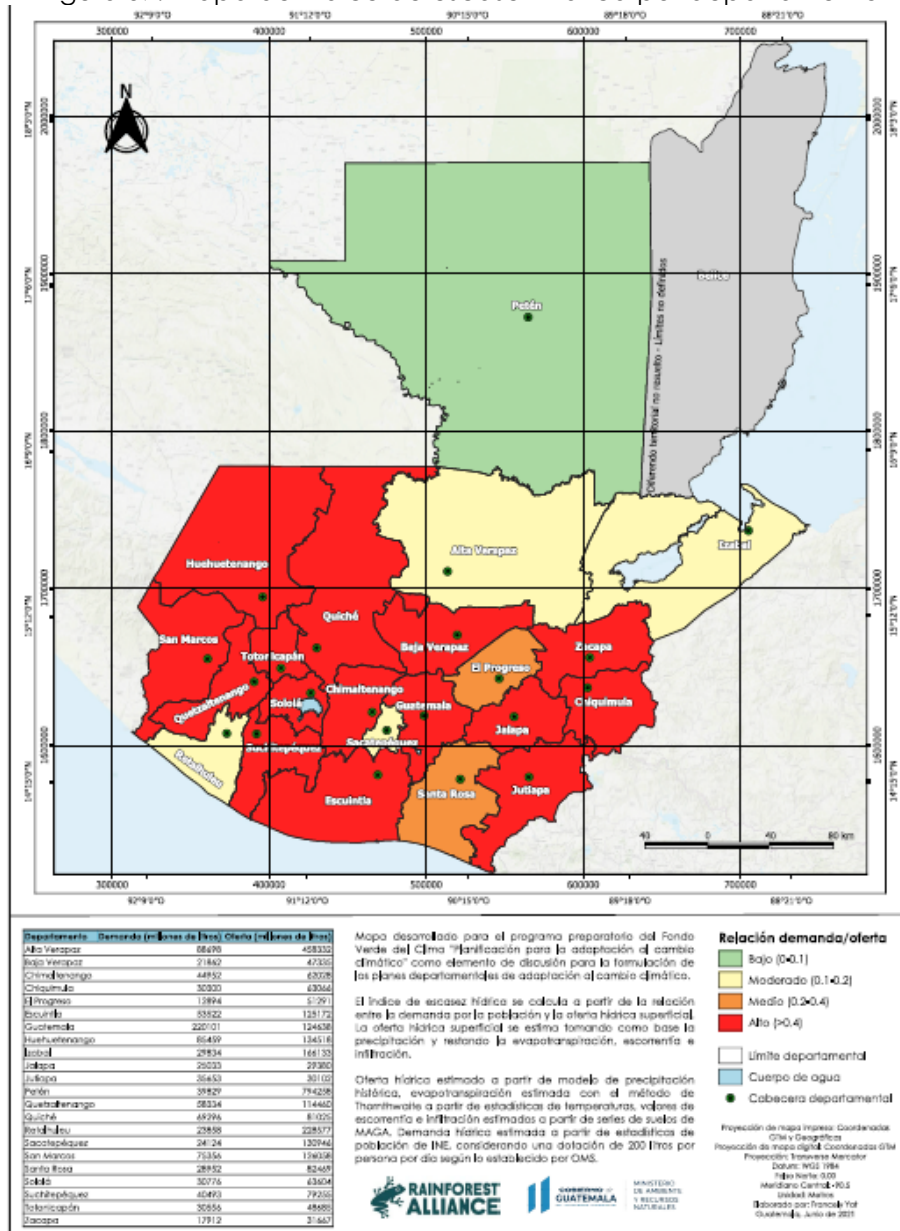


Sensibilidad hídrica

Esta variable es un indicador que con frecuencia se asocia y los impactos ecosistémicos asociados con la presión antropogénica sobre la diversidad biológica, especialmente, la cobertura vegetal de los territorios.

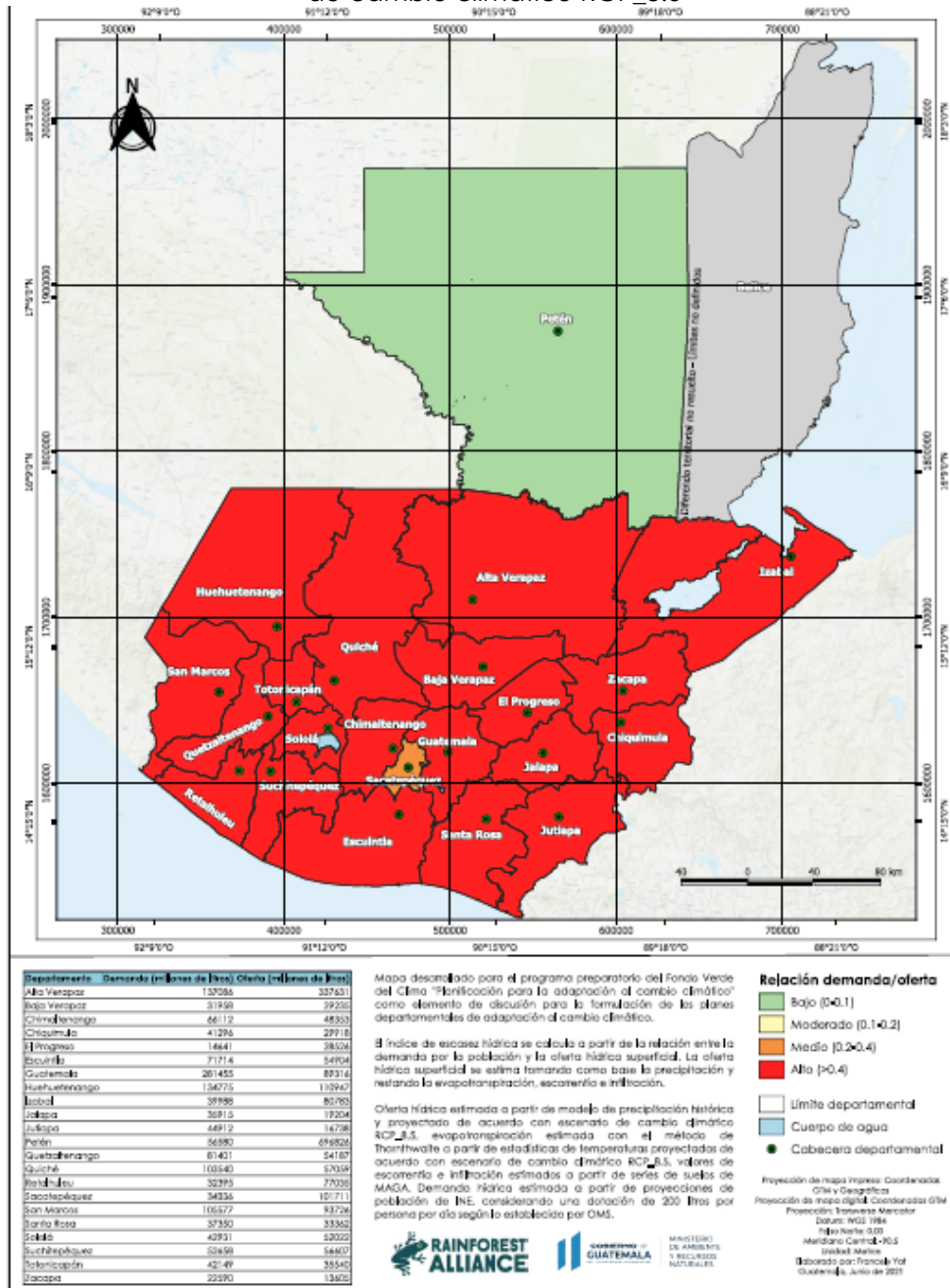
En tal sentido, el análisis de este índice sitúa al departamento en la categoría Alta, donde el aprovisionamiento de agua para los distintos usos se ve comprometido, de acuerdo con las características actuales de los ecosistemas naturales dentro del departamento, es decir, el balance entre la oferta y la demanda de este recurso; tal como se observa en la Figura 57.

Figura 57. Mapa de Índice de escasez hídrica por departamento



La tendencia a futuro mantiene al departamento en la categoría alta, además se observa un fenómeno nacional, donde la mayoría de los departamentos ingresan a esta categoría. Es evidente que, a futuro, la capacidad del sistema natural para atender la demanda de agua de las comunidades será negativo, con impactos importantes en la calidad con que se proporciona este recurso.

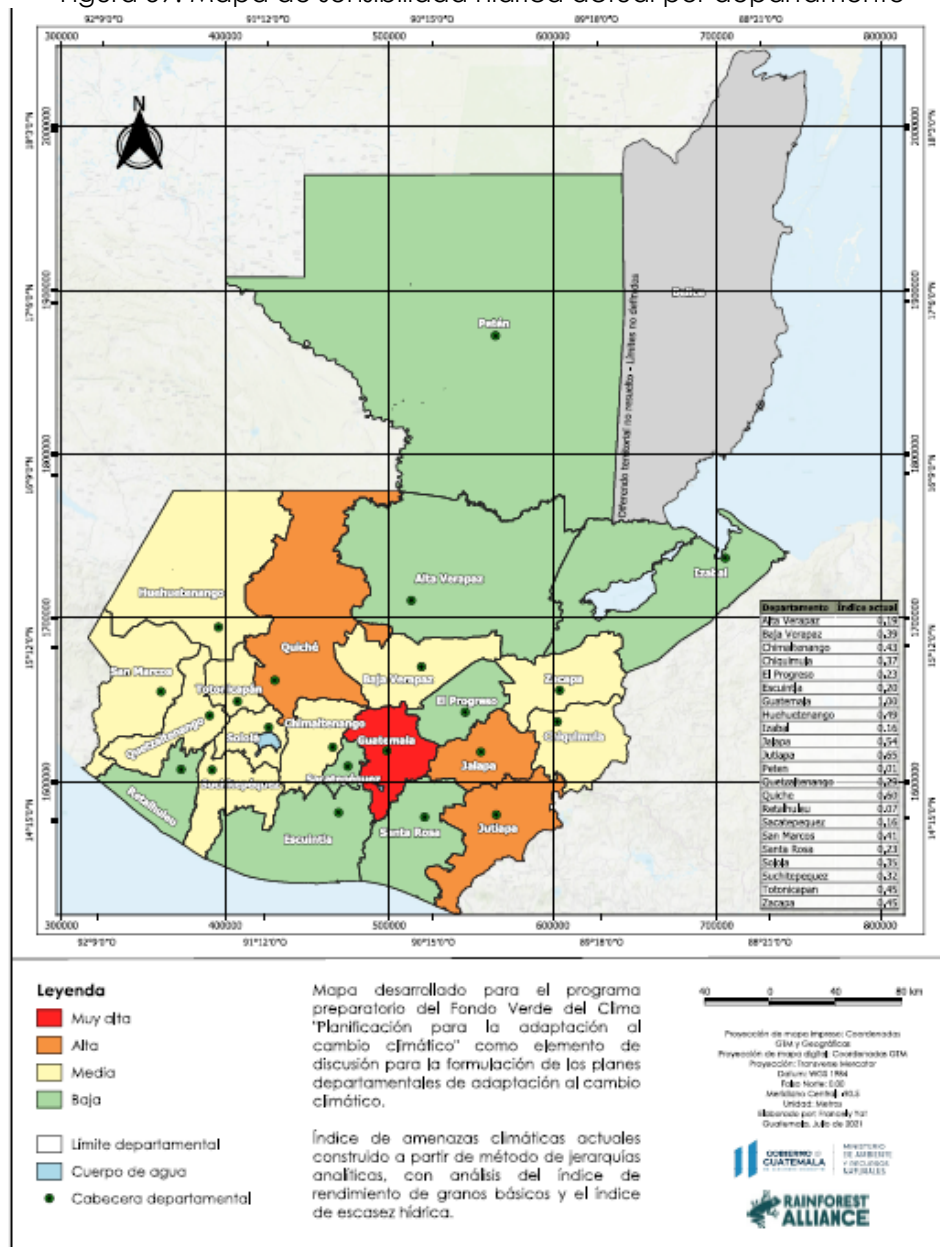
Figura 58. Mapa de Índice de escasez hídrica por departamento, proyección 2050, escenario de cambio climático RCP_8.5



Índice de Sensibilidad climática

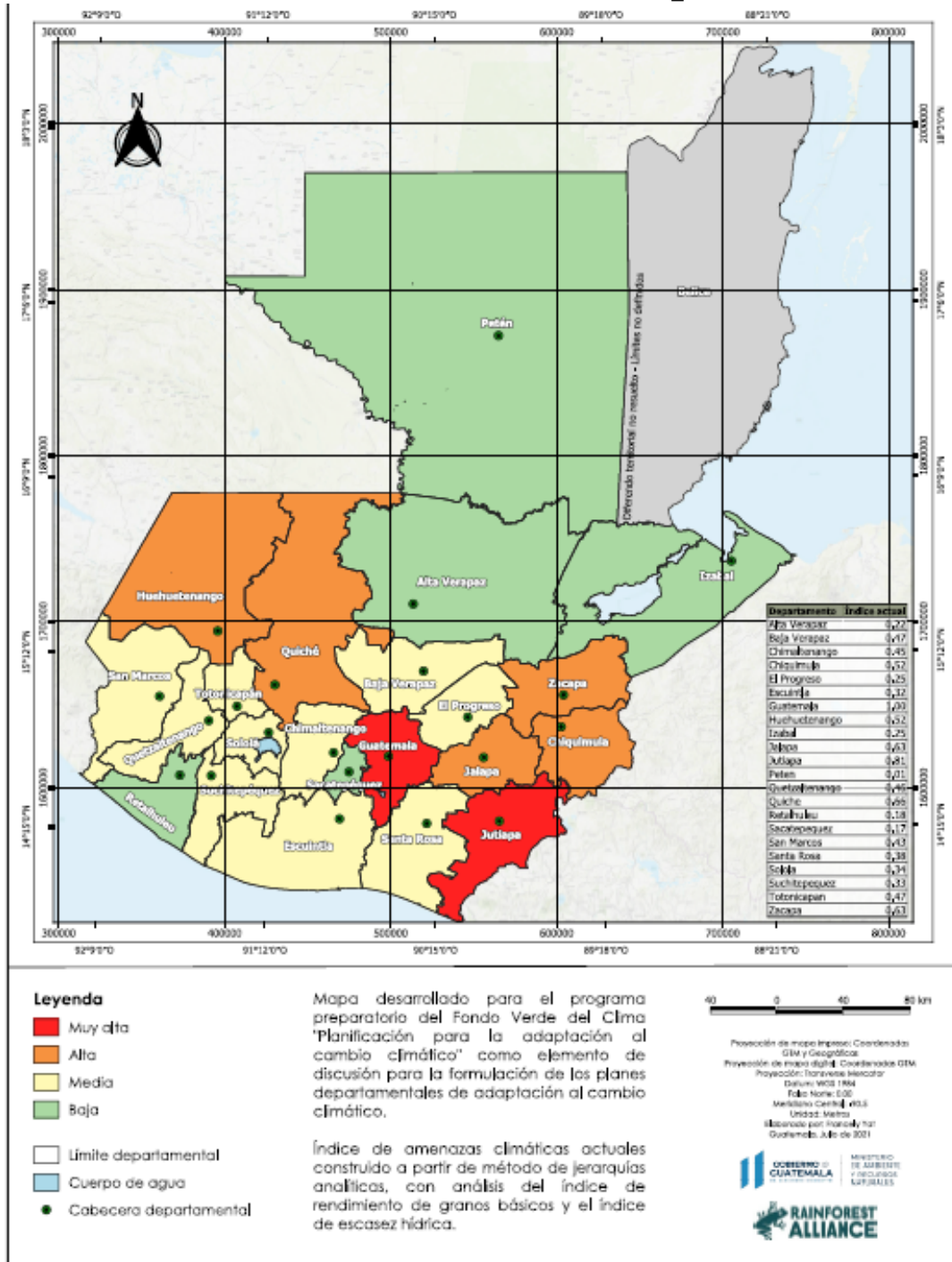
La dinámica de la sensibilidad en la producción de granos básicos y el aprovisionamiento de agua para las necesidades básicas de las poblaciones, ubican al departamento en la categoría de índice de sensibilidad climática muy alta. No está de más, agregar la importancia en las actividades que constituyen los índices analizados, con el objetivo de priorizar la recuperación y mejora de la resiliencia, de tal forma que se logre el impacto deseado.

Figura 59. Mapa de sensibilidad hídrica actual por departamento



El escenario a futuro no es positivo, confirmando la ubicación del departamento en la categoría de muy alta, la sensibilidad de los sistemas evaluados en los escenarios de cambio climático esperados.

Figura 60. Mapa de Índice de sensibilidad hídrica por departamento, proyección 2050, escenario de cambio climático RCP_8.5



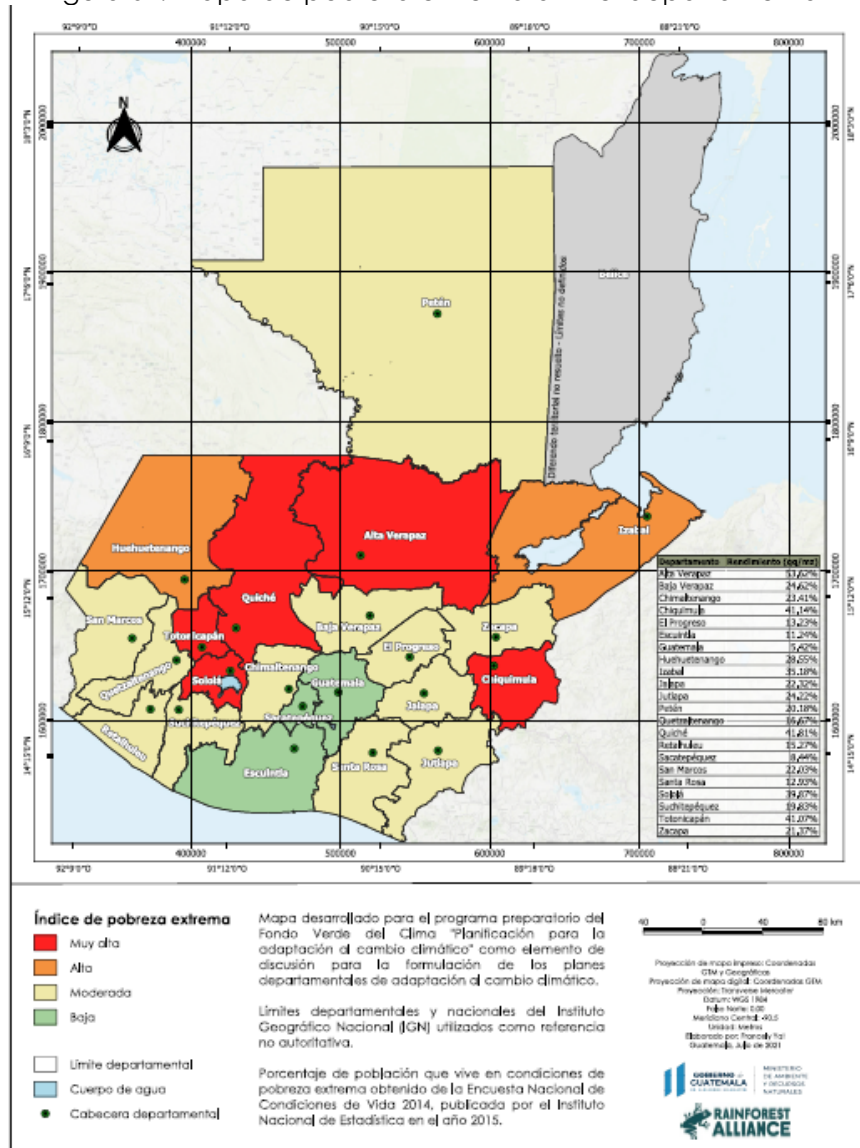
6.1.4. Capacidad adaptativa

A continuación, se presentan variables analizadas para establecer la capacidad adaptativa de los principales elementos socioeconómicos que permiten consolidar y definir la vulnerabilidad del departamento.

Pobreza extrema

El departamento se encuentra en la categoría de índice de pobreza bajo, al contrario de la sensibilidad, esta categoría indica que las condiciones son favorables y las comunidades cuentan con algunas condiciones básicas que le proporcionan resiliencia ante los fenómenos adversos del cambio climático.

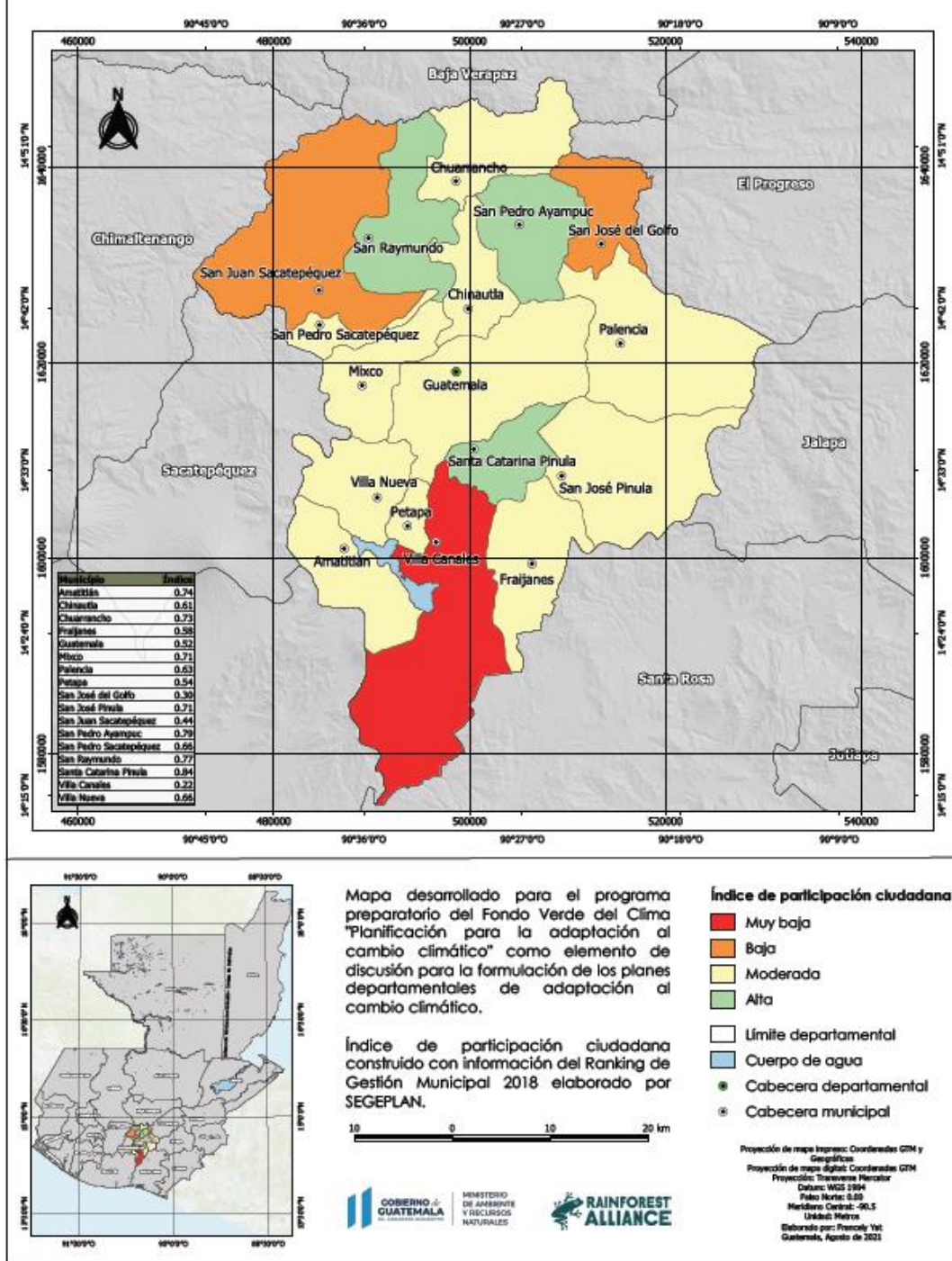
Figura 61. Mapa de pobreza extrema a nivel departamental



Participación ciudadana

La participación ciudadana es favorable para el departamento, ofreciendo potencialidades para la planificación de la adaptación, lo que promoverá un adecuado fortalecimiento de la resiliencia en el departamento.

