

PLAN DE ACCIÓN PARA LA ADAPTACIÓN CLIMÁTICA

Cantón de Siquirres

2022 – 2030



PLAN DE ACCIÓN PARA LA ADAPTACIÓN CLIMÁTICA CANTÓN DE SIQUIRRES

El presente documento fue elaborado para la Municipalidad de Siquirres, la Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica (DCC MINAE) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en el marco del proyecto Plan-A: Territorios Resilientes ante el Cambio Climático, con financiamiento del Fondo Verde para el Clima (FVC).

Diciembre de 2022, San José, Costa Rica

Empresas consultoras:

IDOM

IDOM, Engineering, Architecture, Consulting



Centro Para la Sostenibilidad Urbana (CPSU)

Equipo técnico:

Asier Rodríguez Ochoa, Especialista en planificación de la adaptación, IDOM-CPSU

Jessie Vega Méndez, Especialista en procesos participativos, IDOM-CPSU

Carla Quesada Alluín, Especialista en análisis sociológicos y enfoque de género, IDOM-CPSU

Alberto de Tomás Calero, Especialista en análisis de riesgos climáticos y Sistemas de Información Geográfica, IDOM-CPSU

María Perona Alonso, Especialista en planificación urbana y Sistemas de Información Geográfica, IDOM-CPSU

Ruth Martínez Rodríguez, Especialista en adaptación basada en ecosistemas, IDOM-CPSU

Aida Fernández Pérez, Especialista en ordenamiento territorial y riesgos, IDOM-CPSU

Supervisión técnica:

Ximena Apéstegui Guardia, Proyecto Plan-A, PNUMA

Raquel Gómez Ramírez, Proyecto Plan-A, PNUMA

Natalia Gómez Solano, Proyecto Plan-A, PNUMA

Citar como:

Municipalidad de Siquirres. (2022). *Plan de Acción para la Adaptación al Cambio Climático del Cantón de Siquirres 2022-2030*. Proyecto Plan A: Territorios Resilientes ante el Cambio Climático. Municipalidad de Siquirres, Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Energía (DCC MINAE) y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). San José, Costa Rica.

Agradecimientos

El proceso de formulación del presente documento contó con el valioso apoyo de las siguientes iniciativas y organizaciones de origen nacional y de cooperación internacional:



Asimismo, se agradecen los aportes de cada uno de los actores clave que han formado parte del proceso de construcción del Plan de Acción para la Adaptación Climática: instituciones gubernamentales, gobiernos locales, academia, pueblos indígenas, jóvenes, mujeres, sector privado, cooperación internacional y sociedad civil organizada, así como a IDOM Consulting, Engineering, Architecture y el Centro para la Sostenibilidad Urbana por la asistencia técnica.

Contenidos

Agradecimientos.....	4
Acrónimos y siglas.....	7
Índice de figuras.....	8
Índice de tablas.....	9
Prólogo.....	11
1 INTRODUCCIÓN.....	12
2 ENFOQUE METODOLÓGICO.....	14
2.1 Ruta metodológica del Plan de Acción.....	14
2.2 Enfoques orientadores del Plan.....	15
3 PERFIL LOCAL.....	17
3.1 Contexto geográfico.....	17
3.2 Caracterización socioeconómica.....	22
3.3 Planificación territorial y sectorial.....	25
3.4 Acciones climáticas en el cantón.....	26
4 PERFIL CLIMÁTICO.....	28
4.1 Clima histórico y registro de desastres asociados al clima.....	29
4.2 Proyecciones climáticas.....	35
4.3 Amenazas asociadas al clima.....	36
4.4 Categorización de la peligrosidad.....	41
4.5 Receptores sensibles y cadenas de impacto.....	50
4.6 Exposición y vulnerabilidad.....	61
4.7 Riesgos asociados al clima.....	68
4.8 Capacidad adaptativa actual.....	86
5 NECESIDADES Y OPORTUNIDADES DE ADAPTACIÓN.....	88
5.1 Políticas y reportes nacionales en materia de acción climática.....	88
5.2 Análisis de necesidades y oportunidades.....	89
6 MARCO ESTRATÉGICO PARA LA ADAPTACIÓN.....	92
6.1 Visión de adaptación del cantón.....	93
6.2 Ejes estratégicos de acción y objetivos de adaptación.....	93
6.3 Acciones estratégicas en adaptación climática.....	94
7 ARREGLOS INSTITUCIONALES Y MECANISMOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN	107
7.1 Estructura y ruta de implementación.....	107
7.2 Condiciones habilitantes.....	108
8 ESQUEMA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN.....	113
8.1 Modelo de gestión.....	113
8.2 Indicadores de Monitoreo y Evaluación.....	114
9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	117

10	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	120
11	Anexo 1. Metodología para el análisis de riesgos	123
11.1	Peligrosidad.....	123
11.2	Exposición y vulnerabilidad	134
11.3	Cálculo del riesgo.....	139
12	Anexo 2. Clima histórico y Proyecciones climáticas en Costa Rica	141
12.1	Clima histórico.....	141
12.2	Proyecciones climáticas	141
13	Anexo 3 Mapeo de actores	144
14	Anexo 4. Análisis DAFO	147
15	Anexo 5. Fichas de Monitoreo y Evaluación	148
16	Anexo 6. Fuentes de financiamiento en Costa Rica	153
o	Fondos Multilaterales:	153
o	Fondos bilaterales	155
o	Fuentes nacionales de financiamiento	155
17	Anexo 7. Glosario de términos	158

Acrónimos y siglas

ARC	Análisis de Riesgos Climáticos
ASADA	Asociación Administradora de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados comunales
ASP	Áreas Silvestres Protegidas
AyA	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
CCCC	Comisión Cantonal de Cambio Climático
CCI	Climate Change Initiative (Iniciativa de Cambio Climático)
CENIGA	Centro Nacional de Información Geoambiental
CNE	Comisión Nacional de Emergencias
CPSU	Centro Para la Sostenibilidad Urbana
DCC	Dirección de Cambio Climático
ELSA	Essential Life Support Area
ESA	European Space Agency (Agencia Espacial Europea)
DAFO	Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades
GCF	Fondo Verde del Clima
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GIS	Sistemas de Información Geográfica
Ha	Hectárea
IGM	Índice de Gestión Municipal
IMN	Instituto Meteorológico Nacional
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático de Naciones Unidas
IUCN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
MIDEPLAN	Ministerio de Planificación Nacional y Economía Política
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
MIVAH	Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos
MOPT	Ministerio de Obras Públicas y Transporte
M&R	Monitoreo y Reporte
NAP	Plan Nacional de Adaptación
NDC	Contribución Nacional Determinada
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
PCDHL	Plan Cantonal de Desarrollo Humano Local
PEM	Plan Estratégico Municipal
PAAC	Plan de Acción para la Adaptación Climática
PNACC	Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PR	Plan Regulador de Ordenamiento Territorial
SAM	Sinergias entre Mitigación y Adaptación
SENARA	Servicio de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
SINAMECC	Sistema Nacional de Métrica del Cambio Climático
SINIA	Sistema Nacional de Información
SINIGIRH	Sistema Nacional de Información de Gestión Integrada de Recurso
SNIT	Sistema Nacional de Información Territorial
UNDP	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
UNFCCC	Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático

Índice de figuras

Figura 1. Ruta metodológica del Plan de Acción para la Adaptación Climática	14
Figura 2. Localización	18
Figura 3. Áreas de Especial Protección y corredores biológicos	21
Figura 4. Usos del suelo 2020	24
Figura 5. Conceptualización del riesgo climático.....	28
Figura 6. Climodiagrama.....	29
Figura 7. Precipitación media anual en Siquirres	31
Figura 8. Temperatura máxima media anual en Siquirres	32
Figura 9. Temperatura mínima media anual en Siquirres.....	33
Figura 10. Mapa de amenazas hidrometeorológicas.....	38
Figura 11. Mapa de peligrosidad de inundaciones	43
Figura 12. Mapa de peligrosidad de deslizamientos	46
Figura 12. Mapa de peligrosidad de sequías	48
Figura 14. Mapa de vulnerabilidad de la población	66
Figura 15. Mapa de vulnerabilidad del hábitat urbano.....	67
Figura 16. Composición espacial del riesgo climático	68
Figura 17. Mapa de riesgo de inundaciones sobre población.....	72
Figura 18. Mapa de riesgo de inundaciones sobre hábitat urbano	73
Figura 20. Mapa de riesgo de inundaciones sobre vías	74
Figura 20. Mapa de riesgo de deslizamientos sobre población	78
Figura 21. Mapa de riesgo de deslizamientos sobre hábitat urbano.....	79
Figura 22. Mapa de riesgo de sequías sobre sector agropecuario y áreas naturales.....	81
Figura 23. Mapa de vulnerabilidad del hábitat urbano.....	82
Figura 24. Mapa de riesgo de olas de calor sobre población	84
Figura 25. Mapa de riesgo de olas de calor sobre hábitat urbano	85
Figura 22. Lineamientos contenidos en la PNACC	88
Figura 23. Fundamentos del análisis DAFO.....	90
Figura 24. Planteamiento del Marco Estratégico.....	92
Figura 25. Desglose de los flujos de financiación climática mundial por agentes públicos y privados, 2013-2018 (media de dos años, miles de millones de USD). ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 26. Diagrama de la arquitectura financiera de la adaptación climática. ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 27. Índice de aridez promedio.....	129
Figura 29. Matriz de relevancia de actores.	144

Índice de tablas

Tabla 1. Población distribuida por zona y sexo	22
Tabla 2. Población activa por tipo de actividad	22
Tabla 3. Cambios en el uso del suelo	23
Tabla 4. Acciones climáticas contenidas en los instrumentos de planificación	26
Tabla 5. Eventos asociados al clima (1988-2019)	34
Tabla 6. Porcentaje de cambio en la precipitación con respecto al período histórico en Siquirres	35
Tabla 7. Porcentaje de cambio en la temperatura máxima con respecto al período histórico en Siquirres	36
Tabla 8. Porcentaje de cambio en la temperatura mínima con respecto al período histórico en Siquirres	36
Tabla 9. Porcentajes de cambio de la variable R95p en Siquirres	42
Tabla 10. Porcentajes de cambio de la variable CDD en Siquirres	49
Tabla 11. Receptores sensibles	51
Tabla 12. Cadenas de impactos asociadas a las inundaciones	53
Tabla 13. Cadenas de impactos asociadas a los deslizamientos	54
Tabla 14. Cuantificación de daños por eventos organizado por receptores 1988-2019	55
Tabla 15. Cadenas de impactos asociadas a las sequías	57
Tabla 16. Cadenas de impactos asociadas a las olas de calor	58
Tabla 17. Impactos indirectos sobre la población en situación de vulnerabilidad frente al cambio climático	60
Tabla 18. Indicadores de análisis de las amenazas	62
Tabla 19. Riesgo por inundaciones sobre los receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados	71
Tabla 20. Riesgo por deslizamientos sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados	77
Tabla 21. Riesgo por sequía sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados	80
Tabla 22. Riesgo por olas de calor sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados	83
Tabla 23. Listado de medidas de adaptación priorizadas. Riesgos y áreas de acción asociados.	95
Tabla 24. Estimación de rangos de costes de las medidas	97
Tabla 25. Listado e indicadores de M&E	115
Tabla 26. Ejemplo de ficha de indicadores de Monitoreo y Evaluación (M&E)	116
Tabla 27. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a lluvias intensas	124
Tabla 28. Categorización de pendientes como criterio para la componer la peligrosidad espacial de inundaciones	125
Tabla 29. Peligrosidad a inundaciones	125
Tabla 30. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a inundaciones	126
Tabla 31. Categorización de pendientes como criterio para la componer la peligrosidad espacial de deslizamientos	126
Tabla 32. Peligrosidad a deslizamientos	127
Tabla 33. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a deslizamientos	127
Tabla 34. Categorización de la aridez	130

Tabla 35. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a déficit de lluvias	131
Tabla 36. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a déficit de lluvias	132
Tabla 37. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a olas de calor	133
Tabla 40. Relevancia de actores identificados.	145
Tabla 41. Personas participantes del proceso de creación del plan	145
Tabla 46. Resumen del DAFO	147

Prólogo

El cambio climático ya es una realidad y sus impactos se muestran en todas las regiones del planeta, a través de un conjunto cada vez más amplio de señales. Los datos que aporta la observación climática son contundentes.

Aún con los esfuerzos internacionales por mantener el aumento de la temperatura promedio de la Tierra por debajo de 1.5 grados centígrados, existen impactos sobre los cuales Costa Rica tendrá que adaptarse. En este sentido, Costa Rica, a través de los compromisos adquiridos en su Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) y su reciente publicación del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (NAP), se compromete con la acción climática y con la implementación efectiva del Acuerdo de París, así como con el bienestar de las personas y de la naturaleza del país.

Del mismo modo, los efectos del cambio climático a nivel local afectarán de forma significativa a los sistemas económicos y servicios educativos y de salud, y, en consecuencia, aumentarán la vulnerabilidad de sus comunidades e infraestructuras más relevantes.

Siquirres, debido a su situación geográfica y dinámica territorial presenta una singular vulnerabilidad climática. Esto se puede apreciar viendo los registros históricos de eventos climáticos, ocasionando importantes pérdidas económicas.

Ante estos retos, el presente Plan de Acción para la Adaptación Climática (PAAC) de Siquirres se presenta como el vehículo para fortalecer la resiliencia a nivel territorial y social, mediante una serie de acciones estratégicas de adaptación al cambio climático que pretenden planificar el territorio con un enfoque de equidad de género e inclusión social, resiliencia y adaptación basada en ecosistemas. A su vez, contempla aprovechar las oportunidades que ofrece el cambio climático para el desarrollo sostenible y resiliente.

Finalmente, es pertinente mencionar que el presente documento es el resultado de un proceso participativo multisectorial y multiactor, que, gracias a la participación conjunta de actores estatales y no estatales, regionales y locales se ha conseguido fortalecer el proceso y hacer una construcción conjunta del PAAC.

1 INTRODUCCIÓN

La Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Energía (DCC MINAE) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) con el apoyo de Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible, ejecutan el Proyecto "Construyendo capacidades subnacionales para la implementación del Plan Nacional de Adaptación en Costa Rica", también llamado Plan-A: Territorios Resilientes ante el Cambio Climático. El proyecto es financiado por el Fondo Verde para el Clima (GCF).

El Proyecto Plan-A busca fortalecer la capacidad del país para alcanzar los compromisos establecidos a nivel internacional e integrar la adaptación ante el cambio climático en la planificación regional y municipal, por medio de:

- El fortalecimiento de los marcos de planificación actuales a nivel regional y cantonal, reconociendo el papel crucial de las autoridades subnacionales en la adaptación al cambio climático.
- El involucramiento de actores clave en los procesos de planificación e implementación de la adaptación a nivel subnacional.
- La producción de evaluaciones de riesgo cantonal para identificar necesidades de adaptación.
- El desarrollo de capacidades institucionales y técnicas en distintos niveles; y el desarrollo de mecanismos adecuados para el monitoreo y reporte de avances en adaptación a nivel subnacional.

Para ello, como parte de esta iniciativa se han definido una diversidad de lineamientos metodológicos que se pretende llevar a la práctica en 20 cantones piloto, representativos de cada una de las regiones del país, siendo Siquirres uno de ellos.

El presente documento recoge el producto final asociado a este apoyo técnico, y contiene los siguientes apartados:

- **Resumen metodológico:** describe el proceso para la construcción del plan, así como los enfoques orientadores considerados
- **Perfil local:** recoge una síntesis sobre las principales características del cantón (contexto geográfico y caracterización socioeconómica), así como una recopilación de la planificación territorial y sectorial de aplicación cantonal y las acciones climáticas recogidas en los instrumentos de planificación.
- **Perfil climático:** resume el contexto climático del cantón, tanto histórico como futuro, así como de las amenazas asociadas. Así mismo también recoge la caracterización de las componentes del riesgo de los principales receptores sensibles de análisis, el cálculo del riesgo en sí mismo y la capacidad adaptativa actual del cantón.
- **Necesidades y oportunidades de adaptación:** incluye una síntesis sobre las políticas y reportes nacionales en materia de acción climática, así como un análisis de las necesidades y oportunidades en materia de adaptación al cambio climático específicas del cantón.
- **Marco estratégico para la adaptación:** define la visión del cantón en materia de adaptación, desarrollada en una serie de ejes estratégicos de acción y objetivos de adaptación, instrumentalizados mediante un conjunto priorizado de medidas de adaptación, así como su estructura de implementación.

- **Esquema de Monitoreo y Evaluación:** detalla el seguimiento y reporte del nivel de avance en la implementación de las medidas de adaptación.
- **Opciones de financiamiento:** recoge una revisión global, nacional y local de la arquitectura del financiamiento climático aplicable en Costa Rica en el marco de la adaptación, con el objetivo de contribuir a la efectiva implementación del Plan de Acción
- **Conclusiones y recomendaciones:** sintetiza los principales hallazgos del proceso de elaboración del documento y define una serie de recomendaciones para la correcta implementación del Plan de Acción.

2 ENFOQUE METODOLÓGICO

2.1 Ruta metodológica del Plan de Acción

El proceso de elaboración de este plan de acción se realizó en cuatro principales fases, y la estructura de este documento sistematiza los resultados de cada una de ellas, como se aprecia en ruta metodológica de la Figura 1.

Figura 1. Ruta metodológica del Plan de Acción para la Adaptación Climática



Fuente: IDOM-CPSU (2022).

La primera fase es el **Diagnóstico del Plan**, el cual busca analizar y estructurar los principales problemas del cantón en materia de cambio climático. En este sentido, el diagnóstico engloba dos principales análisis, un *perfil local*, donde se analiza el cantón desde una perspectiva socioeconómica, con el objetivo de conocer las dinámicas geográficas, demográficas y económicas del territorio, y el *perfil climático*, donde se analizan los principales impactos de diferentes amenazas sobre diversos receptores, generando como resultado mapas de riesgo climático como principal insumo para la etapa de definición de medidas.

La segunda fase consiste en el **Marco Estratégico para la adaptación**. Esta etapa contempla la definición de la visión del plan, así como de los ejes estratégicos y sus objetivos asociados. Igualmente, se plantean una serie de *medidas de adaptación al cambio climático* que responden a la realidad social, cultural y climática del cantón, identificada en el diagnóstico previo desarrollado. Por último, se analiza la *estructura de implementación*, así como las principales barreras que se deben superar para la efectiva implementación del Plan de Acción para la Adaptación Climática de Siquirres.

La tercera fase consiste en el **Monitoreo y Evaluación**, donde se plantea un esquema para el seguimiento y el reporte periódico del nivel de avance en la implementación de las medidas de adaptación priorizadas.

Por último, la última etapa del plan son las **Opciones de Financiamiento**. El objetivo de este capítulo es presentar un panorama del financiamiento para la adaptación, que incluya las tendencias globales, nacionales y locales en Costa Rica, los diferentes fondos y los mecanismos de financiamiento, así como las potenciales aplicaciones para Costa Rica.

De forma transversal, se identifica el **proceso participativo** y socialización del Plan de Acción para la Adaptación Climática, el cual ha sido construido de forma conjunta con todos los actores clave a nivel cantonal, regional y nacional.

2.2 Enfoques orientadores del Plan

El Plan cuenta con los siguientes enfoques orientadores, los cuales son los conceptos clave que articulan la definición de medidas de adaptación al cambio climático en particular, así como el Plan de Acción para la Adaptación Climática en general.

- **Gestión del riesgo del cambio climático.**

Es el proceso que busca anticipar y/o reducir los riesgos actuales y/o evitar la generación de riesgos futuros ante los efectos del cambio climático, para reducir o evitar los potenciales impactos en los ecosistemas, cuencas, territorios, medios de vida, población, infraestructura, bienes y servicios.

- **Equidad de género e inclusión social.**

Busca la construcción de relaciones de género equitativas y justas y reconoce la existencia de otras discriminaciones y desigualdades derivadas del origen étnico, social, orientación sexual, identidad de género, edad, entre otros.

Desde una perspectiva de cambio climático, el enfoque de género incide en la formulación y gestión de políticas públicas, ya que incorpora las necesidades específicas de mujeres y hombres en todo el ciclo de las políticas, favoreciendo una gestión pública eficiente y eficaz orientada a la igualdad social y de género.

- **Integración vertical y horizontal.**

A través de la integración vertical, se fomenta el trabajo con las diferentes autoridades nacionales, regionales y cantonales competentes en materia de cambio climático, a fin de asegurar una correlación entre lo nacional y subnacional por medio de la alineación de los Planes de Acción para la Adaptación Climática con los instrumentos de gestión integral del cambio climático a nivel nacional como la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), las Contribuciones Nacionales Determinadas (NDC) y el Plan Nacional de Adaptación (PNACC).