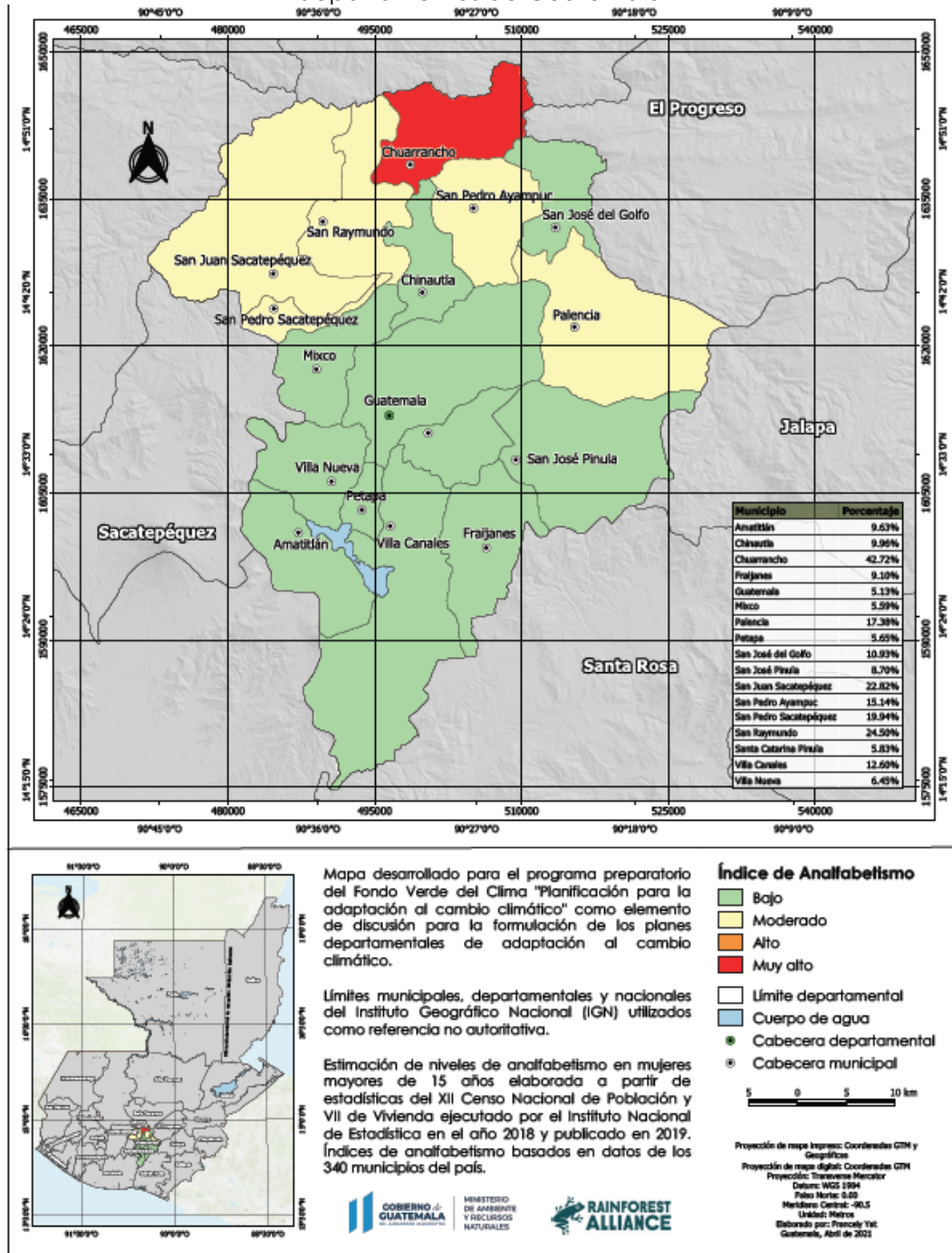
Figura 62. Mapa departamental de participación ciudadana



Educación

Esta variable de análisis, indica que el departamento se encuentra en una categoría baja, que corresponde a condiciones favorables para el abordaje del proceso de planificación para la adaptación.

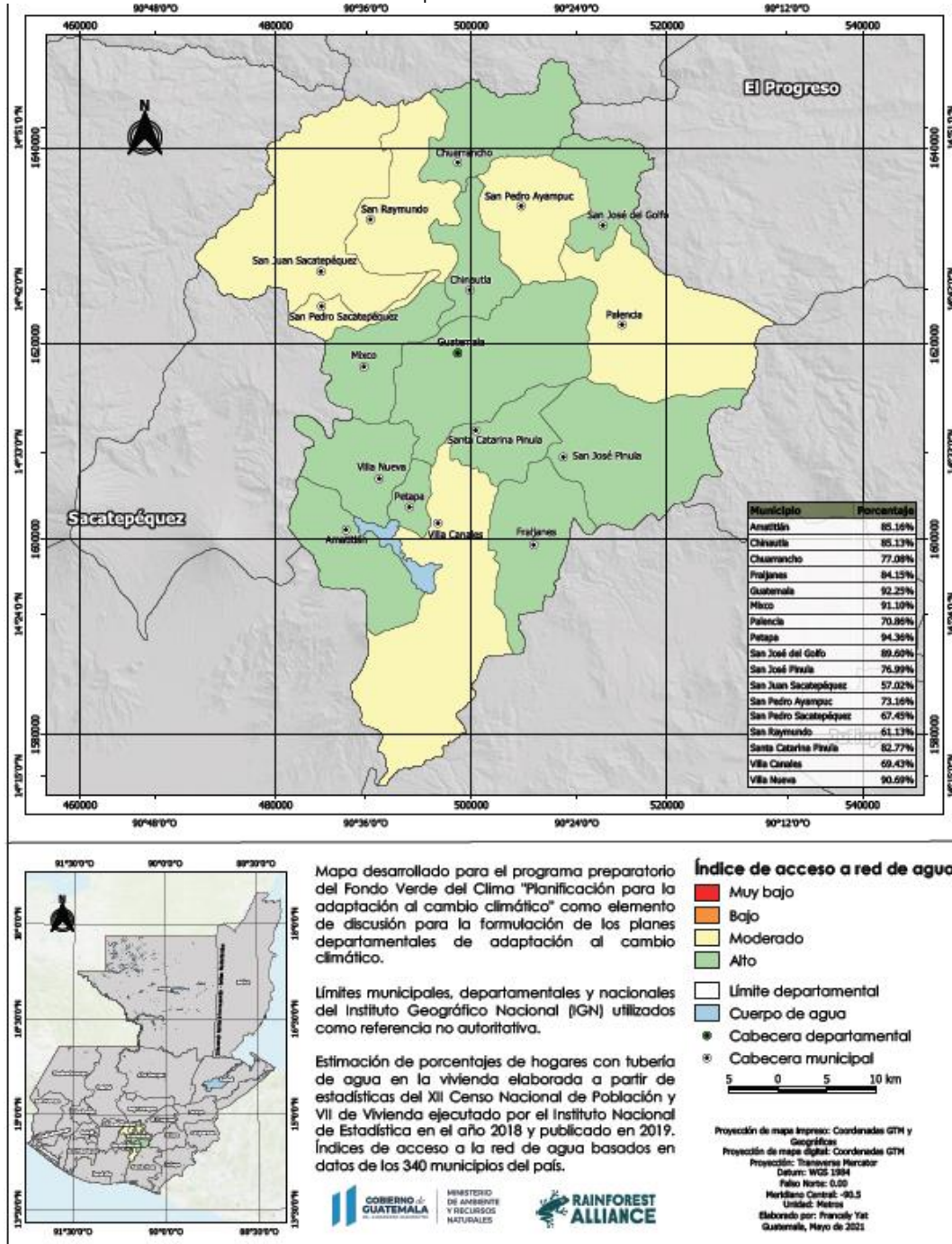
Figura 63. Mapa de analfabetismo en mujeres mayores de 15 años en los distintos departamentos de Guatemala



Acceso al agua

El departamento de Guatemala se encuentra en la categoría baja, que le provee de condiciones favorables, en comparación con el resto de los departamentos del país.

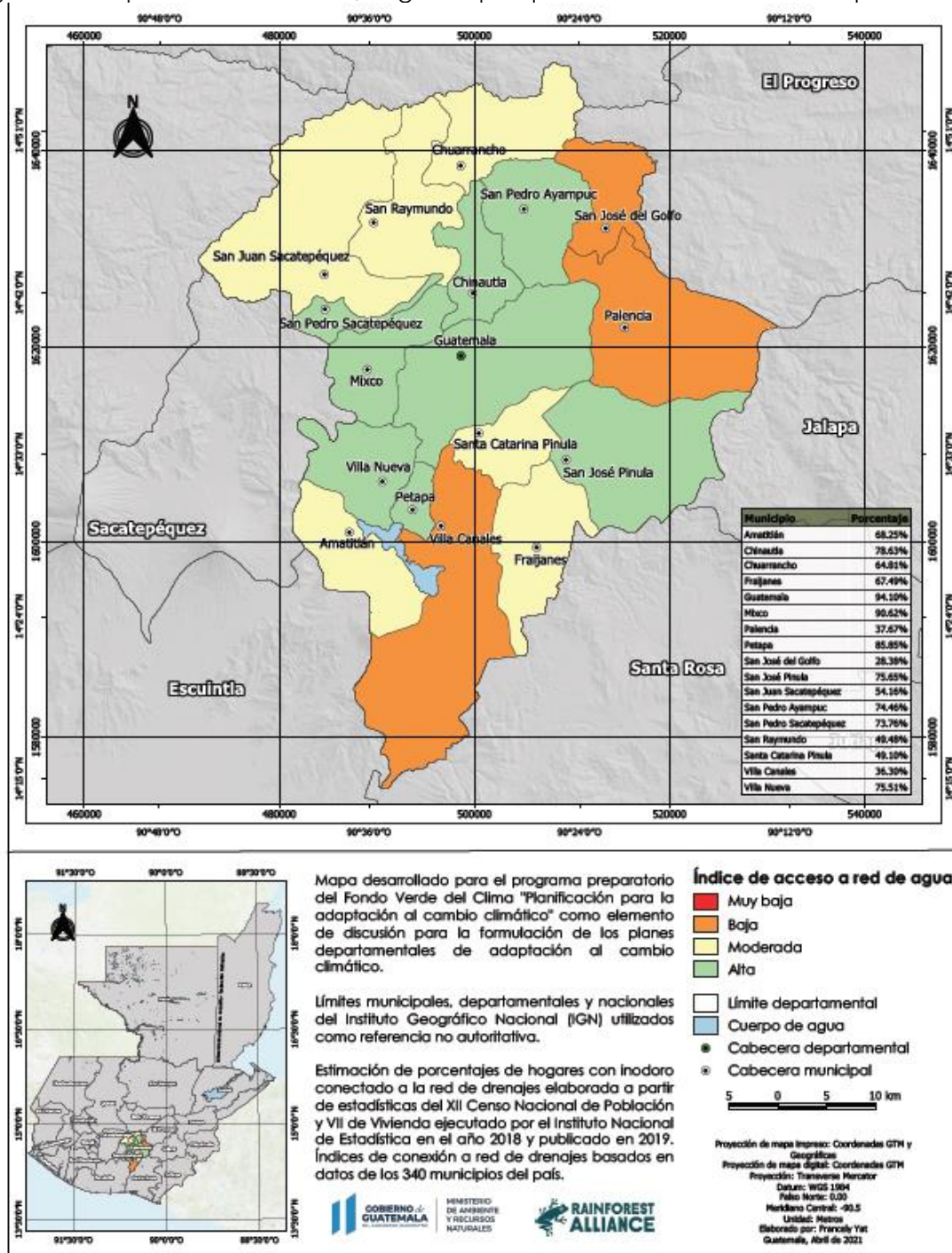
Figura 64. Mapa de acceso a agua. Hogares con tubería de agua en la vivienda a nivel departamental



Saneamiento

El departamento se encuentra en la categoría baja, ya dispone de condiciones que le favorecen, en comparación con el resto de los departamentos del país.

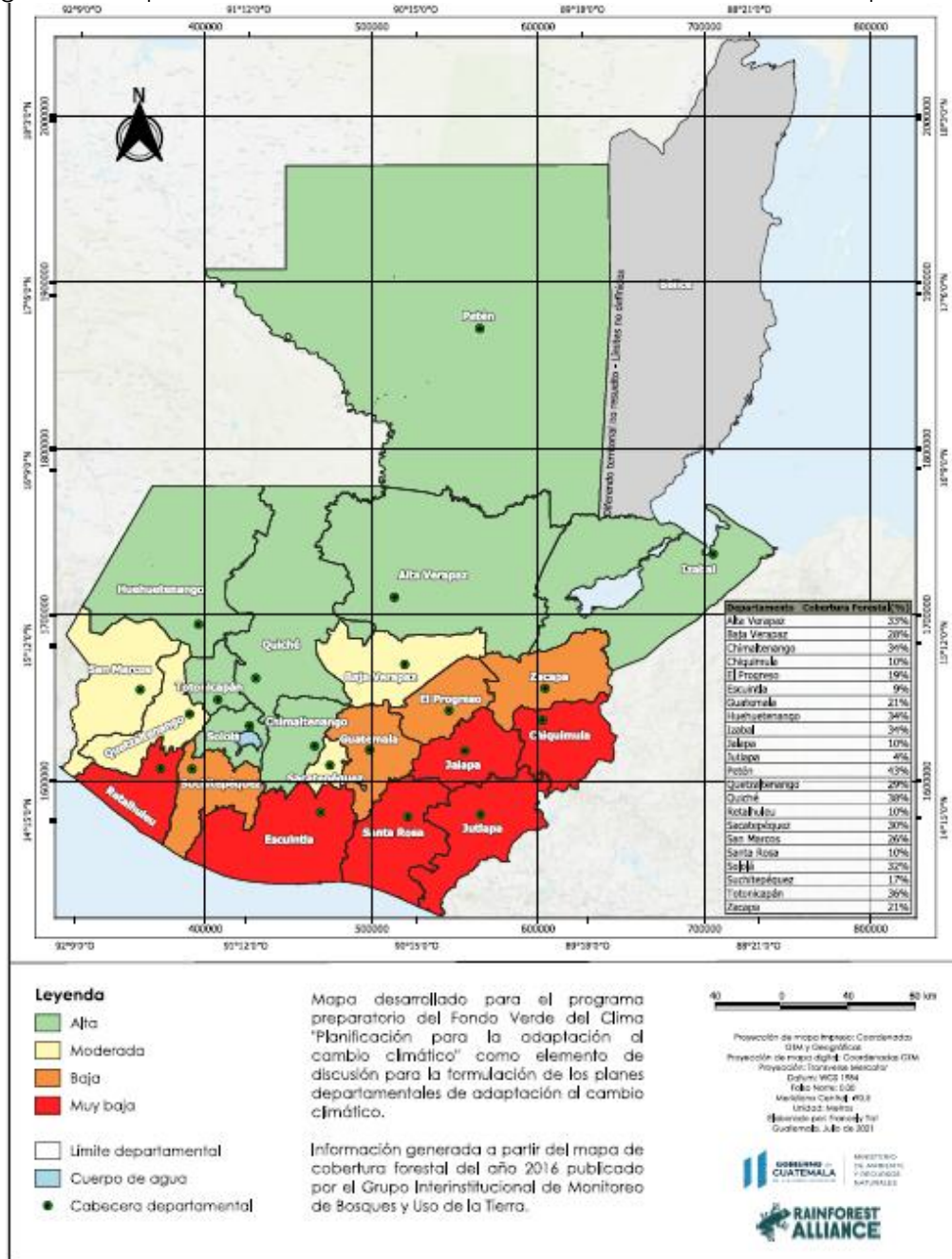
Figura 65. Mapa de saneamiento, hogares que queman su basura a nivel departamental



Servicios ecosistémicos

Como se ha discutido anteriormente, debido a las características socioeconómicas del departamento, las comunidades ejercen una fuerte presión sobre los recursos naturales, reduciendo su capacidad de proporcionar los servicios ecosistémicos que satisfagan las demandas. Es por ello, que la categoría es baja, pero en este caso, dicha categoría corresponde la baja capacidad adaptativa que proporciona la cobertura forestal para la resiliencia de los territorios y la adaptación y reducción de la vulnerabilidad, ante los embates de los efectos adversos del clima.

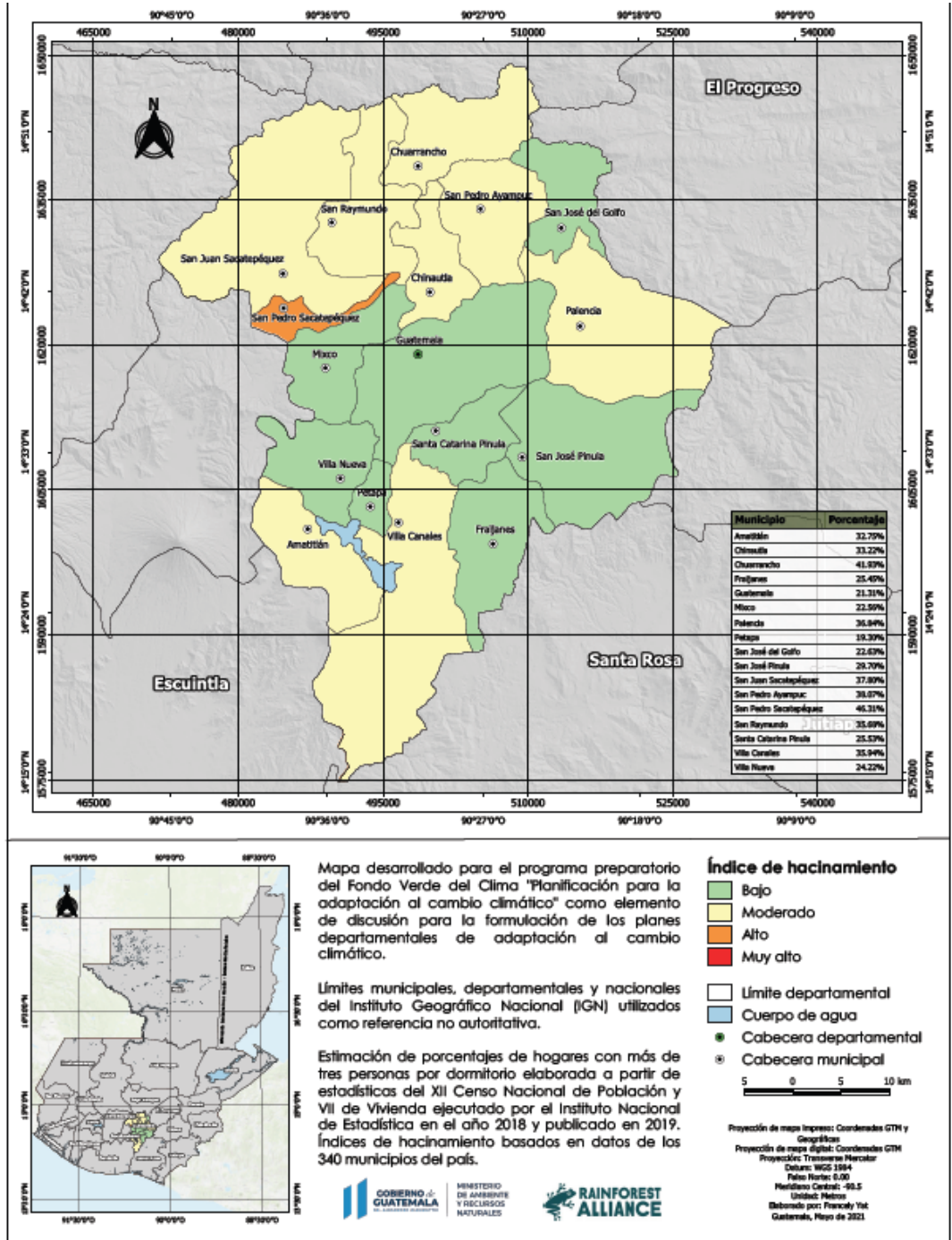
Figura 66. Mapa de servicios ecosistémicos; cobertura forestal a nivel departamental



Hacimiento

Esta variable de capacidad adaptativa sugiere que en el departamento sostiene una alta demanda de vivienda, debido a que los espacios disponibles son compartidos por varios miembros de la familia, excediendo el porcentaje adecuado.

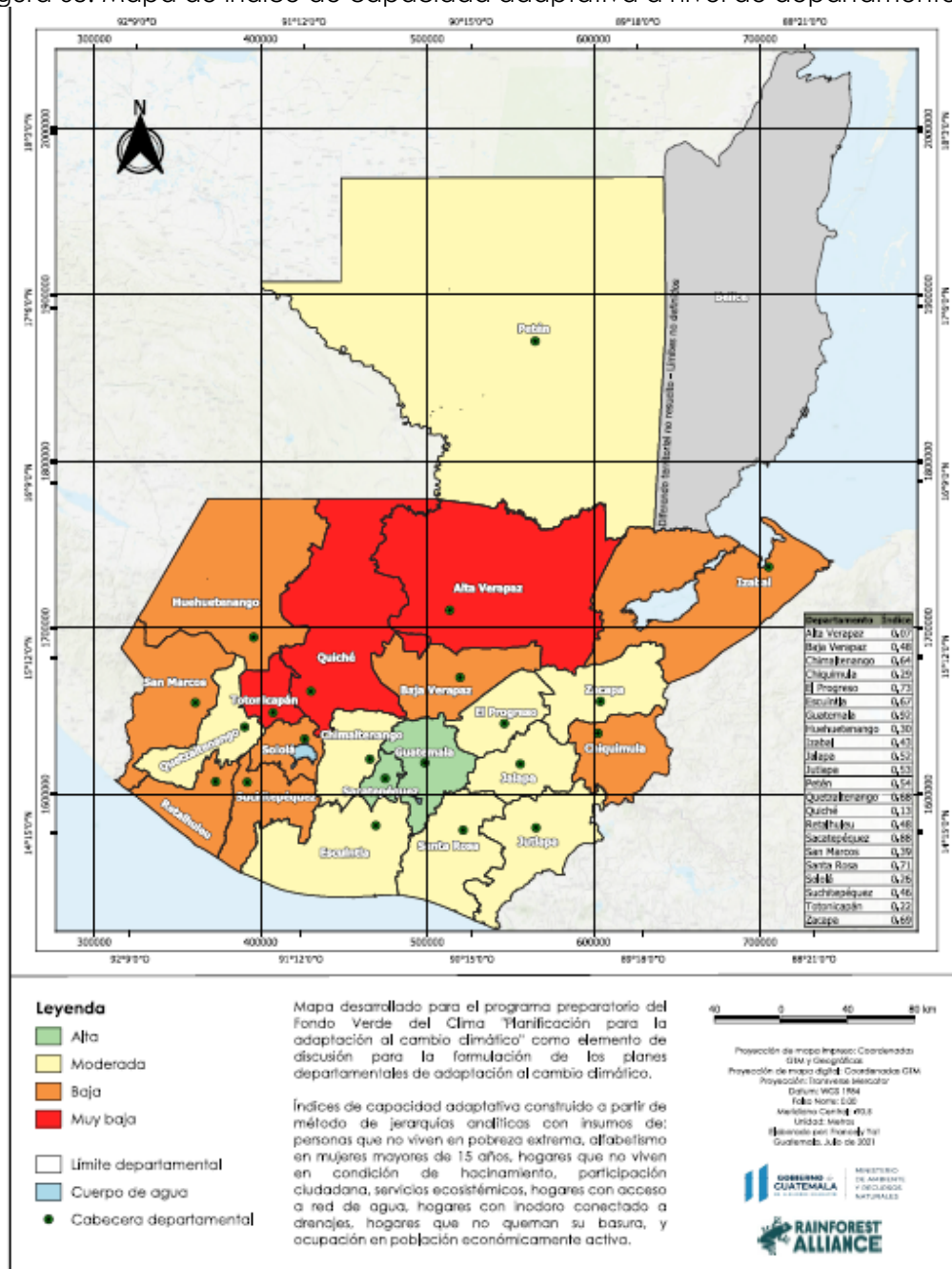
Figura 67. Mapa de hogares con más de tres personas por dormitorio en el departamento de Guatemala



Índice de capacidad adaptativa

El balance de las variables analizadas en la capacidad adaptativa, indican la ventaja del departamento con respecto al resto del país, ubicándolo en la categoría de alta capacidad adaptativa, sin embargo, debe considerarse la brecha para alcanzar la resiliencia de los territorios.

Figura 68. Mapa de índice de capacidad adaptativa a nivel de departamento



6.1.5. Vulnerabilidad al cambio climático

Finalmente, la vulnerabilidad al cambio climático del departamento de Guatemala corresponde a la categoría de baja, en comparación con el resto de los departamentos evaluados y aunque a futuro, la tendencia se mantiene, las amenazas están latentes y sugieren la necesidad de mejor orientación para el proceso de adaptación y reducción de la vulnerabilidad actual y futura.

Figura 69, Mapa nacional de Índice de Vulnerabilidad a nivel de departamento

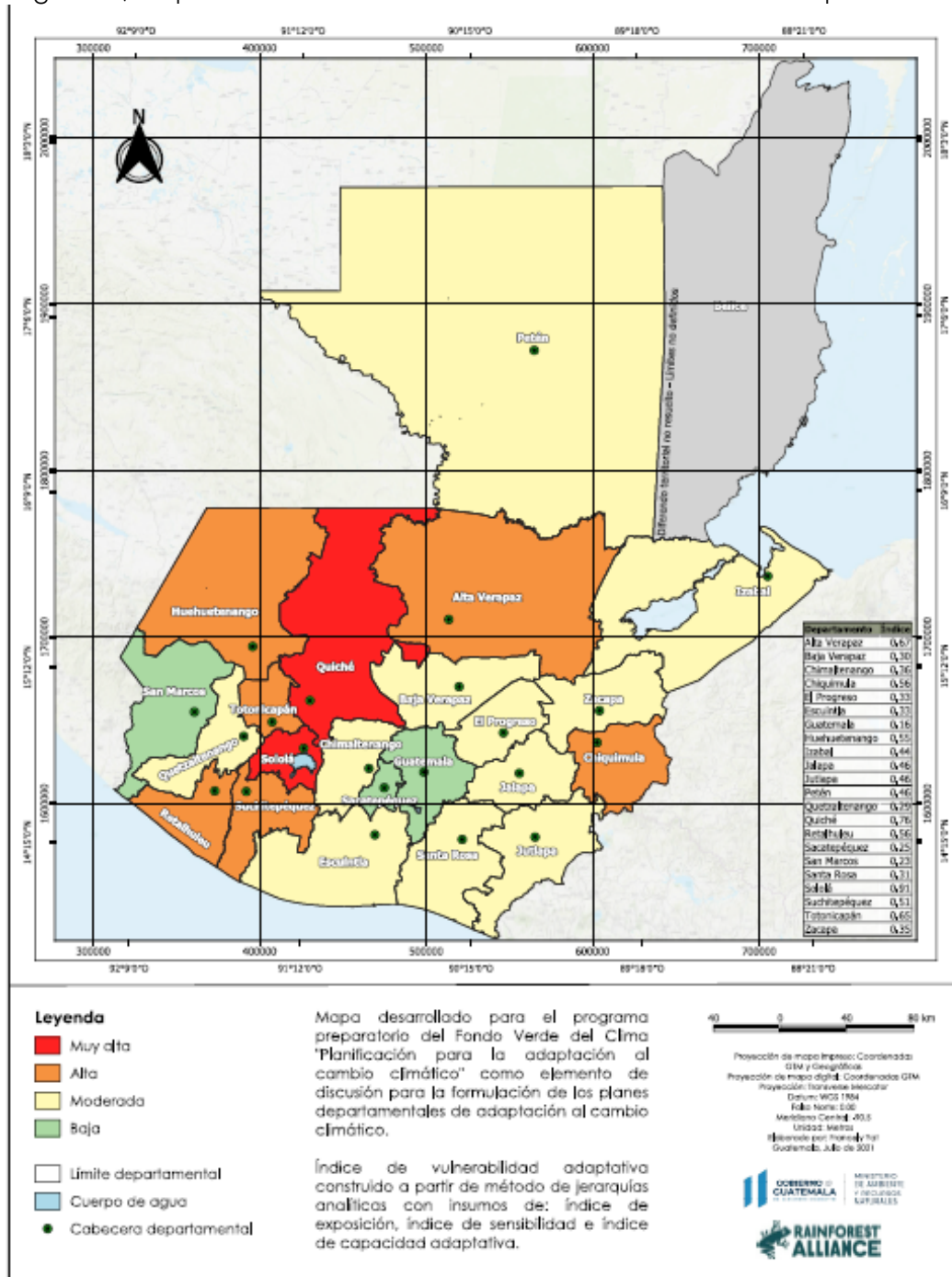
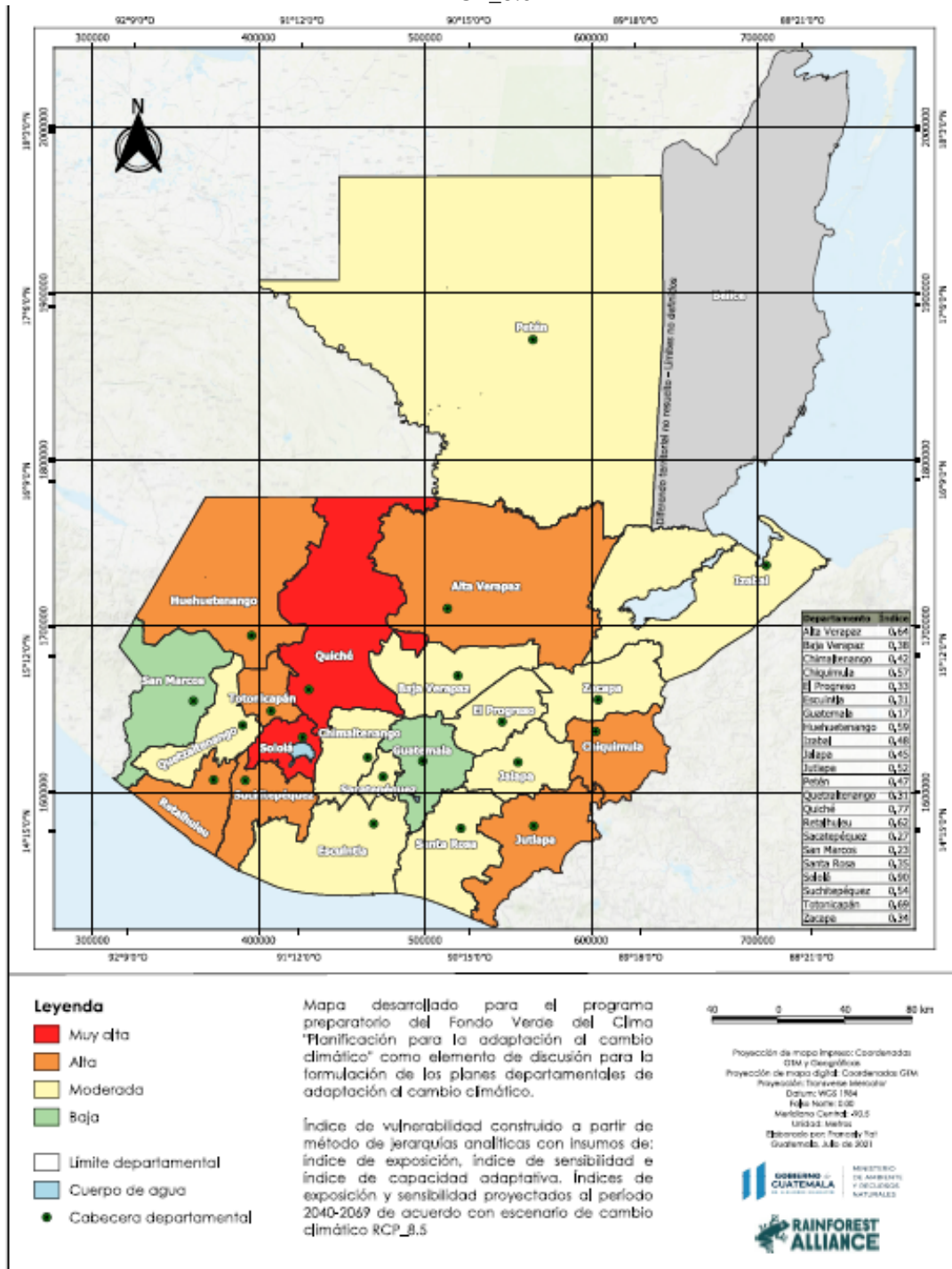


Figura 70. Mapa nacional de índice de vulnerabilidad al cambio climático a nivel de departamento, para el periodo 2040-2069, de acuerdo con el escenario de cambio climático RCP_8.5



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 en el departamento de Guatemala, se analizó la importancia de éstos como elemento estratégico para el desarrollo sostenible, especialmente el mejoramiento en las condiciones socioeconómicas de los habitantes y el uso de los recursos naturales sin comprometer la calidad de las futuras generaciones.

Entre los insumos para identificar y definir los elementos estratégicos se encuentra el Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra, a escala 1:50,000 de la República de Guatemala del año 2,010 (MAGA, 2015). Este mapa presenta un sistema de clasificación de los usos de la tierra, donde se definen cuatro niveles o categorías que ofrecen un criterio técnico y objetivo para identificar los elementos estratégicos objetos focales con o sin detalle, dependiendo de las opciones de cada nivel o categoría.

En la tabla 21 se presenta el detalle de las categorías de uso del suelo para el departamento de Guatemala (proporciones respecto al área total del departamento), no siendo objeto de decisión la superficie exacta, ya que esta ésta inclusive, puede cambiar drásticamente a través del tiempo en comparación con la proporción.

Tabla 21. Categorías de uso de la tierra (nivel 2) en el departamento de Guatemala.

Categoría (Nivel 2)	Área (Ha)	Área (%)
Bosques	52,436.02	23.8
Medios con vegetación arbustiva y/o herbácea	43,840.71	19.9
Zonas Urbanizadas	31,351.34	14.2
Cultivos anuales	31,343.51	14.2
Cultivos permanentes	26,228.73	11.9
Pastos	21,228.41	9.6
Otras tierras forestales	5,846.25	2.7
Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	2,494.79	1.1
Espacios abiertos, sin o con poca vegetación	1,883.69	0.9
Aguas continentales	1,785.29	0.8
Zonas verdes artificiales, no agrícolas	1,136.29	0.5
Minas, escombreras y zonas en construcción	875.12	0.4

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

Tabla 22. Elementos estratégicos priorizados para el departamento de Guatemala.

Sistema Natural	Sistema Socioeconómico
Bosque	Infraestructura (Vivienda e infraestructura vital).
Recurso hidrológico	Cultivo de Granos básicos (maíz y frijol).
	Cultivos permanentes (café).

6.3. Sistema natural: Bosque

La tasa de deforestación para el departamento de Guatemala es de -1.55% anual, equivalente a 820.33 Ha/año para el periodo 2010-2016. Con esta tasa de deforestación el departamento de Guatemala es el tercer departamento con mayor pérdida del recurso, por ende, de los servicios ecosistémicos asociados a la deforestación, sin embargo, es importante destacar la importancia del sector forestal dentro de la economía del territorio, dinamizando la oferta y demanda de bienes que pueden ser compatibles, sostenibles y sustentables, principalmente efectivas para la conservación y recuperación de la cobertura forestal.

Dentro del país se dispone de un marco político favorable para la gestión forestal sostenible, principalmente a través de los programas de incentivos forestales que ofrece alternativas viables para la conservación, producción y recuperación del recurso forestal.

Los bosques del departamento se caracterizan por su dominancia de especies de pino y encino, de gran importancia para la biodiversidad, así como la generación de bienes maderables. Según el SIFGUA, entre las especies más utilizadas durante el periodo 2010 al 2021 se encuentran el pino candelillo con 42.48%, seguido de encino con un 29.90%, pino colorado con 10.50% y ciprés con 6.97%.

Según IARNA 2012, uno de los servicios más importantes del bosque, es la producción de agua para la zona metropolitana de Guatemala, sin embargo, la pérdida del bosque ha ocasionado una reducción significativa de este recurso.

Se observa que la mayor parte del tiempo hay una relación estrecha entre el número de incendios y área afectada, en los años 2006 y 2008 se registraron pocos incendios y las mayores proporciones de superficie afectada.

Tabla 23. Relación de incendios forestales y superficie afectada.

Año	Número de incendios forestales registrados	Superficie afectada en hectáreas
2001	103	986.3
2002	65	488.8
2003	26	108.4
2004	44	156.4
2005	49	297.2
2006	63	1,301.1
2007	62	407.6
2008	59	1,592.0
2009	36	219.5
2010	26	125.7
2011	12	163.7
2012	14	83.6
2013	24	388.3
2014	19	251.5
2015	21	385.0
2016	13	261.0
2017	49	160.5
2018	163	284.4
2019	100	1,181.0
Total	948	8,842
Promedio	50	465

El promedio anual de incendios forestales es de 50, con 465 hectáreas afectadas incendios anuales.

6.3.1. Condición de los atributos clave

Los atributos clave analizados fueron, superficie forestal como proporción de la superficie total, tasa de deforestación y área afectada por incendios forestales por año.

El departamento de Guatemala en el período 2010 contaba con 53,003 Ha de bosque. Para el año 2016 se reportó una cobertura forestal de 48,180 Ha. Se pudo determinar que durante el período 2010-2016, hubo una pérdida de 20,458 Ha de bosque, sin embargo, durante ese mismo período se recuperaron 15.988 Ha; teniendo una pérdida neta de 4,824 Ha de bosque.

La tendencia de la cobertura forestal en el departamento es negativa, lo cual constituye un importante reto en la gestión del territorio para estabilizar la tendencia actual de tal forma que se conserve la cobertura actual. Los últimos registros indican que la tasa anual durante el periodo 2010-2016 fue de -1.6.

A pesar de los altibajos de la dinámica de los incendios, se observa un leve incremento en los últimos años. Aunque se observa que la mayor parte del tiempo hay una relación estrecha entre el número de incendios y área afectada, ya que en los años 2006 y 2008 se registraron pocos incendios y las mayores proporciones de superficie afectada.

El desafío planteado en el Katún para las entidades responsables y corresponsables está dado en orientar los esfuerzos para incrementar la cobertura forestal o al menos mantener la cobertura forestal del año 2012, que para el departamento de Guatemala corresponde al 31%, regulando y controlando las causas que la reducen la superficie del bosque y aprovechar las oportunidades de incrementar en institucionalizar la medición del indicador (cobertura y dinámica forestal).

Al igual que en el caso de la proporción de la cobertura forestal en el departamento, el marco de planificación nacional pretende frenar o reducir las causas que promueven la deforestación, cuyos esfuerzos se deben orientar a regular de manera específica a nivel de municipio, las actividades de recuperación como la restauración del paisaje. El desafío será al menos, que no se incremente la tasa de deforestación de 2010 que era de -2.62.

Los efectos más evidentes y sentidos dentro del territorio se vinculan con el aumento de la temperatura y variación en los regímenes de lluvia que impactarán negativamente los recursos forestales, al favorecer la disponibilidad de combustible, aumentando la vulnerabilidad a incendios forestales. Esta situación no deberá subestimarse y se deberá realizar la adecuada prevención de los incendios, así como la elaboración de las fajas corta fuego, para proteger el recurso ante estos siniestros. Estas condiciones pueden reducir a la menor expresión la probabilidad de incendios dentro del departamento, siendo la condición ideal que se persigue tanto a nivel institucional como sectorial.

6.3.2. Condición de vulnerabilidad

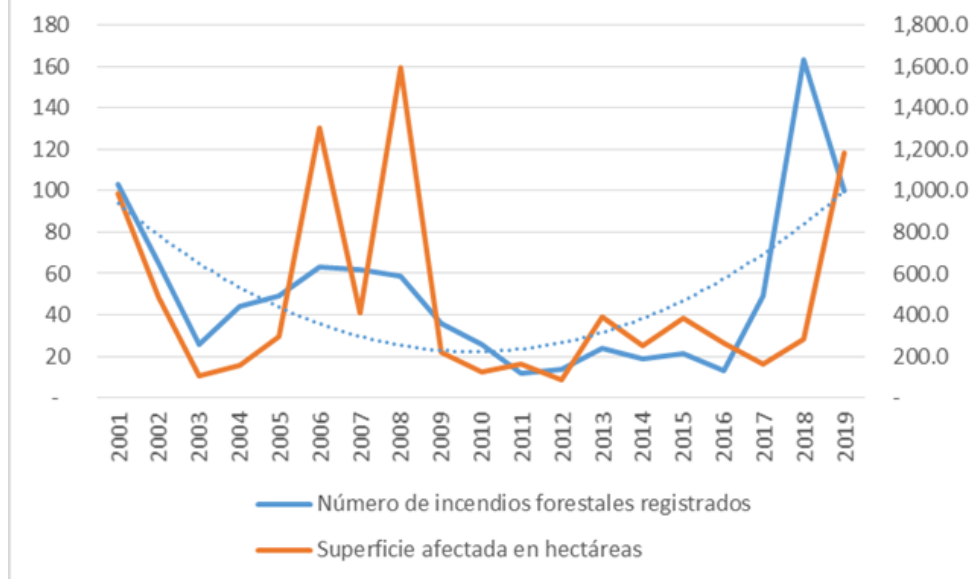
El análisis de vulnerabilidad de los bosques frente al cambio climático muestra los siguientes resultados:

Exposición (Alto): Los incendios forestales provocan tanto deforestación como degradación del bosque, aunque las proporciones no se comparan por la pérdida de bosque debido a otras circunstancias. El departamento de Guatemala en el período 2010 contaba con 53,003 ha de

bosque equivalentes al 33% del territorio del departamento. Para el año 2016 se reportó una cobertura forestal de 48,180 ha, equivalentes al 23 % del territorio departamental.

Sensibilidad (Alto): De acuerdo con los datos analizados, la tasa de pérdida de bosque o deforestación es de 1.51% de la cobertura total. A pesar de los altibajos de la dinámica de los incendios, se observa un leve incremento en los últimos años. También, se observa que la mayor parte del tiempo hay una relación estrecha entre el número de incendios y área afectada, ya que, en los años 2006 y 2008, se registraron pocos incendios y las mayores proporciones de superficie afectada.

Figura 71. Relación de incendios forestales y superficie afectada en hectáreas.



Capacidad adaptativa (resiliencia) se considera de categoría Alta, debido a lo siguiente: Muchos de los incendios son recurrentes si no se toman las medidas apropiadas, además, muchos son causados intencionalmente para fines de cambio de uso de suelo. El ecosistema forestal en general está sujeto a una gran presión socioeconómica condicionada por a) necesidad de obtención de tierra para actividades agrícolas, ganaderas, urbanización, leña madera, entre otros. b) los esfuerzos institucionales para regular las prácticas de uso no sostenibles. Estos factores limitan la capacidad adaptativa de los bosques del departamento y repercute en los servicios que éstos prestan.

6.3.3. Factores contribuyentes de amenaza

El portal del SIFGUA indica que, en los últimos años, se han alterado de manera extrema las condiciones climáticas (altas temperaturas, déficit hídrico y baja humedad) a nivel mundial; agrega que, en una publicación reciente, FAO coloca a Guatemala como un país en altísimo riesgo. Además, se cataloga a Guatemala como uno de los países más afectados recientemente por el fuego, con seguridad, uno de los más afectados en Mesoamérica. Eventos graves y muy graves de incendios se registraron en los años 1998, 2003 y 2005, con cientos de miles de hectáreas de bosques y áreas silvestres quemadas, en algunos casos, recurrentemente.

De acuerdo con el mapa de amenaza a incendios forestales, el departamento de Guatemala muestra un nivel alto. En el período de 2001 a 2015, que es para el que se tuvo con registros, se

reportaron 623 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%.

Los impactos que se ocasionan al elemento estratégico son los siguientes:

- Degradación forestal ocasionada a la pérdida total o parcial de árboles, con ello se pierde la masa boscosa y con ello los servicios ecosistémicos que éstos generan a la sociedad.
- Deforestación ocasionada por la pérdida total de áreas de Bosque, que no se recuperan natural o artificialmente luego del incendio.
- Disminución de la diversidad biológica.
- Degradación de los suelos.
- Reducción de los bienes y servicios ecosistémicos.

Aunado a la amenaza climática directa, se identificaron otros factores (factores antropogénicos e institucionales) que contribuyen a la afectación del elemento estratégico, para el caso de bosque son los siguientes:

- Falta de prevención de incendios forestales.
- Falta de recursos para control de incendios forestales.
- Cambios de uso del suelo.
- Falta de protección Forestal-
- Falta de recuperación o restauración de áreas afectadas.
- Rosas agrícolas inadecuadas.

6.3.4. Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema

Son numerosas las funciones y servicios ecosistémicos forestales, así como su relación con el bienestar humano, por mucho, éstos pueden constituirse como los elementos de resiliencia más comunes y eficaces, por su estrecha relación con todos los elementos dentro del territorio. La presión social y los posibles impactos de los fenómenos climáticos ponen en riesgo la permanencia de estos contribuyendo a la disminución de la resiliencia del territorio.

Los bosques constituyen un recurso económico a través de bienes maderables para los propietarios de los bosques o para las comunidades que los manejan, proporcionando beneficios directos a corto plazo, aunque es importante resaltar que se debe recuperar para garantizar este servicio a través del tiempo. La gran diversidad de plantas, animales y microorganismos que albergan los ecosistemas forestales forman una gama enorme de alimentos, fuentes energéticas, materiales de construcción, medicinas, especies ornamentales o de importancia ceremonial, entre otros.

Los bosques juegan un papel fundamental en la regulación climática a nivel micro y dependiendo sus dimensiones, conectándose para incidir a nivel macro climáticamente. Debido al gran tamaño de sus árboles y a la proporción de la superficie, constituyen almacenes aéreos de carbono y con menor proporción dentro del suelo. Cuando se quema la biomasa (viva y muerta) se libera CO₂, contribuyendo a aumentar el cambio climático; en cambio, cuando se recuperan los bosques tropicales, éstos contribuyen a la captura de carbono.

Los bosques tropicales juegan un papel importante en la regulación del clima a través de sus efectos en la temperatura y en la humedad relativa. Los árboles absorben una proporción importante de la energía proveniente de la radiación solar. (Anderson-Teixeira et al. 2012)

Los bosques desarrollan una labor fundamental en la regulación de los impactos de eventos extremos que ocurren de forma natural, pero cuya frecuencia está aumentando por efectos de

los cambios en el clima. Cuando el suelo está desnudo y ocurre una tormenta tropical de gran intensidad, las gotas de lluvia impactan en él a gran velocidad. En cambio, cuando hay bosque, estas mismas gotas pasan por el dosel de un bosque, su velocidad disminuye.

6.4. Sistema natural: Recurso hidrológico

Gran parte del abastecimiento de agua para diferentes usos en la zona metropolitana de Guatemala depende de los recursos hidrológicos subterráneos (acuíferos). Estos depósitos de agua han existido por miles de años y son los que aún nos abastecen de agua. La problemática surge cuando comparamos la extracción del agua con el ritmo de recarga de los acuíferos.

De acuerdo con el estudio de IARNA 2012, en los doce municipios que conforman la zona metropolitana de Guatemala, se consume un total de 553.4 millones de metros cúbicos de agua al año, lo que equivale a un promedio de 189 m³/cápita/año. El 91% del agua que se consume proviene de los mantos acuíferos, donde las microcuencas de Las Vacas y Villalobos proveen el 67% del total, lo cual denota la intensidad de la extracción en dichas cuencas. (IARNA-URL y TNC, 2012b)

La gestión del recurso hídrico es por excelencia el elemento adhesivo y de vital importancia para la sustentar la vida, cada vez se ejerce mayor presión sobre este recurso y por ello despierta un gran interés a nivel sectorial e institucional, razón por la cual integra distintos conceptos que se engloban dentro del marco de la gestión del recurso hídrico, donde la unidad básica la constituyen las cuencas hidrográficas. La Gestión Integrada del Recurso Hídrico es un marco de abordaje en el presente análisis cuyos atributos están estrechamente vinculados directamente con la población, principalmente, aquellos con poco o limitado acceso a este recurso primordial.

6.4.1. Condición del atributo clave

Para este elemento se identificaron como atributos clave: hogares conectados a redes de distribución de agua; necesidad básica insatisfecha en abastecimiento de agua; sistema dañado; niveles de contaminación bacteriológica.

De acuerdo con el censo 2018, en el departamento de Guatemala, el 94.40% de hogares están conectados a redes de distribución de agua. El 7.80% de la población del departamento tiene necesidades básicas insatisfechas de abastecimiento de agua.

El 94.10% de las fuentes de agua que abastecen el departamento, no llenan las condiciones de calidad de agua debido al contenido de contaminantes bacteriológicos.

La condición ideal de hogares conectados a redes de distribución de agua es del 100 %, debido a que son necesidades básicas de la población, fundamentales para la resiliencia y adaptación al cambio climático, considerando los escenarios previstos.

Por su estrecha relación (inversamente proporcional) con las necesidades básicas insatisfechas en abastecimiento de agua, al proponer como una condición ideal el 100 % de conexión y distribución de agua, se estaría persiguiendo también un 0 % en necesidad insatisfecha de abastecimiento de agua.

Para el caso de los sistemas dañados, aunque el número de unidades que son dañadas es muy reducido, tienen implicaciones que pueden ser cuantiosas dependiendo de las condiciones y

características de cada sistema. Es importante enfocarse en las actividades que favorezcan el diseño e implementación de sistemas que consideren las variables climáticas, a fin de que, éstas puedan resistir ante la ocurrencia de fenómenos climáticos extremos.

Finalmente, el indicador asociado a la calidad del agua corresponde a los niveles de contaminantes bacteriológicos que pueden verse exacerbados por la sensibilidad de las poblaciones más vulnerables, ante esta posibilidad es importante lograr su eliminación en el 100 % de las fuentes de agua.

6.4.2. Condición de vulnerabilidad

El análisis de vulnerabilidad de los recursos hídricos al cambio climático indica lo siguiente:

Exposición (Alto): Las repercusiones de la no disposición de este vital líquido son significativos para la sociedad, y la tendencia de la demanda pone en riesgo cada vez más comunidades que pueden llegar a superar el 10% de la población total

La **sensibilidad** es de categoría Alta, debido a los siguientes argumentos: El recurso hidrológico es vital para el desarrollo humano, pero es un recurso limitado y su creciente demanda, dificulta el acceso y su gestión en general. Dentro de la problemática asociada, sobresale que según las estadísticas 64,972 hogares no dispone de este servicio.

Las inundaciones se encuentran entre los desastres causados por eventos extremos más costosos y destructivos, por lo que se considera una de las principales amenazas a las que se enfrenta la infraestructura. Además, es uno de los fenómenos con más probabilidades de aumentar debido a la intensificación de las precipitaciones. Todas sus consecuencias, como las pérdidas económicas, sociales y ambientales, serán considerables, lo cual resalta el carácter prioritario que tiene la implementación de medidas de adaptación.