Igualmente, la integración horizontal fomenta el trabajo conjunto e integrado con las diferentes autoridades sectoriales competentes en materia de cambio climático para potenciar las sinergias y la interrelación de competencias y responsabilidades de todos los sectores sociales y productivos, a fin de reducir su vulnerabilidad y su exposición a los efectos adversos del cambio climático.

- **Participación ciudadana.**

Toda persona tiene el derecho y deber participar responsablemente en los procesos de toma de decisiones para la gestión integral del territorio integrando la adaptación al cambio climático que se adopten en cada uno de los niveles de gobierno.

Los espacios de participación permiten conocer las opiniones, necesidades, experiencias y soluciones de la población para la construcción de estrategias climáticas más robustas e integrales. De esta manera, el espacio de diálogo y participación permite observar las causas de la vulnerabilidad social y enfocar esfuerzos para su solución, como el empoderamiento de las mujeres o inclusión de poblaciones con condiciones de vulnerabilidad. La participación ciudadana es fundamental para lograr un desarrollo sostenible bajo en emisiones y resiliente al cambio climático.

- **Adaptación basada en ecosistemas.**

Identificar e implementar acciones para la protección, manejo, conservación y urgente restauración de ecosistemas, particularmente de ecosistemas frágiles como ecosistemas costeros, forestales, humedales, arrecifes, planicies, desembocaduras, entre otros, así como áreas naturales protegidas, a fin de asegurar que estos continúen prestando servicios ecosistémicos.

- **Adaptación basada en la gestión territorial.**

Incorporar la adaptación en la gestión territorial a escala regional y cantonal. Asimismo, diseñar y adaptar la infraestructura y el hábitat urbano según su nivel de exposición y vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos, promoviendo procesos constructivos sostenibles, el desarrollo de capacidades técnicas y profesionales, la innovación tecnológica y la incorporación de tecnologías locales para la construcción de ciudades sostenibles, resilientes y ambientalmente seguras.

- **Adaptación basada en comunidades.**

Recuperar, valorizar y utilizar los conocimientos tradicionales de los pueblos indígenas y su visión de desarrollo armónico con la naturaleza, en el diseño de las medidas de adaptación al cambio climático, garantizando la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de estos.

Desde la perspectiva de la adaptación, se debe reconocer, fomentar, apoyar e incentivar el conocimiento indígena y las técnicas ancestrales que permitan potenciar la adaptación de estos pueblos al cambio climático, en sus propios territorios.

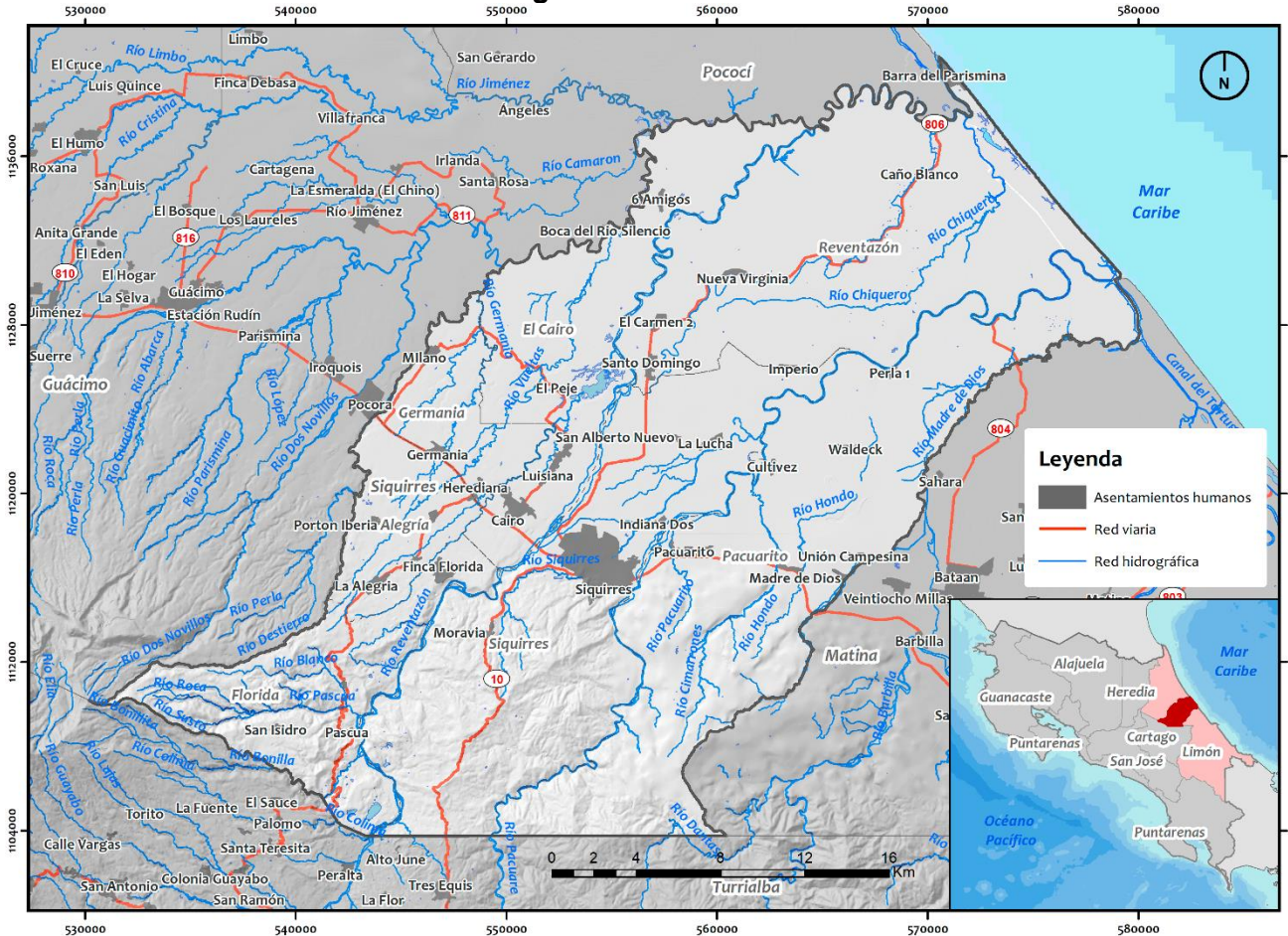
3 PERFIL LOCAL

3.1 Contexto geográfico

Siquirres es el cantón número tres de la provincia de Limón, y forma parte de la Región Huetar Caribe, al este del país. Su extensión aproximada es de 860,2 km² y se encuentra limitado al norte con el cantón de Guácimo, al oeste con el cantón de Turrialba, al este con el mar Caribe y al sur con el cantón de Matina.

Este cantón está conformado por siete distritos: Siquirres, Alegría, Germania, El Cairo, Pacuarito, Reventazón (conformado en el año 2018) y Florida; como se identifica en la Figura 2.

Figura 2. Localización



Mapa de contexto geográfico

Sistema de coordenadas
Proyección: CRTM05
Datum: CRO5/WGS84

Fuente de Datos:
Instituto Geográfico Nacional (IGN)

Fecha: Mayo 2022

Diseño:



3.1.1 Topografía, geología y geomorfología

Desde un punto de vista geológico, está compuesto por materiales de los períodos Terciario y Cuaternario, siendo las rocas sedimentarias de este último período las predominantes.

Este cantón se compone por seis unidades geomórficas: con origen en sedimentación aluvial, origen tectónico y erosivo, origen volcánico, originada por remoción en masa, litoral de origen marino y de origen estructural.

3.1.2 Hidrología

El sistema fluvial del cantón corresponde con la subvertiente Caribe de la vertiente del mismo nombre, que pertenece a las cuencas de los ríos Reventazón, Parismina, Pacuare, Madre de Dios y Matina. Algunos de los ríos que conforman este sistema son: Bonilla, Pascua, Peje, Silencio, Chiquero, Siquirres, Madre de Dios o Caño Azul.

3.1.3 Áreas de especial protección y corredores biológicos

En el cantón de Siquirres existen zonas que presentan algún tipo de régimen de protección especial, como son los humedales, las Áreas Silvestres Protegidas (ASP) y los Territorios Indígenas.

En el caso de los humedales, se trata de una categoría de manejo incluida en las Áreas Silvestres Protegidas por la Ley de Biodiversidad (artículo 58), pero dada su entidad en la regulación y balance hídrico, en esta ocasión se ha tratado de forma separada. Además, se ha considerado necesario desagregarlo para el análisis de riesgos, como se explica en el apartado 4.5.

- **Humedales (SINAC):**

En este cantón se encuentran alrededor de 94 km² de humedales, lo que supone casi el 11% del territorio, distribuidos por todo el territorio especialmente en la zona norte. Dos de los más importantes son el humedal Lacustrino Bonilla Bonillita y Nacional Cariari. Los humedales existentes son de tipo lacustre (laguna y lago) y palustre (pantano arbolado y pantano herbáceo). Algunos de ellos se encuentran dentro de Áreas Silvestres Protegidas (ASP), como la Laguna Bonilla que se encuentra dentro del Humedal Lacustrino Bonilla-Bonillita.

- **Áreas Silvestres Protegidas:**

El 14% de la superficie del cantón corresponde con Áreas Silvestres Protegidas (ASP), lo que corresponde con alrededor de 124 km². Estas áreas son el Parque Nacional Barbilla (0,25 km²), las Reservas Forestales Río Pacuare (93,9 km²) y la Cordillera Volcánica Central (22,7 km²), y la Zona Protectora cuenca Río Siquirres (6,9 km²).

- **Territorios Indígenas:**

Alrededor del 1% del cantón (9,6 km²) corresponde con el Territorio Indígena Cabécar de Nairi-Awari, situado al sur de Siquirres.

Sin régimen de protección se encuentran los **corredores biológicos**, que dada su importancia en el cantón como vía de comunicación y de intercambio entre especies entre las áreas de especial protección y el resto del territorio, resulta de interés mencionarlo en este apartado. Además, están impulsados por el SINAC y corresponden con la segunda estrategia de conservación más importante. En este caso se localizan los corredores:

- C23. Parismina
- C24. Moín Tortuguero
- C55. Volcánica Central Talamanca

Los distritos de Siquirres y Pacuarito pertenecen al área de conservación La Amistad-Caribe (ACLA-C), según lo recogido en el proyecto BIOMARCC (BIOMARCC-SINAC-GIZ, 2013).

3.2 Caracterización socioeconómica

3.2.1 Población

Los datos del último censo oficial publicado en 2011 indican que la población de Siquirres alcanza los 56.786 habitantes, de los que 28.031 son mujeres (49%) y 28.755 son hombres (51%). Esta se distribuye por los distritos de modo que Siquirres acapara la mayoría de la población con casi un 57 %, seguido de Pacuarito con un 15%, El Cairo con 11%, Alegría con 10%, Germania con un 4% y por último Florida con menos de un 4% de los habitantes del cantón. En la Tabla 1. Población distribuida por zona y sexo se muestra la población diferenciando por distritos, sexo y zona urbana-rural. En esta tabla no se concreta la población del cantón Reventazón, puesto que se creó en el año 2018 y el último censo es anterior a esta fecha.

En ese año, casi el 54% de la población se localizaba en zonas urbanas. Atendiendo a los datos de densidad de población que también arroja el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), la densidad promedio en el año 2011 se situaba en los 55 hab/km², siendo el distrito que presenta un valor mayor Siquirres con 85 hab/km².

Tabla 1. Población distribuida por zona y sexo

Distritos	Zona urbana			Zona rural		
	Mujeres	Hombres	Total	Mujeres	Hombres	Total
<i>Siquirres</i>	10.680	10.222	20.902	5.088	5.647	10.735
<i>Pacuarito</i>	1.735	1.871	3.606	2.409	2.741	5.150
<i>Florida</i>	395	415	810	660	714	1.374
<i>Germania</i>	636	698	1.334	539	598	1.137
<i>El Cairo</i>	1.705	1.631	3.336	1.319	1.427	2.746
<i>Alegría</i>	293	294	587	2.572	2.497	5.069
Total	15.444	15.131	30.575	12.587	13.624	26.211

Fuente: INEC (2011).

3.2.2 Actividades productivas

En cuanto a la estructura productiva del cantón, predominan los sectores primario y terciario con 44,8% y 44,7%, respectivamente; seguido por el sector secundario con un 10,5% (INEC, 2011).

Como se ha comentado, el **sector primario y terciario**, en los que se aglutinan la agricultura y ganadería por un lado; y actividades como el comercio, la hostelería, el transporte, las actividades inmobiliarias o la enseñanza por el otro; se encuentran ampliamente representados en este territorio. Esto se puede ver también en el número de personas que son empleadas por cada tipo de actividad:

Tabla 2. Población activa por tipo de actividad

Actividad	Trabajadores
Sector primario	6.768
Sector secundario	1.930
Sector terciario	6.289

Actividad	Trabajadores
Total	14.987

Fuente: Elaboración propia con información de la Caja Costarricense de Seguro Social/CCSS (2019).

3.2.3 Usos del suelo

Acorde con la información analizada de la Agencia Espacial Europea bajo la *Climate Change Initiative* (CCI), en los últimos veinte años la cubierta del suelo se ha visto alterada, como se ve en la Tabla 3. Cambios en el uso del suelo. El cantón ha experimentado un retroceso en la superficie dedicada a los cultivos y esta probablemente ha sido recolonizada por vegetación natural y seminatural, dada la relación entre la tasa de cambio de ambos usos. Por otro lado, la huella urbana del cantón ha aumentado ligeramente lo que puede señalar, junto al abandono de los cultivos, que el cantón sigue una tendencia de urbanización tal y como sucede en buena parte del planeta.

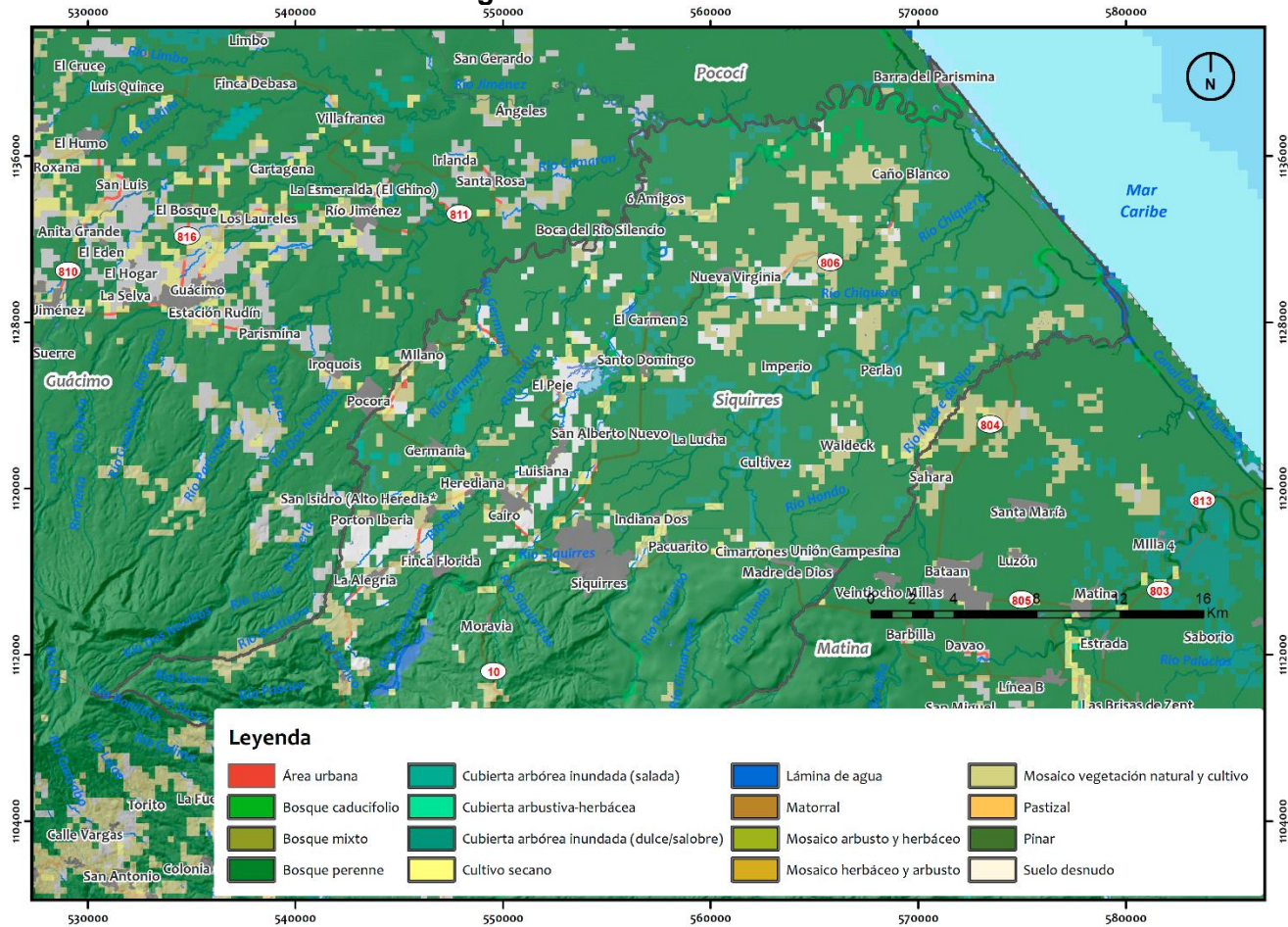
Tabla 3. Cambios en el uso del suelo

Cobertura	2000 (%)	2020 (%)	Tasa de cambio (%)
Cultivos	17,51	13,82	-3,69
Vegetación natural y seminatural terrestre	78,71	81,53	2,82
Vegetación natural y seminatural acuática	3,50	4,04	0,54
Áreas urbanas	0,09	0,12	0,03
Láminas de agua	0,14	0,45	0,31
Total	100	100	-

Fuente: IDOM-CPSU a partir de los datos de European Space Agency (ESA)¹ (2020).

¹ Disponible en: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/satellite-land-cover?tab=overview>

Figura 4. Usos del suelo 2020



Mapa de cubierta del suelo 2020

Sistema de coordenadas
Proyección: CRTM05
Datum: CRO5/WGS84

Fuente de Datos:
European Space Agency (ESA)

Fecha: Mayo 2022

Diseño:



3.3 Planificación territorial y sectorial

El cantón de Siquirres cuenta con instrumentos específicos en materia de planificación a nivel territorial, y algunos de sus ejes u objetivos intersecan con las cuestiones de cambio climático y resiliencia del cantón. Se encuentran vigentes los siguientes:

- **Plan de Desarrollo Local 2016-2030 (2016)**

Este Plan supone la definición de la estrategia local de desarrollo cuyo punto objetivo es lograr el territorio que se imaginan sus habitantes en este plazo de 14 años. Su objetivo general es orientar en el ordenamiento y mejora de los recursos para asegurar su uso eficiente. Esta se vertebra en distintas áreas estratégicas de desarrollo sobre los que se definen objetivos específicos:

- Desarrollo social
- Desarrollo de logística en infraestructura y servicios
- Desarrollo productivo/económico
- Fortalecimiento y consolidación de la integración de la organización comunal-distrital y de la coordinación municipal e interinstitucional
- Planificación para la conservación, manejo y uso racional de los recursos naturales, ambiente y ordenamiento territorial

Entre sus metas específicas se encuentra la implementación de un sistema de información preventivo de control de los efectos ocasionados por los desastres naturales, así como otras relacionadas con la conservación y el buen manejo de los recursos naturales y el territorio. Ello revierte en un cantón más resiliente donde se trata de evitar los desastres naturales y garantizar la conservación del ambiente.

- **Plan de Gobierno 2016-2020**

El Plan de Gobierno constituye el marco estratégico, cuya visión es “posicionar a Siquirres como un cantón modelo, moderno, con mejores oportunidades de estudio y empleo, con mayor participación ciudadana y liderado por un gobierno local eficiente, con criterio científico y humano”. En este se definen los pilares fundamentales sobre los que se desarrolla la gobernanza. Estos son:

- Empleo
- Infraestructura
- Juventud, deporte y cultura
- Gestión social y educativa
- Gestión ambiental
- Gestión administrativa municipal

Las estrategias que plantea repercuten en la consecución de un cantón con mayor capacidad adaptativa frente al cambio climático por lo que, aunque no especifique medidas concretas en relación con este, de forma transversal trata de resolverlo, haciendo hincapié en las líneas de acción asociadas a la gestión ambiental.

- **Plan Regulador (2020)**

Los objetivos del Plan Regulador se basan en promover y regular una relación óptima entre los usos del suelo para que conservación y desarrollo sean posibles.

Estos objetivos van en consonancia con el presente Plan de adaptación al cambio climático, puesto que una ordenación y planificación de los usos del territorio adecuada es una medida clave de respuesta frente a los retos del cambio climático.