En cuanto a la **capacidad adaptativa**, se estima de categoría Alta, debido a lo siguiente: El agotamiento de las fuentes subterráneas es evidente, ya que se encuentra a mayores profundidades y con menor calidad, además, su recuperación depende del ciclo hidrológico, en el que la infiltración es favorecida por la cobertura vegetal que cada vez es más escasa y su recuperación no llevaría menos de 10 a 20 años.

6.4.3. Factores contribuyentes de amenaza

Gran parte del abastecimiento de agua para diferentes usos en la zona metropolitana de Guatemala depende de los recursos hidrológicos subterráneos (acuíferos). Estos depósitos de agua han existido por miles de años y son los que aún nos abastecen de agua. La problemática surge cuando comparamos la extracción del agua con el ritmo de recarga de los acuíferos.

Varios factores limitan la explotación a futuro de las aguas superficiales en la zona metropolitana. Es poco factible considerar que se amplíe de manera significativa su infraestructura de aprovechamiento a corto plazo. Esto se debe principalmente, al hecho que la zona metropolitana está ubicada en las cabeceras de cuenca (parteaguas entre las cuencas de los ríos Villalobos y Las Vacas), por lo tanto, estos ríos reciben altos niveles de contaminación, principalmente de aguas negras provenientes de la industria, la agricultura y los hogares, limitando las posibilidades de su tratamiento para que tengan niveles adecuados de potabilidad.

Los impactos que se ocasionan al elemento estratégico son los siguientes:

- Atenuación de los extremos hidrológicos, caudales pico y base.
- Baja de los caudales base.
- Reducción del potencial hidrológico.
- Reducción de la oferta hidrológica.
- Descenso del nivel de las aguas en el subsuelo.

Otros factores (factores antropogénicos e institucionales) que contribuyen a la afectación del elemento estratégico recurso hidrológico son los siguientes:

- Reducción de las zonas de recarga hídrica.
- Modificaciones en el terreno para la construcción.
- Crecimiento desordenado de la ciudad.
- Contaminación de las aguas superficiales y del subsuelo.
- Sobre explotación de las aguas del subsuelo.

6.4.4. Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema

El agua como servicio ecosistémico es indispensable para la humanidad ya que proporciona salud y bienestar. Entre estos:

Servicios ecosistémicos

- Caudal ecológico.
- Biodiversidad.
- Infiltración.
- Cultural.

Servicios de bienestar humano

- Salud.
- Empleo.
- Agua.
- Recreación y turismo.

En el territorio, debe haber conciencia que la población recibe una gran variedad de servicios ecosistémicos, traducidos en forma de alimentos, madera y leña, plantas para elaborar medicinas, material para hacer la ropa que nos cubre y agua pura, entre muchos otros.

Es de vital importancia considerar que las amenazas climáticas ponen en riesgo los servicios ecosistémicos, por la reducción y cambios en los regímenes de lluvia, así como en la modificación de su calidad, se debe considerar que, aunque se continúe disponiendo de agua suficiente para cubrir la demanda de la población, no servirá de mucho, si la calidad limita su consumo y uso en las actividades productivas.

6.5. Sistema socioeconómico: Infraestructura (Vivienda e infraestructura vital)

La infraestructura juega un papel primordial en el desarrollo y bienestar de un país y resulta imprescindible para el fomento de la economía (OCDE, 2007). El cambio climático tiene repercusiones directas sobre la infraestructura física, como los edificios, instalaciones portuarias, aeropuertos, carreteras, túneles, puentes, sistema de abastecimiento de agua, sistema de drenaje, red de telecomunicaciones, oleoductos de petróleo e instalaciones de suministro de energía. Asimismo, esta red de infraestructura tiene implicaciones en el bienestar y medios de sustento de los habitantes. (ONU-HABITAT, 2011)

Generalmente, la infraestructura se aborda con dos enfoques, las cuales son organizadas comúnmente de la siguiente forma:

1. Asentamientos humanos.

2. Infraestructura crítica o vital.

- Puentes y carreteras.
- Edificios públicos.

La ciudad de Guatemala tiene aproximadamente 297 asentamientos humanos en situación de pobreza (Mazariegos, 2017). El rápido crecimiento de la población (cuatro por ciento anual) supone un aumento de la demanda de vivienda, incluidas las de condiciones poco favorables para quienes viven en asentamientos, lo cual expone a los territorios en ocupaciones evidentemente vulnerables, a sufrir daños o riesgos significativos de desastres, especialmente en la temporada de lluvia.

Las inundaciones se encuentran entre los desastres causados por eventos extremos más costosos y destructivos, se consideran una de las principales amenazas a las que se enfrenta la infraestructura. Además, es uno de los fenómenos con más probabilidades de aumentar debido a la intensificación de las precipitaciones. Todas sus consecuencias, como las pérdidas económicas, sociales y ambientales, serán considerables, lo cual resalta el carácter prioritario que tiene la implementación de medidas de adaptación, por ende, su priorización en el presente análisis.

6.5.1. Condición de los atributos clave

Para este elemento se identificaron los siguientes atributos: Número de unidades de infraestructura vital; número de viviendas afectadas por fenómenos climáticos; necesidad básica insatisfecha (NBI) en calidad de vivienda; necesidad básica insatisfecha (NBI) en hacinamiento.

El número de unidades de infraestructura vital correspondió a 23 (21 carreteras, 1 escuela y 1 red de agua). Para el caso de la infraestructura vital, el número de infraestructura vital dañada en el año 2019 fue de 23 (21 carreteras, 1 escuela y 1 red de agua), lo que sitúa a este atributo en un rango regular. Para el atributo e indicador de Número de unidades de infraestructura vital; la serie de datos evidencia una tendencia al incremento del número de unidades dañadas por encima de 30 para el año 2032; es por ello que el límite superior es 30, mientras que el límite inferior se consideró en menor de 10 unidades dañadas al año, las cuales se presentan a continuación.

Para el año 2019, los registros indican un total de 194 viviendas afectadas (97 con daños moderados y 57 con daños severos) lo cual sitúa a este elemento estratégico en la categoría de bueno; aunque no se descarta que el límite inferior se reduzca en función de la relevancia del indicador y los esfuerzos dirigidos para reducir dicho riesgo y vulnerabilidad. Las categorías fueron definidas a partir de los valores mínimos registrados y la proyección de datos disponibles para el periodo 2015-2019.

Los datos disponibles establecen una línea base de hogares con necesidad básica insatisfecha en calidad de vivienda, el censo nacional de población del año 2018, sitúa al departamento en un valor de 5.8%. Los datos generados durante el último censo 2018 así como los censos anteriores (2002, 1994 y 1981), evidencian una tendencia hacia el aumento de la satisfacción en la calidad de vivienda de los vecinos del departamento, en dicho censo el valor registrado fue de 5.8, lo que implica una reducción de hasta en 16 puntos porcentuales en los últimos 20 años.

6.5.2. Condición de vulnerabilidad

El análisis de vulnerabilidad de la infraestructura al cambio climático indica lo siguiente:

Exposición (Alto): La mayoría de la infraestructura es inversión del estado, como en el caso de las carreteras, puentes, escuelas y hospitales, y su reconstrucción requiere tiempo y financiamiento.

De acuerdo con el proyecto Creando Oportunidades Económicas de USAID, en el departamento de Guatemala se identificaron clústeres de empresas y unidades productivas cuyo desarrollo se vincula con la disponibilidad de infraestructura adecuada que favorezca la oferta, así como la demanda de sus productos, estas se listan a continuación: a). Manufactura Liviana (Alimentos y Bebidas Vestuario y textiles); b). Construcción; c). Turismo; d). Comercio Formal; y e). Servicios de Logística.

Sensibilidad (Alto), debido a las siguientes consideraciones: Aunque el número de estructuras afectadas son pocas (23 en el último registro), es importante considerar que tiene un impacto importante en la población por su relación directa con las actividades socioeconómicas.

En cuanto a la **capacidad adaptativa**, se considera de categoría Alta, debido a los siguientes aspectos: El periodo de recuperación está sujeto a la disponibilidad de recursos dentro del Estado, los cuales son escasos y priorizados para otros temas y como se mencionó anteriormente, tiene un costo muy alto.

6.5.3. Factores contribuyentes de amenaza

En la Ciudad de Guatemala, la existencia de más de 400 asentamientos y barrios marginales con altos niveles de pobreza crea situaciones de alta vulnerabilidad y exposición, lo cual coloca en riesgo alto a su población en momentos de eventos extremos de lluvia; por tanto, una lluvia torrencial en un período corto puede causar la muerte de personas, debido a deslaves en áreas que no debieron haber sido pobladas.

Los aspectos con mayor riesgo para las ciudades son: a) los sistemas de abastecimiento de agua; b) los sistemas de aguas servidas (drenajes); c) los sistemas energéticos; d) los sistemas de comunicación y transporte; e) la vivienda; f) la infraestructura básica para la salud y la educación.

Los impactos que se ocasionan al elemento estratégico en el componente de asentamientos humanos son los siguientes:

- Colapso de redes de alcantarillado y desagüe.
- Socavamiento y deslizamiento de estructuras y edificaciones en laderas.
- Transporte de objetos, basura, sedimentos.
- Operación inadecuada de sistemas de distribución de agua.
- Aumento de personas damnificadas o afectadas por daños leves y severos en viviendas.

Los impactos que se ocasionan al elemento estratégico en el componente de infraestructura vital son:

- Socavamiento y deslizamiento en rellenos sanitarios.
- Aumento de caudal y transporte de sedimentos.
- Operación inadecuada de sistemas de tratamiento de agua residual.
- Operación inadecuada de escuelas, salud, redes de comunicación y energía.
- Operación inadecuada de sistemas de distribución de agua.
- Daños en puentes, carreteras, túneles, señalización, entre otros.
- Deslizamientos que afecten infraestructura vial.
- Descarrilamiento y colisiones por lluvias intensas.

Otros factores (factores antropogénicos e institucionales) que contribuyen a la afectación del elemento estratégico en su componente de asentamientos humanos, son los siguientes:

- Aumento de la demanda de vivienda.
- Poca aplicación de normas de construcción (materiales).
- Poca aplicación de ordenamiento territorial.
- Poca aplicación de medidas de conservación de suelos.

6.5.4. Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema

Los beneficios sociales y ecológicos que deben ser proporcionados por los ecosistemas de ciudades, se vuelven aún más relevantes en contextos de alta incertidumbre respecto a cambios económicos, sociales y ambientales de carácter global. Dentro de estos últimos destaca el cambio climático, que desafía a las ciudades como principal hábitat de la humanidad, a ser agentes activos en la mitigación de la intensidad y velocidad con que se presenta el cambio climático, así como a adaptarse a los impactos adversos derivados del calentamiento global. (Hamin & Gurran, 2009)

De manera análoga, en la actualidad, es cada vez más difícil concebir el desarrollo de una ciudad sin la planificación y, por consiguiente, sin inversión e implementación de infraestructura que armonice al mismo tiempo con las principales funciones ecosistémicas para las ciudades; entre estas se encuentran los siguientes servicios ecosistémicos.

Servicios ecosistémicos

- Infraestructura verde urbana.
- Bienes.
- Regulación hídrica.

Servicios de bienestar humano

- Salud.
- Empleo.
- Gestión de desechos.

Es importante resaltar el concepto y enfoque de la infraestructura verde y como éste coadyuva con el concepto amplio de los ecosistemas naturales. En este sentido, según Benedict y McMahon (2002), la infraestructura verde puede ser definida como “una red interconectada de espacios verdes que conservan las funciones y valores de los ecosistemas naturales y provee beneficios asociados a la población humana”, aunque esta idea se remonta a 1900 (Benedict & McMahon, 2006, citados por Velásquez, A. 2015), el término “infraestructura verde” solamente aparece con fuerza durante la última década en el diseño y planificación de ambientes urbanos y periurbanos. (Tzoulas et al., 2007; Eisenman, 2013; citados por Velásquez, A. 2015)

De acuerdo con Velásquez (2015), más allá de esta definición relativamente simple, es posible reconocer el surgimiento de concepciones, métodos y objetos de interés asociados, que definen una aproximación (científico-técnica) que intenta reconciliar crecimiento urbano, bienestar social y protección ambiental, enfatizando los servicios ecológicos y sociales provistos por los espacios verdes en y para las ciudades como, regulación climática, purificación del aire, reducción de ruido, refugio de especies nativas, provisión de espacios para recreación, esparcimiento y contacto con la naturaleza.

6.6. Sistema socioeconómico: Cultivo de granos básicos (maíz y frijol)

La agricultura es uno de los sectores más vulnerables al cambio climático a nivel mundial, ya que es altamente sensible a los cambios de temperatura y a los regímenes de precipitación. Los cambios previstos en el clima tendrán efectos en el rendimiento y distribución de los cultivos, en la variación de los precios, la producción y el consumo, además de afectar el bienestar de las familias productoras.

El maíz y frijol son cultivos marginales y su producción es concebida mayormente como de importancia "social" más que económica, la mayoría del grano es producido por agricultores con limitado acceso a innovación tecnológica, se produce en áreas marginales y de baja productividad, situación que incide negativamente en el potencial de rendimiento del cultivo; aunado a esto, son cultivos que se producen con pocos insumos comprados y están sometidos a una serie de problemas biológicos, climáticos y edáficos. Son cultivos de pequeña y mediana escala, desarrollados mayoritariamente por familias rurales y comunidades indígenas de escasos recursos, particularmente vulnerables a los impactos esperados del cambio climático.

En consistencia con la importancia socioeconómica que representan estos cultivos, así como para la seguridad alimentaria de muchas familias del departamento y para coadyuvar con los esfuerzos y recursos empleados por los agricultores para mantener e inclusive favorecer mejores resultados, se considera el rendimiento del cultivo como parámetro de orientación de la planificación de la adaptación y resiliencia ante los efectos negativos del cambio climático, como se detalla a continuación.

Tabla 24. Rendimiento del cultivo de maíz para los municipios del departamento de Guatemala.

Municipio	Cultivo de maíz		
	Área (Ha)	Producción (qq)	Rendimiento (qq/Ha)
Guatemala	168.09	6,277.71	37.35
San José Pinula	1,318.19	47,558.46	36.08
Palencia	13,827.31	466,260.79	33.72
San Pedro Ayampuc	603.60	24,817.41	41.12
San Raymundo	719.43	17,842.51	24.80
Chuarrancho	2,920.13	51,049.45	17.48
Fraijanes	1,808.04	65,240.64	36.08
Amatitlán	349.42	12,925.72	36.99
Villa Canales	1,228.26	60,036.42	48.88
Total	22,942.47	752,009.11	
Promedio			34.72

Fuente: elaboración propia, obtenido de la base de datos de la ENA 2019-2020

Tabla 25. Rendimiento del cultivo de frijol para los municipios del departamento de Guatemala.

Municipio	Cultivo de frijol		
	Área (Ha)	Producción (qq)	Rendimiento (qq/Ha)
Guatemala	279.26	3,818.57	13.67
San José Pinula	261.67	3,327.50	12.72
Palencia	5,677.94	81,556.09	14.36
San Pedro Ayampuc	481.62	6,938.48	14.41
San Raymundo	59.96	899.55	15.00
Chuarrancho	2,572.65	31,918.83	12.41
Fraijanes	0.00	0.00	
Amatitlán	222.45	7,362.96	33.10
Villa Canales	431.92	6,496.32	15.04
Total	9,987.47	142,318.30	
Promedio			16.34

Fuente: elaboración propia, obtenido de la base de datos de la ENA 2019-2020

6.6.1. Condición de los atributos clave

El atributo analizado para cada uno de los dos cultivos fue, rendimiento por unidad de área llamado también productividad.

Para el caso específico del departamento de Guatemala, la base de datos de la ENA 2019-2020, ofrece un detalle importante sobre el área y producción del cultivo de maíz, parámetros con los cuales se obtuvo la productividad promedio del departamento, el cual se ubica en 34.72 qq/Ha. Para el caso del maíz, se observaron municipios con rendimientos que van de 44 hasta 89 quintales/hectárea. Es necesario considerar que el rendimiento de 89 qq/Ha corresponde a los municipios del sur del departamento, donde las características climáticas y fisiográficas favorecen la producción del cultivo, así como el uso de variedades mejoradas, mientras que en los municipios al norte, las variedades son criollas.

En cuanto al cultivo del frijol, en el caso específico del departamento de Guatemala, la base de datos de la ENA 2019-2020, ofrece un detalle importante sobre el área y producción del cultivo de frijol, parámetros con los cuales se obtuvo la productividad promedio del departamento, que ubica en 16.34 qq/hectárea. Para el caso del frijol, el rendimiento va de 16 hasta 32 quintales/hectárea, por lo que idealmente se observó potencial para duplicar el rendimiento actual.

6.6.2. Condición de vulnerabilidad

El análisis de vulnerabilidad de los granos básicos frente al cambio climático indica los resultados siguientes:

Exposición (Medio): Aunado a las amenazas climáticas, esta actividad se desarrolla en suelos marginales y depende en su mayoría de la disponibilidad de lluvia y una canícula (sequía) regular. Mantener o aumentar la productividad del cultivo asegura y mejora las posibilidades de crecimiento y competitividad en el mercado nacional e internacional, así como las posibilidades de ahorro y la distribución de la renta. Además, influye de forma significativa en las migraciones interregionales. El incremento de la productividad agrícola también hace que mejore la eficiencia en la distribución de los recursos escasos.

Sensibilidad presenta una categoría de Medio, debido a los siguientes factores: Una de las particularidades de la producción agrícola es que es muy dependiente del factor climático. Una fuerte sequía, o alteraciones en el régimen de lluvia, pueden ocasionar pérdida de las cosechas y por ende, de la productividad.

La pérdida de la productividad del cultivo de maíz provoca fuertes impactos en la economía de toda la familia, considerando que esta es una actividad de subsistencia y que además sustenta la seguridad alimentaria del agricultor.

La **capacidad adaptativa** (resiliencia), presenta una categoría de Medio, debido a lo siguiente: Este cultivo está directamente asociado con la seguridad alimentaria y nutricional, además que es practicado por un sector de la población con condiciones de pobreza. A medida que los agricultores adopten técnicas para enfrentar el cambio climático, tendrán efectos positivos, que les permitirá experimentar incrementos de bienestar.

6.6.3. Factores contribuyentes de amenaza

Debido a la fuerte relación entre los ciclos productivos y las épocas climáticas, la producción de granos básicos es altamente sensible a los cambios en las condiciones climáticas, especialmente para los productores de subsistencia, dependientes de la lluvia. Factores como la lluvia y la temperatura, son determinantes en el rendimiento del maíz y del frijol. Los cambios en estacionalidad, intensidad, frecuencia y duración de los eventos climáticos así como las condiciones ambientales, podrían ocasionar pérdidas importantes en la producción de granos básicos.

Entre los principales efectos del cambio climático sobre el ciclo productivo de los granos básicos se encuentran:

- Pérdida de eficiencia, producción prematura y disminución del rendimiento con temperaturas superiores a los 30-34°C², especialmente en frijol.
- Incremento de la afección por enfermedades y estrés húmedo durante la floración, polinización y fructificación (particularmente en maíz y frijol), a causa de los eventos hidrometeorológicos extremos como tormentas tropicales o huracanes.
- Aceleración de la evapotranspiración que provoca estrés hídrico por sequía en los granos básicos, a consecuencia del aumento de temperatura en conjunto con los cambios en precipitación total estacional.

El maíz es susceptible a la falta de agua en varias de sus etapas:

- Si la germinación e inicio del crecimiento vegetativo coincide con un déficit de precipitación que dure más de 3 semanas o con un evento de inundación combinado con altas temperaturas (que afecte la respiración de las raíces y la evapotranspiración de las plantas), existirá una alta mortalidad de plantas.
- Si durante la madurez de la flor se da un periodo de 12 a 16 días sin lluvia, el rendimiento de la polinización puede reducirse, afectando la fructificación hasta en un 90%.
- Si la canícula se prolonga más de 40 días en la etapa de llenado del grano, puede haber pérdidas parciales o totales de la cosecha.
- En general, con el calentamiento de 1°C a 2°C en el clima local de los países tropicales disminuirá el rendimiento.

En el caso del cultivo de frijol:

- Si la disponibilidad de agua en el suelo es menor del 40% de su capacidad durante la etapa de crecimiento vegetativo, se afectará severamente el desarrollo de las plantas.
- Si las temperaturas alcanzan los 35°C en las etapas de floración y llenado de vainas, podría darse esterilidad de las flores y daños irreversibles a la cosecha.

Otros factores (factores antropogénicos e institucionales) que contribuyen a la afectación del elemento estratégico, son los siguientes:

- Poca tecnificación de cultivos, principalmente riego.
- Agotamiento de la fertilidad de los suelos.
- Falta de asistencia técnica y análisis de suelos.
- Poco margen de ganancia respecto a otros cultivos y actividades.
- Importación de maíz a menor precio.

6.6.4. Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema

En los ecosistemas se dan interacciones múltiples y no existe una forma única de manejo, en cada caso habrá que identificar las condiciones que nos permitan maximizar la provisión de los

servicios ecosistémicos más necesarios. La agricultura, a su vez, provee servicios de regulación, aprovisionamiento y culturales esenciales para las comunidades.

Servicios ecosistémicos

- Provisión de alimentos.
- Protección de Biodiversidad.
- Resguardo de la cultura y gastronomía.

Servicios de bienestar humano

- Seguridad alimentaria.
- Empleo.
- Migración.

La vida, incluyendo la actividad humana, depende de los servicios ecosistémicos, que son bienes y servicios que la naturaleza provee a partir de procesos complejos que se relacionan entre sí. Las buenas prácticas agrícolas, propician que la agricultura provea servicios ecosistémicos de buena calidad a otros sistemas e individuos.

El cambio climático tiene consecuencias en las funciones fundamentales de los ecosistemas para la agricultura como: la provisión del agua, la regulación de plagas y el amortiguamiento de eventos extremos. Es un reto para nosotros, promover el uso de buenas prácticas que ayuden a los agroecosistemas de los pequeños productores a reforzar la resistencia y reducir los aspectos que los hacen vulnerables.

6.7. Sistema socioeconómico: Cultivos permanentes (café)

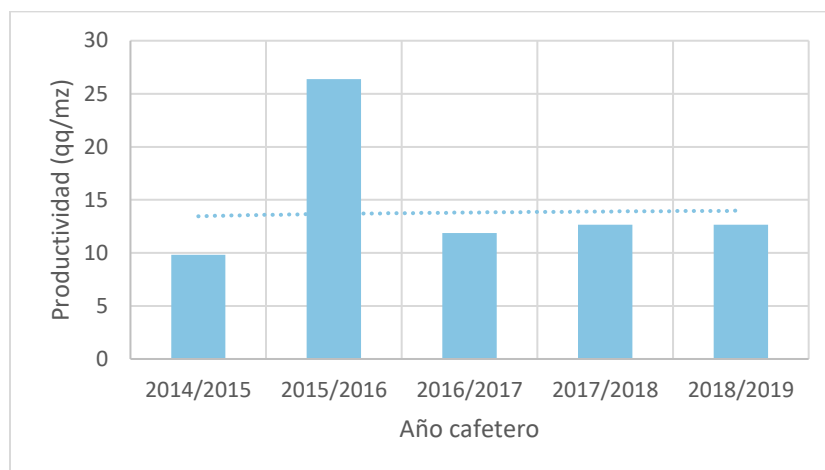
El cultivo del café es uno de los principales productos de exportación de Guatemala, este cultivo constituye un importante generador de empleo y divisas.

El cultivo de café es muy sensible a los cambios del clima, ya que está vinculado a un complejo ecosistema derivado de los modelos de los sistemas agroforestales con los que es concebido regularmente; por lo que se espera que el cambio climático tenga impactos significativos incluyendo impactos en la fisiología de las plantas, la aptitud de la tierra y la productividad, entre otros.

Durante el año 2012-2013, se observó el incremento significativo y perjudicial para las plantaciones de café, que se vieron finalmente afectadas en la productividad o rendimiento, además de las amenazas que han empañado el cultivo en la actualidad, como el difícil acceso a mercados, precios bajos del café, precios elevados de los insumos, etc.

La productividad del café en Guatemala para el año cafetalero 2013/2014, fue en promedio de 14.7 quintales ORO/HA, productividad que ha disminuido considerablemente si se compara con el año cafetalero 2012/2013, en el que fue de 19.14 quintales ORO/HA, producto de los daños provocados por la roya en el sector cafetalero guatemalteco y centroamericano, esto hace necesario fortalecer el plan de renovación del parque cafetalero para los próximos 10 años. La región III conformada por los departamentos de Chimaltenango, El Progreso, Escuintla, Guatemala y Sacatepéquez, es la más productiva de las siete que componen administrativamente el sector cafetalero. (CAMAGRO, 2015)

Figura 72. Rendimiento multianual del cultivo de café departamento de Guatemala.



6.7.1. Condición de los atributos clave

Dos atributos se evaluaron para el cultivo de café, el de la productividad o rendimiento por unidad de área y la incidencia de roya anaranjada.

La productividad del cultivo de café en el departamento de Guatemala, registró su valor más alto de 26.4 qq/mz en el año cafetero 2015/2016, durante el periodo de evaluación 2014/2015 al 2018/2019, ha mantenido un promedio de 12.6 qq/mz, sin embargo, también se presentaron productividades por debajo de 9.8 qq/Ha como se registró en el año 2014/2015.

Se evidencia un aumento sustancial en la incidencia de roya en las plantaciones de cafeto, que trazan una tendencia que debe ser cambiada, es decir, lograr una estabilización y a partir de allí, su reducción hacia niveles cercanos a cero, de tal forma que se eviten las pérdidas atribuidas a esta enfermedad. Los porcentajes de incidencia en la Región 3, la cual incluye el departamento de Guatemala para los años 2018, 2019 y 2020, fueron de 26, 45 y 40 respectivamente.

6.7.2. Condición de vulnerabilidad

La evaluación de la vulnerabilidad del café frente al cambio climático indicó lo siguiente:

Exposición (Baja): Los efectos no sobrepasan el 10%, aunque no se dispone de más información para una evaluación robusta.

Sensibilidad (Media), debido a lo siguiente: Los datos indican mucha variabilidad entre los rendimientos en cada cosecha y aunque el cultivo de café es susceptible a dinámicas externas, dichas diferencias podrían estar asociadas con variables climáticas, como la floración, las plagas y enfermedades.

La productividad del cultivo de café en el departamento de Guatemala registró su valor más alto en el año cafetero 2015/2016, manteniendo un promedio de 12.6 qq/mz durante los últimos dos años registrados, sin embargo, también se presentaron productividades por abajo, en el año 2014/2015.

La **capacidad adaptativa** es de categoría Alta, si se considera lo siguiente: Este sector cuenta con algunas facilidades financieras como préstamos y seguros, que permiten reducir los impactos adversos y facilitan su recuperación.

6.7.3. Factores contribuyentes de amenaza

El rendimiento y algunas fases en particular son sensibles a la variabilidad de la temperatura y precipitación anual e interanual (mes por mes) y a los eventos extremos. Algunos de los impactos que se esperan con las nuevas condiciones climáticas son:

- Aceleración del desarrollo y maduración del fruto y degradación de la calidad del grano con temperaturas por encima del rango óptimo (21° C).
- Reducción de la capacidad fotosintética a partir de 24° C, que resulta en un menor rendimiento de la planta.
- Reducción de la formación de yemas florales (y posteriores frutos) a temperaturas superiores a 28-30°C.
- Daño severo a plantas, menor crecimiento, hojas amarillas, tumores en la semilla y abortos florales por encima de 30°C.
- Floración errática (loca) o continua por falta de estacionalidad de la lluvia y defectos en el desarrollo de la flor (flores estrellas), que reduce la producción y la rentabilidad económica. Las yemas florales requieren 2-3 meses secos (idealmente menos de 50 mm mensuales) y menos de 13 horas de luz para generar una floración uniforme.
- Purga de frutos, afección de raíces y deslave del terreno por efecto de lluvias extremas. Cuando llueve durante la fase de desarrollo, las plantas tienden a generar demasiado tejido vegetativo a expensas de flores y frutos.
- Problemas en el llenado de grano (grano vano y grano negro) por una canícula prolongada entre las semanas 15 y 25 del desarrollo del grano.
- Mayor impacto de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) a mayores temperaturas medias. La broca del café podría alcanzar su óptimo reproductivo a 26°C³⁸.
- Descenso de la productividad por reducción de agua disponible, a causa de una mayor aridez y el incremento de evapotranspiración debido a altas temperaturas.
- Defoliación, caída de flores, frutos y quiebre de plantas por vientos fuertes.
- Aumento de plagas de insectos en épocas secas.
- Aumento de enfermedades en época lluviosa.
- Reducción de la tasa de crecimiento.
- Alteraciones en el ciclo fenológico del cultivo, como la floración.
- Corrimiento de las áreas con condiciones para el cultivo a zonas montañosas.

Otros factores (antropogénicos e institucionales) que contribuyen a la afectación del elemento estratégico son:

- Migración interna y externa por la falta de empleo después de la cosecha.
- Aumento de la pobreza y desnutrición.
- Comportamiento de precios.
- Aumento de la oferta por productores emergentes.
- Poco valor agregado a nivel nacional.
- Aumento en los precios de insumos.
- Poco margen de ganancia respecto a otros cultivos y actividades.

6.7.4. Aspectos de bienestar humano proporcionados por el sistema

Los sistemas agroforestales de café, cuyo principal producto es evidentemente el café. Sin embargo, la madera constituye también un producto importante por el momento en que representa un ingreso y aportar recursos financieros útiles en los momentos de renovación de la plantación de café. La leña es un producto muy importante para los vecinos de la localidad y productores de café. Además, la presencia de especies frutales proporciona valor económico y ambiental a estos sistemas en términos de biodiversidad, es muy común el asocio con banano y cítricos, principalmente en la zona de producción de la boca costa, como en el caso de los municipios al sur del departamento.

Los agroecosistemas de cafetales son muy beneficiosos en comparación con otros usos del suelo y su correspondiente relación con el bienestar humano.

Servicios ecosistémicos

- Fijación de carbono.
- Regulación del ciclo hidrológico.
- Conservación de las zonas de captación hidrológica.
- Conservación de la biodiversidad.
- Conectividad entre ecosistemas.
- Recreación y ecoturismo.
- Fuente de madera y leña.

Servicios de bienestar humano

- Empleo.
- Agua.
- Deforestación y medio ambiente.

Por otro lado, la cobertura arbórea de los cafetales juega un papel determinante en la regulación del ciclo hidrológico, debido a que permite una mayor infiltración del agua, en parte debido a la mayor cantidad de hojarasca en la superficie del suelo que reducen la agresividad de las lluvias por su intercepción por hojas de árboles, aunque para este último efecto, es probable que la forma y el tamaño de las hojas de los árboles de sombra jueguen un papel fundamental (Thapa et al., 1995). Si permiten una mayor infiltración, es probable que los árboles de sombra en cafetales en la parte alta de las cuencas permitan regular los flujos de agua cuenca abajo, disminuyendo las inundaciones y aumentando los caudales de los ríos durante el verano.

Resumen de atributos clave e indicadores para los elementos estratégicos del departamento de Guatemala.

Tabla 26. Resumen de atributos clave e indicadores para elementos estratégicos, departamento de Guatemala.

Elemento Estratégico	Atributo Clave	Indicador	Condición Actual	Condición ideal	Calificación atributo clave			
					Muy bueno	Bueno	Regular	Pobre
Infraestructura	Número de unidades de infraestructura vital	Número de unidades de infraestructura vital	23	0	< 10	11-20	20-30	>30
	Número de viviendas afectadas	Número de viviendas afectadas	194	0	<100	101 - 200	201 - 300	<300
	Necesidad básica	Necesidad básica	5.8	0	< 2	2-4	4-6	>6

	insatisfecha en calidad de vivienda	insatisfecha en calidad de vivienda						
	Necesidad básica insatisfecha en hacinamiento	Necesidad básica insatisfecha en hacinamiento	9.7	0	< 2	2-5	6-9	>9
Granos básicos	Productividad promedio	Productividad promedio del cultivo de maíz	35 qq /Ha	44 qq /Ha	>44	44-39	38-34	<34
	Productividad promedio	Productividad promedio del cultivo de frijol	16 qq /Ha	32 qq /Ha	>32	25-32	16-24	<16
Cultivos permanentes	Productividad promedio del cultivo de Café	Productividad promedio del Café oro	13.81 qq/mz	25 qq/mz	>25	17-25	10-16	<10
	Incidencia de roya del cultivo de Café	Incidencia de roya anaranjada del cafeto	40%	0	0-10	11-20	21-40	41-60
Bosque	Cobertura forestal	Superficie forestal como proporción de la superficie total (%)	23 %	31 %	>31	25-31	18 - 24	<18
	Tasa de Deforestación	Tasa de Deforestación (%)	-1.56 %	0 %	< -1.56	-1.56- -2.06	-2.07- -2.62	>-2.62
	Incendios Forestales	Área afectada por incendios forestales por año (hectáreas)	1,181 Ha	0 Ha	< 200	201-400	401-1,000	>1,000
Recurso hídrico	Distribución de agua	Hogares conectados a redes de distribución de agua	94.4 %	100 %	97.5 - 100	95 - 97.4	92.5 - 94.9	< 92.4
	Necesidades básicas insatisfechas en abastecimiento de agua	Necesidad básica insatisfecha en abastecimiento de agua	7.8 %	2	>4	4-6	6-8	<8
	Sistemas de distribución afectados	Sistemas de distribución de agua dañados	1	0	0	1	2-5	<5
	Calidad de agua	Niveles de contaminantes bacteriológico	94.10 %	100 %	100	99-95	91-94	< 90

7. CONTEXTO LEGAL Y MARCO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

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 15-9510. 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, suscrita por Guatemala mediante el Decreto 13- 98 del Congreso de la República el 25 de marzo de 1998, que se designa al MARN como punto focal. 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 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

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

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 causado 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 a 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 a tomar *"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)

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).

Lo indicado anteriormente, en gran medida, requiere 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 7- 2013, Congreso de la República): 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 que supone un freno para el desarrollo sostenible, la reducción de la pobreza y 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 aspectos siguientes:

- 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 Territorial¹¹ 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 MARN¹² y con el apoyo de la CONRED”
- 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 temáticas¹³, 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

¹¹ 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.

¹² 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 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.

¹³ La ley prioriza las siguientes temáticas: salud humana; zonas marino-costeras; agricultura, ganadería y seguridad alimentaria; recursos forestales, ecosistemas y áreas protegidas; e infraestructura.

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 reconozcan 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 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 manejo sostenible de la deuda. En anexo 2 se presentan los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo relacionados con el ambiente y cambio climático.

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 metas¹⁴ 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 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 permitan 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

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

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)

7.3. 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 deben establecer esfuerzos coordinados para fortalecer su capacidad de ejecución que permita implementar los programas y proyectos 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

7.4. 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.

- Reconocimiento.
- Respeto.
- Valorar los conocimientos y prácticas culturales.

8. MARCO ESTRATÉGICO DEL PLAN

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

El Plan Adaptación al Cambio Climático del departamento de Guatemala, ofrece un instrumento de orientación para la implementación de actividades o acciones que reduzcan la vulnerabilidad y aumenten la resiliencia de los sistemas productivos y naturales dentro del territorio, basándose en la colaboración y de cooperación entre los distintos sectores y actores del departamento para enfrentar los desafíos y alcanzar el desarrollo de la principal metrópoli del país, cuyos esfuerzos se mantengan a través del tiempo.

La sostenibilidad del plan se vincula directamente con el desarrollo y mejora de los medios de vida de las comunidades, constituyéndose en un criterio importante para evaluar los resultados de las acciones con las que se obtengan los cambios equitativos que aborden de forma duradera las causas de la vulnerabilidad estructural actual y futura. En tal sentido, este proceso es un complemento del Plan Desarrollo Departamental de Guatemala.

Las instituciones públicas, la sociedad civil, la comunidad o las familias dentro del territorio, deben asumir su rol y responsabilidad en el mantenimiento o gestión de la infraestructura vital y de vivienda, los servicios ecosistémicos que proporcionan la biodiversidad, los bosques, suelo y agua, así como los principales sistemas productivos como, la producción de granos básicos y cultivos permanentes.

El marco conceptual y programático, en los que se detallan las intervenciones son el resultado de los aportes, revisión y consensos con las municipalidades, instituciones y representantes de sociedad civil, llegando a acuerdos. Optimiza los esfuerzos que permitan cambios positivos y duraderos, ajustando y aprovechando las cooperación e interrelaciones de las dinámicas sociales entre los miembros de las comunidades del departamento, orientados por el análisis de las capacidades y vulnerabilidades climáticas dentro del territorio, incluyendo también las relaciones de género y diversidad cultural.

Para ello, las dimensiones mencionadas y consideradas clave para la sostenibilidad del Plan de Adaptación, deben ser analizadas de tal manera que se puedan explicar de forma amplia, las principales limitaciones y las oportunidades que ofrece el contexto, que garanticen la adecuada implementación de las intervenciones y la continuidad de éstas en el tiempo y con ello poder alcanzar la visión y los objetivos planteados.

En consecuencia, los aspectos que son importantes revisar se describen a continuación:

Sostenibilidad política: El plan de adaptación al cambio climático del departamento de Guatemala dispone de distintos insumos dentro de normas y política pública a nivel nacional y departamental, que han favorecido tanto la planificación, como sustentan la implementación a fin de proporcionar su sostenibilidad a través del tiempo.

De forma general, el Plan considera importantes preceptos, entre las que destacan:

- Que las diferentes estrategias y líneas de acción estén basadas en el marco político y legal del país, así como otras normas aplicables y convenios y tratados ratificados por el país.
- Contar con el apoyo de las autoridades centrales, locales y comunitarias que puedan facilitar la implementación y continuidad de los procesos. Si bien son condiciones de riesgo, el nivel de burocracia estatal y los constantes cambios, éstos deben brindar oportunidades en el surgimiento de nuevas dinámicas y su continuidad en el tiempo.

- Que se considere la participación de las partes interesadas, en consideración con sus expectativas de adaptación y desarrollo, así como la facilitación de insumos concretos para la toma de decisiones.

El Decreto 7-2013 del Congreso de la República de Guatemala, 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, establece que el Estado de Guatemala adopte las prácticas que propicien condiciones para reducir la vulnerabilidad y mejoren las capacidades de adaptación ante los efectos del cambio climático; y en el caso de "los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural, al formular las políticas, planes, programas y proyectos de desarrollo, podrán incorporar la variable del cambio climático".

Se debe considerar que, las orientaciones políticas y marcos normativos para la ordenación del territorio, deben ser orientativos en considerar la información climática y los efectos del cambio climático para organizar y proponer alternativa de ocupación de los territorios, en consideración con los usos potenciales y las actividades a desarrollar.

Es de remarcar que, las acciones a ser implementadas deben contribuir prevenir la degradación de los recursos naturales, reducir la influencia negativa sobre el clima, y aprovechar las oportunidades que brinda la adaptación al cambio climático y sus efectos futuros. Se debe evitar el desarrollo de marcos y normativas contradictorias.

Sostenibilidad institucional: se considera que una adecuada gestión del plan requiere alinear y articular las competencias institucionales relacionadas con la gestión de los Recursos Naturales, ambientales y el desarrollo sostenible. Los arreglos institucionales deben permitir acciones conjuntas y articuladas para coadyuvar a reducir la vulnerabilidad al cambio climático, mediante la reducción de la sensibilidad y aumentar las capacidades adaptativas de los sistemas naturales y económicos estratégicos y de la sociedad misma.

El decreto número 11-2002, Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural; crea el Sistema de Consejos de Desarrollo, como medio principal de participación de la población maya, xinca y garífuna y la no indígena, en la gestión pública para llevar a cabo el proceso de planificación democrática del desarrollo, tomando en cuenta principios de unidad nacional, multiétnica, pluricultural y multilingüe de la nación guatemalteca. De esta cuenta, se crean también los Consejos Departamentales de Desarrollo (CODEDE), entre otros, para formular las políticas, planes, programas y proyectos de desarrollo del departamento, tomando en consideración los planes de desarrollo de los municipios y enviarlos a los Consejos Nacional y Regional de Desarrollo Urbano y Rural, para su incorporación en la Política de Desarrollo de la Nación y de la región; así como dar seguimiento a la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos de desarrollo del departamento, verificar y evaluar su cumplimiento y, cuando sea oportuno, proponer medidas correctivas a las entidades responsables.

En este aspecto es importantes considerar los aspectos siguientes:

- Las organizaciones deben operar en los marcos formales establecidos en ley, a fin de dotarles legitimidad y autoridad para la gestión de las acciones. Es importante reconocer los arreglos locales para la gestión del desarrollo, que permitan la apropiación de los procesos de adaptación al cambio climático.
- Los encargados o representantes de las entidades públicas, privadas, de la sociedad civil y de los grupos locales y comunitarios que se involucren en la implementación de las acciones, deben contar con capacidades administrativas y de gestión. En este aspecto, los procesos de capacitación constante son importantes, al dotar a los recursos humanos, la suficiente

capacidad para asegurar la sostenibilidad del plan y la consecución de los objetivos estratégicos.

- Se debe diseñar e implementar modelos transparentes, democráticos y equitativos en los procesos de toma de decisión. En este aspecto, el acceso a la información es fundamental, para la toma de decisiones basado en evidencia. Esto implica contar con sistemas de información actualizados y robustos.

Es importante destacar que dentro del CODEDE se encuentran representados todos los actores y sectores del departamento, facilitando la organización y coordinación interinstitucional para la obtención de los objetivos propuestos. También se encuentra la Unidad Técnica Departamental, la cual es liderada por SEGEPLAN, como principal responsable de la planificación y ejecución del Estado.

Sostenibilidad financiera: La sostenibilidad financiera del PACC descansa en un adecuado apalancamiento de recursos económicos, humanos y técnicos y su adecuada gestión en concomitancia con las prioridades sectoriales y territoriales, que permitan la implementación efectiva y eficaz de las intervenciones para alcanzar las metas e impactos establecidos. Para la FAO (2005), la sostenibilidad de las inversiones a nivel de intervenciones depende de la capacidad de generar beneficios en el tiempo para los diferentes sectores. La disponibilidad continua de recursos, una administración efectiva y una relación de costo beneficio de largo plazo son fundamentales. (FAO, 2005)

En consecuencia, es importante diseñar mecanismos financieros innovadores de diversa índole: privado, publico, propios y de la cooperación, mediante una identificación adecuada de las necesidades financieras y la identificación de las brechas e indicadores de financiamiento, que permitan el desarrollo de instrumentos que doten esa sostenibilidad financiera. Para ellos son aspectos clave:

- Fortalecer y diseñar incentivos económicos para emplazar las intervenciones que son fundamentales. Por ejemplo, los incentivos forestales.
- Diseño de planes de sostenibilidad financiera para cada proyecto.
- El apoyo de contrapartida de propietarios o sectores beneficiados.
- Fortalecimiento de las cadenas de valor.
- Mecanismos de pagos por servicios ambientales, entre otros.
- Gestión de financiamiento climático.

La Ley de cambio climático (Decreto 7-2013), en su artículo establece que SEGEPLAN, coordinará el proceso de planificación y programación de la inversión pública a nivel sectorial, público y territorial, velando por que las diferentes entidades públicas en sus políticas, planes, programas y proyectos contribuyan a los objetivos de dicha ley; garantizando también la inclusión de los proyectos al Sistema Nacional de Inversión Pública. Además, SEGEPLAN y el MINFIN darán prioridad a la asignación de recursos económicos a las entidades del gobierno que formulen sus planes, programas y proyectos.

Sostenibilidad técnica: La sostenibilidad técnica del plan, se fundamenta en las capacidades de los diferentes actores involucrados para la implementación y seguimiento de las intervenciones contempladas, así como en la idoneidad, pertinencia, aceptabilidad y costos de las técnicas o tecnologías a ser implementadas.

Frente a este contexto, es importante que, en términos de adaptación al cambio climático, el proceso sea asumido como una tarea colectiva entre autoridades de gobierno, iniciativa

privada, sociedad civil y grupos vulnerables, que permita control recíproco entre las competencias.

En consecuencia, son varios aspectos que entran en juego para alcanzar la sostenibilidad técnica del PACC, entre ellos:

- Dotar de asistencia técnica adecuada y pertinente a todos los sectores. Implica que las entidades de acompañamiento (Público, privado o de sociedad civil), estén en la capacidad de disponer de personal adecuado y capacitado.
- La asistencia técnica debe generar capacidades autónomas en la población vulnerable, para lograr la adopción y apropiación de las iniciativas. Esto implica que, los diferentes actores involucrados (acompañantes y beneficiarios), tengan las capacidades y los conocimientos adecuados. Lo anterior se puede lograr mediante procesos de formación.
- Capacitaciones técnicas para todos los sectores, sobre todo, aquellos sectores más vulnerables sobre el funcionamiento de cada acción considerada y o tecnología transferida para la adaptación al cambio climático.
- El conocimiento de las tecnologías a ser implementada es clave, así como la capacidad de operación y manteniendo adecuado.
- La adopción de las tecnologías debe partir de la decisión conjunta, además, que éstas sean asequibles, adaptables y apropiadas para las condiciones sociales, económicas y culturales y que representen un balance entre costo beneficio.

Sostenibilidad ambiental: Las estrategias y las acciones incluidas en el plan, deben garantizar la integridad ecológica de los ecosistemas para preservar los servicios ecosistémicos esenciales para el bienestar humano. En este sentido, es importante que se establezcan mecanismos para el análisis de los riesgos climáticos que suponen las diferentes intervenciones e identificar medidas para la reducción del riesgo.

Deben establecerse procesos para “garantizar que se identifica cualquier impacto negativo potencial o real que pudiera causar o a los que pudiera contribuir” las intervenciones contempladas en el PACC.

Según FAO (2005), si el tiempo de funcionamiento de una estrategia y empleo de recursos naturales tiene como resultado su destrucción, evidencia la insostenibilidad de una iniciativa. Se considera que las prácticas ambientales no adecuadas, causan daños no solo al sistema productivo, si no a su entorno. Por ejemplo, la contaminación de los ríos, pueden generar consecuencias que alcanzan a otros sectores.

En consecuencia, se debe cuidar que, las acciones de adaptación que se implementen no impliquen la sobreexplotación de los recursos naturales. Se debe verificar entonces que las iniciativas no causen daños al ambiente, mediante el fortalecimiento de las evaluaciones ambientales, como instrumentos para dotar de sostenibilidad ambiental a las iniciativas.

Sostenibilidad social: Las consideraciones sociales son importantes para garantizar la sostenibilidad de las estrategias y acciones del plan a largo plazo. El BID (2018), considera tres premisas que son fundamentales para la sostenibilidad social:

- a. Una dimensión analítica: implica una evaluación exhaustiva de contexto social.
- b. Una dimensión participativa, que implica la participación y el compromiso de las partes interesadas.

- c. Una dimensión de gestión: donde los elementos de análisis y participación estén integrados en la toma de decisiones (Kwam, 2018). La herramienta de MEyS permite abordar esta dimensión y se desarrolla como un apartado específico en este documento.

La primera dimensión, hace referencia a una comprensión adecuada del contexto social en el que se inserta la implementación de las acciones. Esto requiere de comprender de forma adecuada los grupos, las categorías e instituciones locales, enfatizando en población en situación de pobreza, exclusión social y vulnerabilidad (Kwam, 2018), para que los beneficios y oportunidades de adaptación al cambio climático, sean para la población en situación de vulnerabilidad.

La segunda dimensión, busca la participación equitativa e igualitaria de las partes interesadas en los procesos de toma de decisión a partir de sus expectativas, percepciones, que permita una apropiación y apoyo al PACC. Esto debe tener como base una gobernanza ambiental y climática, en donde la capacidad de las instituciones de gobierno, autoridades locales y comunitarias, entidades de acompañamiento es fundamental para alcanzar los objetivos estratégicos.

Se debe considerar para cada una de las estrategias, la condición y situación específica para los grupos en situación de vulnerabilidad, principalmente aquellos grupos sociales desfavorecidos en términos educativos, económicos, políticos y materiales.

En términos de equidad de género, se debe remarcar que, el conjunto de acciones no debe representar para las mujeres más carga laboral ni la profundización de la desigualdad en términos de acceso a oportunidades educativas, económicas y de recursos (tierra principalmente). Se deben diseñar mecanismos que faciliten la participación de las mujeres en los espacios de toma de decisión, así como de los beneficios del PACC, que permitan reducir las brechas de género en diferentes ámbitos.

Así mismo, es igualmente importante, considerar las necesidades específicas de las mujeres a nivel de acciones. Por ejemplo, en términos de salud, infecciones vaginales con aumentos de calor es fundamental su atención, considerando los impactos que puede tener en la calidad de vida de la mujer.

En cuanto a la equidad etaria, es importante transitar del adulto-centrismo, a uno en donde se consideren las expectativas de vida y futuro de los jóvenes. Es de considerar que, son los jóvenes quienes deberán enfrentar los impactos de escenarios futuros de las variaciones del clima, lo que demandará capacidades diferenciadas en diversos ámbitos para su adaptación al cambio climático.

Se considera que los jóvenes, son cada vez más conscientes de los retos y oportunidades que suponen los problemas ambientales y que poseen conciencia social y ambiental más fuerte, además de la energía y los conocimientos necesarios para guiar el futuro (ONU, 2013). Es fundamental entonces, su participación en los procesos de toma de decisión, así como en procesos formativos que pueda dotarles de capacidades para enfrentar los impactos futuros de la variabilidad y el cambio climático.

Otro factor clave se relaciona con las capacidades diferenciadas de adaptación al cambio climático a nivel de sectores productivos. Por ejemplo, los sectores de la agroindustria cuentan con más capacidades técnicas y financieras para el desarrollo de sus acciones de adaptación, sin embargo, existe otros grupos con menos capacidades técnicas y financieras frente a este sector. Lo que pueden profundizar las brechas de la desigualdad.