3.4 Acciones climáticas en el cantón

Las acciones climáticas hacen referencia a aquellas políticas o medidas dirigidas a reducir los impactos del cambio climático sobre el territorio, aportando a este la resiliencia necesaria para sobreponerse. A nivel global, conforman el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 13, desde el que se insta a adoptar medidas urgentes para combatir los efectos del cambio climático. Conforme a esto y en relación con la situación tras la COVID-19, el Secretario General de Naciones Unidas ha propuesto seis medidas favorables para el clima² que los Gobiernos pueden adoptar al mismo tiempo que reconstruyen sus economías y sociedades. Estos son:

1. Transición verde a través de inversiones que aceleren la descarbonización de la economía.
2. Empleos verdes y crecimiento sostenible e inclusivo.
3. Economía verde para que las sociedades sean más resilientes y justas.
4. Inversión en soluciones sostenibles, dejando de aportar subsidios a los combustibles fósiles.
5. Afrontar todos los riesgos climáticos.
6. Cooperación entre países.

El cantón de Siquirres ha fijado algunas acciones climáticas en sus instrumentos de planificación, como las que se detallan a continuación:

Tabla 4. Acciones climáticas contenidas en los instrumentos de planificación

Plan territorial/sectorial	Acción climática
<p>Plan de Desarrollo Local 2016-2030</p>	<p>Iniciar un proceso de mejoramiento de la eficiencia y eficacia de la gestión municipal, que permita promover un desarrollo humano, equitativo y sostenible del cantón.</p>
	<p>Iniciar un proceso de la participación de las comunidades de los distritos del cantón, en lo referente a la toma de decisiones de la inversión municipal y en el acceso a oportunidades de servicios de las instituciones, para lograr un desarrollo humano, equitativo y sostenible del cantón.</p>
	<p>Elaborar en forma participativa un plan para el desarrollo sostenible para los sectores socio productivos, que permita a las familias ejecutar actividades productivas competitivas, para aumentar el ingreso familiar y mejorar su calidad de vida.</p>
	<p>Elaborar participativamente un plan para la recuperación, conservación el manejo y uso racional de los recursos naturales, de tal manera que se garantice la perpetuidad de su preservación como</p>

² Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>

Plan territorial/sectorial	Acción climática
	patrimonio de las futuras generaciones de nuestras comunidades

Fuente: IDOM-CPSU (2022) a partir de la información contenida en los instrumentos de planificación

Así mismo, en el cantón de Siquirres, los diferentes actores del territorio desarrollan las siguientes acciones que contribuyen a la adaptación del cantón:

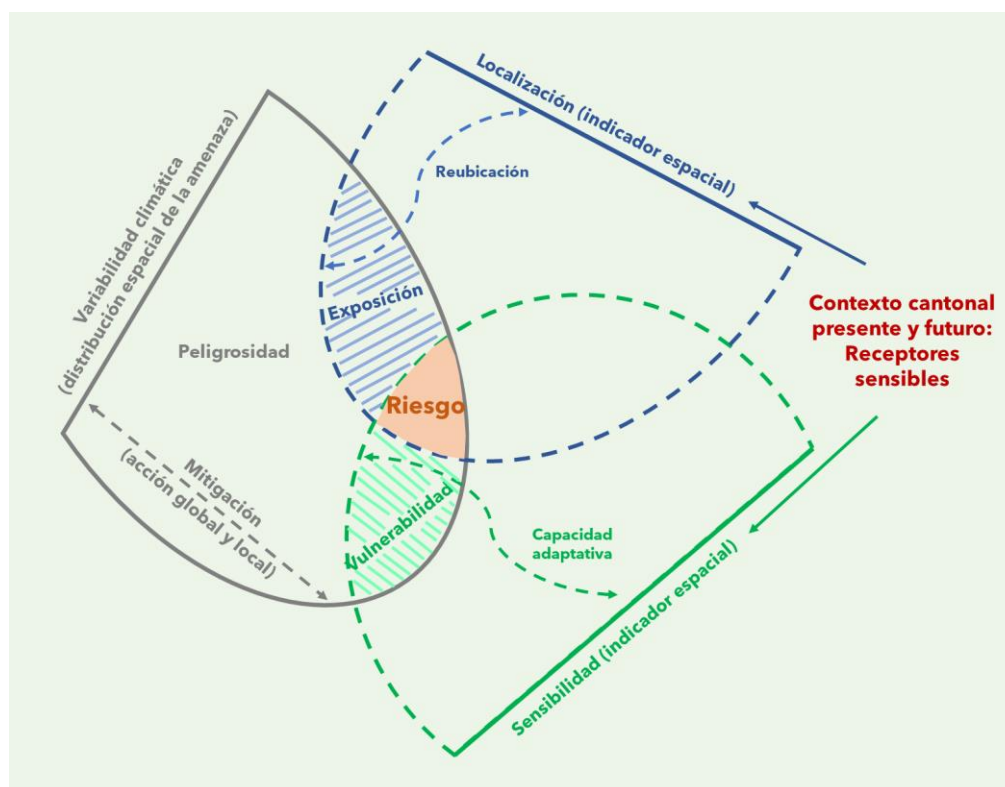
- El plan regulador del cantón está en proceso de realización con lo cual se presente ordenar de manera planificada el cantón de acuerdo con las zonas ambientalmente frágiles y las capacidades de usos del suelo.
- El Comité Municipal de Emergencias se mantiene activo en operación encargado de las acciones referentes a la atención de emergencias y recuperación post desastre.
- En conjunto con la Universidad Técnica Nacional se promueve la formación la capacitación técnica en áreas de innovación y emprendimiento para mujeres, adultos mayores y jóvenes.
- La Unidad Técnica de Gestión y Saneamiento Ambiental brinda el servicio de recolección separada de los residuos valorizables y no valorizables a toda la población del cantón y mantiene de forma permanente la realización de actividades de educación ambiental.
- La municipalidad administra el Centro de Cuido y Desarrollo Infantil del cantón con lo cual colabora el cuido y la educación de las infancias del cantón.
- El Área de Acción Social de la municipalidad desarrolla actividades durante todo el año para el fomento y divulgación de la cosmovisión de las personas afrodescendientes.
- La municipalidad desarrolla anualmente obras de infraestructura vial, puentes, caminos, aceras y de alcantarillado pluvial con el fin de mejorar la conectividad de las poblaciones y el manejo apropiado de las aguas pluviales.
- Diversas organizaciones públicas y privadas existentes en el cantón cuentan con el reconocimiento de Bandera Azul Ecológica en sus diferentes categorías, así como el Certificado de Sostenibilidad Turística

Estas acciones son un punto de partida desde el que comenzar una estrategia de mitigación y adaptación transversal a todos los ámbitos de la sociedad, para lograr un cantón resiliente y adaptado en el que tanto el medio natural como el socioeconómico no se vean resentidos por el cambio climático.

4 PERFIL CLIMÁTICO

Este análisis se apoya en la caracterización de los tres elementos que componen el riesgo climático, según estableció el Grupo Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático de Naciones Unidas (IPCC) en su Quinto Informe de Evaluación (IPCC, 2014). La Figura 5, basada en esta referencia, conceptualiza el enfoque y los conceptos a utilizar.

Figura 5. Conceptualización del riesgo climático



Fuente: IDOM-CPSU (2022).

La existencia de un riesgo climático viene dada por la coincidencia en el espacio/tiempo de tres elementos: (1) exposición y (2) vulnerabilidad para un determinado (3) peligro o amenaza sujeta a un desencadenante climático. La magnitud del riesgo va a depender de la caracterización de estos tres factores. Es claro de partida que elevados niveles de amenaza, exposición y vulnerabilidad implican alto riesgo.

La amenaza necesariamente obedece a un desencadenante climático y se caracteriza por su peligrosidad (recurrencia y severidad de los eventos). Un ejemplo de amenaza corresponde a los periodos de sequía, para los cuales se tiene un registro histórico de ocurrencia y se puede estimar su incidencia futura, bajo diversos escenarios de cambio climático. El grado de variabilidad climática condiciona el nivel de amenaza a considerar para periodos futuros.

La exposición por su parte corresponde con la localización de un posible elemento del contexto socioeconómico y natural del territorio (receptor sensible) en el ámbito de afección de la amenaza considerada. Sin exposición, no hay riesgo.

El tercero y último de los elementos que caracterizan el riesgo climático es la vulnerabilidad. Este factor da una medida del potencial impacto asociado a una amenaza determinada sobre un receptor concreto (sensibilidad), así como a su capacidad de asimilar o recuperarse de los potenciales impactos (capacidad adaptativa).

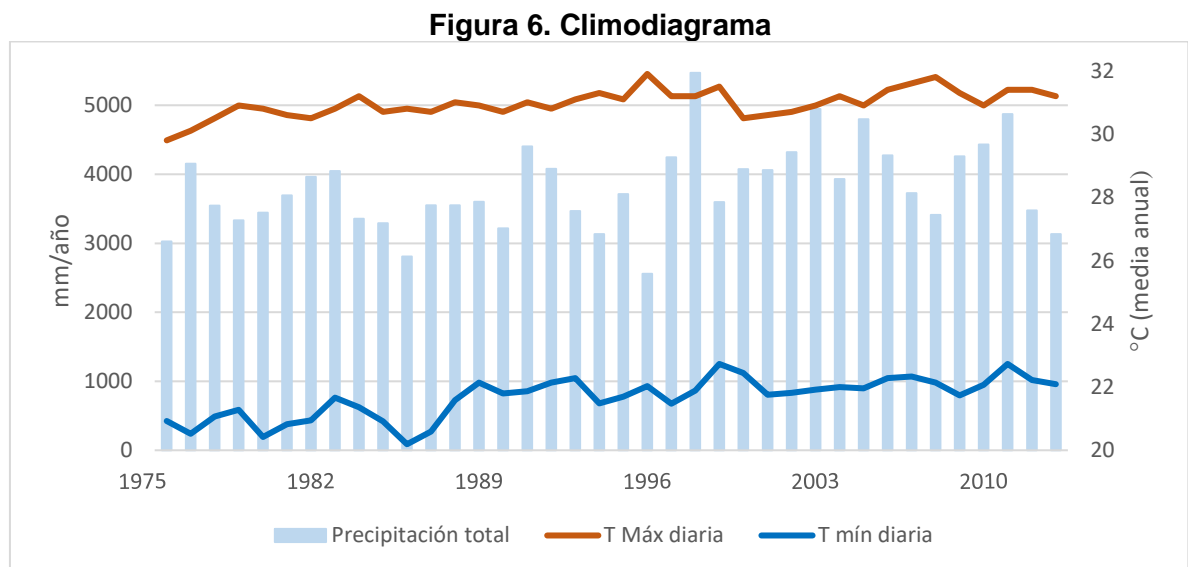
El análisis se basa por tanto en la determinación de la exposición y vulnerabilidad de diferentes receptores sensibles frente a las amenazas con mayor potencial de impactar al desarrollo sostenible en el cantón, en el momento actual y en el futuro, a partir de las proyecciones realizadas bajo diferentes escenarios climáticos. Este trabajo se ha realizado por medio de indicadores espaciales, que son construidos exclusivamente en base a la información de partida previamente levantada y operados con un Sistema de Información Geográfica (GIS).

4.1 Clima histórico y registro de desastres asociados al clima

El clima en el cantón de Siquirres, incluido en la región climática Vertiente del Caribe, es tropical húmedo. No presenta una estación seca definida, ya que en los meses menos lluviosos (de abril a septiembre) las precipitaciones rondan entre los 100 y 200 mm (IMN, 2021).

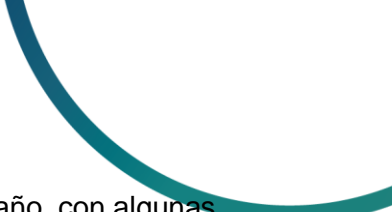
A continuación, se analizan las tendencias históricas de las precipitaciones y temperatura, así como los desastres asociados al clima. Para más información sobre las proyecciones de Costa Rica y las utilizadas en el presente informe acudir al Anexo 2. Clima histórico y Proyecciones climáticas en Costa Rica.

Con base en los datos del Instituto Meteorológico Nacional (IMN), para la estación de Hacienda El Carmen que es la más cercana al cantón, se completa el siguiente perfil térmico y pluviométrico. Estas dos variables se relacionan en el siguiente climodiagrama (Figura 6) que recoge el cómputo anual de las precipitaciones y la media de la temperatura máxima diaria y de la temperatura mínima diaria:



Fuente: IDOM-CPSU a partir de los datos del IMN (2019).

4.1.1 Precipitación



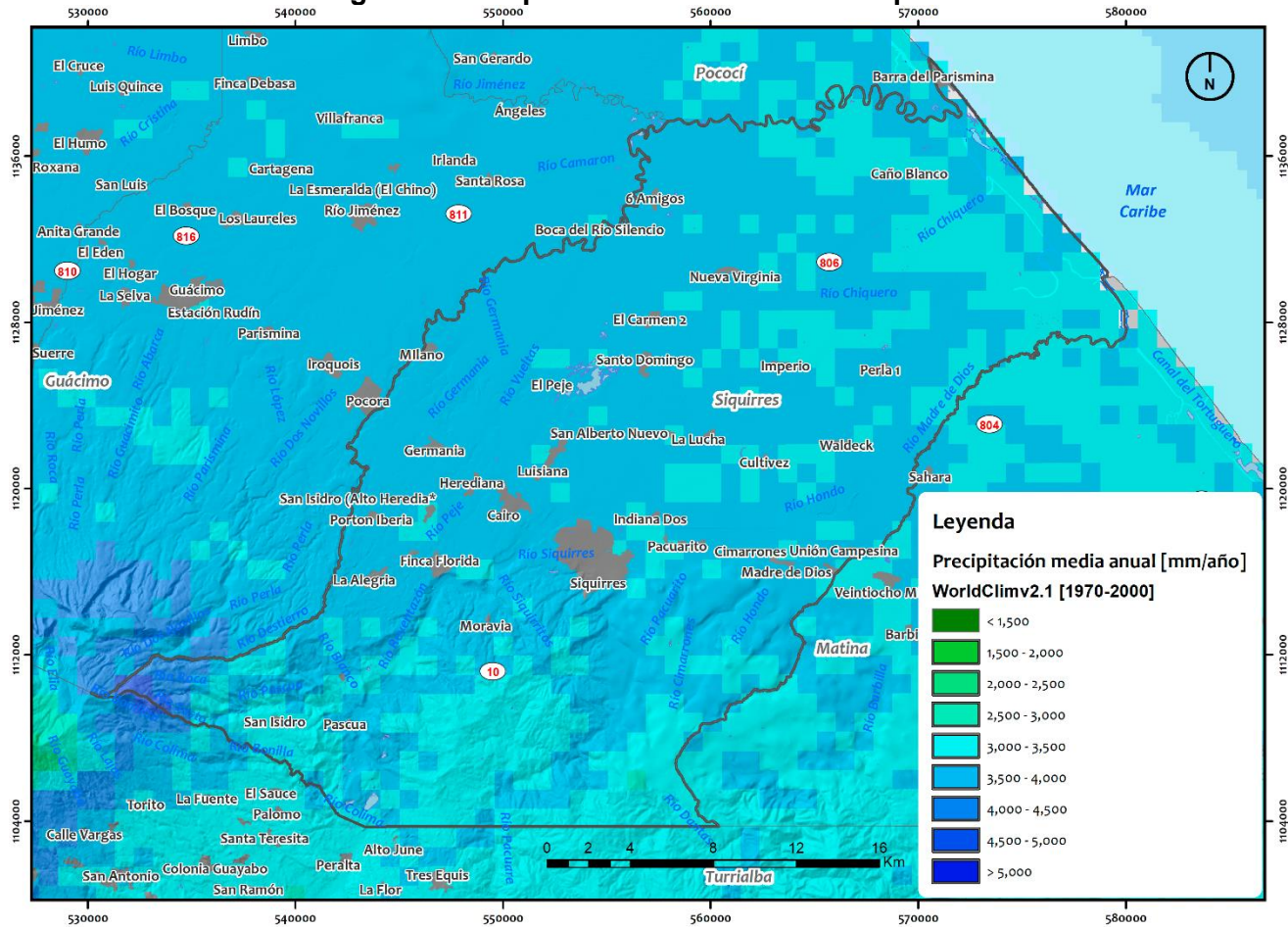
La precipitación media anual de Siquirres se sitúa alrededor de los 3.600 mm/año, con algunas variaciones a lo largo del cantón, siendo las franjas norte y sur del cantón donde se registran ligeramente menores precipitaciones a lo largo del año, como se puede ver en la Figura 7.

4.1.2 Temperatura

El cantón de Corredores presenta un gradiente de temperaturas máximas (Figura 8) a lo largo de su territorio que va desde las temperaturas más altas en la franja costera y primera mitad, y va descendiendo hacia el interior del país. Estas temperaturas van desde los 30,4 hasta los 20,3°C.

En cuanto a la temperatura mínima (Figura 9) sucede un patrón similar donde el cantón se divide en tres franjas, siendo una de ellas predominante que se caracteriza por temperaturas alrededor de los 22°C.

Figura 7. Precipitación media anual en Siquirres



Mapa de precipitación media anual

Sistema de coordenadas
Proyección: CRTM05
Datum: CRO5/WGS84

Fuente de Datos:
WorldClim

Fecha: Mayo 2022

Diseño:

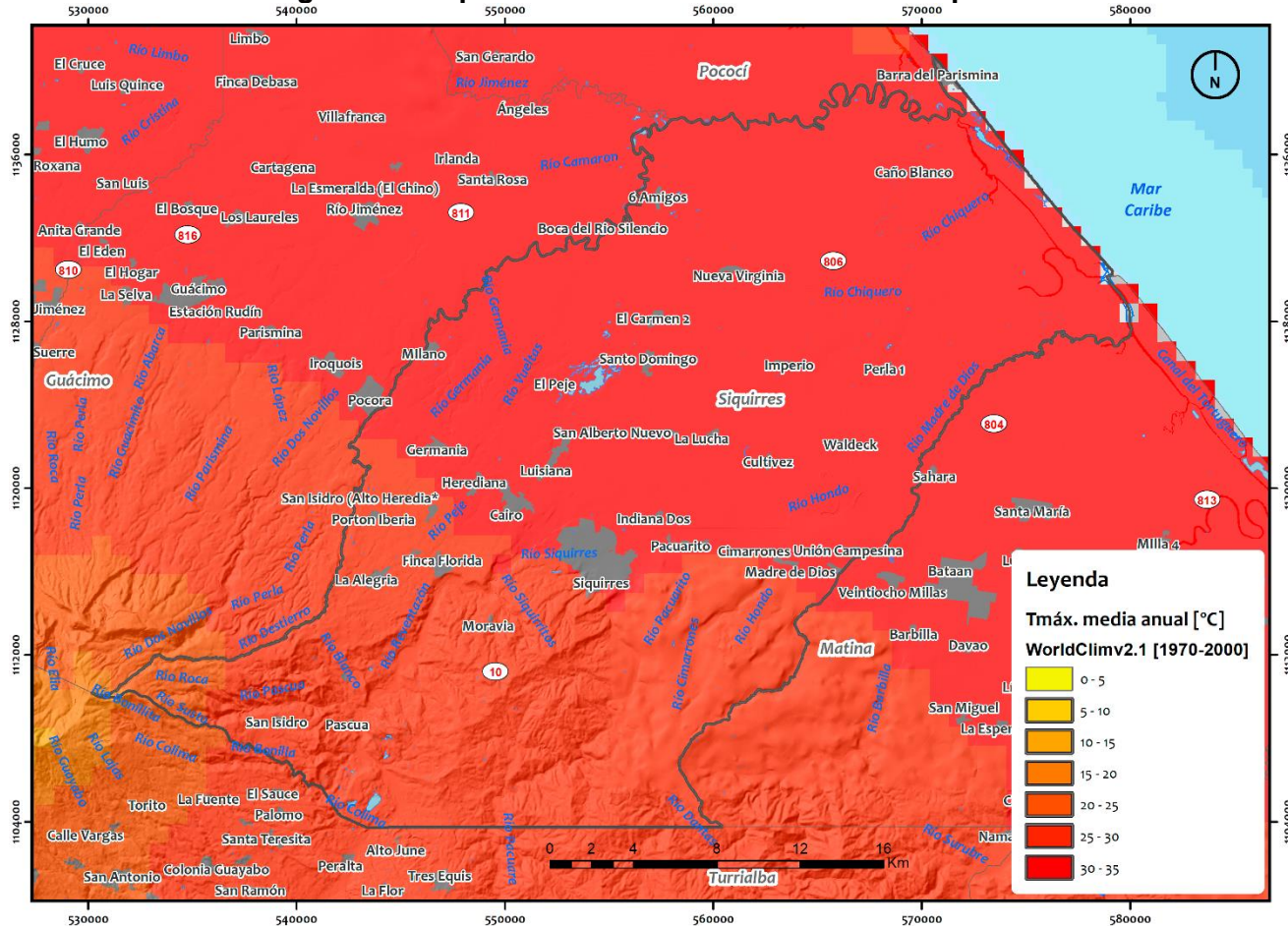
IDOM



ONU
programa para el medio ambiente



Figura 8. Temperatura máxima media anual en Siquirres



Mapa de temperatura máx. media anual

Sistema de coordenadas
 Proyección: CRTM05
 Datum: CRO5/WGS84

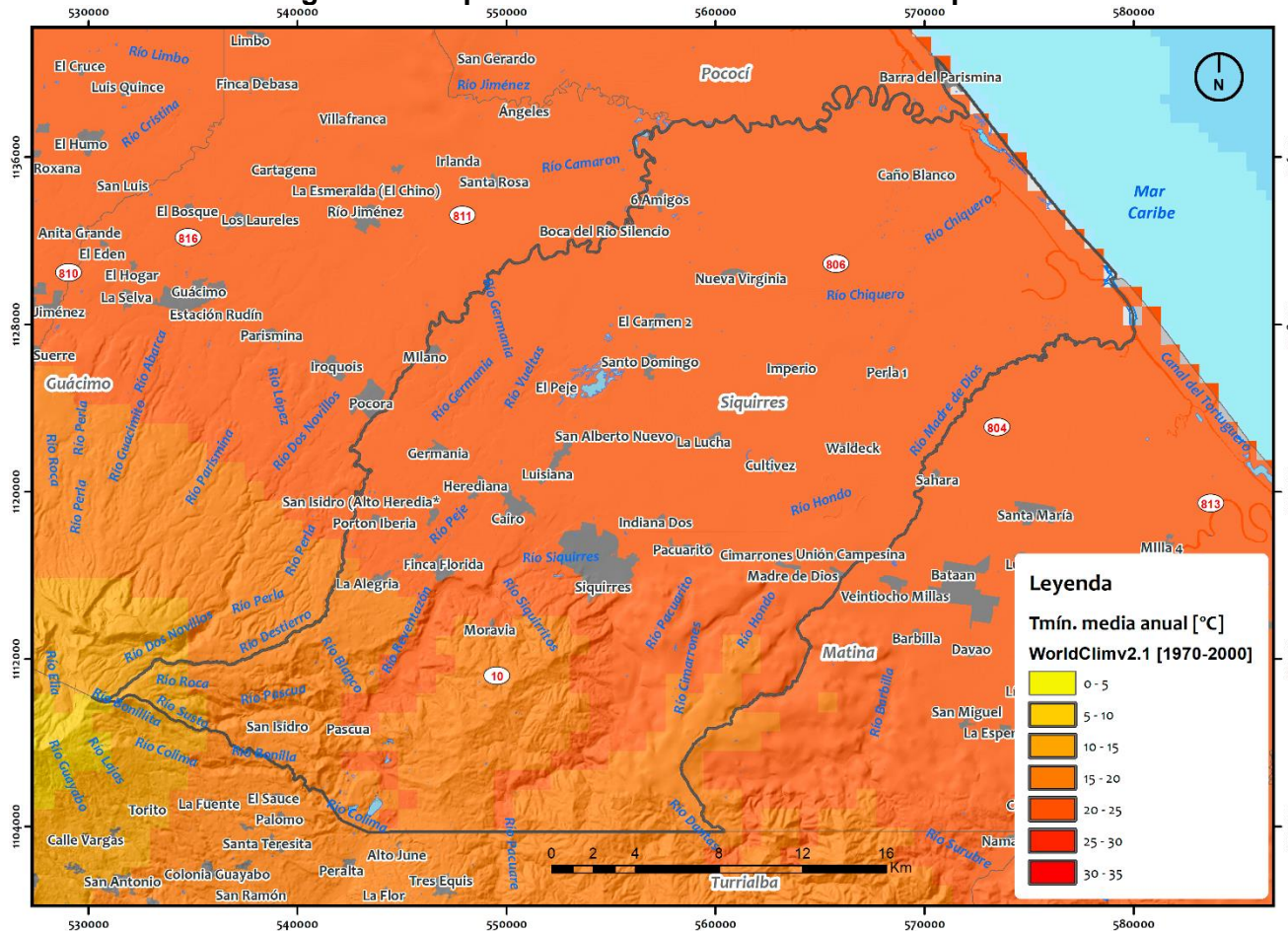
Fuente de Datos:
 WorldClim

Fecha: Mayo 2022

Diseño:



Figura 9. Temperatura mínima media anual en Siquirres



Mapa de temperatura mín. media anual

Sistema de coordenadas
 Proyección: CRTM05
 Datum: CRO5/WGS84

Fuente de Datos:
 WorldClim

Fecha: Mayo 2022

Diseño:



4.1.3 Eventos asociados al clima

Este cantón ha experimentado a lo largo de la historia la sucesión de distintos eventos asociados al clima que han tenido consecuencias en términos sociales y económicos. El Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN) cuenta con información sobre estos desde el año 1988 (MIDEPLAN, 2019), y en el caso de Siquirres son los siguientes:

Tabla 5. Eventos asociados al clima (1988-2019)

Nº	Evento	Tipo de evento	Año	Duración	Distrito
1	Huracán Juana	Lluvias intensas	Oct 1988	5 días	Siquirres
2	Inundaciones	Lluvias intensas	Dic 1993	6 días	Siquirres, Pacuarito Florida, y Cairo
3	Depresión tropical Nº 12	Lluvias intensas	Nov 1994	7 días	Alegría y Cairo
4	Temporal del 12 al 14 de febrero de 1996	Lluvias intensas	Feb 1996	3 días	Siquirres, Pacuarito, Alegría y Cairo
5	Inundaciones en la Vertiente Caribe y Zona Norte	Lluvias intensas	Jul 1997	12 días	Siquirres y Pacualito
6	Inundaciones en la Vertiente Caribe y Zona Norte 1997	Lluvias intensas	Ag 1997	5 días	Siquirres, Pacuarito, Florida, Alegría, Germania y Cairo
7	Fenómenos hidrometeorológicos 1999-2000	Lluvias intensas	Nov 1999	81 días	Siquirres y Pacualito
8	Lluvias semipermanentes y de variable intensidad en la Vertiente Caribe y Norte	Lluvias intensas	Nov 2001	38 días	Siquirres, Pacuarito, Florida, Alegría y Cairo
9	Plan Regulador decreto de emergencia Nº 30456	Lluvias intensas	May 2002	3 días	-
10	Inundaciones Vertiente Atlántica	Lluvias intensas	Nov 2002	11 días	Siquirres, Pacuarito, Florida, Alegría, Germania y Cairo
11	Inundaciones en la Vertiente del Caribe y Zona Norte	Lluvias intensas	Dic 2003	3 días	Siquirres, Pacuarito, Florida y Cairo
12	Inundación en las provincias de Limón, Heredia, Cartago y Alajuela	Lluvias intensas	En 2005	14 días	Siquirres, Pacuarito, Florida y Cairo
13	Sistemas de baja presión en Zona Norte y Vertiente Caribe	Lluvias intensas	Jun 2007	10 días	Siquirres, Pacuarito, Florida, Alegría, Germania y Cairo
14	Depresión tropical Nº 16	Lluvias intensas	Oct 2008	4 días	Siquirres
15	Interacción de baja y alta presión (Decretos 34906 y 34973)	Lluvias intensas	Nov 2008	15 días	Siquirres, Pacuarito, Florida, Alegría, Germania y Cairo
16	Inundaciones por influencia de frente frío	Lluvias intensas	Feb 2009	7 días	Siquirres, Pacuarito y Cairo
17	Temporal y paso de un sistema de baja presión. Provincia de Limón y	Lluvias intensas	Jun 2015	8 días	Siquirres, Pacuarito, Florida, Alegría, Germania y Cairo

Nº	Evento	Tipo de evento	Año	Duración	Distrito
	cantones de Sarapiquí y Turrialba				

Fuente: IDOM-CPSU a partir de MIDEPLAN (2019).

Los detalles en relación con la cuantificación y alcance de sus impactos se encuentran en el apartado 4.5 del presente documento.

4.2 Proyecciones climáticas

A continuación, se presentan los escenarios de cambio climático a través del análisis regionalizado de Modelos de Circulación General (GCM por sus siglas en inglés), que permiten simular la respuesta del sistema climático global a los aumentos en los gases de efecto invernadero (IPCC, 2014).

Para más información sobre las proyecciones de Costa Rica y las utilizadas en el presente informe acudir al Anexo 2. Clima histórico y Proyecciones climáticas en Costa Rica. En los siguientes apartados se presentan los resultados obtenidos.

4.2.1 Precipitación

La precipitación media anual muestra una tendencia de aumento. En la Tabla 6 se aprecia cómo para el escenario RCP 4.5 hay un aumento de la precipitación media en ambos horizontes temporales (2030 y 2060), siendo algo superior en el período temporal más cercano.

Para el escenario RCP 8.5 la tendencia es similar pero más acentuada. Ambos horizontes temporales muestran un aumento de la precipitación media, siendo el incremento en el horizonte temporal más cercano (2030) casi el doble que en el horizonte lejano (2060). Del mismo modo, la anomalía también aumenta con relación al escenario climático RCP 4.5 y RCP 8.5.

Tabla 6. Porcentaje de cambio en la precipitación con respecto al período histórico en Siquirres

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en la precipitación media anual (%)	RCP4.5	2030	2,90 %	0,39 %	2,15 %	3,11 %
		2060	1,99 %	0,38 %	1,31 %	2,29 %
	RCP8.5	2030	7,54 %	0,52 %	6,84 %	8,17 %
		2060	3,94 %	0,59 %	2,97 %	4,54 %

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

4.2.2 Temperatura

En cuanto a la temperatura, se analizan la temperatura máxima y mínima media anual.

Por un lado, la temperatura máxima sufre un aumento progresivo en los diferentes períodos temporales (2030 y 2060). Para el RCP4.5 aumenta más de 1,5°C en el período temporal más lejano y para el escenario de emisiones RCP8,5 llega a superar los 2,2 grados de temperatura de incremento en el horizonte temporal asociado al 2060.

Tabla 7. Porcentaje de cambio en la temperatura máxima con respecto al período histórico en Siquirres

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en la temperatura máxima (°C)	RCP4.5	2030	0,88 °C	0,01 °C	0,87 °C	0,90 °C
		2060	1,53 °C	0,01 °C	1,51 °C	1,54 °C
	RCP8.5	2030	1,05 °C	0,01 °C	1,04 °C	1,06 °C
		2060	2,23 °C	0,02 °C	2,20 °C	2,26 °C

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

Por otro lado, la temperatura mínima sigue un patrón muy similar al anterior. Para el escenario de emisiones RCP 4.5 hay un aumento de 1,5°C. De nuevo, en el escenario de emisiones RCP 8.5 el aumento de la temperatura mínima llega hasta los 2,22°C. Del mismo modo, la anomalía también aumenta con relación al horizonte temporal siendo superior en el año 2060 con respecto al 2030 en ambos escenarios.

Tabla 8. Porcentaje de cambio en la temperatura mínima con respecto al período histórico en Siquirres


Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en la temperatura mínima (°C)	RCP4.5	2030	0,88 °C	0,01 °C	0,86 °C	0,89 °C
		2060	1,50 °C	0,02 °C	1,48 °C	1,53 °C
	RCP8.5	2030	1,07 °C	0,01 °C	1,05 °C	1,08 °C
		2060	2,22 °C	0,02 °C	2,18 °C	2,25 °C

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

4.3 Amenazas asociadas al clima

A continuación, se definieron las amenazas a considerar en el análisis. Esta selección se sustentó mediante los siguientes criterios:

- Los resultados obtenidos en el análisis del clima histórico.
- Los eventos o desastres asociados al clima registrados a lo largo del tiempo.
- La información disponible para caracterizar las amenazas.



Finalmente, se definieron 4 amenazas a evaluar en el cantón de Siquirres (Figura 10), que son: inundaciones, deslizamientos, sequías, olas de calor.

4.3.1 Inundaciones

En general, las inundaciones se producen cuando se ha reducido la capacidad de la sección hidráulica de ríos y quebradas, debido a la ocupación de las planicies de inundación debido al desarrollo urbano desordenado, así como por la presencia de desechos sólidos a los cauces.

Como se ha comentado, este cantón tiene una red fluvial definida principalmente por los ríos Madre de Dios, Cimarrones, Pacuare, Siquirres, Bonilla, Reventazón, Destierro, Peje y Chiquero. Algunos de estos han disminuido su período de recurrencia de inundaciones a un año o incluso períodos menores debido a la ocupación de las planicies de inundación y el desarrollo urbano desordenado y sin planificar. Además, a esta situación se le suma el lanzamiento de desechos sólidos a los cauces, lo que reduce aún más la capacidad de la sección hidráulica, lo que provoca el desbordamiento de ríos y quebradas. Esta situación se ve empeorada por los serios problemas de construcción de viviendas cercanas a los ríos del cantón.

En definitiva, existen distintos factores topográficos, climatológicos, geológicos y antrópicos que contribuyen a incrementar los efectos de estas amenazas, como la intensidad de la precipitación, falta de desagües en las fincas, deforestación y sobrepastoreo, falta de dragado de cauces, viviendas al pie de laderas de fuerte pendientes o características fisicoquímicas de los materiales empleados.

Las zonas o barrios más afectados por las inundaciones de ríos y quebradas del cantón, según la CNE³ (CNE, 2022), son Madre de Dios, San Carlos, Fincas Bananeras, Cimarrones, Santa Rosa, Betania, Indianas, Pacuarito, Manila, Imperio, Encanto, Perla, Siquirres, Bonilla Abajo, Lomas, Florida, Junta, Tres Millas, Santo Domingo, Milano, Cocal y Cuatro Millas.

4.3.2 Deslizamientos

Los deslizamientos pueden deberse a períodos de fuertes lluvias y su grado de incidencia dependerá de las pendientes, grado de deforestación y tipos de rocas. En el caso de Siquirres, la inestabilidad de laderas se localiza principalmente hacia el suroeste del cantón, donde la pendiente es más abrupta. Además, son susceptibles a inestabilidad de suelos aquellos lugares donde se han practicado cortes de caminos y rellenos poco compactos.

4.3.3 Sequías

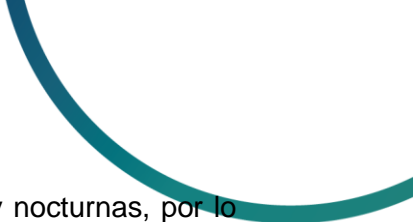
Las sequías tienen su inicio en la ausencia prolongada de precipitaciones o en una variación en la frecuencia de su intensidad que supone un déficit hídrico en el territorio, sumado a las altas temperaturas de un momento determinado. De forma más contundente afecta al normal desarrollo de las actividades del sector primario y a las áreas protegidas de este cantón.

4.3.4 Olas de calor

Las olas de calor se caracterizan por ser períodos de altas temperaturas que derivan en situaciones de estrés térmico.

En los puntos donde el suelo se encuentra sellado, como resultado de la artificialización del entorno, como ocurre en las zonas urbanas, el efecto isla de calor provocada por esta situación

³ Disponible en: https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/mapas_amenzas/index.aspx



incrementa la exposición de la población a mayores temperaturas diarias y nocturnas, por lo que aumenta el riesgo sobre la salud (pudiendo sufrir mareos, por ejemplo). Como se ha señalado en el apartado 3.2.3, en los últimos años la superficie de suelo urbano ha aumentado por lo que la incidencia de esta amenaza puede incrementarse del mismo modo.

En los siguientes apartados se caracteriza la peligrosidad asociada a cada una de las amenazas, los potenciales impactos y los receptores sensibles que se han identificado.

4.4 Categorización de la peligrosidad

Con este apartado se completa la construcción de los mapas de peligrosidad bajo los diferentes escenarios de cambio climático para cada una de las cuatro amenazas identificadas (inundaciones, deslizamientos, sequías y olas de calor), que se encuentran asociadas a períodos de lluvias intensas, a déficit de lluvias y a altas temperaturas.

La amenaza es calculada en función de la evolución temporal de una serie de indicadores estadísticos seleccionados a partir de los definidos por el Panel de Expertos en Detección e Índices de Cambio Climático (ETCCDI por sus siglas en inglés) y divulgados a través de la iniciativa Climdex⁴, para representar sequías, lluvias intensas, heladas y altas temperaturas. La metodología y la categorización se detallan en el Anexo 1 de este documento.

4.4.1 Lluvias intensas

Los episodios de lluvias intensa conforman uno de los desencadenantes climáticos más recurrentes en este cantón, y tienen asociadas dos amenazas: las inundaciones y los deslizamientos.

Las lluvias intensas se analizan mediante el índice de número de días muy húmedos (R95p). Este índice es representativo para la caracterización de los potenciales impactos, en comparación con otros índices extremos disponibles, que puedan reflejar un valor de pluviometría global, de carácter diario, mensual o anual. El R95P representa el número de días muy húmedos, considerando como días húmedos aquellos en los que la precipitación es superior al percentil 95 de la serie de datos analizada (WMO, 2009).

En la Tabla 9 se aprecia el nivel de la amenaza correspondiente a los porcentajes de cambio previamente presentados. Como se observa, el porcentaje de cambio del escenario RCP4.5 (2030) es inferior al 10%, lo que, como se indica en la Tabla 27, supone un nivel de amenaza bajo. Para ese mismo escenario climático pero en el período temporal 2060, el valor medio es ligeramente superior a 10%, por lo que ya se considera medio bajo. Esto implica que el número de días de lluvias extremas registra un aumento entre un 10 y un 20% respecto al número de eventos sucedidos en el período de referencia. En el caso del escenario RCP8.5, en ambos períodos temporales el valor medio está por encima del 10%, incluso para el año 2060 se estima un porcentaje superior al 20%. En este último caso, el nivel de amenaza ascendería a medio. En conjunto supone, que sí habrá cambios en el número de días con lluvias extremas, aunque este cambio se producirá principalmente en el escenario más desfavorable (RCP8.5).

⁴ <https://www.climdex.org/>

Tabla 9. Porcentajes de cambio de la variable R95p en Siquirres

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en el R95p	RCP4.5	2030	6,55 %	0,58 %	5,59 %	6,66 %
		2060	10,66 %	0,45 %	9,77 %	10,74 %
	RCP8.5	2030	14,99 %	0,09 %	14,85 %	15,09 %
		2060	20,31 %	1,20 %	18,33 %	21,20 %

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

4.4.1.1 Inundaciones

Las inundaciones es uno de los potenciales efectos asociados a los episodios de lluvias intensas que se pueden esperar del análisis descrito en la Tabla 5. El estudio de la amenaza de inundación en la zona ha consistido en la realización de dos análisis.

Por un lado, se ha considerado el mapa de la Comisión Nacional de Emergencias (CNE, 2006) donde se zonifica las zonas potencialmente inundables en el cantón.

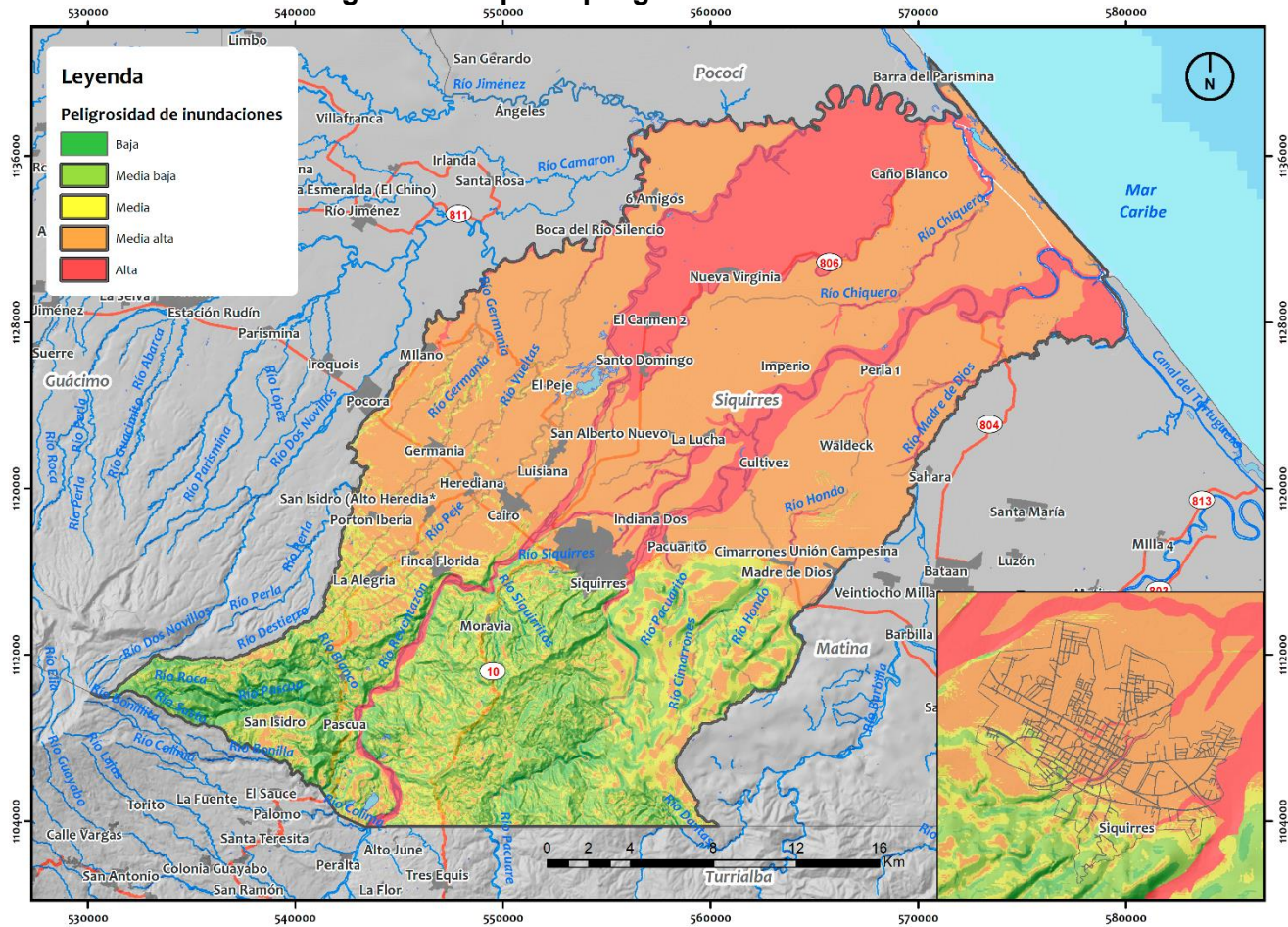
Por otro lado, se ha procedido a la generación de un mapa de peligrosidad, obtenido a partir del mapa de pendientes. Así, las zonas con pendientes más bajas y asociadas a valles y depresiones son las que presentan una mayor susceptibilidad a anegamientos o desbordamiento de los cauces.

Finalmente, se ha generado un mapa de peligrosidad por inundación a partir de la elaboración de un mapa de zonas potencialmente inundables de la CNE y un mapa de pendientes (susceptibilidad).

Peligrosidad actual a inundaciones

Como se puede apreciar en la Figura 11 las zonas con mayor peligro de inundación coinciden con más de la mitad norte del cantón. Como se ve en el zoom de la figura, la zona urbana de Siquirres tiene un nivel medio alto en casi toda su superficie con algunas manchas de nivel alto que corresponden con el río Siquirres y la Quebrada.

Figura 11. Mapa de peligrosidad de inundaciones



Mapa de peligrosidad de inundaciones

Sistema de coordenadas
 Proyección: CRTMo5
 Datum: CR05/WGS84

Fuente de Datos:
 Comisión Nacional de Emergencias (CNE)
 Instituto Geográfico Nacional (IGN)

Fecha: Mayo 2022

Diseño:



Peligrosidad futura a inundaciones

Para la obtención de los mapas de peligrosidad por inundación en los escenarios de cambio climático, se ha combinado el mapa de peligrosidad actual obtenido, con la categorización del cambio previsto en el índice de precipitaciones intensas R95P.

En base a estos cruces, se ha procedido a obtener los mapas de peligrosidad por inundación en los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para los horizontes 2015-2045 y 2045-2075.

En Siquirres, de acuerdo con los porcentajes de cambio definidos en la Tabla 9, el incremento de la peligrosidad en las zonas con niveles de riesgo bajo y medio bajo será reducido. En las zonas con riesgo medio alto y alto no se esperan modificaciones respecto al mapa actual, como se señala en la Tabla 30.

4.4.1.2 Deslizamientos

Los deslizamientos son eventos realmente difíciles de predecir, si bien se sabe que suelen estar condicionados por ciertos factores desencadenantes, que son aquellos que pueden generar el evento. Habitualmente se manejan el factor pluviométrico, bien en términos de lluvias extremas o prolongadas como principales factores desencadenantes en una zona específica.

Procede destacar que la generación de movimientos en masa en zonas urbanizadas está especialmente condicionada por los efectos de las actividades antrópicas tales como el corte de taludes para la instalación de carreteras, viviendas, etc., y puede tener consecuencias inesperadas especialmente cuando este tipo de invasión urbana del medio se produce de manera desordenada. Este aspecto complica la evaluación de esta amenaza natural por métodos estadísticos o probabilísticos, tal como se hace para otras amenazas.

Debido a esta especial incertidumbre, la amenaza natural representada por los movimientos en masa suele ser caracterizada en términos de susceptibilidad. Este concepto expresa la facilidad con que un fenómeno puede producirse dentro de un contexto físico, o del terreno, específico.

En consecuencia, el estudio de la amenaza en la zona de estudio ha consistido en la realización de dos análisis. Por un lado, se ha considerado el mapa de la Comisión Nacional de Emergencias (CNE) donde se zonifica las zonas potencialmente susceptibles a deslizamientos en el cantón.

Por otro lado, se ha procedido a la generación de un mapa de peligrosidad. Actualmente no existe un mapa de susceptibilidad a deslizamientos en Costa Rica, por lo que se ha optado por una simplificación de la susceptibilidad a través de un mapa de pendientes. Así, las zonas con pendientes más altas y asociadas zonas escarpadas son las que presentan una mayor susceptibilidad a que le terreno sufra un deslizamiento.

Finalmente, se ha generado un mapa de peligrosidad por inundación a partir de la elaboración de un mapa de zonas potencialmente inundables de la CNE y un mapa de pendientes.

Peligrosidad actual a deslizamientos

Este mapa de peligrosidad (Figura 12) refleja que las zonas urbanas de los distritos presentan una peligrosidad baja ante eventos de deslizamientos, especialmente en los distritos de la zona

norte, como Reventazón, El Cairo y Alegría. Cabe destacar las zonas de peligro alto localizadas al sur del cantón, en los distritos de Siquirres (en la frontera con el cantón de Turrialba) y Florida.

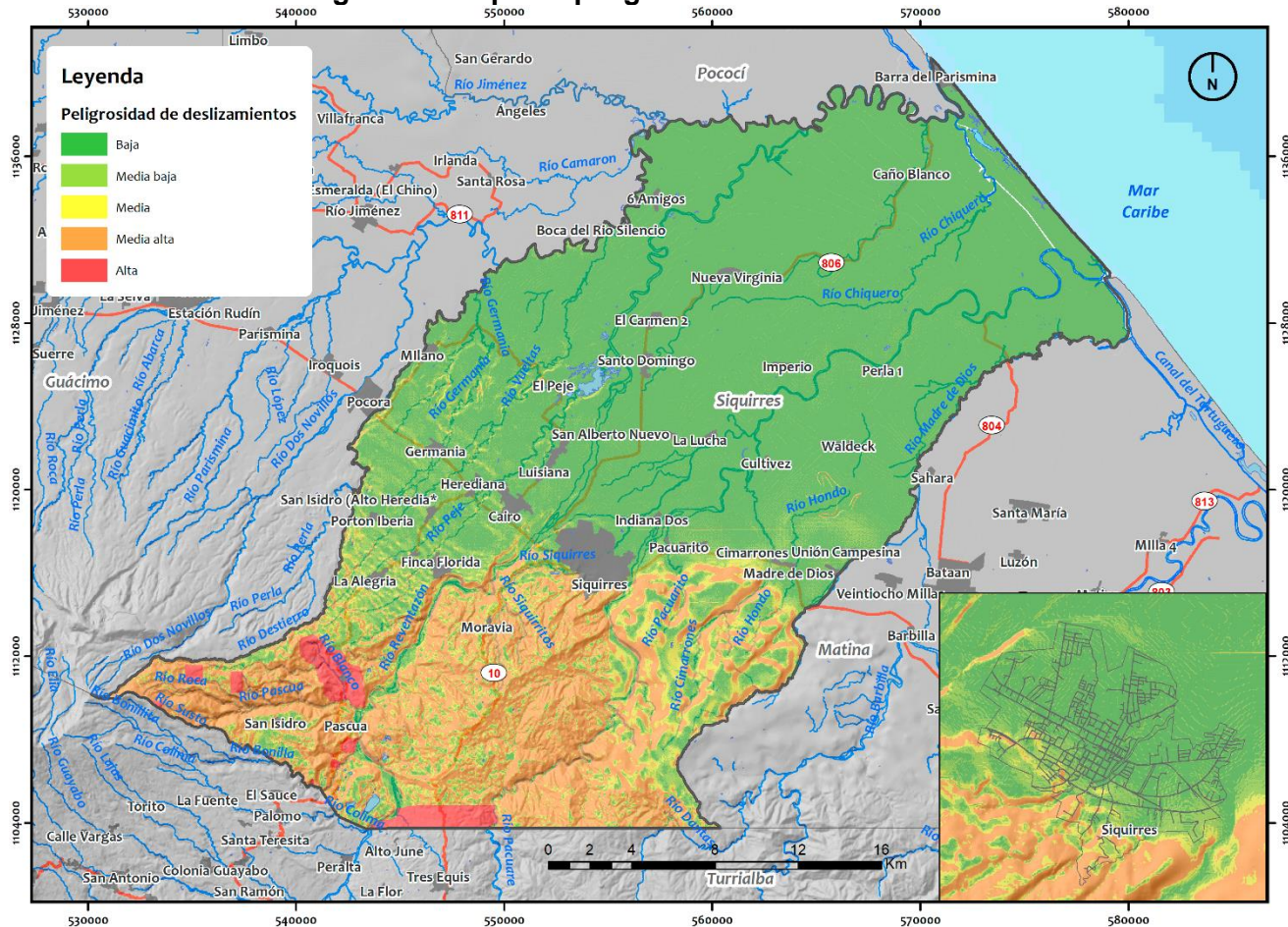
Peligrosidad futura a deslizamientos

Para la obtención de los mapas de peligrosidad por deslizamientos en los escenarios de cambio climático, se ha combinado el mapa de peligrosidad actual obtenido, con la categorización del cambio previsto en el índice de precipitaciones intensas R95P.

Así, se han generado los mapas de peligrosidad por deslizamientos para los horizontes 2015-2045 y 2045-2075, tomando los escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5.

En base a estos cruces, se ha procedido a obtener los mapas de peligrosidad por deslizamientos en los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para los horizontes 2015-2045 y 2045-2075. En Siquirres, de acuerdo con los porcentajes de cambio definidos en la Tabla 9, el incremento de la peligrosidad en las zonas con niveles de riesgo bajo y medio bajo será reducido. En las zonas con riesgo medio alto y alto no se esperan modificaciones respecto al mapa actual, como se señala en la Tabla 30.

Figura 12. Mapa de peligrosidad de deslizamientos



Mapa de peligrosidad de deslizamientos

Sistema de coordenadas
Proyección: CRTM05
Datum: CR05/WGS84

Fuente de Datos:
Comisión Nacional de Emergencias (CNE)
Instituto Geográfico Nacional (IGN)

Fecha: Mayo 2022

Diseño:



4.4.2 Déficit de lluvias

La sequía es una alteración dramática en el ciclo hidrológico del planeta (Bonsal, B. R. et al, 2011) y uno de los fenómenos climáticos más complejos para su estudio, que tiene lugar por una ausencia prolongada de las precipitaciones. Según Mishra y Singh (2010), los principales tipos de sequías son⁵:

- Sequía meteorológica: hace referencia a un déficit en la precipitación y es la causante de otros tipos de sequías.
- Sequía agrícola: corresponde con la escasez de agua para satisfacer las necesidades de un cultivo.
- Sequía hidrológica: consiste en una deficiencia en la disponibilidad de agua de superficie y/o subterránea. Se desarrolla de forma más lenta que las anteriores ya que existe un retraso entre la falta de lluvia y la reducción de agua en los recursos hídricos naturales (p.ej. arroyos, ríos, lagos, embalses, entre otros).
- Sequía socioeconómica: son las consecuencias sociales y económicas que tienen lugar como resultado de otro tipo de sequías.

En el presente estudio se hace referencia a la sequía meteorológica, como una amenaza caracterizada por períodos prolongados sin lluvias, o con volúmenes de precipitación muy bajos.

Peligrosidad actual a sequía

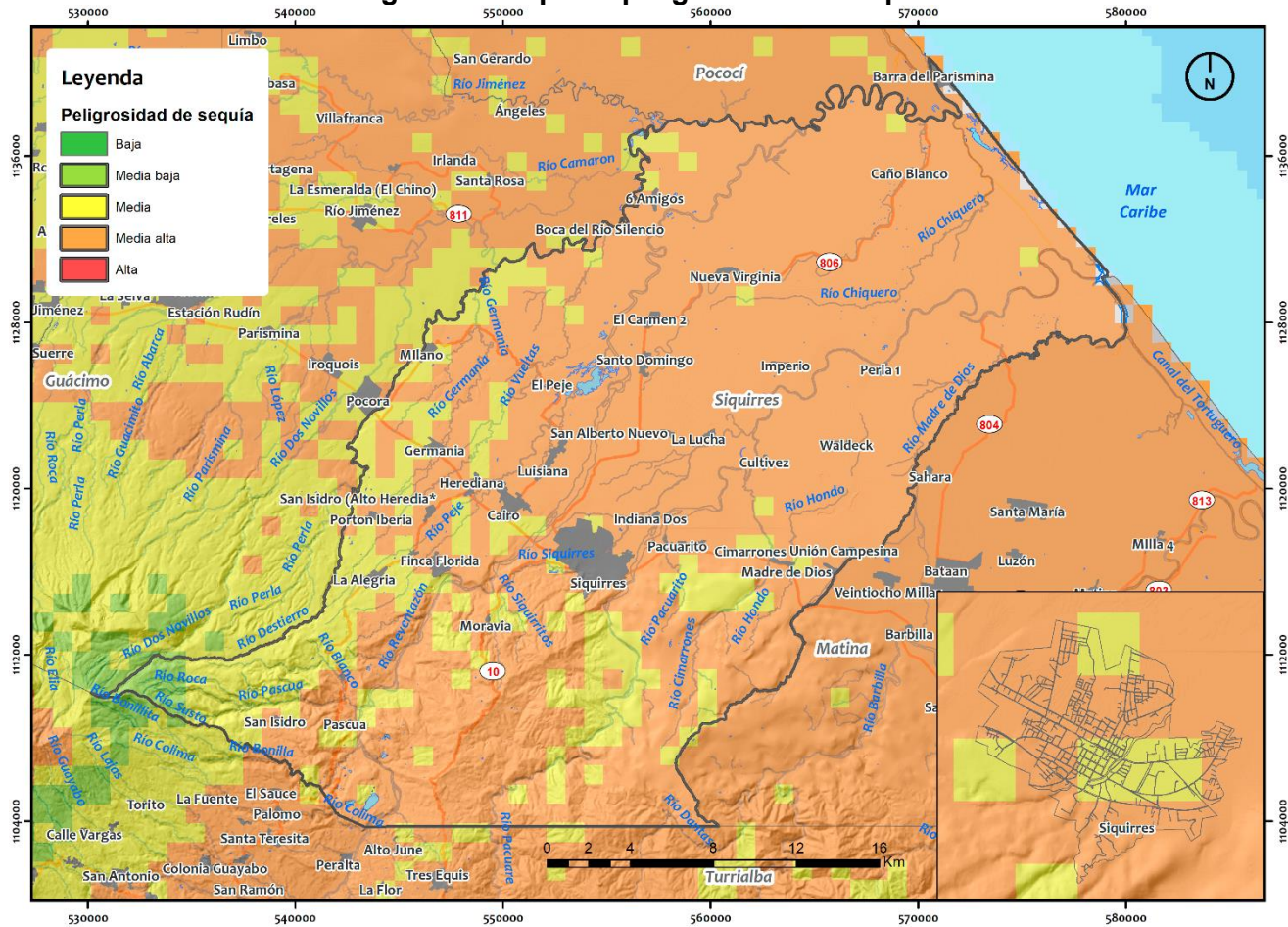
Para caracterizar la peligrosidad de sequías en el territorio se ha utilizado un índice de aridez global (Trabucco & Zomer, 2019), obtenido a partir de los datos WorldClim 2.0 (1970-2000). Este índice representa la relación entre la precipitación y la evapotranspiración potencial (que a su vez depende de la temperatura), es decir, la precipitación sobre la demanda de agua para la vegetación (agregada sobre una base anual).

El nivel de amenaza asociado a estos porcentajes de cambio se observa en la siguiente figura donde la mayor parte del cantón tiene un nivel de peligrosidad medio alto en cuanto a la sucesión de eventos de sequía.

Hay algunas zonas hacia el sur, en la frontera con los cantones de Turrialba y Guácimo con valores bajos, coincidentes con los puntos donde mayor densidad de vegetación se encuentra.

⁵ (Mishra & Singh, 2010)

Figura 13. Mapa de peligrosidad de sequías



Mapa de peligrosidad de sequía

Sistema de coordenadas
Proyección: CRTM05
Datum: CR05/WGS84

Fuente de Datos:
WorldClim

Fecha: Mayo 2022

Diseño:



Peligrosidad futura a sequía

Para la obtención de los mapas de peligrosidad por sequía bajo los escenarios de cambio climático, se ha combinado el mapa de peligrosidad actual obtenido, con la categorización del cambio previsto en el índice de días secos consecutivos (*Consecutive Dry Days*, CDD), que corresponde con el mayor número de días consecutivos en los cuales la cantidad de precipitación diaria es inferior a 1 mm (WMO, 2009). Este índice climático es una medida de la escasez de precipitaciones, con valores altos que corresponden a largos períodos de escasez de precipitaciones y a condiciones potencialmente favorables a la sequía. Un aumento de este índice con el tiempo significa que la probabilidad de condiciones de sequía aumentará.

En la Tabla 10 se presenta el porcentaje de cambio del indicador CDD bajo los dos escenarios RCP y horizontes temporales considerados. El porcentaje de cambio del índice es menor al 25% en todos los escenarios y horizontes temporales, por lo que existe un ligero aumento en el número de días secos consecutivos con respecto al período de referencia. En el caso del escenario RCP4.5, los valores son negativos, por lo que se estima una ligera reducción en el número de días secos consecutivos.

Tabla 10. Porcentajes de cambio de la variable CDD en Siquirres

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
CDD	RCP4.5	2030	-2,34%	0,54 %	-3,27 %	-1,94 %
		2060	-2,44 %	0,34 %	-2,67 %	-1,92 %
	RCP8.5	2030	3,14 %	0,36 %	2,86 %	3,75 %
		2060	11,64 %	1,63 %	9,69 %	13,88 %

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

4.4.3 Altas temperaturas

Las olas de calor son uno de los fenómenos extremos más peligrosos, ya que tienen la capacidad de generar impactos significativos en la sociedad, como por ejemplo incrementar la morbilidad y mortalidad.

De acuerdo con la OMS y Organización Mundial de Meteorología (OMM) no hay una definición exacta de ola de calor⁶ (WHO, 2015), sin embargo, como definición operacional se entiende como un periodo inusualmente caliente y seco o caliente o húmedo, con una duración de por lo menos dos días a tres días, con un impacto discernible en los seres humanos y los sistemas naturales.

Aunque en general en Costa Rica los fenómenos de las olas de calor generan impactos menos significativos que las amenazas de origen hidrometeorológico, su potencial incremento en su intensidad y duración hacen que en las áreas de mayor incidencia de enfermedades cardiovasculares podría elevar la mortalidad en poblaciones de adultos mayores (Gobierno de Costa Rica, 2018).

⁶ Algunos países, utilizan la definen como un periodo de 3 a 5 días, otros llegan hasta periodos de 10 a 14 días. En Costa Rica no hay una definición concreta.

Peligrosidad actual a olas de calor

Debido a la falta de información, en este estudio se ha considerado una predisposición homogénea de todo el territorio a sufrir olas de calor. Ciertamente el fenómeno puede agravarse en entornos urbanos por el denominado efecto isla de calor urbana, que se produce cuando espacio concreto se registra una temperatura mayor que en las áreas circundantes. En entornos urbanos esta acumulación se debe generalmente a la presencia de superficies artificiales que absorben, retienen y liberan calor lentamente y, a su vez impiden la refrigeración natural por evaporación de agua contenida en el suelo y en la vegetación; al efecto invernadero que gases y partículas contaminantes en suspensión producen a consecuencia de las emisiones del tráfico rodado, industrias o viviendas; así como a la obstrucción de los movimientos de renovación del aire por el relieve de la propias edificaciones.