De igual forma, se deben considerar aspectos culturales de los pueblos indígenas a nivel de adaptación al cambio climático, desde la forma de construir sus estrategias y medios de vida, las formas de interacción con la naturaleza, sus preferencias en términos de sistemas productivos, así como los conocimientos ancestrales y saberes locales.

Sistema de Monitoreo, Seguimiento y Evaluación: Es importante evaluar el progreso de las acciones en función de la visión, los objetivos estratégicos planteados y la hoja de ruta trazada para conseguir los impactos deseados de las intervenciones. Para ello, es importante contar un Sistema de Monitoreo, Seguimiento y Evaluación, para medir hasta qué punto el Plan de Adaptación al Cambio Climático está alcanzando los resultados y el impacto esperado, que permitan, además, una gestión adaptativa de las situaciones cambiantes y la gestión adecuada de los cambios requeridos a nivel del plan de trabajo o hoja de ruta, a fin de generar conocimiento y aprendizaje para una adecuada adaptación al cambio climático.

Sin embargo, un sistema de MSyE para cumplir su cometido, requiere de un sistema robusto de colecta o generación de datos que pueden ser generados en el marco del Plan a partir del conjunto de indicadores establecidos (datos primarios) o información estadística general y o reportes institucionales vinculados a temáticas específicas consideradas en el plan (datos secundarios).

Se debe considerar que la generación de datos debe cumplir la función de monitoreo y la administración de la implementación de las estrategias y las acciones consideradas, así como la documentación de los impactos alcanzados. Lograr aprendizajes para la gestión adaptativa de los cambios (Kwam, 2018), requiere de procesos de sistematización, que se identifiquen áreas y opciones de mejora y la continuidad de los procesos.

8.2. Visión

Para el año 2050, Guatemala es un departamento resiliente que ha alcanzado desarrollo social, económico y ambiental sostenible e incluyente, con base en la educación ambiental, la innovación científica y tecnológica, la recuperación y conservación de sus recursos naturales (biodiversidad, suelos y agua); todo ello aprovechando el potencial cultural del departamento y por medio del cumplimiento de las políticas públicas, coordinación interinstitucional y la participación ciudadana.

8.3. Objetivos

8.3.1. Objetivo General

Mejorar la calidad de vida de las personas, mediante el aumento de la resiliencia territorial del departamento, principalmente en grupos sociales vulnerables, alcanzando el empoderamiento ciudadano y una cultura ambiental responsable, desde la gestión del sector público departamental y municipal, sector privado y sociedad civil, con inclusión de género y étnico cultural y la gestión sostenible de los recursos naturales.

8.3.2. Objetivos específicos

1. Elaborar e implementar un programa de educación sobre la adaptación al cambio climático.
2. Promover el desarrollo de vivienda e infraestructura resilientes al cambio climático para mejorar la calidad de vida de las personas, a través de la aplicación y mejora de normas, instrumentos e implementación de acciones.
3. Implementar acciones para favorecer la resiliencia de los sistemas económicos productivos, mediante el desarrollo de convenios interinstitucionales, ONG, sociedad civil y las comunidades más vulnerables.
4. Identificar zonas prioritarias para conservación, reducción de la vulnerabilidad ambiental, cambio de uso del suelo y gestión del riesgo.
5. Desarrollar e implementar mecanismos y normativas a nivel municipal que propicien la recuperación y gestión sostenible de los recursos naturales y biodiversidad, saneamiento ambiental, conservación de áreas verdes urbanas, uso del suelo y agua.

8.4. Estrategias de adaptación ante el cambio climático

Las líneas estratégicas planteadas para el alcanzar la resiliencia en los territorios ante los impactos y efectos negativos del Cambio Climático, así como los distintos elementos que contribuyen a reducir la capacidad adaptativa; se obtuvieron de los insumos y consensos en los talleres con los representantes de las 17 municipalidades del departamento y actores de sociedad civil, articulados, para respondan programáticamente con los objetivos específicos, el objetivo general y la visión.

A continuación, se listan las estrategias del plan:

1. Educación ambiental y cambio climático (adaptación).
2. Vivienda e infraestructura vital adaptada y resilientes al cambio climático.
3. Producción agrícola resilientes a los efectos adversos del cambio climático.
4. Ordenamiento territorial y gestión del riesgo.
5. Gestión integral de recursos hídricos.
6. Gestión sostenible de los recursos naturales y biodiversidad.

8.4.1. Educación ambiental y cambio climático (adaptación)

Durante el proceso de construcción del presente plan, la educación destacó como un factor esencial para lograr los cambios deseados a largo plazo; orientando los esfuerzos y recursos hacia la formación y transferencia de conocimientos sobre la protección del ambiente y adaptación al cambio climático dirigido a la niñez y la juventud, que conformarán las sociedades futuras y desempeñarán un rol protagónico al adoptar íntegramente las medidas de adaptación, para que en efecto, se logre la visión planteada para el año 2050. Los conocimientos relacionados con este fenómeno ayudarán a los jóvenes a entender y abordar las consecuencias del calentamiento del planeta, les impulsará a modificar sus conductas y les ayudará a adaptarse a éste.

Las dimensiones en el corto y mediano plazo de esta estrategia abarcan a la población en general, dentro del sistema de educación formal y no formal, así como la educación informal, para proporcionar los conocimientos y con ello la conciencia de un desarrollo que incorpore la variable de cambio climático, a fin de recuperar y mejorar la resiliencia de sus principales medios

de vida, reduciendo la vulnerabilidad actual, preparando las condiciones para enfrentar la vulnerabilidad futura, de acuerdo con los escenarios previstos.

La Política Nacional de Educación Ambiental de Guatemala (Acuerdo Gubernativo 189–2017), enfatiza en la preocupación por el cuidado ambiental en las diferentes cumbres y convenciones de las Naciones Unidas, en donde se reconoce y exhorta a reorientar la educación y capacitación para que, por su medio, se alcance el desarrollo sostenible. Así mismo, el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4, sobre Educación de Calidad, procura garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos, enfatizando en que la educación es de importancia crítica para promover el desarrollo sostenible y aumentar la capacidad de las poblaciones para abordar los problemas ambientales y de desarrollo.

En consecuencia, es fundamental cultivar valores y conocimientos relacionados con el medio ambiente entre los jóvenes, para que éstos puedan llevar vidas más sostenibles. Para ello, la educación ambiental se constituye como una herramienta poderosa para despertar el interés de la población y para conseguir: a). conciencia de nuestros impactos ambientales y la disminución de las emisiones de GEI, b) cambios en los estilos de vida, y c). conocer su vulnerabilidad y prepararse para escenarios futuros climáticos a los que se debe adaptarse.

Es importante orientar esta estrategia al sistema educativo de los distintos niveles y modalidades educativas, lo cual incluye puntualmente la necesidad de fortalecer las capacidades de los docentes durante su proceso de formación inicial, actualización o profesionalización. En lo formal, a través del fortalecimiento de capacidades locales. En lo informal, a la población en general a través de los diferentes medios de comunicación masiva. Lo anterior abarca la niñez, juventud y población adulta.

Para ello, se resalta la necesidad de articular esfuerzos que impulsen la educación ambiental y sobre cambio climático en el territorio departamental, disponiendo además de un valioso instrumento como la Política Nacional de Educación Ambiental de Guatemala, que reúne inicialmente al MARN y el MINEDUC como entes rectores en la materia, para coordinar e impulsar la implementación de las actividades a través de la gestión de los recursos locales para lograr los objetivos del plan.

Para alcanzar los resultados de esta estrategia, se prevé realizar las siguientes acciones:

1. Establecimiento y desarrollo de un sistema de educación ambiental en los distintos ámbitos de las esferas educativas, con un enfoque integral, equitativo, intercultural e incluyente.
2. Establecer alianzas estratégicas a través de la creación de Mesas Técnicas interinstitucionales departamentales, municipales y locales, para promover y mejorar la educación ambiental por medio de programas, proyectos y actividades.
3. Coordinar las actividades entre el MARN y el MINEDUC de acuerdo con sus competencias para la implementación de la Política Nacional de Educación Ambiental de Guatemala a través de la Mesa Bi Ministerial departamental.
4. Monitoreo y evaluación de resultados, a través de la integración de estadísticas de la cobertura anual entre las instituciones departamentales.

8.4.2. Vivienda e infraestructura vital adaptada y resilientes al cambio climático

El departamento de Guatemala alberga la principal metrópoli del país, regularmente denominado Área Metropolitana de la Ciudad de Guatemala (AMCG; también reconocida

como Región Metropolitana), donde se desarrollan dinámicas complejas, tales como la densificación de la mancha urbana, así como su expansión o crecimiento, que genera una presión en los recursos naturales, de vital importancia como elementos estratégicos para la resiliencia de los medios de vida y finalmente la reducción de la vulnerabilidad a los efectos adversos del cambio climático.

Tal como lo establece la Política Nacional de Vivienda y Asentamientos Humanos 2019-2032, la gestión ambiental de los territorios, como parte de la sostenibilidad de las zonas residenciales y de la calidad de vida de las familias, considera que los recursos naturales como el agua y la biodiversidad son vitales para cualquier tipo de desarrollo y que éstos dependen del buen manejo de las cuencas, de los sistemas de saneamiento y otros elementos que pasan por la eficiencia de los municipios en la capacidad de gestión de sus jurisdicciones. Es decir, la gestión ambiental para el desarrollo habitacional se relaciona desde la conexión a sistemas de saneamiento, asegurar la capacidad de cobertura de los servicios municipales y estatales (agua, drenaje, planta de tratamiento, vertederos controlados, entre otros), calidad del aire, áreas verdes y espacios recreativos, hasta la gestión integral de recursos hídricos; este último, será abordado en una estrategia específica.

Por otro lado, la Ley de Vivienda (2012), plantea que los guatemaltecos puedan tener acceso a vivienda digna, segura y saludable, lo cual evoca estándares altos para las intervenciones del sector. Además, es necesario considerar que aproximadamente cada 18 meses, el país enfrenta un evento extremo que sacude el sector vivienda (sismos, derrumbes en zonas vulnerables, entre otros), aumentando el déficit habitacional, de los eventos de las últimas décadas aún existen viviendas dañadas o perdidas cuyas familias no han sido atendidas. Por lo que, el diseño y construcción de vivienda e infraestructura vital debe incorporar con especial interés la variable de cambio climático a fin de estar preparados para soportar impactos de tormentas tropicales y otros eventos hidrometeorológicos extremos que serán cada vez más frecuentes.

Es condición necesaria, contar con normativas ajustadas al contexto territorial metropolitano y gobiernos locales comprometidos en su aplicación y cumplimiento. En la actualidad, la ausencia de normas y la debilidad técnica de los gobiernos locales y de las instituciones relacionadas para velar por el cumplimiento del marco normativo vigente, ha permitido que se construya en áreas sin accesos y sin servicios básicos (zonas de servidumbre), configurando áreas urbanas y asentamientos humanos con alto riesgo frente amenazas climáticas.

Para mejorar la resiliencia de la infraestructura vital en el departamento de Guatemala, es necesario ajustar los marcos normativos para la construcción, especialmente de obras públicas, así como considerar soluciones basadas en la naturaleza (SbN), como forestería urbana, el fomento de zonas verdes, entre otras acciones, que contribuyan a la mitigación y adaptación al cambio climático, principalmente con sectores y en áreas altamente vulnerables. Será importante la participación ciudadana en la toma de decisiones respecto a la normativa, que debe ser promovida y facilitada por los gobiernos municipales, apoyados por la coordinación y liderazgo del MARN y el MICIVI, el CONAVI y actores civiles y privados, en consideración con los instrumentos como la Política Nacional de Vivienda y Asentamientos Humanos; Ley de Vivienda (2012) y el PANCC (2018).

Para alcanzar los resultados de esta estrategia, se prevé realizar las siguientes acciones:

- Priorización de municipios para la atención de calidad de vivienda, considerando aspectos socioeconómicos, territoriales y demográficos.
- Priorización de municipios para la atención del hacinamiento y déficit habitacional, considerando aspectos socioeconómicos, territoriales y demográficos.

- Fortalecer a los municipios para ordenar las zonas habitacionales, tanto urbanas como rurales, reducir el riesgo, contar con mecanismos eficientes de gestión de servicios básicos, de densificación y expansión urbana.
- Impulsar la participación de las organizaciones técnicas en la definición de normas de infraestructura vital y materiales de construcción de infraestructura pública.
- Fortalecer los mecanismos de verificación del cumplimiento de licenciamiento ambiental en la infraestructura.
- Revisar o actualizar los reglamentos municipales de construcción y fortalecer los mecanismos de verificación de la inclusión de estándares de construcción.

8.4.3. Producción agrícola resilientes a los efectos adversos del cambio climático

Dentro de las consecuencias del cambio climático están las alteraciones en los patrones de precipitación con efectos en la disponibilidad de agua en los periodos de siembra y fructificación, así como a los aumentos de temperaturas que propician la propagación de plagas y enfermedades, que afectan la cantidad de producto cosechado. Esto provoca impactos negativos en la seguridad alimentaria y en la economía agrícola familiar.

De acuerdo con las percepciones del personal técnico de las municipalidades de Palencia, Chuarrancho, San José del Golfo y San Raymundo, los cambios en los regímenes de lluvia afectan al sector agrícola, principalmente a la agricultura de temporada. Frente a esta situación, se hace necesario incorporar actividades que brinden alternativas para el uso eficiente del agua.

Es importante destacar que, la producción agrícola requiere de una diversidad de insumos que determinan la productividad; en consecuencia, implementar estrategias de agricultura resiliente (o climáticamente inteligente), debe de considerar eficiencia en el uso de los distintos insumos, a fin de mejorar los resultados actuales. Por otro lado, una gestión adecuada del suelo y del agua, es determinantes para mejorar la productividad, pero también para la resiliencia de los sistemas productivos; apoyados con disponibilidad de información climática y sistemas de alertas tempranas en zonas con limitaciones para riego.

Así mismo, se debe promover el desarrollo y difusión de paquetes tecnológicos que incluyan el uso de semillas mejoradas, programa de fertilización, manejo integrado de plagas y enfermedades, tanto para cultivos anuales como para el cultivo de café.

Para esta estrategia, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, desempeña un papel imprescindible para la articulación de esfuerzos, con el MARN, ONG e iniciativa privada, brindando prioridad a las comunidades más vulnerables a las amenazas relacionadas con la sequía meteorológica. Uno de los instrumentos desarrollados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, ha sido el Programa de Agricultura Familiar para el Fortalecimiento de las Economías Campesinas -PAFFEC-, el cual responde a la Política Nacional de Desarrollo Rural. También se ha creado una Unidad de Cambio Climático que operativiza la Estrategia de Cambio Climático del MAGA.

Para alcanzar los resultados de esta estrategia, se prevé realizar las siguientes acciones:

- Aplicación de prácticas de adaptación climáticamente inteligentes en cultivo de café, que incluyan la gestión del suelo y agua.
- Aplicación de prácticas de adaptación climáticamente inteligentes en cultivo de maíz, que incluyan la gestión del suelo y agua.
- Aplicación de prácticas de adaptación climáticamente inteligentes en cultivo de frijol, que incluyan la gestión del suelo y agua.

- Fortalecer los Sistemas de Alerta Temprana de eventos climáticos extremos, en inseguridad alimentaria y nutricional, pronóstico de cosechas y para zonas agrícolas vulnerables, considerando conocimientos ancestrales.

8.4.4. Ordenamiento territorial y gestión del riesgo

Esta estrategia, dispone de un marco normativo y de planificación con un gran potencial dentro de la adaptación al cambio climático, pero también representa un desafío para integrar adecuadamente los enfoques e intereses que garanticen la gestión integrada de los recursos naturales. En general, esta estrategia, busca hacer énfasis en la incorporación de la variable de cambio climático, priorizando los elementos que favorezcan la resiliencia de los medios de vida de la población, a través del aprovechamiento sostenible de los recursos, la participación efectiva de los actores potenciales, fortalecer la normativa en función de las características del territorio (potencialidades, limitantes, restricciones por riesgo), e inclusive, la relocalización de actividades y asentamientos.

Esta estrategia constituye una prioridad por su transversalidad con otros elementos naturales y socioeconómicos estratégicos para el desarrollo del departamento, es decir, la infraestructura vital y vivienda, la agricultura, la gestión forestal sostenible y de recursos hídricos. Cabe resaltar que, a nivel de departamento, proporciona criterios para la definición de áreas que pueden ser destinadas exclusivamente para la conservación y protección ecosistémica. El ajuste e implementación de los instrumentos Planes de Ordenamiento Territorial (POT) con la participación y liderazgo del MARN, SEGEPLAN y las Municipalidades, sociedad civil e iniciativa privada, potencializarán el impacto en el departamento.

La Gestión de Riesgos de Desastres en la planificación urbana contribuye a promover procesos de urbanización sostenibles que reducen la vulnerabilidad social frente a amenazas climáticas. Un enfoque para gestionar la vulnerabilidad biofísica, socioeconómica y climática del territorio, requiere entre otros aspectos, de información pertinente y de calidad respecto variables climáticas, a partir de la cual se establezcan pronósticos para su difusión, orientar a la población para tomar medidas de prevención ante posibles impactos de los fenómenos extremos, tales como tormentas tropicales y con ello reducir posibles pérdidas y daños a los sistemas productivos y medios de vida.

También se propone elaborar protocolos de emergencia para eventos meteorológicos extremos bajo un marco común, atinentes con las características específicas del departamento, de manera que resulten accesibles y de fácil comprensión para favorecer su implementación por parte de la ciudadanía, principalmente las comunidades más vulnerables.

Para alcanzar los resultados de esta estrategia, se prevé realizar las siguientes acciones:

- Fortalecimiento de SE-CONRED para elaborar e implementar el "Sistema Nacional de Gestión de Riesgos Hídricos" para sequías e inundaciones.
- Asignar un rol protagónico de las coordinadoras locales de reducción de desastres de mujeres y hombres, para facilitar información y formación en la prevención y gestión de riesgos.
- Desarrollar programas de capacitación en gestión de riesgo para mujeres enfocados en el desarrollo de habilidades que fortalezcan la resiliencia comunitaria.
- Coordinar con las municipalidades, los procesos de gestión territorial necesarios para el desarrollo sostenible de zonas habitacionales. Atender los retos que presenta el acceso a vivienda en las ciudades intermedias y áreas metropolitanas del departamento.

- Establecer e Implementar un sistema de alerta temprana que permita la detección y control en tiempo oportuno de Incendios forestales, con participación y coordinación con grupos organizados en las comunidades y las municipalidades.

8.4.5. Gestión integral de recursos hídricos

Esta estrategia considera tres enfoques: el primero, corresponde al uso del agua para el consumo humano, el segundo, el uso de agua para la agricultura e industria, y el tercero, la Gestión Integrada del Recursos Hídrico. Este último, un concepto holístico, que integra la gestión de un territorio a partir del ciclo del agua, donde intervienen todos los elementos del paisaje, en donde adquiere relevancia, las interacciones socioeconómicas.

El Acuerdo Gubernativo (19-2021), su objeto primordial es establecer las disposiciones generales que permitan al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, con el apoyo del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y Ministerio de Energía y Minas, dentro del ámbito de sus competencias, promover la protección y conservación de las cuencas hidrográficas de la República de Guatemala, mediante un proceso continuo que permita elaborar y/o actualizar diagnósticos de cuencas hidrográficas como base para la implementación de planes de manejo de recursos naturales, enfocados en resolver problemas de degradación ambiental.

La unidad de gestión definida en la normativa es la cuenca, orientando la ruta para la definición de acciones, en tal sentido, la estrategia se ajustará a los lineamientos institucionales, aprovechando el andamiaje que ha consolidado, tanto el Plan de Protección y Conservación de Cuenca, como las mesas técnicas y asesor.

El manejo de la demanda del agua es también una medida importante para alcanzar la seguridad hídrica. A través de un uso óptimo por la mejora de los sistemas y la implementación de tecnología, puede haber reducciones en los niveles de consumo de agua en los sistemas agrícola, industrial y doméstico (Castellanos & Guerra, 2009). El beneficio del aumento en eficiencia es doble, puesto que, por una parte, se ejerce menos presión por extracción del agua de las distintas fuentes y por otra, se reduce el volumen de agua contaminada. Los mismos autores también argumentan que la reutilización del agua es una medida que debe adoptarse.

Para alcanzar los resultados de esta estrategia, se prevé realizar las siguientes acciones:

- Promover un programa de gestión integral de zonas de muy alta capacidad de captación, regulación y recarga hidrológica.
- Implementar de un sistema de información para monitoreo de cuencas, considerando componentes como agua, bosque, suelo, fuentes de agua y riberas de ríos.
- Fortalecimiento de las plataformas de apoyo para la gestión integral del recurso hídrico, como la Mesa Temática de Apoyo al Servicio Ecosistémico Hídrico de Guatemala, Asociado a los Bosques, para que a través de éstas se promuevan esquemas de compensación por bienes y servicios ambientales hídricos, adecuación de zonas urbanas para favorecer la infiltración del agua a subsuelo y áreas de conservación ecológica como los barrancos.
- Incremento de hogares con agua entubada asegurando su potabilidad para el consumo humano.
- Ampliar el control bacteriológico en sistemas de agua para consumo humano en el departamento.

8.4.6. Gestión sostenible de los recursos naturales y biodiversidad

Esta estrategia se planificó a partir de dos enfoques, i) la gestión sostenible del bosque y ii) la biodiversidad.

Para el caso de la gestión sostenible de bosques, se considera la reducción de la pérdida de la cobertura forestal a partir de acciones de fomento de la producción, protección, uso y manejo sostenible. Complementario, la planificación pretende el aumento de la cobertura forestal a través del establecimiento de plantaciones forestales para fines industriales, el establecimiento de sistemas agroforestales; así como otras acciones que reduzcan la presión en bosques naturales.

Se dispone de un fuerte marco de gestión administrativa vinculado al sector forestal, a partir de la política forestal, la Ley Forestal (Decreto 101-1996) y los programas de incentivos forestales, de acuerdo con la Ley de fomento al establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala (PROBOSQUE) y de la Ley de incentivos forestales para poseedores de pequeñas extensiones de tierra de vocación forestal o agroforestal (PINPEP). Estos instrumentos puntualizan las acciones respecto a:

- Restauración del Paisaje Forestal
- Plantaciones forestales
- Manejo de Bosque Natural con fines de protección
- Manejo de Bosque Natural con fines de producción
- Sistemas Agroforestales

Para alcanzar los resultados de esta estrategia, se prevé realizar las siguientes acciones:

- Socializar y capacitar vecinos en áreas y comunidades prioritarias sobre programas de incentivos forestales, así como para la implementación de proyectos forestales.
- Definir lineamientos departamentales y municipales para fortalecer e implementar actividades para evitar la tala ilícita, especialmente en zonas de importancia hídrica.
- Fortalecer capacidades técnicas y logísticas para la prevención y control de incendios forestales, con la participación y coordinación de grupos organizados en las comunidades y las municipalidades.
- Gestión de Áreas Protegidas y conservación de la biodiversidad, incluyendo el incremento de cobertura natural en las áreas protegidas.
- Elaborar líneas base de distribución geográfica de poblaciones de especies indicadoras de flora y fauna en áreas protegidas existentes que permitan el monitoreo del comportamiento de la biodiversidad (desplazamiento de poblaciones de flora y fauna, incluyendo plagas y enfermedades).

8.5. Propuesta de regionalización de acciones de adaptación

El departamento de Guatemala colinda al norte con los departamentos de El Quiché y Baja Verapaz, al noreste con el departamento de El Progreso, al este con Jalapa, al sureste con el departamento de Santa Rosa, al oeste con los departamentos de Sacatepéquez y Escuintla y al noreste con Chimaltenango; con los cuales comparte características biofísicas, sociales, económicas y culturales, que proporcionan dinámicas específicas en cuanto a problemáticas ambientales y del desarrollo, y consecuentemente a soluciones comunes, relaciones que agregan un potencial de oportunidades para la gestión de los recursos y que además, permitirán acelerar y equilibrar el desarrollo en el territorio.

Es importante considerar que la vulnerabilidad al cambio climático no se circunscribe a límites políticos y administrativos, sino a la combinación de factores biofísicos y socioeconómicos presentes en el territorio compartido; es por ello que, la implementación de acciones para la adaptación al cambio climático, tendrán un mayor impacto y eficiencia en tanto sean planificadas a partir de los distintos actores y sectores desde una perspectiva territorial regional.