No obstante, puesto que la exposición a esta amenaza para los receptores población y hábitat urbano se analiza en las propias edificaciones, se considera que este efecto queda representado en el análisis y cálculo del riesgo.

Peligrosidad futura a olas de calor

En este caso, de acuerdo con la definición de ola de calor dada por la OMS y OMM descrita anteriormente, se ha tenido en cuenta para su procesamiento el indicador climático WSDI, que se asemeja a la definición mencionada y corresponde con el número de rachas cálidas u “olas de calor” (eventos) en los que la temperatura máxima diaria es superior al percentil 90, durante al menos 6 días consecutivos (WMO, 2019).

Cabe destacar, que todos los valores de los cambios porcentuales del indicador WSDI para los dos escenarios considerados (RCP4.5 y RCP8.5) y para los dos horizontes temporales, son siempre superiores al 100%, por lo tanto, la evolución futura de la amenaza es la misma en todos los casos planteados (para más detalle sobre la metodología de cálculo acudir al apartado 11).

De acuerdo con la justificación anterior no se representan los mapas de peligrosidad de olas de calor puesto que se trata de un único valor para todo el cantón, sin embargo, esta información se encuentra disponible anexa al presente informe a modo de información geoespacial.

4.5 Receptores sensibles y cadenas de impacto

Los **receptores sensibles** hacen referencia a todos aquellos elementos que pueden verse expuestos de forma potencial por las distintas amenazas que presenta este territorio, que se han descrito en el apartado 4.3. En este caso, se han agrupado por los sectores de población, hábitat urbano, sector primario, infraestructuras, equipamientos y áreas protegidas.

En el caso de estas últimas, se ha decidido analizar de forma separada los humedales de las ASP debido a su importancia particular para visibilizar sus impactos de forma diferenciada, principalmente en las sequías, ya que es un fenómeno recurrente en este territorio. Del mismo modo, aunque no se analiza la disponibilidad hídrica, para la

Municipalidad es relevante conocer el riesgo sobre los humedales para poder hacer estudios de detalle asociados al recurso hídrico.

Tabla 11. Receptores sensibles

Áreas de acción	Receptor	Descripción
Población	Población	Perfil de población vulnerable
Hábitat urbano	Hábitat urbano	Condiciones de vida relacionadas con las edificaciones
Sector primario	Agrícola	Producción agrícola
	Pecuario	Producción ganadera
Infraestructuras	Aeródromos	Aeródromo
	Ferrovías	Ferrovías
	Vías	Carreteras y caminos
	Puentes	Relacionados con la red vial
	Educación	Centros educativos
Equipamientos	Recurso hídrico	ASADAS
	Humedales	Láminas de agua protegidas
Áreas protegidas	Territorios indígenas	Población indígena en dichos territorios
	Áreas naturales	Áreas Silvestres Protegidas (ASP) y corredores biológicos

Fuente: IDOM-CPSU (2022).

Los impactos del cambio climático no son eventos aislados, sino que resultan de una **cadena de impactos**, la cual es una relación de causa-efecto entre una amenaza asociado al cambio climático y un determinado receptor. La cadena de impactos permite sistematizar y priorizar los factores que llevan al riesgo de un determinado sistema y facilitar la identificación de indicadores que serán utilizados en la evaluación del riesgo. Por este motivo, resultan de interés desde el punto de vista de la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo.

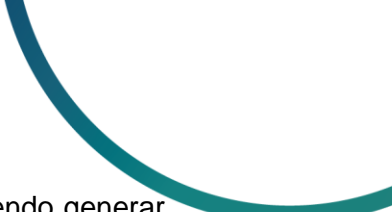
Por lo tanto, estos receptores son la primera pieza de las cadenas de impacto, sobre los que se relacionan los impactos potenciales asociados a las amenazas ya descritas, así como los indicadores espaciales de exposición y vulnerabilidad de cada receptor. Esta cadena trata de sistematizar la relación entre dichos elementos.

Cabe señalar que en el apartado 4.5.4 del documento se incluye un breve análisis de los impactos sobre la población que puede considerarse más vulnerable, tomando en consideración la perspectiva de género y la inclusión.

En los siguientes apartados se describe en mayor detalle las amenazas en relación con los receptores.

4.5.1 Lluvias intensas

Las lluvias intensas pueden convertirse en el factor desencadenante de distintas amenazas, como es el caso de las **inundaciones o los deslizamientos de tierra**. En este apartado se van a comentar en detalle cada una de estas amenazas identificadas en el cantón, así como la cuantificación de los daños económicos derivados de los eventos sucedidos en este territorio.



Las inundaciones en general afectan de forma negativa a la población, pudiendo generar heridos o víctimas mortales; daños directos sobre las edificaciones y otros indirectos como la interrupción de servicios básicos (como el agua o la luz) o de carácter económico.

En la siguiente tabla se recoge la cadena de impacto al respecto de esta amenaza, donde se muestra la relación entre sectores, receptores y los impactos potenciales sobre estos.

Tabla 12. Cadenas de impactos asociadas a las inundaciones

Áreas de acción	Receptor	Potenciales impactos
Población	Población	Incremento de la accidentalidad y probabilidad de siniestros con daño personal
		Enfermedades por vectores Posible aumento de las migraciones
Hábitat urbano	Hábitat urbano	Daños estructurales a edificaciones
Sector primario	Agrícola	Posible pérdida de cosechas por fuertes lluvias
	Pecuario	Posible pérdida de cabezas de ganado Posible desabastecimiento de alimentos para el ganado derivados de la agricultura
Infraestructuras	Aeródromos Ferrovías Vías Puentes	Posibles daños físicos a la infraestructura de movilidad Posible corte en la circulación y operatividad
	Equipamientos	Educación	Posibles daños en las edificaciones educativas e interrupción del servicio
Recurso hídrico		Posible saturación de la infraestructura de drenaje y abastecimiento
		Posible corte del suministro por daño directo a la infraestructura de captación y abastecimiento
		Posible alteración en la disponibilidad hídrica por el incremento brusco del caudal o bloqueos en cauces
Áreas protegidas	Territorios indígenas	Posible efecto sobre la calidad del agua Afección sobre la población indígena que vive en estos territorios y a la biodiversidad

Fuente: IDOM-CPSU (2022).

Por otro lado, el cantón tiene características propias que dan como resultado que algunas partes sean altamente vulnerables a los **deslizamientos o movimientos en masa**.

Algunos de los fenómenos que pueden darse, asociados a los deslizamientos, pueden ser la destrucción de viviendas por sepultamiento y daños físicos sobre la población, destrucción de carreteras y caminos, generación de avalanchas de lodo o daños a infraestructuras básicas como los puentes.

Tabla 13. Cadenas de impactos asociadas a los deslizamientos

Áreas de acción	Receptor	Potenciales impactos
Población	Población	Incremento de la accidentalidad y probabilidad de siniestros con daño personal
		Enfermedades por vectores
Hábitat urbano	Hábitat urbano	Daños estructurales sobre edificaciones
Infraestructuras	Aeródromo Ferrovías Vías Puentes	Posibles daños físicos a la infraestructura de movilidad
Equipamientos	Educación	Posibles daños en las edificaciones educativas e interrupción del servicio
	Recurso hídrico	Posible saturación de la infraestructura de drenaje y abastecimiento Posible corte de suministro por daño directo a infraestructuras de abastecimiento
Áreas protegidas	Territorios indígenas	Afección sobre la población indígena que vive en estos territorios y a la biodiversidad

Fuente: IDOM-CPSU (2022).

Como se ha incluido en el apartado 4.1.3, los distintos desastres o eventos relacionados con el clima que ha sufrido el cantón, en relación con las lluvias intensas, han tenido consecuencias cuantificables basadas en pérdidas económicas. Esta información está recogida en la base de datos de pérdidas ocasionadas por fenómenos naturales de MIDEPLAN que lleva actualizando esta desde el año 1988.

En la siguiente tabla se recogen de forma desglosada estos costes, siendo el monto total superior a **cuarenta y seis millones de dólares (USD)**. De entre todos los costes, son notables los asociados a las inundaciones y los que no están asociados a ningún tipo de evento concreto en la información de MIDEPLAN. Por otro lado, es destacable que los costes por daños a vías y al sector agropecuario son los más significativos, siendo los asociados a los equipamientos de educación los que menos gastos han supuesto.

Tabla 14. Cuantificación de daños por eventos organizado por receptores 1988-2019

Tipo de evento	Daños (\$)							
	Vivienda	Agropecuario	Ferrovías	Vías	Puentes	Educación	Salud	TOTAL
Deslizamiento	-	-	-	2.184.130,85	-	-	-	2.184,130,85
Aumento de caudal	-	-	4.969,50	1.618.011,50	2.372.600,18	-	-	3.995.581,18
Inundación	-	4.402.512,54	16.972,07	5.273.711,66	818.421,76	33.644,88	35.031,91	10.580.294,81
-	878.539,59	13.017.350,13	148.029,63	9.979.759,50	6.610.833,04	10.734,92	211.100,83	30.856.347,64
TOTAL	878.539,59	17.419.862,67	169.971,21	19.055.613,51	9.801.854,97	44.379,80	246.132,74	46.737.814,89

Fuente: IDOM-CPSU (2021) a partir de base de datos de MIDEPLAN (2021).

4.5.2 Déficit de lluvias

Las **sequías** tienen su inicio en la ausencia prolongada de precipitaciones o en la variación en la frecuencia de su intensidad, lo que supone un déficit hídrico en el territorio, sumado a las altas temperaturas. De forma más contundente afecta al normal desarrollo de las actividades del sector primario y a las áreas protegidas de este cantón.

Como es de esperar, el sector primario puede sufrir las consecuencias en su producción, ya que se trata de la actividad productiva principal del cantón.

En cuanto a los ecosistemas, estos pueden verse afectados por la alteración de sus hábitats y cambios en la distribución de las especies, ya que muchas de estas encuentran en la limitación de la disponibilidad de agua su factor limitante para poder desarrollarse.

Durante un tiempo prolongado se pueden llegar a relacionar con incendios forestales.

Atendiendo a los impactos del déficit de lluvias en relación con la disponibilidad de los recursos hídricos, resulta preciso destacar los siguientes aspectos clave:

- Un aumento en la intensidad y variabilidad de las precipitaciones aumentará los riesgos de sequías.
- El incremento en las temperaturas y los cambios en eventos extremos, afectarán la cantidad de agua disponible (superficial y subterránea), así como a su calidad
- Las prácticas de gestión hídrica actuales pueden no ser suficientemente sólidas para contrarrestar los efectos del cambio climático
- Las opciones de adaptación destinadas a asegurar el abastecimiento de agua en condiciones normales y en caso de sequía requieren estrategias integradas orientadas tanto a la demanda como a la oferta. Por tanto, aumentar la resiliencia del abastecimiento debería centrarse en la gestión sostenible y eficiente de la demanda y en la obtención de recursos.

Aunque normalmente se asume una relación directa, resulta difícil determinar el efecto que podría tener la disminución de las precipitaciones, y por tanto de las aportaciones, sobre un territorio determinado y, a su vez, el impacto que produciría este descenso en el sistema de abastecimiento a la población vinculado. Además, es muy difícil traducir este pronóstico global a un incremento de demanda por un posible aumento poblacional futuro, puesto que la demanda de agua, además de depender de la población censada abastecida, depende de numerosos componentes y factores, como son el parque de viviendas y su tipología, el número de establecimientos de tipo comercial y oficinas, el número de industrias y su actividad, las pautas de consumo/ahorro en cada una de las unidades de consumo, los programas públicos de eficiencia en el uso del agua o el grado de concienciación ambiental de los habitantes.

La disponibilidad de recursos hídricos de una determinada zona no solo depende del régimen de precipitaciones, sino también de otras variables de contexto, como, por ejemplo: usos del suelo, cubiertas vegetales, geología, litología, y otras variables climáticas (radiación solar, velocidad de viento, humedad relativa, etc.). Si bien las proyecciones de cambio climático analizadas para Costa Rica no pronostican una variación significativa del promedio anual de las precipitaciones, con respecto del periodo histórico, es difícil determinar si un posible cambio en la estacionalidad o las intensidades producirán efectos de una magnitud diferente sobre los recursos hídricos disponibles. Para ello debiera realizarse un estudio específico, en el que se implementase un modelo hidrológico, que

relacionase entre sí todas las variables que determinan la disponibilidad del recurso hídrico, de manera tanto superficial como subterránea. Dicho estudio queda fuera del alcance del presente Plan de Acción, y por tanto este aspecto no será incluido en la cadena de impacto que a continuación se presenta. A pesar de ello, cabe señalar que las ASADAS también se pueden ver afectadas por las sequías

En la siguiente tabla se recoge la cadena de impacto al respecto de esta amenaza, donde se muestra la relación entre sectores, receptores y los impactos potenciales sobre estos.

Tabla 15. Cadenas de impactos asociadas a las sequías

Áreas de acción	Receptor	Potenciales impactos
Sector primario	Agrícola	Posible pérdida de áreas de cultivo
		Pérdida de productividad agrícola por limitaciones con el abastecimiento de agua
		Posible impacto económico por limitaciones en abastecimiento de agua para riego
	Pecuario	Expansión de frontera agrícola e invasión de zonas naturales
		Sobreexplotación de agua subterránea
		Posible pérdida de áreas de pastoreo
Áreas protegidas	Humedales Territorios indígenas Áreas naturales	Posible pérdida de productividad por reducción de abastecimiento de agua e impacto económico asociado
		Sobreexplotación de agua subterránea
		Posibles cambios en la distribución de hábitats y especies por alteración de las condiciones ecológicas
		Reducción del volumen de zonas húmedas
		Afección por aumento de incendios o baja disponibilidad de agua
		Generación de suelos desnudos y estériles
Posible disminución de los servicios ecosistémicos		

Fuente: IDOM-CPSU (2022).

En este cantón no se han registrado eventos por déficit de precipitaciones.

4.5.3 Altas temperaturas

Las **olas de calor** vienen propiciadas por períodos de altas temperaturas. El efecto más destacado que se puede atribuir a esta se relaciona con la salud de la población. Estas

situaciones pueden provocar estrés cardiovascular (O'Neill & Ebi, 2009) o afecciones al sistema nervioso y problemas respiratorios (Deschenes, 2014) por ejemplo. Esto tiene una traducción en forma de incremento de la tasa de morbilidad y mortalidad.

Los efectos descritos se ven agravados o reducidos en función de algunos factores condicionantes como el tipo de construcción de las viviendas, el nivel de hacinamiento, la accesibilidad a espacios verdes, la capacidad de autorregulación térmica o el nivel socioeconómico que también va implícito en los primeros condicionantes.

En cuanto a las edificaciones, aumentará la demanda de sistemas de refrigeración lo que implica un aumento del consumo energético y que las diferencias por nivel socioeconómico, en ocasiones marcadas por el género o la etnia, también sean más acuciantes.

Tabla 16. Cadenas de impactos asociadas a las olas de calor

Áreas de acción	Receptor	Potenciales impactos
Población	Población	Posible aumento de la mortalidad y movilidad
		Posibles afecciones sobre la salud: golpes de calor, deshidratación, cáncer de piel, etc.
		Posible incremento de enfermedades transmitidas por vectores sanitarios y diarreicas
Hábitat urbano	Hábitat urbano	Posible impacto económico-ecológico por aumento de las necesidades de refrigeración en las viviendas


Fuente: IDOM-CPSU (2022).

Respecto a lo eventos o desastres asociados al clima ocurridos en Siquirres en relación con las altas temperaturas, MIDEPLAN no tiene registrado ninguno para el período 1988-2019.

Las altas temperaturas implican el aumento de la temperatura superficial del mar, que conlleva impactos asociados que afectan a la biodiversidad marina. Es el caso del blanqueamiento de los arrecifes de coral como consecuencias del estrés térmico acumulado entre 4 y 8 semanas. También afecta al metabolismo de los pastos marinos. Por ejemplo, temperaturas superiores a los 35°C provocan que las raíces de ciertas especies rebroten. En la actualidad, tanto los arrecifes como los pastos marinos y los estuarios no se encuentran bajo estrés hídrico, pero se estima que esta situación cambiará en el futuro (BIOMARCC-SINAC-GIZ, 2013).

4.5.4 Equidad de género e inclusión social

Debido a que existe un impacto diferenciado frente al cambio climático, el desarrollo de estrategias con enfoques transversales permite fomentar el empoderamiento climático de las poblaciones con condiciones de mayor vulnerabilidad, como las mujeres y los niños. Aunque han sido históricamente excluidas debido a desigualdades sociales preexistentes, estas poblaciones cumplen un rol clave para la implementación y éxito de las medidas de adaptación y políticas de sostenibilidad.



En este sentido, la incorporación del enfoque de género e inclusión social en la gestión integral del cambio climático permite examinar los impactos diferenciados de una acción sobre las poblaciones, así como integrar sus necesidades frente a los efectos del cambio climático e intereses en el diseño e implementación de políticas públicas.

En el presente apartado se resumen los principales impactos indirectos del cambio climático sobre las principales poblaciones vulnerables identificadas en Siquirres: mujeres, niñas, niños y adolescentes, personas adultas mayores, pueblos indígenas, migrantes y comunidades campesinas.

Tabla 17. Impactos indirectos sobre la población en situación de vulnerabilidad frente al cambio climático

Poblaciones vulnerables	Potenciales impactos indirectos del cambio climático
Mujeres	<p>El trabajo doméstico y de cuidados no remunerado se incrementa Los roles de género se refuerzan cuando las necesidades prácticas de los hogares recaen en que las mujeres y las niñas Participación desigual, escasa y limitada las mujeres en la mayoría de los órganos de decisión Probabilidad de vivir violencia de género al depender económicamente de los hombres Menor acceso de mujeres a actividades productivas fuera del hogar</p>
Niñas, niños y adolescentes	<p>Aumento de enfermedades gastrointestinales y otras asociadas con la falta de saneamiento Desnutrición infantil y aumento de enfermedades asociadas Afectación en la calidad y esperanza de vida Se paralizan las actividades escolares Deserción escolar por el incremento del trabajo de subsistencia, así como doméstico y de cuidados no remunerado Reforzamiento de roles de género desde edades tempranas</p>
Persona adulta mayor	<p>Mayores riesgos para la salud debido a cargas de trabajo excesivas Menor capacidad de subsistencia e inseguridad alimentaria Incapacidad para superar condiciones de pobreza Afectación en la calidad y esperanza de vida</p>
Pueblos indígenas	<p>Incremento de conflictos sociales Daño a infraestructura natural ancestral y pérdida de saber ancestral Reforzamiento de estereotipos de género, desigualdades sociales y brechas económicas, sociales y políticas Menor capacidad para superar condiciones de pobreza e incapacidad de asegurar la subsistencia familiar Afectación a los ingresos y seguridad alimentaria por pérdida de productividad agropecuaria. Desarrollo de enfermedades asociadas Incremento de conflictos socio – ambientales Baja atención sanitaria médica básica y de emergencia</p>
Migrantes	<p>Migración a tempranas edades evitando la continuidad en la escuela y en los planes de vida Migración en búsqueda de mayores oportunidades por pérdida de productividad Migración de pueblos indígenas u originarios en la búsqueda del recurso</p>
Comunidades campesinas	<p>Afectación a la seguridad alimentaria por pérdida de cultivos Reforzamiento de estereotipos de género, desigualdades sociales y brechas económicas, sociales y políticas Enfermedades y problemas de salud por peligros asociados al cambio climático Afectación de los ingresos económicos de los miembros por pérdida de productividad agropecuaria Pérdida de empleo y migración temporal Baja atención sanitaria médica básica y de emergencia</p>

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

4.6 Exposición y vulnerabilidad

Para poder analizar y cuantificar la vulnerabilidad del cantón de Siquirres, y en relación con las cadenas de impacto anteriormente descritas, son imprescindibles los indicadores espaciales. Se trata de **indicadores de exposición y vulnerabilidad** con una representación física sobre el territorio, y que permiten más adelante la definición espacial del riesgo al que está sometido este territorio.

En las tablas siguientes se presentan los indicadores en relación con cada una de las amenazas abordadas en este estudio (inundaciones, deslizamientos, sequías y olas de calor), donde se incluyen también los criterios establecidos para su categorización y las fuentes de información consultadas.

En este caso, se ha categorizado la vulnerabilidad en tres niveles: **Alta, Media y Baja**. Para cada uno de ellos se han establecido rangos que se han propuesto con el objetivo de representar la realidad del territorio. El criterio de categorización corresponde principalmente a criterios estadísticos, para lo que se han analizado los histogramas de frecuencia de las variables de estudio o indicadores. En otros casos, se ha optado por otro tipo de criterio específico como suceden con los indicadores asociados al sector agropecuario. Para mayor detalle acudir a Anexo 1.

Igualmente, se ofrecen algunos resultados significativos del análisis de vulnerabilidad desarrollado por cada receptor. La representación en forma de mapa solo se ha realizado para dos de ellos, población y hábitat urbano, a modo de ejemplo. Cabe recordar que toda la información cartográfica se recopilará en una geodatabase donde estarán incluidos todas las áreas de acción.

Tabla 18. Indicadores de análisis de las amenazas

Áreas de acción	Receptor	Amenaza	Indicador exposición	Fuente	Indicador vulnerabilidad	Fuente	Rangos	
Población	Población	Deslizamientos Inundaciones Olas de calor	Edificaciones	IGN	Densidad de población	INEC (UGM)	Baja	0-30 hab/ha
							Media	30-100 hab/ha
							Alta	>100 hab/ha
					Edad (<18 y >60)		Baja	0-25%
							Media	25-50%
							Alta	>50%
					Población con NBI		Baja	0-30%
							Media	30-60%
							Alta	>60%
Hábitat urbano	Hábitat urbano	Deslizamientos Inundaciones Olas de calor	Edificaciones	IGN	Densidad de viviendas	INEC (UGM)	Baja	0-10 viv/ha
							Media	10-50 viv/ha
							Alta	>50 viv/ha
					Hacinamiento en dormitorios		Baja	0-10%
							Media	10-20%
							Alta	>20%
					Viviendas en estado malo		Baja	0-10%
							Media	10-20%
							Alta	>20%
Sector primario	Agropecuario	Inundaciones Sequías	Fincas	Censo agropecuario	Actividad principal (especies cultivadas/criadas)	Censo Agropecuario	Baja	Cultivos con bajo requerimiento hídrico / alimentación a base de piensos
							Media	Otros
							Alta	Cultivos de elevado requerimiento hídrico / alimentación a base de pastos naturales
					Divergencia uso / capacidad tierra		Baja	Concordancia uso/capacidad
							Media	Concordancia restringida
							Alta	Divergencia uso/capacidad

Áreas de acción	Receptor	Amenaza	Indicador exposición	Fuente	Indicador vulnerabilidad	Fuente	Rangos	
					Principal fuente de agua	Censo Agropecuario	Baja	Acueducto / Proyecto de riego SENARA
							Media	Otras
							Alta	Cosecha de agua / pozo / manantial / río
Infraestructuras	Aeródromo	Deslizamientos Inundaciones	Aeródromos	IGN MPOT	Tipo de aeródromo	IGN MPOT	Baja	Campo de aterrizaje abandonado
							Media	Internacionales/Aeródromo
							Alta	Campo de aterrizaje/Pista de aterrizaje
	Vías		Red Vial	MOPT	Tipo de vía	MOPT	Baja	Vías Nacionales / Autopistas / Pavimentadas
							Media	Vías cantonales / Centro urbano
							Alta	Caminos / Vereda / Caminos de tierra
			Ferrovías	Red ferroviaria	Tipo de ferrovía	IGN	Baja	-
							Media	Ferrovías
							Alta	-
	Puentes		Puentes	Tipo de puente	IGN	Baja	Vías Nacionales / Autopistas / Pavimentadas	
						Media	Vías cantonales / Centro urbano	
						Alta	Caminos / Vereda / Caminos de tierra	
Equipamientos	Salud	Deslizamientos Inundaciones	Hospitales	IGN	Número de camas	ATLAS CR 2014	Baja	0-100
							Media	100-200 / ND
							Alta	>200
	Educación			MEP		MEP	Baja	Colegio virtual

Áreas de acción	Receptor	Amenaza	Indicador exposición	Fuente	Indicador vulnerabilidad	Fuente	Rangos	
	Recurso hídrico		Centros educativos		Tipo de centro educativo		Media	CINDEA / Colegio público / Colegio nocturno / CTP / Escuela nocturna / Escuela pública / IPEC / Telesecundaria
							Alta	Preescolar público / Centro especial / CAIPAD
			ASADAS	PNUD	ASADAS	PNUD	Baja	-
							Media	ASADAS
							Alta	-
Áreas protegidas	Humedales	Sequías	Humedales	SINAC	Tipo de humedal	SINAC	Baja	Bajos de lodo
							Media	Pantano arbustivo / Otros
							Alta	Pantano herbáceo / manglar / lago / laguna / laguna costera / estero
	Territorios indígenas	Deslizamientos Inundaciones Sequías	Territorios indígenas	ATLAS CR 2014	Porcentaje de población indígenas dentro del territorio indígena	INEC (UGM) ATLAS CR 2014	Baja	<25%
							Media	25%-75%; sin de datos población por UGM
							Alta	>75%
	Áreas naturales	Sequías	Áreas silvestres protegidas Corredores biológicos	SINAC	Tipo de área natural en función de la susceptibilidad al riesgo de incendios	IGN SINAC	Baja	Pasto en corredor biológico / otras coberturas
							Media	Pasto en Área Silvestre Protegida
							Alta	Forestal en corredor biológico / Forestal en área silvestre protegida

Fuente: IDOM-CPSU (2022).

En general, en toda la extensión del cantón de Siquirres la vulnerabilidad de la población (Figura 14) es principalmente media, aunque cuenta con una gran zona de vulnerabilidad alta al sur del territorio, en la frontera con Matina y Turrialba. En la zona urbana del distrito de Siquirres hay una mezcla entre los tres niveles de vulnerabilidad, aunque destaca el medio. Esto se debe a que tanto la densidad de población como la población con edad inferior a los 18 años y superior a los 60, se encuentra en un rango medio, como se detalla en la tabla anterior (Tabla 18). En cuanto a la población con necesidades básicas insatisfechas, el rango es bajo. Cabe indicar que en este ámbito urbano, las zonas con vulnerabilidad alta corresponden con edificaciones donde la densidad es muy alta. Sin embargo, en zonas rurales como en el distrito de Reventazón, al norte del cantón, ocurre lo contrario, la combinación de densidades poblacionales y necesidades básicas insatisfechas bajas, ocasionan que la vulnerabilidad sea baja, a pesar de que la población mayor de 60 años es más elevada que en la zona urbana.

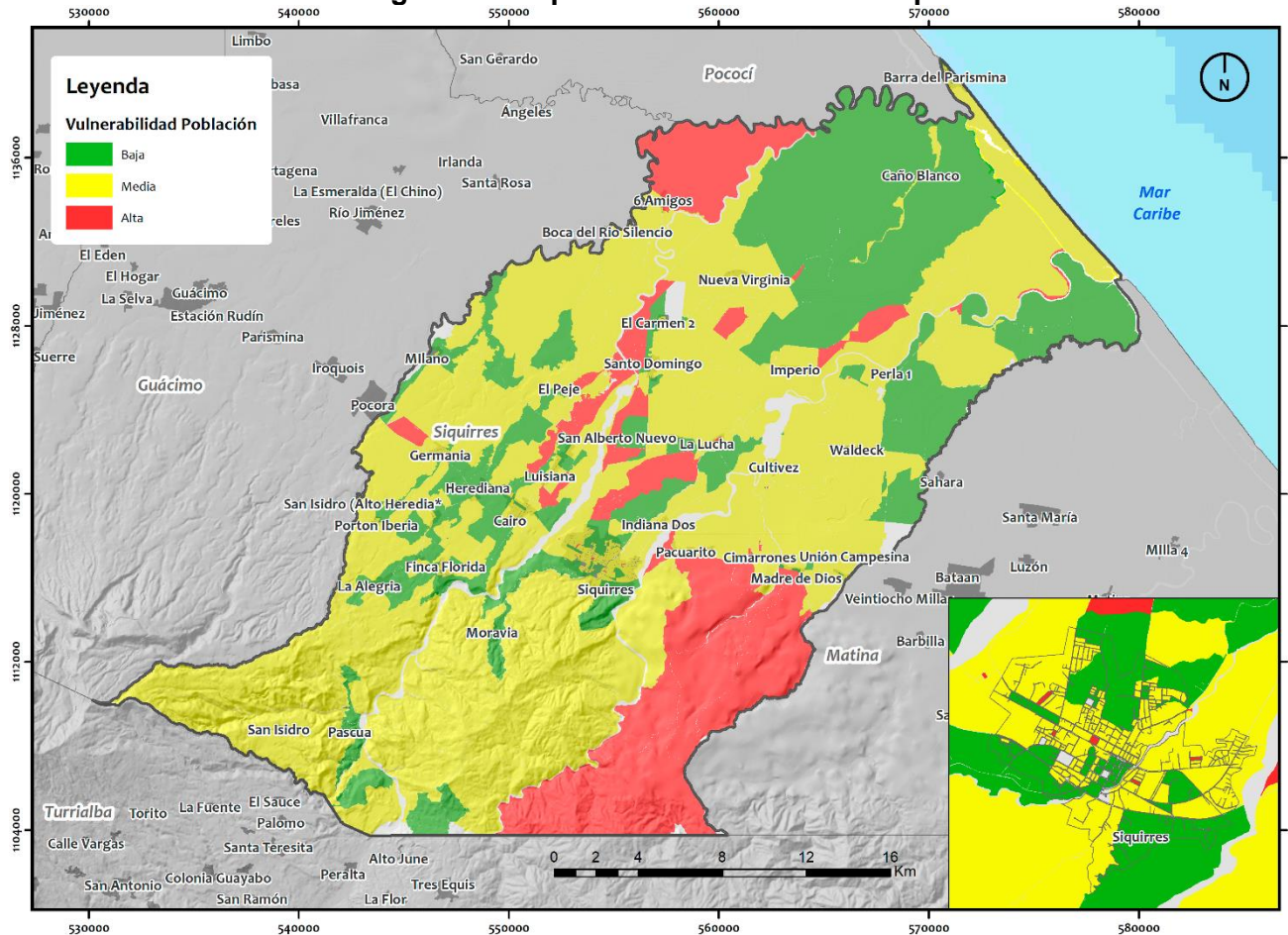
Si atendemos al mapa de vulnerabilidad del hábitat urbano (Figura 15), la dinámica es diferente al de población, ya que es más acentuada la baja vulnerabilidad en el conjunto del territorio. Se aprecia que la zona rural tiene en general una vulnerabilidad baja asociada a un bajo nivel de hacinamiento en dormitorios aunque un nivel medio-bajo de viviendas en estado malo. En la zona urbana sucede algo parecido, por lo que la vulnerabilidad en general es baja.

En relación con la vulnerabilidad de la zona marino-costera, existen procesos que, aunque no se encuentran vinculados directamente con el cambio climático contribuyen a aumentar la vulnerabilidad de esta, según el estudio “Análisis de vulnerabilidad de las zonas oceánicas y marino costeras de Costa Rica frente al cambio climático” dentro del proyecto BIOMARCC (BIOMARCC-SINAC-GIZ, 2013). Estos son:

- Conocimiento de su biodiversidad: hay algunos vacíos de información, a pesar de los esfuerzos ya realizados en la identificación de nuevas especies, distribución de estas o su abundancia temporal.
- Gestión de áreas marino-costeras y humedales: no se protegen de forma adecuada puesto que se ha determinado que hay pérdida de cobertura vegetal, contaminación fecal y otras problemáticas derivadas de la ocupación humana y del desarrollo de actividades económicas no ordenadas. Por el momento resulta complejo monitorear y reducir las actividades ilegales.
- Gestión territorial: el aumento de la actividad turística está afectando al medio natural y sus recursos, así como en la sociedad y la economía local.
- Contaminación: un estudio de Acueductos y Alcantarillados determinó que el litoral Caribe tiene las desembocaduras más contaminadas con materia fecal.
- Gestión de la pesca: aunque no hay registros actualizados desde el año 2007, sí hay datos que demuestran que las importaciones de productos pesqueros han ido aumentando en los últimos años.

En este cantón, los distritos Siquirres y Pacuarito, tienen un índice de vulnerabilidad al cambio climático bajo y medio respectivamente (BIOMARCC-SINAC-GIZ, 2013).

Figura 14. Mapa de vulnerabilidad de la población



Mapa de vulnerabilidad de la población

Sistema de coordenadas
Proyección: CRTM05
Datum: CRO5/WGS84

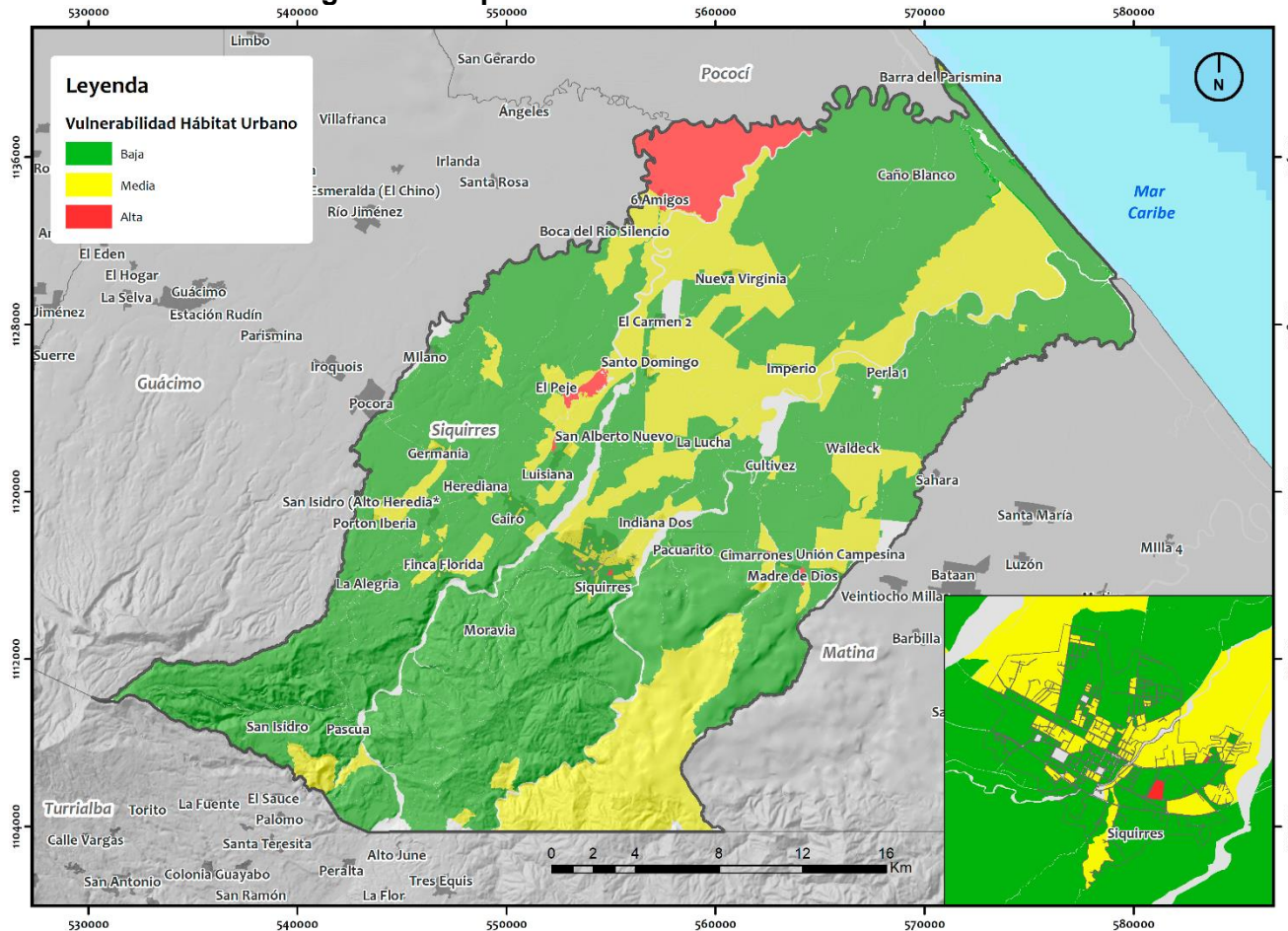
Fuente de Datos:
Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)

Fecha: Mayo 2022

Diseño:



Figura 15. Mapa de vulnerabilidad del hábitat urbano



Mapa de vulnerabilidad del hábitat urbano

Sistema de coordenadas
Proyección: CRTM05
Datum: CRO5/WGS84

Fuente de Datos:
Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)

Fecha: Mayo 2022

Diseño:



4.7 Riesgos asociados al clima

Este capítulo recoge el trabajo acumulado para componer el análisis espacial de riesgos climáticos, atendiendo a la metodología presentada en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Allí se mencionó que el riesgo climático es el resultado de la coincidencia en el espacio/tiempo de tres componentes:

- **Amenaza** definida por su peligrosidad bajo distintos escenarios y horizontes temporales.
- **Exposición** de un receptor concreto en relación con la peligrosidad analizada.
- **Vulnerabilidad** determinada por la sensibilidad y capacidad adaptativa del receptor considerado en relación con la amenaza analizada.

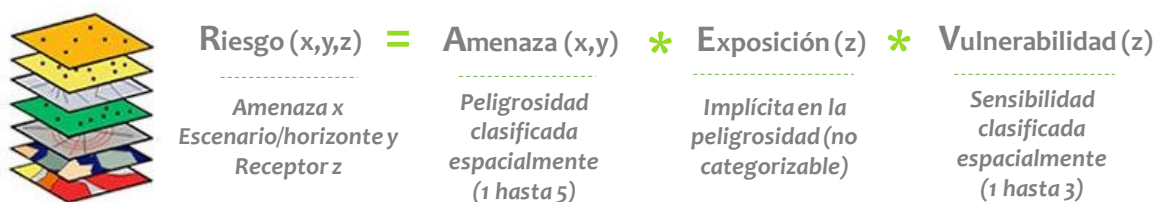
Las amenazas climáticas consideradas han sido inundaciones, deslizamientos, sequías y olas de calor. En el apartado 0 se ha caracterizado su peligrosidad para los escenarios climáticos RCP 4.5 (escenario intermedio) y RCP 8.5 (escenario pesimista), y para los horizontes temporales futuros cercano (2015-2045) y lejano (2045-2075). Esta peligrosidad está especialmente basada en la variabilidad a futuro asociada a las diferentes amenazas climáticas analizadas: episodios de lluvia intensa, ausencia prolongada de precipitaciones, y periodos de altas temperaturas.

Los diferentes receptores sensibles se agrupan en los seis sectores considerados: población, hábitat urbano, sector primario, infraestructuras, equipamientos y áreas protegidas. Su exposición ante cada una de las amenazas viene dada por el cálculo espacial de la peligrosidad, realizado conforme explicado en el párrafo anterior.

Para categorizar espacialmente su vulnerabilidad se han definido indicadores específicos, recogidos en el anterior apartado 0. La capacidad adaptativa se ha tratado a escala municipal (ver apartado 4.8), teniendo en cuenta el nivel de desagregación espacial de la información disponible.

Con todos estos elementos se ha completado el trabajo de categorizar espacialmente el riesgo asociado a cada combinación de amenaza y receptor sensible, para los distintos escenarios y horizontes temporales indicados. Se han establecido cinco categorías de riesgo, a partir de la combinación espacial de todos estos elementos como se presenta a continuación.

Figura 16. Composición espacial del riesgo climático



Fuente: IDOM-CPSU (2022).

Los resultados obtenidos al completo, así como el conjunto de archivos de trabajo y auxiliares que han soportado el análisis realizado con el apoyo de herramientas GIS se entregan como adjunto al presente informe a la municipalidad. Además, se incluye un Anexo 1 con el detalle de la metodología de geoprocésamiento seguida para completar el análisis espacial de riesgos.

A continuación, se ofrecen algunos resultados agregados, destacados y/o significativos, en relación con cada una de las cuatro amenazas consideradas.

4.7.1 Inundaciones

En este apartado se recogen los resultados del análisis de riesgo de inundación para este cantón en los escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5 y para los períodos temporales señalados. Estos se han incluido en forma de tabla (Tabla 19) y representados en mapas de algunos de los receptores analizados como se muestra más adelante.

En la siguiente tabla se muestran los resultados del análisis de riesgo en superficie o número para cada uno de los receptores establecidos y para las distintas categorías de riesgo.

- **Escenario actual y escenarios RCP 4.5 (horizontes 2015-2045/2045-2075):**


En el caso del hábitat urbano, más del 82% se encuentran en zonas de riesgo medio alto y alto de inundación, y en cuanto a la población, alrededor del 81%. Desde el punto de vista distrital, los distritos con mayor porcentaje de población ubicada en niveles medio alto y alto, siguen este orden descendente: Siquirres (42%), Pacuarito (14%), El Cairo (10%), Alegría (9%), Germania (4%), Florida (3%) y Reventazón (sin población).