A continuación, se describen enfoques de trabajo considerando factores o características comunes territoriales a nivel de región, que puedan orientar los esfuerzos para el desarrollo de acciones de adaptación al cambio climático y maximización de resultados:

- **Gestión Integrada de Cuenca Hidrográficas:** es de considerar que el agua de lluvia que cae en el departamento de Guatemala drena hacia dos cuencas, en parte norte, colindante con los departamentos de El Progreso, Baja Verapaz; Quiché y Chimaltenango, hacia el Río Motagua, mientras que la parte sur, colindante con los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez, Escuintla y Santa Rosa, drena hacia el Río Marialinda. Por otro lado, la ciudad de Guatemala trasvasa los ríos Xaya y Pixcayá para abastecer de agua a la población, de esta cuenta, la GIRH a nivel de cuencas es fundamental.
- **Gestión sostenible de ecosistemas:** Entre los principales se encuentran: Bosque Seco Tropical, ubicado en los municipios hacia el norte del departamento, colindantes con los departamentos de El Progreso y Baja Verapaz; así como el Bosque seco premontano tropical, que además de los anteriores, abarcan los departamentos de Quiché y Chimaltenango; estos dos ecosistemas están vinculados fuertemente con el corredor seco, potenciando la aplicación de medidas de adaptación comunes. La densidad poblacional, las necesidades urbanísticas y productivas ejercen presión sobre estos.
- **Zonas de medios de Vida:** el departamento de Guatemala forma parte de la Zona industrial, agroindustrial, de comercio y servicios del área central, que abarca municipios del departamento de Chimaltenango que colindan en la parte occidental. El plan de adaptación persigue la mejora de los medios de vida, por lo que la regionalización de acciones utilizando con este criterio, generará impactos directos en la población. Con este enfoque, se potencializan las estratégicas vinculadas con la educación, la vivienda e infraestructura vital y la producción agrícola, atendiendo dinámicas importantes como el crecimiento población, la migración interdepartamental hacia el departamento para la búsqueda de oportunidades laborales.

Estos esquemas de regionalización se articulan con las estrategias consideradas en el presente plan, considerando además el siguiente detalle.

Educación ambiental y cambio climático (adaptación)

Es de vital importancia la mejora de los medios de vida en los municipios y departamentos aledaños al departamento de Guatemala, la generación de empleo y oportunidades de desarrollo local tendrán un impacto directo para evitar la migración hacia la capital, reduciendo así la presión sobre los recursos locales y favoreciendo la vulnerabilidad del territorio.

Por otro lado, el departamento de Guatemala comparte ecosistemas especiales que superan la dimensión administrativa, tales como el Lago de Amatitlán, cuya cuenca abarca municipios de Chimaltenango y Sacatepéquez, siendo necesaria que las acciones alcancen dichas áreas para la gestión integral del territorio. También, hacia el norte del departamento, se ubican localidades con amenaza de sequías y con características hacia la aridez que pueden ser beneficiadas por actividades conjuntas con áreas del corredor seco.

La implementación de un proceso de educación ambiental y cambio climático a nivel regional ofrecen un potencial de impacto positivo para la mejora de los medios de vida, desde un enfoque ecosistémico compartido con zonas aledañas.

Vivienda e infraestructura vital adaptada y resilientes al cambio climático

El departamento de Guatemala, principal metrópoli que alberga la capital, donde se centraliza la administración pública, es caracterizada por la constante circulación interna y externa de vecinos de zonas circundantes, que diariamente dinamizan los distintos entornos socioeconómicos debido a la oportunidad de empleo formal e informal, son atendidos y comunicados a través de la infraestructura vital; optando por establecerse en zonas aledañas impactando directamente en el desarrollo habitacional. Es así como nacen las denominadas “ciudades dormitorio”, comunidades urbanas adyacentes a localidades con oportunidades de trabajo, abriendo sus puertas también al desarrollo de la industria y comercio.

Los principales municipios dormitorio aledañas al departamento de Guatemala son:

- San Lucas Sacatepéquez
- Antigua Guatemala
- Chimaltenango
- Escuintla

De acuerdo con la publicación electrónica del PNUD (2015)¹⁵, con una tasa de crecimiento urbano anual de 3.3 %, derivado principalmente de la migración interna (del campo a la ciudad), se estima que el país puede alcanzar un porcentaje de población urbana del 65 % en 2030 (actualmente en 52 %), lo cual conlleva la llegada de más de 6 millones de habitantes a los centros urbanos principales del país. La transición rural-urbana del país conlleva una serie de desafíos tanto para el campo como para los centros poblados: el abandono de las áreas rurales de una población joven, que no encuentra en el campo las oportunidades y el estilo de vida al que aspira, la necesidad de formación de capital humano para preparar la migración hacia las urbes, la dificultad de la llegada a la ciudad y el crecimiento exponencial de las demandas vinculadas a la urbanización (energía, agua, servicios básicos). Así, la transición urbana es más que una transición estadística: es un cambio en el funcionamiento y la organización de los territorios, en su gestión y en el estilo de vida de los ciudadanos que allí viven.

Los efectos del crecimiento urbano hacia la zona metropolitana, así como hacia áreas aledañas en municipios dormitorio, representan un reto que debe ser abordado en el proceso de planificación estratégica, atendiendo la dinámica del territorio, escalando la planificación y gestión del territorio a nivel regional, constituyéndose en una importante oportunidad para que las actividades logren el impacto propuesto.

Producción agrícola resilientes a los efectos adversos del cambio climático

La agricultura del departamento de Guatemala no genera los productos agrícolas para satisfacer la demanda de su población, dicha demanda es abastecida por la producción de otros departamentos, con respecto a hortalizas, es el departamento de Chimaltenango el que satisface la demanda, para el caso de maíz, este proviene de otros departamentos como Petén, aunque es importante considerar que la demanda es cubierta a través de los contingentes.

¹⁵ Publicación disponible para su consulta en <https://www.gt.undp.org/content/guatemala/es/home/ourperspective/ourperspectivearticles/2015/09/30/-son-las-ciudades-el-futuro-de-guatemala-.html>

Esta dinámica, puede representar una oportunidad comercial para los agricultores de los departamentos vecinos del departamento de Guatemala, estableciendo acciones que favorezcan la relación comercial directa entre el productor y el comprador final, reduciendo los intermediarios.

Ordenamiento territorial y gestión del riesgo

Un territorio está delimitado por distintos elementos, dentro de los cuales es relevante para los fines del presente plan, el enfoque ecosistémico, en este sentido, procurar la salud y bienestar de los ecosistemas para que proporcionen bienes y servicios que contribuyan con la calidad de vida de la población, entre éstos, el acceso a calidad y cantidad de agua, la diversidad vegetal, de fauna y flora, trasciende de la perspectiva administrativa hacia las características biofísicas del territorio.

Por tal sentido, es posible la obtención de mayores beneficios del ordenamiento territorial a partir de una estrategia regional, donde se articulen los POT municipales, para armonizar los objetivos perseguidos.

La gestión integrada de cuenca hidrográfica, puede significar un enfoque adecuado, como se amplía más adelante.

Gestión integral de recursos hídricos

Aunque el área metropolitana está reconocida en su mayoría por los 17 municipios del departamento, este concepto se refiere principalmente a una delimitación administrativa, sin embargo, en temáticas como la del recurso hídrico, el departamento de Guatemala depende de las subcuencas de los ríos Xayá y Pixcayá, por aportar la mitad del agua superficial que administra EMPAGUA.

Otro ejemplo son los límites geográficos de la metrópoli, ya que el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar y The Nature Conservancy (2013), establece con base al tejido urbano continuo, es decir, sin discontinuidades mayores a 200 metros, 4 municipios del departamento de Chimaltenango, como parte de la zona metropolitana, aunque también deja por fuera tres municipios hacia el norte del departamento.

El departamento de Guatemala se encuentra en la parte alta de la cuenca del río María Linda que desemboca hacia el océano pacífico y en la parte media de la cuenca del río Motagua, éste último, de especial interés por ser una cuenca binacional que el país comparte con Honduras, en el que la gestión de desechos sólidos y descargas de desechos líquidos, repercuten negativamente en el país vecino por lo que actualmente ha sido sujeto a reclamos por la contaminación ambiental trasladada.

La regionalización de actividades puede contribuir a la gestión de los recursos bajo el esquema de Cuenca Hidrográfica, apalancando financiamiento y esfuerzos, para un uso eficiente, por su contribución en múltiples propósitos de interés y prioridad para la región.

Gestión sostenible de los recursos naturales y biodiversidad

Esta estrategia puede ser regionalizada, considerando el uso de especies comunes, de acuerdo con las zonas de vida y la proximidad del polo industrial de madera rolliza y dimensionada

ubicado hacia el norte, en el departamento de El Progreso y Zacapa, así como el polo industrial de biomasa que se desarrolla hacia el sur, para la producción de energía.

9. MARCO PROGRAMATICO

A continuación, se presenta el marco programático condensado en dos principales componentes que son i) la matriz de resultados de estrategias, y ii) el cronograma de implementación de actividades en años (2022 al 2025).

En el caso de la matriz de resultados de estrategias es establecen las metas con una visión a corto mediano y largo plazo, para alcanzar la transformación que persigue el departamento en su visión al año 2050, tomando en cuenta las implicaciones intermedias como parte de un proceso lógico de avance temporal, de acuerdo con las capacidades actuales, para una evolución que finalmente sume a la consecución del cien por ciento (100%) de cada estratégica y por ende, se obtenga la resiliencia en los medios de vida ante los efectos adversos del cambio climático.

Por otro lado, el cronograma de actividades para el periodo 2022-2025, constituye un escenario de mayor complejidad y detalle, al describir las acciones concretas que cada estrategia conlleve para lograr un avance específico durante el primer quinquenio.

9.1. Matriz de estrategias y resultados

Tabla 27. Matriz de resultados de estrategias del objetivo específico 1

Objetivo Específico 1. Elaborar e implementar un programa de educación y socialización auto sostenible sobre la adaptación al cambio climático										
Estrategias	Resultado 2050	Indicador de Resultado	Línea Base (año)	Metas del Resultado						Indicador ODS
				2025	2030	2035	2040	2045	2050	
E1. Educación ambiental y cambio climático (adaptación).	E1.R1. Para el 2050, el 50% de estudiantes que participan en el sistema educativo nacional (formal, no formal e informal), reciben educación ambiental sobre cambio climático.	E1.R1.I1. % de estudiantes del sistema educativo nacional que reciben educación ambiental sobre cambio climático.	De acuerdo con estadísticas del MARN, en el año 2019 se logró el proceso de educación y capacitación a 82,703 personas.	10% de implementación de educación ambiental	20% de implementación de educación ambiental	50% de implementación de educación ambiental	75% de implementación de educación ambiental	90% de implementación de educación ambiental	100% de implementación de educación ambiental	Indicador: 12.8.1 Grado en que i) la educación cívica mundial y ii) la educación para el desarrollo sostenible, incluida la educación sobre el cambio climático, se incorporan en todos los niveles en: a) las políticas nacionales de educación, b) los planes de estudio, c) la formación del profesorado y d) la evaluación de los estudiantes

Tabla 28. Acciones de los resultados de la estrategia 1

Estrategia 1. Educación ambiental y cambio climático (adaptación)										
Resultados	Acciones	Meta de la acción	Indicador de la acción	Metas de Acción				Medio de Verificación	Responsable	Corresponsable
				2022	2023	2024	2025			
E1.R1. Para el 2050, se ha logrado la participación pública a nivel nacional del 50% dentro del sistema educativo formal, no formal e informal.	Implementar la Mesa Bi Ministerial departamental entre el MARN y el MINEDUC, para territorializar la ejecución de la Política Nacional de Educación Ambiental de Guatemala, con énfasis en cambio climático, en los distintos ámbitos de la educación formal, no formal e informal, con un enfoque integral, equitativo, intercultural e incluyente.	Se ha consolidado la Mesa Bi Ministerial, que lidera la implementación de la Política Nacional de Educación Ambiental, a nivel departamental, con reuniones periódicas en las que se presenten los principales avances del proceso.	Número de reuniones de coordinación y monitoreo de avances.	X	X	X	X	Ayuda de memoria y listado de participantes.	MARN MINEDUC	
	Establecer alianzas estratégicas a través de la creación de Mesas Técnicas interinstitucionales departamentales, municipales y locales, para promover y mejorar la educación ambiental por medio de programas, proyectos y actividades.	Se ha consolidado la Mesa Técnica Interinstitucional de Educación Ambiental del departamento, con reuniones periódicas para liderar el sistema de educación con énfasis en adaptación al cambio climático.	Número de reuniones de coordinación y monitoreo de avances, que dispongan del 80% de la participación.	X	X	X	X	Ayuda de memoria y listado de participantes	MARN MINEDUC	Municipalidades INAB CONAP MAGA

Estrategia 1. Educación ambiental y cambio climático (adaptación)										
Resultados	Acciones	Meta de la acción	Indicador de la acción	Metas de Acción				Medio de Verificación	Responsable	Corresponsable
				2022	2023	2024	2025			
	Monitoreo y evaluación de resultados a través de la integración de estadísticas de la cobertura anual entre las instituciones departamentales.	Se han definido arreglos institucionales y protocolos para el intercambio y resguardo de datos y generación de estadísticas del sistema de educación ambiental.	Número de documentos de arreglos institucionales y protocolos de intercambio de información.	X			X	Reportes participación, desglosado por edad, genero, comunidad lingüística e institución.	MARN MINEDUC	Municipalidades INE

Tabla 29. Matriz de resultados de estrategias del objetivo específico 2

Objetivo Especifico 2. Promover el desarrollo de vivienda e infraestructura resilientes al cambio climático para mejorar la calidad de vida de las personas, a través de la aplicación y mejora de normas, instrumentos e implementación de acciones.										
Estrategias	Resultado 2050	Indicador de Resultado	Línea Base (año)	Metas del Resultado						Indicador ODS
				2025	2030	2035	2040	2045	2050	
E2. Vivienda e infraestructura vital adaptada y resilientes al cambio climático.	E2.R1. Para el año 2050, se ha logrado reducir a menos de 100, la cantidad de viviendas dañadas por los efectos del cambio climático.	IR2. Número de viviendas afectadas.	Los datos provienen del compendio estadístico ambiental del INE, 2019, los cuales registraron 194 viviendas dañada.	Menos de 194 viviendas afectadas.	Menos de 176 viviendas afectadas.	Menos de 158 viviendas afectadas.	Menos de 140 viviendas afectadas.	Menos de 122 viviendas afectadas.	Menos de 100 viviendas afectadas.	Indicador: 11.5.2 Pérdidas económicas directas en relación con el PIB mundial, daños en la infraestructura esencial y número de interrupciones de los servicios básicos atribuidos a desastres
	E2.R2. Para el año 2050, se ha logrado reducir a menos de 6, la cantidad de infraestructura vital dañada por los efectos	IR2. Número de unidades de infraestructura vital afectada.	Los datos provienen del compendio estadístico ambiental del INE, 2019, los cuales registraron 23 unidades de	Menos de 23 unidades de infraestructura vital afectada.	Menos de 19 unidades de infraestructura vital afectada.	Menos de 15 unidades de infraestructura vital afectada.	Menos de 11 unidades de infraestructura vital afectada.	Menos de 8 unidades de infraestructura vital afectada.	Menos de 6 unidades de infraestructura vital afectada.	Indicador: 11.5.2 Pérdidas económicas directas en relación con el PIB mundial, daños en la infraestructura esencial y número de interrupciones de los servicios básicos atribuidos a desastres

Objetivo Específico 2. Promover el desarrollo de vivienda e infraestructura resilientes al cambio climático para mejorar la calidad de vida de las personas, a través de la aplicación y mejora de normas, instrumentos e implementación de acciones.										
Estrategias	Resultado 2050	Indicador de Resultado	Línea Base (año)	Metas del Resultado						Indicador ODS
				2025	2030	2035	2040	2045	2050	
	del cambio climático.		infraestructura vital dañada.							

Tabla 30. Acciones de los resultados de la estrategia 2

Estrategia 2. Vivienda e infraestructura vital adaptada y resilientes al cambio climático										
Resultados	Acciones	Meta de la acción	Indicador de la acción	Metas de Acción				Medio de Verificación	Responsable	Corresponsable
				2022	2023	2024	2025			
E2.R1. Para el año 2050, se ha logrado reducir a menos de 100, la cantidad de viviendas dañadas por los efectos del cambio climático y se cuenta con necesidades básicas satisfechas.	Impulsar la participación de las organizaciones técnicas en la definición de normas de vivienda y materiales de construcción.	Se ha promovido la revisión y construcción de normativas municipales de construcción, con la participación de organizaciones técnicas para la transversalización de la variable de cambio climático.	Número de reuniones de trabajo, que dispongan del 80% de la participación.	X	X	X	X	Ayuda de memoria y listado de participantes.	Municipalida des SEGEPLAN MARN	CONRED MICIVI CONAVI
	Impulsar incentivos a los proyectos de vivienda sostenible que consideren la variable climática, beneficiando entre otros, recolección y almacenamiento de agua de lluvia, silvicultura urbana, infraestructura resiliente.	Se han logrado implementar incentivos para la ubicación adecuada de proyectos de vivienda, tanto a nivel urbano con densificación sostenible, como a nivel rural.	Un documento de propuesta de mecanismo de incentivos para el desarrollo de vivienda sostenible.		X	X		Documento de propuesta	Municipalida des SEGEPLAN MARN	CONRED MICIVI CONAVI

Estrategia 2. Vivienda e infraestructura vital adaptada y resilientes al cambio climático										
Resultados	Acciones	Meta de la acción	Indicador de la acción	Metas de Acción				Medio de Verificación	Responsable	Corresponsable
				2022	2023	2024	2025			
	Priorización de municipios para la atención de la calidad de vivienda (hacinamiento) y déficit habitacional, considerando aspectos socioeconómicos, territoriales y demográficos, dicha priorización.	Se han definido criterios para priorizar la calidad de vivienda actual y futura, considerando la vulnerabilidad climática para generar opción de vivienda de calidad y la reubicación de vivienda precaria.	Áreas por municipio priorizada para la atención de la calidad de vivienda.	X			X	Documento de criterios de priorización Mapas de áreas priorizadas.	Municipalida des SEGEPLAN MARN	CONRED MICIVI CONAVI
E2.R2. Para el año 2050 se ha logrado reducir a menos de 6, la cantidad de infraestructura vital dañada por los efectos del cambio climático.	Impulsar la participación de las organizaciones técnicas en la definición de normas y verificación de estándares de construcción de infraestructura vital, tales como los diseños y materiales de construcción de obra pública.	Se ha promovido la revisión y construcción de normativas municipales de construcción, con la participación de organizaciones técnicas para la transversalización de la variable de cambio climático.	Número de reuniones de trabajo, que dispongan del 80% de la participación.	X	X			Ayuda de memoria y listado de participantes	Municipalida des SEGEPLAN MARN	CONRED MICIVI
	Fortalecer los mecanismos de verificación del cumplimiento de licenciamiento ambiental en la infraestructura.	Se han fortalecido la cobertura para verificación del cumplimiento de las normas y mediadas ambientales de construcción.	Número de licencias ambientales de construcción verificadas.	X	X	X	X	Informes técnicos	MARN	Municipalidades

Tabla 31. Matriz de resultados de estrategias del objetivo específico 3

Objetivo Específico 3. Implementar acciones para favorecer la resiliencia de los sistemas económicos productivos, mediante el desarrollo de convenios interinstitucionales, ONG, sociedad civil y las comunidades más vulnerables										
Estrategias	Resultado 2050	Indicador de Resultado	Línea Base (año)	Metas del Resultado						Indicador ODS
				2025	2030	2035	2040	2045	2050	
E3. Producción agrícola resiliente a los efectos adversos del cambio climático.	E3.R1. Para el año 2050, Incrementar el rendimiento de café en un 50% respecto a la línea base (2019).	Productividad promedio del cultivo de café en el departamento de Guatemala (qq/mz).	13.81 quintales/manzana (INE, 2019)	14.96 qq/mz de rendimiento de café.	16.11 qq/mz de rendimiento de café.	17.26 qq/mz de rendimiento de café.	18.41 qq/mz de rendimiento de café.	19.56 qq/mz de rendimiento de café.	20.71 qq/mz de rendimiento de café.	8 Promover el crecimiento económico sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.
	E3.R2. Para el año 2050, Incrementar el rendimiento de maíz en un 50% respecto a la línea base (2019).	Productividad promedio del cultivo de maíz en el departamento de Guatemala (qq/mz)	34.72 quintales/manzana (INE, 2019)	37.62 qq/mz de rendimiento de maíz.	40.22 qq/mz de rendimiento de maíz.	43.42 qq/mz de rendimiento de maíz.	46.32 qq/mz de rendimiento de maíz.	49.22 qq/mz de rendimiento de maíz.	52.12 qq/mz de rendimiento de maíz.	P5. Porcentaje de la cantidad de tierra agrícola disponible utilizada para la producción de granos básicos
	E3.R3. Para el año 2050, Incrementar el rendimiento de frijol en un 50% respecto a la línea base (2019).	Rendimiento promedio del cultivo de frijol en el departamento de Guatemala (qq/mz)	16.34 quintales/manzana (INE, 2019)	17.7 qq/mz de rendimiento de frijol.	19.06 qq/mz de rendimiento de frijol.	20.42 qq/mz de rendimiento de frijol.	21.78 qq/mz de rendimiento de frijol.	23.14 qq/mz de rendimiento de frijol.	24.5 qq/mz de rendimiento de frijol.	P5. Porcentaje de la cantidad de tierra agrícola disponible utilizada para la producción de granos básicos

Tabla 32. Acciones de los resultados de la estrategia 3

Estrategia 3. Producción agrícola resilientes a los efectos adversos del cambio climático										
Resultados	Acciones	Meta de la acción	Indicador de la acción	Metas de Acción				Medio de Verificación	Responsable	Corresponsable
				2022	2023	2024	2025			
E3.R1. Para el año 2050 Incrementar el rendimiento de café en un 50% respecto a la línea base (2019).	Capacitación e implementación de prácticas de adaptación climáticamente inteligentes en cultivo de café, que incluya el manejo agronómico, como la gestión del suelo y agua.	Se han fortalecido la cobertura de los programas de extensión y asistencia técnica en las zonas cafetaleras del departamento.	Superficie y producción del cultivo de café con prácticas de adaptación implementadas.	X	X	X	X	Informes de personas capacitadas, desglosado por edad, genero, comunidad lingüística e institución.	MAGA ANACAFE	Municipalidades Caficultores
	Capacitación e implementación de prácticas para Manejo Integrada de Plagas y Enfermedades (MIP), principalmente la roya anaranjada del cafeto (Emilia vastatrix Berk et Br.).	Los caficultores disponen del conocimiento para el MIP de la roya del café e implementan practicas relacionadas con la renovación de plantas con variedades resistentes.	Incidencia de roya anaranjada del cafeto en el departamento.	X	X			Reporte de incidencia de roya anaranjada del cafeto.	MAGA ANACAFE	Municipalidades Caficultores
E3.R2. Para el año 2050, Incrementar el rendimiento de maíz en un 50% respecto a la línea base (2019).	Capacitación e implementación de prácticas de adaptación climáticamente inteligentes en cultivo de maíz, que incluyan el manejo agronómico, como la gestión del suelo y agua de riego.	Se han fortalecido la cobertura de los programas de extensión y asistencia técnica en las zonas productoras de maíz en el departamento.	Superficie y producción del cultivo de maíz con prácticas de adaptación implementadas.	X	X	X	X	Informes de personas capacitadas, desglosado por edad, genero, comunidad lingüística e institución,	MAGA	Municipalidades Agricultores
	Fortalecer los Sistemas de Alerta Temprana de eventos climáticos extremos, pronóstico fechas de siembra y zonas agrícolas vulnerables, considerando conocimientos ancestrales, principalmente la Mesa	Se cuenta con una Mesa Agroclimática fortalecida para ampliar los mecanismos de análisis y socialización de los boletines agroclimáticos, por medios impresos y spot radiales.	Número de boletines y spot radiales circulados en el departamento.	X	X	X	X	Documentos de boletines.	MAGA	Municipalidades Caficultores

Estrategia 3. Producción agrícola resilientes a los efectos adversos del cambio climático										
Resultados	Acciones	Meta de la acción	Indicador de la acción	Metas de Acción				Medio de Verificación	Responsable	Corresponsable
				2022	2023	2024	2025			
	Agroclimática de la Región Metropolitana.									
	Capacitación sobre prácticas de recolección y almacenamiento de agua de lluvia para sistemas de riego en el cultivo de maíz, incluyendo asistencia técnica para la autogestión de financiamiento para su implementación.	Los agricultores de maíz y frijol en zonas de alta amena a sequía meteorológica, disponen del conocimiento e infraestructura básica para la recolección y almacenamiento de agua, conectada a sistemas de riego.	Número de agricultores capacitados, Número de unidades de almacenamiento, y Número de sistemas de riego.	X		X		Informes de personas capacitadas, desglosado por edad, genero, comunidad lingüística e institución.	MAGA	Municipalidades Caficultores
E3.R3. Para el año 2050, Incrementar el rendimiento de frijol en un 50% respecto a la línea base (2019).	Aplicación de prácticas de adaptación climáticamente inteligentes en cultivo de frijol, que incluyan la gestión del suelo y agua.	Se han fortalecido la cobertura de los programas de extensión y asistencia técnica en las zonas productoras de frijol en el departamento.	Superficie y producción del cultivo de frijol con prácticas de adaptación implementadas.	X	X	X	X	Informes de personas capacitadas, desglosado por edad, genero, comunidad lingüística e institución.	MAGA	Municipalidades Agricultores

Tabla 33. Matriz de resultados de estrategias del objetivo específico 4

Objetivo Específico 4. Definir zonas prioritarias a nivel municipal y departamental para conservación, reducción de la vulnerabilidad ambiental, cambio de uso del suelo y gestión del riesgo.											
Estrategias	Resultado 2050	Indicador de Resultado	Línea Base (año)	Metas del Resultado						Indicador ODS	
				2025	2030	2035	2040	2045	2050		
E4. Ordenamiento territorial y gestión del riesgo.	E4.R1. Para el 2030, el 100% de municipios contarán con instrumentos de Ordenamiento Territorial y sus respectivos Reglamentos, que incorporan la variable de cambio climático en su planificación territorial municipal	Número de instrumentos de Planificación de Ordenamiento Territorial y sus Respectivos Reglamentos de Implementación.	Al 2021, solo una municipalidad cuenta su POT y respectivos reglamentos.	5 municipalidades con su POT y respectivos reglamentos.	11 municipalidades con su POT y respectivos reglamentos.	17 municipalidades con su POT y respectivos reglamentos.	17 municipalidades con su POT y respectivos reglamentos.		17 instrumentos	17 instrumentos	Indicador: P6.b Porcentaje de municipios con planes de desarrollo municipal que incluyen las variables: gestión de riesgos, adaptación, resiliencia Indicador: P10.a Porcentaje de municipios con Planes de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial formulados que incluyen funciones y conexiones de lo rural con lo urbano.

Tabla 34. Acciones de los resultados de la estrategia 4

Estrategia 4. Ordenamiento territorial y gestión del riesgo										
Resultados	Acciones	Meta de la acción	Indicador de la acción					Medio de Verificación	Responsable	Corresponsable
				2022	2023	2024	2025			
E4.R1. Para el 2030 el 100% de municipios contarán con instrumentos de Ordenamiento Territorial y sus respectivos Reglamentos, que incorporan la variable de cambio climático en su planificación	Coordinar con las municipalidades los procesos de gestión territorial necesarios para el desarrollo sostenible de zonas habitacionales. Atender los retos que presenta el acceso a vivienda en las ciudades intermedias y áreas metropolitanas del departamento.	Se han elaborado y/o actualizado los 17 planes departamentales ordenamiento territorial, transversalizando la variable climático.	Número de planes municipales de ordenamiento territorial.	X	X			Documentos del plan	Municipalidades SEGEPLAN	MARN

Estrategia 4. Ordenamiento territorial y gestión del riesgo										
Resultados	Acciones	Meta de la acción	Indicador de la acción					Medio de Verificación	Responsable	Corresponsable
				2022	2023	2024	2025			
territorial municipal.	Asignar un rol protagónico de las coordinadoras locales de reducción de desastres de mujeres y hombres, para facilitar información y formación en la prevención y gestión de riesgos.	Se han consolidado y fortalecido las coordinadoras locales para la reducción de desastres, con la participación activa de hombre y mujeres.	Número de reuniones de coordinación.	X	X	X	X	Ayuda de memoria y listado de participantes.	Municipalidades CONRED	MARN
	Desarrollar programas de capacitación en gestión de riesgo para mujeres enfocados en el desarrollo de habilidades que fortalezcan la resiliencia comunitaria.	Se cuenta con recurso humano capacitado en la gestión de riesgos, dirigidos a mujeres y grupos de mujeres a nivel comunitario.	Número de reuniones de trabajo, que dispongan del 80% de la participación de sociedad civil y organizaciones sociales, de los cuales un 30% sea mujeres.	X	X			Ayuda de memoria y listado de participantes.	Municipalidades CONRED	MARN INE
	Fortalecimiento de la sistema CONRED para elaborar e implementar el "Sistema Departamental de Alerta Temprana y Gestión de Riesgos Hídricos" con participación y coordinación con grupos organizados en las comunidades y las municipalidades.	Se han definido arreglos institucionales y protocolos para el funcionamiento, intercambio y resguardo de datos respecto a la gestión integral de riesgo.	Número de arreglos institucionales.	X			X	Reportes participación, desglosado por edad, genero, comunidad lingüística e institución.	MARN MINEDUC	Municipalidades INE

Tabla 35. Matriz de resultados de estrategias del objetivo específico 5

Objetivo Específico 5. Desarrollar e implementar mecanismos y normativas a nivel municipal que propicien la recuperación y gestión sostenible de los recursos naturales y biodiversidad, saneamiento ambiental, conservación de áreas verdes urbanas, uso del suelo y agua.

Estrategias	Resultado 2050	Indicador de Resultado	Línea Base (año)	Metas del Resultado						Indicador ODS
				2025	2030	2035	2040	2045	2050	
E5. Gestión integral de recursos hídricos	E5.R1. Para el año 2050, al menos el 50% de las zonas consideradas de muy alta capacidad de regulación y captación hidrológica es protegida y manejado sosteniblemente, con enfoque de cuencas hidrográficas, con pertinencia de pueblos maya, xinka, garífuna, etaria y de género; de acuerdo con el contexto social.	% de zonas consideradas de muy alta capacidad de regulación y captación hidrológica son manejadas sosteniblemente, con enfoque de cuencas.	2.9% de zonas consideradas de muy alta capacidad de regulación y captación hidrológica son manejadas sosteniblemente, con enfoque de cuencas.	10.7% de zonas consideradas de muy alta capacidad de regulación y captación hidrológica son protegidas y manejadas sosteniblemente, con enfoque de cuencas.	18.6% de zonas consideradas de muy alta capacidad de regulación y captación hidrológica son protegidas y manejadas sosteniblemente, con enfoque de cuencas.	26.4% de zonas consideradas de muy alta capacidad de regulación y captación hidrológica son protegidas y manejadas sosteniblemente, con enfoque de cuencas.	34.3% de zonas consideradas de muy alta capacidad de regulación y captación hidrológica son protegidas y manejadas sosteniblemente, con enfoque de cuencas.	42.1% de zonas consideradas de muy alta capacidad de regulación y captación hidrológica son protegidas y manejadas sosteniblemente, con enfoque de cuencas.	50% de zonas consideradas de muy alta capacidad de regulación y captación hidrológica son protegidas y manejadas sosteniblemente, con enfoque de cuencas.	Indicador: 6.5.1 Grado de Implementación de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos
E6. Gestión sostenible de los recursos naturales y biodiversidad.	E6.R1. Para el año 2050, se ha logrado mantener el 23% de la cobertura forestal del departamento.	Superficie forestal como proporción de la superficie total.	Para el año 2016 se reportó una cobertura forestal de 48,180 Ha, equivalentes al 23 % del territorio departamental.	48,180 Ha. de bosque.	48,180 Ha. de bosque.	48,180 Ha. de bosque.	48,180 Ha. de bosque.	48,180 Ha. de bosque.	48,180 Ha. de bosque.	Indicador: 15.1.1 Superficie forestal como proporción de la superficie total.

Tabla 36. Acciones de los resultados de la estrategia 5

Estrategia 5. Gestión integral de recursos hídricos										
Resultados	Acciones	Meta de la acción	Indicador de la acción	Metas de acciones				Medio de Verificación	Responsable	Corresponsable
				2022	2023	2024	2025			
E5.R1. Para el año 2050, al menos el 50 % de las zonas consideradas de muy alta capacidad de regulación y captación hidrológica es protegida y manejado sosteniblemente, con enfoque de cuencas hidrográficas, con pertinencia de pueblos maya, xinca, garífuna, etaria y de género; de acuerdo con el contexto social.	Promover un programa departamental de fomento de la gestión integral de zonas de muy alta capacidad de captación, regulación y recarga hidrológica.	Se han implementado actividades para mejorar la capacidad de recarga y captación hídrica en al menos 1,000 Ha priorizadas,	Superficie beneficiada con actividades del programa de gestión de zonas de importancia hídrica,	X	X	X	X	Informe de actividades	MARN INAB	Municipalidades
	Implementar un sistema de información para monitoreo de cuencas; de los componentes como agua, bosque, suelo, fuentes de agua y riberas de ríos.	Se cuenta con un sistema departamental sobre información y monitoreo sobre cuencas.	Sistema de Monitoreo de Cuencas.	X				Sistema funcionando y reportes generados.	MARN	Municipalidades
	Fortalecimiento de las plataformas de apoyo para la gestión integral del recurso hídrico, como la Mesa Temática de Apoyo al Servicio Ecosistémico Hídrico de Guatemala, Asociado a los Bosques, a través de la cual se promuevan esquemas de compensación por bienes y servicios ambientales hídricos,	Se cuenta con mecanismos de compensación por bienes y servicios ambientales, que han beneficiado alrededor de 1,000 hectáreas.	Superficie beneficiada por el programa de compensación/pago por servicios.		X	X	X	Estadísticas del MARN , INAB y CONAP.	MARN INAB	Municipalidades

Estrategia 5. Gestión integral de recursos hídricos										
Resultados	Acciones	Meta de la acción	Indicador de la acción	Metas de acciones				Medio de Verificación	Responsable	Corresponsable
				2022	2023	2024	2025			
	adecuación de zonas urbanas para favorecer la infiltración del agua a subsuelo, y áreas de conservación ecológica como los barrancos.									
	Incremento de hogares con agua entubada asegurando su potabilidad para el consumo humano.	Se ha logrado reducir hasta 2% el porcentaje de hogares con necesidad básica insatisfecha en abastecimiento de agua (al 2018, 7.8%).	Porcentaje de hogares con necesidad básica insatisfecha en abastecimiento de agua.	X	X	X	X	Estadísticas del INE	Municipalidades	
	Ampliar el control bacteriológico en sistemas de agua para consumo humano en el departamento.	Se ha logrado aumentar hasta en un 99% el porcentaje de sistemas que cumplen con calidad del agua (al 2018, 94%).	Porcentaje de sistemas que cumplen con calidad de agua.	X	X	X	X	Reportes del Sistema de Información de Vigilancia de la Calidad del Agua - SIGSA/SIVIAGUA- .	MSPAS Municipalidades	
	Definir lineamientos departamentales y municipales para fortalecer e implementar actividades para evitar la tala ilícita, especialmente en zonas de importancia hídrica.	Se han desarrollado 17 estrategias municipales la reducción de la tala ilícita, como la coordinación interinstitucional, como el cambio de uso reducir el 50% de la tasa de deforestación del departamento (al 2016, -1.56%).	Documentos de estrategias a nivel municipal.	X				Estadísticas del INAB	MARN INAB	Municipalidades

Estrategia 5. Gestión integral de recursos hídricos										
Resultados	Acciones	Meta de la acción	Indicador de la acción	Metas de acciones				Medio de Verificación	Responsable	Corresponsable
				2022	2023	2024	2025			
	Fortalecer capacidades técnicas y logísticas para la prevención y control de incendios forestales, con la participación y coordinación de grupos organizados en las comunidades y las municipalidades.	Se ha reducido el número y superficie afectada por incendios forestales en un 75 %, con relación al promedio reportado en 2018-2019 (132 incendios y 733 ha afectadas).	Área afectada por incendios forestales por año.	X	X	X	X	Informes anuales de CONRED.	CONRED MARN INAB	Municipalidades CONAP
	Gestión de Áreas Protegidas y conservación de la biodiversidad.	Se ha mejorado la Gestión a nivel de las áreas protegidas en el departamento.	Unidades de Calidad de Gestión (UCG).	X	X	X	X	Evaluaciones del CONAP, sobre la Gestión de las Áreas Protegidas.	CONAP	Municipalidades
	Elaborar líneas base de distribución geográfica de poblaciones de especies indicadoras de flora y fauna en las áreas protegidas del departamento, que permitan el monitoreo del comportamiento de la biodiversidad (desplazamiento de poblaciones de flora y fauna, incluyendo plagas y enfermedades).	Se ha logrado y mantenido la meta alcanzada de acuerdo con el Katún 2032, que corresponde a una proporción de especies en peligro de extinción de 10.40 %.	Índice de especies amenazadas o en peligro de extinción. (proporción).	X	X	X	X	CONAP (Listado de especies amenazadas).	CONAP	

Tabla 37. Acciones de los resultados de la estrategia 6

Estrategia 6. Gestión sostenible de los recursos naturales y biodiversidad										
Resultados	Acciones	Meta de la acción	Indicador de la acción	Metas de acciones				Medio de Verificación	Responsable	Corresponsable
				2022	2023	2024	2025			
E6.R1. Para el año 2050, se ha logrado mantener el 23% de la cobertura forestal del departamento.	Capacitación y gestión de bosques naturales con fines de protección mediante incentivos forestales y otros.	Se ha socializado y promocionado el programa de incentivos para la conservación de bosques naturales y aumento de la cobertura, de acuerdo con las modalidades del programa y las características específicas de los territorios.	Número de personas participantes en las actividades de socialización y promoción.	X	X	X	X	Estadísticas del INAB	MARN INAB	Municipalidades
	Definir lineamientos departamentales y municipales para fortalecer e implementar actividades para evitar la tala ilícita, especialmente en zonas de importancia hídrica.	Se han desarrollado 17 estrategias municipales la reducción de la tala ilícita, como la coordinación interinstitucional, como el cambio de uso reducir el 50% de la tasa de deforestación del departamento (al 2016, -1.56 %).	Documentos de estrategias a nivel municipal.	X				Estadísticas del INAB	MARN INAB	Municipalidades
	Fortalecer capacidades técnicas y logísticas para la prevención y control de incendios forestales, con la participación y coordinación de grupos organizados en las comunidades y las municipalidades.	Se ha reducido el número y superficie afectada por incendios forestales en un 75 %, con relación al promedio reportado en 2018-2019 (132 incendios y 733 ha afectadas).	Área afectada por incendios forestales por año.	X	X	X	X	Informes anuales de CONRED	CONRED MARN INAB	Municipalidades CONAP
	Gestión de Áreas Protegidas y conservación de la biodiversidad.	Se ha mejorado la Gestión a nivel de las áreas protegidas en el departamento.	Unidades de Calidad de Gestión (UCG)	X	X	X	X	Evaluaciones del CONAP, sobre la Gestión de las Áreas Protegidas.	CONAP	Municipalidades

Estrategia 6. Gestión sostenible de los recursos naturales y biodiversidad										
Resultados	Acciones	Meta de la acción	Indicador de la acción	Metas de acciones				Medio de Verificación	Responsable	Corresponsable
				2022	2023	2024	2025			
	Elaborar líneas base de distribución geográfica de poblaciones de especies indicadoras de flora y fauna que permitan el monitoreo del comportamiento de la biodiversidad (desplazamiento de poblaciones de flora y fauna, incluyendo plagas y enfermedades).	Se ha logrado y mantenido la meta alcanzada de acuerdo con el Katún 2032, que corresponde a una proporción de especies en peligro de extinción de 10.40 %.	Índice de especies amenazadas o en peligro de extinción. (proporción)	X	X	X	X	CONAP (Listado de especies amenazadas)	CONAP	

10. SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

El seguimiento y evaluación es un componente fundamental del mecanismo de gestión dentro de cualquier organización. 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. 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 para 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 Guatemala 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

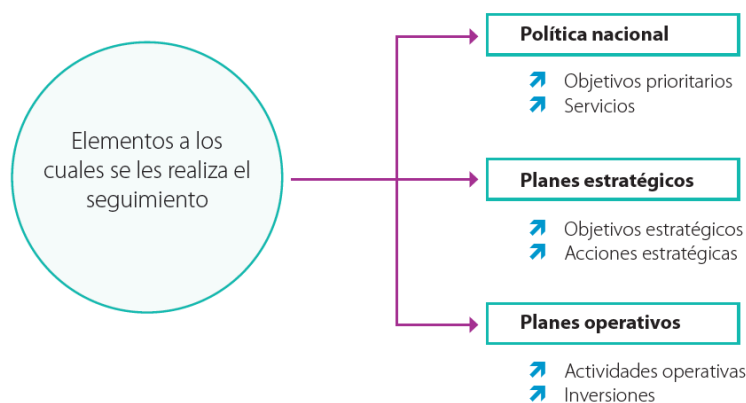
- Proveer de elementos conceptuales básicos sobre seguimiento y evaluación de la planificación estratégica y orientar a las instituciones para facilitar la generación de evidencias que permitan realizar un adecuado seguimiento y evaluación del plan.
- Definir criterios, herramientas y contenidos básicos para los procesos de seguimiento y evaluación del Plan de Adaptación al Cambio Climático del Departamento de Guatemala.
- 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 Guatemala.

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 73. 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. Seguimiento y evaluación del plan departamental de adaptación al cambio climático de Guatemala

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 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 esté 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 Unidad Técnica del Consejo Departamental de Desarrollo del departamento de Guatemala con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Dirección de Cambio Climático será la instancia que lidere el proceso de seguimiento del Plan Departamental de Adaptación al Cambio Climático de Guatemala.

El seguimiento a los indicadores de los objetivos/acciones/resultados estratégicos se realizará mediante el formato que se denomina "seguimiento de indicadores" (cuadro 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 38. Matriz para seguimiento de indicadores

Indicador	Línea base		Meta	% avance acumulado en el corto ¹⁶ 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 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 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 plantearse las siguientes preguntas:
 - a) ¿Qué intervención o acontecimiento se desarrolló, en el año de análisis, para el cumplimiento de las metas o resultados esperados?
 - b) ¿Cuáles fueron los motivos más importantes del cumplimiento de las metas o resultados esperados?
 - c) 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 Unidad Técnica del Consejo Departamental de Desarrollo del departamento de Guatemala con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Dirección de Cambio Climático, en conjunto con los responsables de los indicadores, realizará el análisis respectivo sobre el avance de los objetivos y acciones del Plan.

¹⁶ 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).

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 (cuadro 2) y en el tablero de mando mensual (cuadro 3) del Plan, específicamente para el seguimiento del avance físico y financiero mensual y cuatrimestral requerido.

Tabla 39. 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 cuadro 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 40. Tablero de mando mensual

Acción estrategia	Responsable	Actividad	Municipio	Ejecución física					Ejecución financiera					Responsable del seguimiento	
				Meta				Análisis y recomendaciones (incluir medios de verificación)	Meta				Análisis y recomendaciones (incluir medios de verificación)		
				Planificad	Avance	Brecha	% avance		Planificad	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 cuadro 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 41. 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 atravesó 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

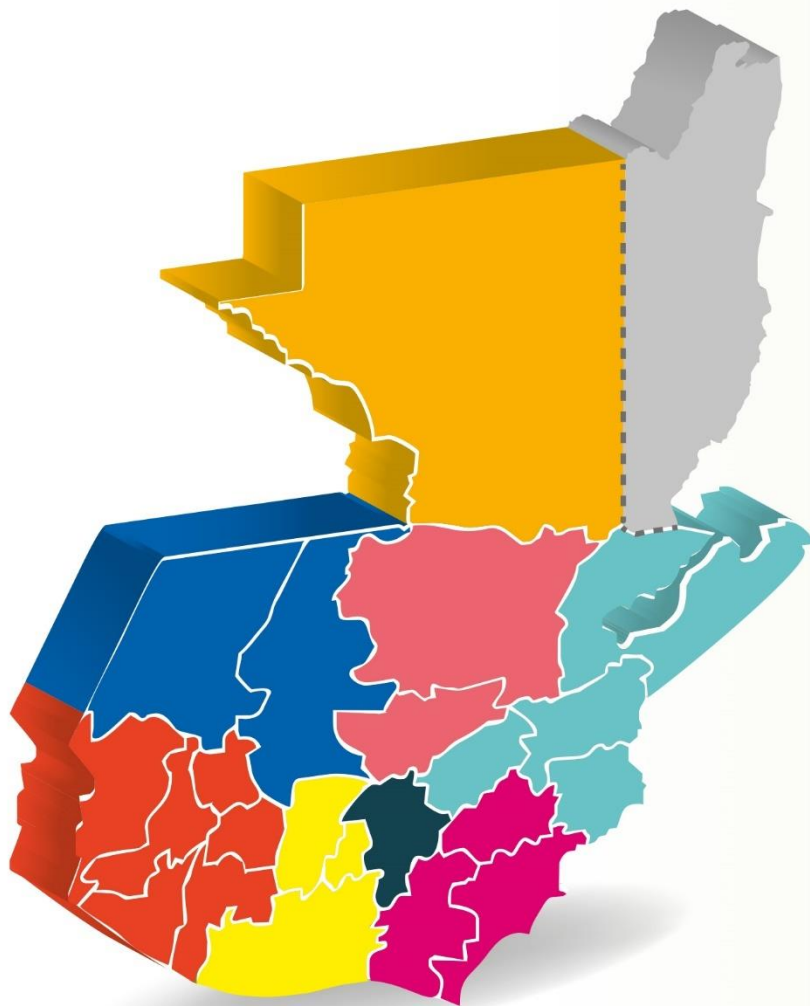
El Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN, 2021) establece, para la evaluación de implementación y resultados de políticas y planes, los siguientes pasos orientadores:

- Designar a un equipo de evaluación.
- Utilizar los insumos del proceso de seguimiento y otros estudios.
- Desarrollo de reuniones con actores claves.
- Elaborar y consolidar el informe de evaluación.
- Aprobar el informe de evaluación.
- Difusión del informe de evaluación.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo (USAID). (s.f.). 2018. Paquete de monitoreo y evaluación: libro de trabajo para monitoreo y evaluación de proyectos. México, México.
- Asociación Nacional del Café de Guatemala (ANACAFÉ). 2016. Política de ambiente y cambio climático para el sector café de Guatemala. 38 páginas.
- Asociación Nacional del Café de Guatemala (ANACAFÉ); Proyecto Clima, Naturaleza y Comunidades en Guatemala (CNCG); Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH); Programa Regional de Cambio Climático y del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE); Proyecto de Cadenas de Valor Rurales (PCVR); y Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). (2016). Reduciendo la vulnerabilidad al cambio climático del sector cafetalero en Guatemala: Manual Técnico para el fortalecimiento del sector de café en Guatemala frente al cambio climático. Guatemala.
- Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN). 2021. Guía para el seguimiento y evaluación de políticas nacionales y planes del SINAPLAN. Lima, Perú.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). 2010. Agenda de Cambio Climático para las Áreas Protegidas y Diversidad Biológica de Guatemala. Guatemala. Documento Técnico No. 83 (01-2010), 69 páginas.
- Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural. Plan Nacional de Desarrollo K'atun: nuestra Guatemala 2032. Guatemala: CONADUR/SEGEPLAN, 2014.
- Di Virgilio, María Mercedes. (2012). Monitoreo y evaluación de políticas, programas y proyectos sociales. Buenos Aires, Argentina.
- FUNCAGUA. 2018. Plan de conservación del agua. Fundación para la Conservación del Agua en la Región Metropolitana de Guatemala. 266p.
- Instituto Nacional de Bosques (INAB) 2013. Agenda del Instituto Nacional de Bosques sobre Cambio Climático. Guatemala: INAB. 58 páginas.
- Instituto Nacional de Bosques (INAB). 2019. Revista Forestal de Guatemala junio 2019 3ra.edición, 20 p. (p. 5).
- Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar (IARNA-URL) y The Nature Conservancy (TNC). 2013. Bases técnicas para la gestión del agua con visión de largo plazo en la zona metropolitana de Guatemala. Guatemala.
- Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad de la Universidad Rafael Landívar (IARNA-URL). 2018. Ecosistemas de Guatemala basado en el sistema de clasificación de zonas de vida. Guatemala.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). 2020. Encuesta nacional agropecuaria con enfoque en granos básicos y cultivos permanentes (maíz, frijol, arroz, café, caña de azúcar, hule, palma africana) año agrícola 2019–2020. Base de Datos Básicos ENA 2019-2020 y Base de Datos Básicos ENA 2019-2020, descarga electrónica de <https://www.ine.gob.gt/ine/encuesta-nacional-agropecuaria/>
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 2017. Política Nacional de Educación Ambiental de Guatemala. Guatemala. 42pp.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (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.
- Mesa de Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala 2015. Estrategia de Restauración del Paisaje Forestal: Mecanismo para el Desarrollo Rural Sostenible de Guatemala, 58 pp.

- Ministerio de Agricultura, Ganadería y alimentación MAGA, 2015. Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra, a escala 1: 50,000 de la República de Guatemala Año 2,010. Memoria Técnica y descripción de resultados. Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos DIGEGR del MAGA. Guatemala. 205 páginas.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y alimentación MAGA. 2018. Plan estratégico de cambio climático del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) 2018-2027 y Plan de Acción 2018 – 2022. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-. Recuperado de https://issuu.com/karensolares/docs/plan_estrategico_cc_maga_v2
- Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda MICIVI, 2020. Política Nacional de Vivienda y Asentamientos Humanos 2020-2032. Viceministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. 112 páginas.
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Ministerio de Finanzas Públicas. 2013. Guía conceptual de la planificación y presupuesto por resultados para el sector público de Guatemala.
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN). 2021. Prioridades Nacionales de Desarrollo PND. Recuperado el 10 de octubre de 2021 de <https://pnd.gt/Home/NodosP1>
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (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.
- Asociación Nacional del Café de Guatemala (ANACAFÉ). 2016. Política de ambiente y cambio climático para el sector café de Guatemala. 38 páginas.



8 REGIONES DE GUATEMALA

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