La población cantonal que se encuentra en riesgo medio alto y alto de inundaciones, como ya se ha comentado, es aproximadamente un 81%. De esta última cifra, alrededor casi el 39% son mujeres y alrededor del 1% población indígena. Esto se traduce en que casi la mitad de la población que vive en zonas donde el riesgo es medio alto y alto pertenece a grupos vulnerables. La implicación de esta situación, como se ha comentado en el apartado 4.5.4, es que los impactos sobre estos grupos de población toman mayor alcance dadas sus circunstancias desfavorables iniciales que solo se agravan debido a las consecuencias del cambio climático.

El resto de los receptores siguen un patrón parecido, con la mayor parte de sus elementos localizados en categorías de riesgo medio alto y alto principalmente. Casi el 81% de las fincas agropecuarias están en riesgo medio alto y alto. En el caso de los aeródromos, tres de ellos están en riesgo medio alto y los otros dos en riesgo alto. Más del 80% de los centros educativos están ubicados también en estos niveles de riesgo de inundación. Por otro lado, alrededor del 89% de las vías están en los niveles de riesgo más alto, al igual que las ferrovías (85%). En cuanto a las ASADAS, el 70% de ellas están en estos rangos de riesgo. El grueso de los territorios indígenas está en un nivel medio de riesgo, estando solo un 0,05% en riesgo alto.

- **Escenarios RCP 8.5 (horizontes 2015-2045/2045-2075):**

En estos escenarios, los porcentajes referentes al hábitat urbano y a la población en los niveles de riesgo medio alto y alto se mantienen en los mismos resultados que los otros escenarios analizados. El cambio ha venido en los escenarios bajos y medios, que han aumentado sus porcentajes ligeramente, no encontrándose población en el nivel bajo.



A nivel de distrito, siguen la misma distribución que los anteriores escenarios, solo en el caso de Pacuarito, el total de población en niveles medio alto y alto ha aumentado menos de una unidad porcentual.

En cuanto a su caracterización demográfica, desde el punto de vista de los grupos vulnerables (mujeres, población indígena y grupos de edad inferior a 18 años y superior a los 60), es la misma que en los anteriores escenarios, puesto que no ha habido variaciones en la proporción de población en zonas con niveles de riesgo medio alto y alto.

El resto de los receptores sigue el mismo patrón que en los otros escenarios, puesto que los cambios han aparecido en los niveles medios de riesgo de inundación. Así es el caso de los centros educativos, ya que en nivel medio han pasado de 15% a 20% en este escenario; y en las ASADAS, que han pasado de 13% a un 23% en ese mismo nivel. En el caso de las vías hay una reducción a la mitad en niveles medios (del 8% al 4%) y un aumento del 17% al 24% en los niveles medio altos. Del mismo modo, en los territorios indígenas hay una disminución a casi la mitad en los niveles medios (46% a 25%) y un aumento de más del doble en los niveles medio altos (23% a 69%).

En las siguientes figuras se representa la variabilidad del nivel de riesgo de algunos de los receptores sensibles considerados para el escenario actual y los escenarios RCP4.5 (en ambos horizontes temporales) a modo de ejemplo.

En el caso del riesgo de inundación para la población (Figura 17) y el hábitat urbano (Figura 18), los valores son muy similares, destacando las zonas con un nivel de riesgo medio alto (color naranja). En la mayoría de los casos, coinciden las zonas de nivel de riesgo alto con las áreas potenciales de inundación definidas por la CNE.

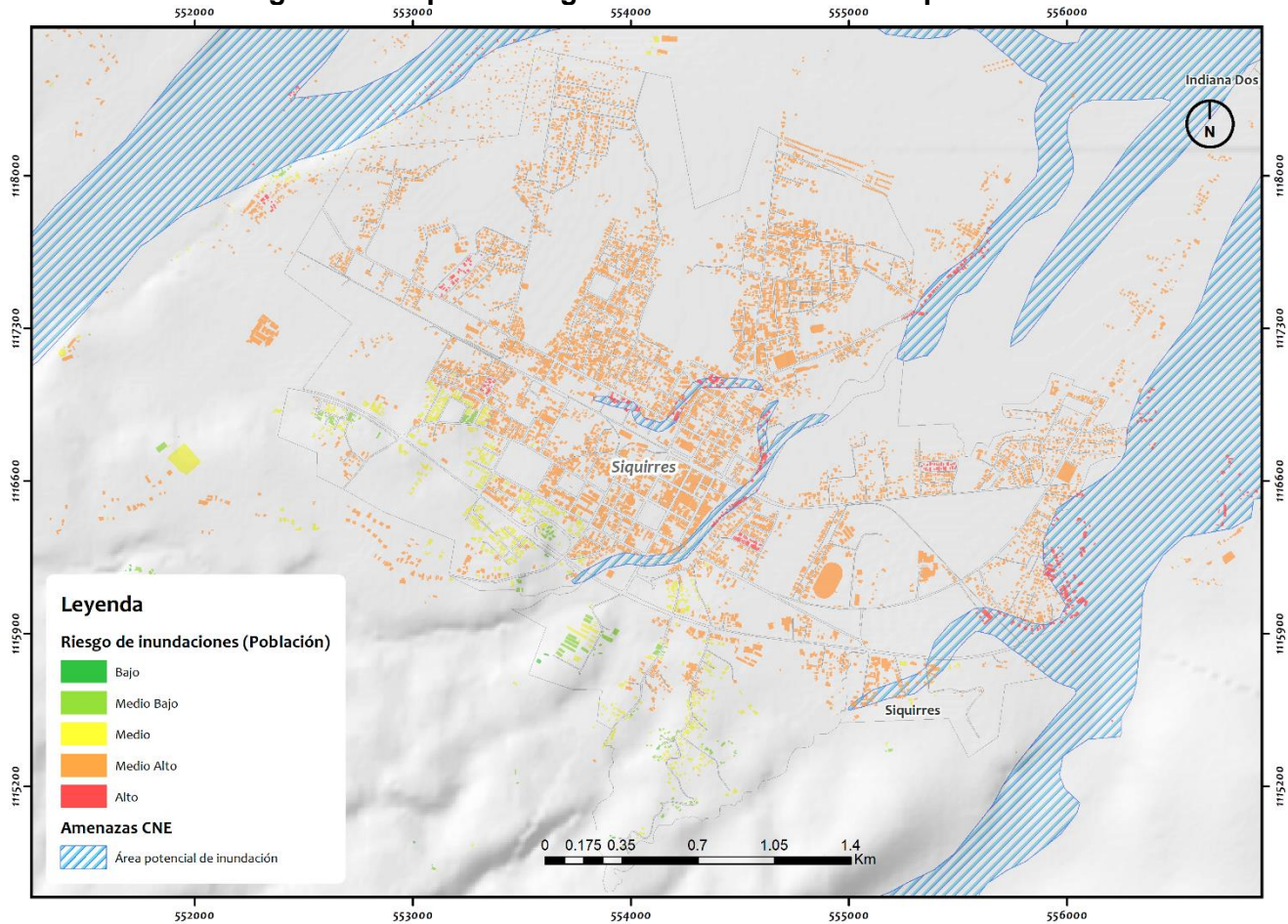
En el caso del riesgo de inundación sobre las vías, como se puede ver la Figura 19, la mayor parte se encuentran en riesgo alto. En cambio, en la parte sur del cantón, este nivel de riesgo se reduce a niveles medio altos o medios.

Tabla 19. Riesgo por inundaciones sobre los receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados

Escenario/Horizonte temporal	Categoría de riesgo	Población		Hábitat urbano		Agropecuario		Aeródromo		Vías		Ferrovías		Educación		Recurso hídrico		Territorios indígenas	
		nº edificios	%	nº edificios	%	nº fincas	%	nº	%	ha	%	km	%	nº	%	nº	%	ha	%
Período de referencia [1990]: 1975-2005	bajo	316,00	1,30	354,00	1,46	30,00	2,02	0,00	0,00	7,98	0,19	2,24	2,43	0,00	0,00	2,00	6,67	0,52	0,05
	medio-bajo	1.221,00	5,02	1.285,00	5,29	94,00	6,34	0,00	0,00	111,87	2,71	3,92	4,24	4,00	4,88	3,00	10,00	243,79	25,49
	medio	2.982,00	12,27	3.052,00	12,56	165,00	11,13	0,00	0,00	338,21	8,20	7,29	7,89	12,00	14,63	4,00	13,33	440,61	46,07
	medio-alto	16.624,00	68,39	18.026,00	74,16	651,00	43,90	3,00	60,00	704,28	17,07	58,00	62,77	50,00	60,98	16,00	53,33	215,28	22,51
	alto	3.163,00	13,01	1.589,00	6,54	543,00	36,61	2,00	40,00	2.964,24	71,83	20,95	22,67	16,00	19,51	5,00	16,67	56,11	5,87
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2015-2045	bajo	316,00	1,30	354,00	1,46	30,00	2,02	0,00	0,00	7,98	0,19	2,24	2,43	0,00	0,00	2,00	6,67	0,52	0,05
	medio-bajo	1.221,00	5,02	1.285,00	5,29	94,00	6,34	0,00	0,00	111,87	2,71	3,92	4,24	4,00	4,88	3,00	10,00	243,79	25,49
	medio	2.982,00	12,27	3.052,00	12,56	165,00	11,13	0,00	0,00	338,21	8,20	7,29	7,89	12,00	14,63	4,00	13,33	440,61	46,07
	medio-alto	16.624,00	68,39	18.026,00	74,16	651,00	43,90	3,00	60,00	704,28	17,07	58,00	62,77	50,00	60,98	16,00	53,33	215,28	22,51
	alto	3.163,00	13,01	1.589,00	6,54	543,00	36,61	2,00	40,00	2.964,24	71,83	20,95	22,67	16,00	19,51	5,00	16,67	56,11	5,87
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2045-2075	bajo	316,00	1,30	354,00	1,46	30,00	2,02	0,00	0,00	7,98	0,19	2,24	2,43	0,00	0,00	2,00	6,67	0,52	0,05
	medio-bajo	1.221,00	5,02	1.285,00	5,29	94,00	6,34	0,00	0,00	111,87	2,71	3,92	4,24	4,00	4,88	3,00	10,00	243,79	25,49
	medio	2.982,00	12,27	3.052,00	12,56	165,00	11,13	0,00	0,00	338,21	8,20	7,29	7,89	12,00	14,63	4,00	13,33	440,61	46,07
	medio-alto	16.624,00	68,39	18.026,00	74,16	651,00	43,90	3,00	60,00	704,28	17,07	58,00	62,77	50,00	60,98	16,00	53,33	215,28	22,51
	alto	3.163,00	13,01	1.589,00	6,54	543,00	36,61	2,00	40,00	2.964,24	71,83	20,95	22,67	16,00	19,51	5,00	16,67	56,11	5,87
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2015-2045	bajo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-bajo	501,00	2,06	546,00	2,25	30,00	2,02	0,00	0,00	7,98	0,19	2,24	2,43	0,00	0,00	2,00	6,67	0,52	0,05
	medio	3.923,00	16,14	4.145,00	17,05	235,00	15,85	0,00	0,00	173,21	4,20	11,21	12,13	16,00	19,51	7,00	23,33	243,79	25,49
	medio-alto	16.719,00	68,79	18.026,00	74,16	675,00	45,52	3,00	60,00	981,14	23,78	58,00	62,77	50,00	60,98	16,00	53,33	655,88	68,59
	alto	3.163,00	13,01	1.589,00	6,54	543,00	36,61	2,00	40,00	2.964,24	71,83	20,95	22,67	16,00	19,51	5,00	16,67	56,11	5,87
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2045-2075	bajo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-bajo	501,00	2,06	546,00	2,25	30,00	2,02	0,00	0,00	7,98	0,19	2,24	2,43	0,00	0,00	2,00	6,67	0,52	0,05
	medio	3.923,00	16,14	4.145,00	17,05	235,00	15,85	0,00	0,00	173,21	4,20	11,21	12,13	16,00	19,51	7,00	23,33	243,79	25,49
	medio-alto	16.719,00	68,79	18.026,00	74,16	675,00	45,52	3,00	60,00	981,14	23,78	58,00	62,77	50,00	60,98	16,00	53,33	655,88	68,59
	alto	3.163,00	13,01	1.589,00	6,54	543,00	36,61	2,00	40,00	2.964,24	71,83	20,95	22,67	16,00	19,51	5,00	16,67	56,11	5,87

Fuente: IDOM-CPSU (2022).

Figura 17. Mapa de riesgo de inundaciones sobre población



Mapa de riesgo de inundaciones (población)

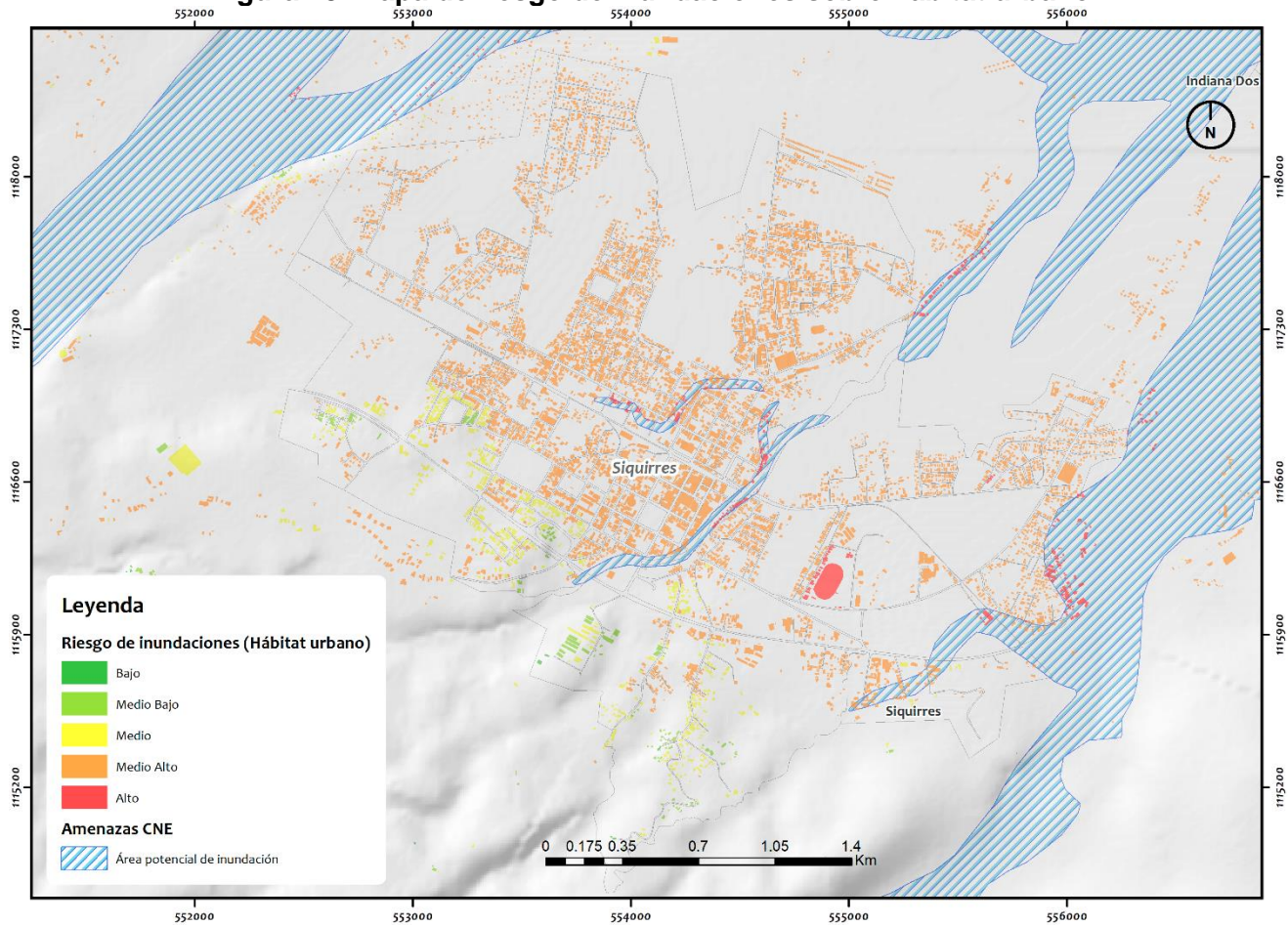
Sistema de coordenadas
Proyección: CRTM05
Datum: CRO5/WGS84

Fuente de Datos:
Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)
Instituto Geográfico Nacional (IGN)
Comisión Nacional de Emergencias (CNE)
Fecha: Mayo 2022

Diseño:



Figura 18. Mapa de riesgo de inundaciones sobre hábitat urbano



Mapa de riesgo de inundaciones (hábitat urbano)

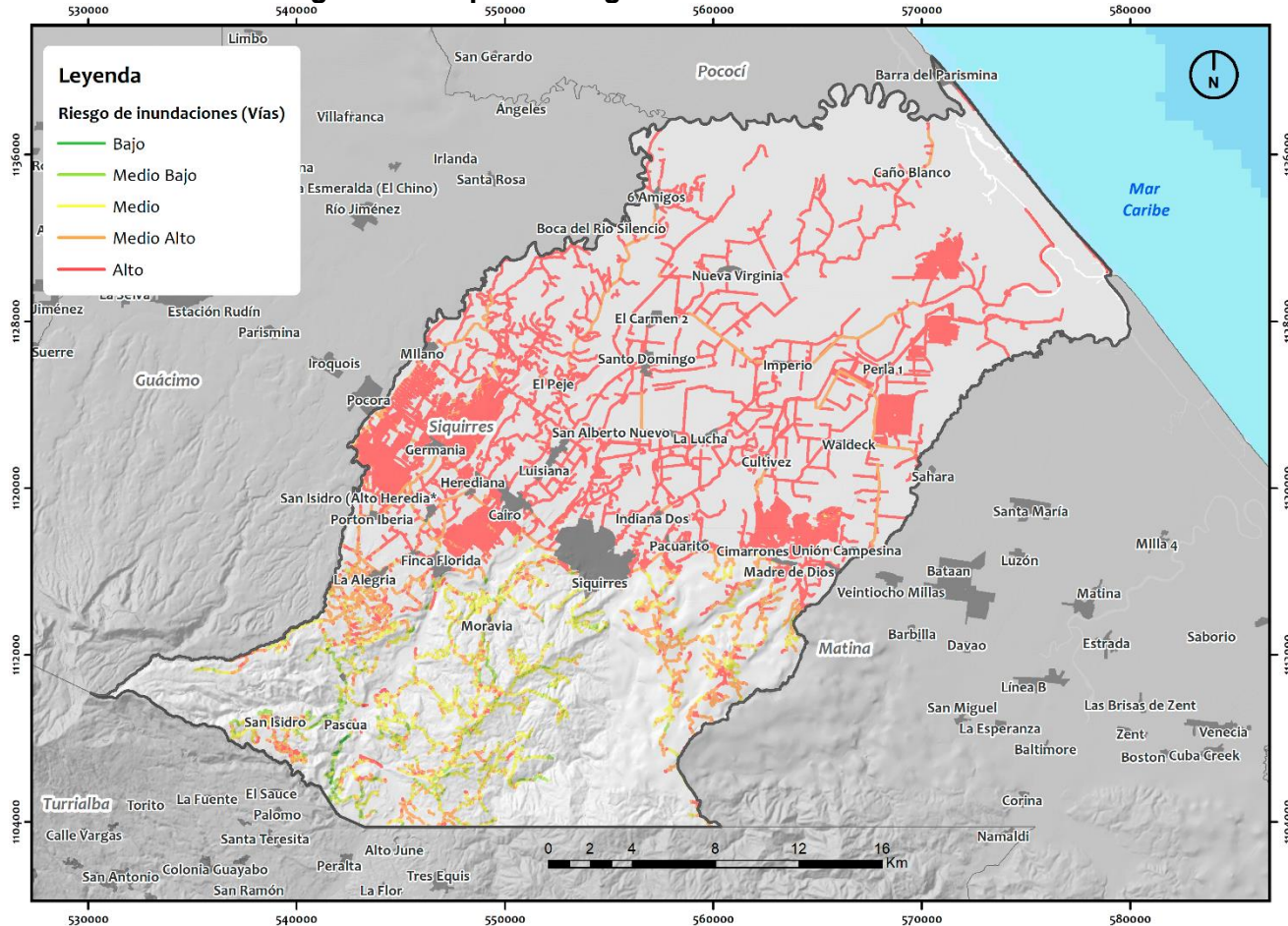
Sistema de coordenadas
 Proyección: CRTM05
 Datum: CRO5/WGS84

Fuente de Datos:
 Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)
 Instituto Geográfico Nacional (IGN)
 Comisión Nacional de Emergencias (CNE)
 Fecha: Mayo 2022

Diseño:



Figura 19. Mapa de riesgo de inundaciones sobre vías



Mapa de riesgo de inundaciones (vías)

Sistema de coordenadas
 Proyección: CRTM05
 Datum: CRO5/WGS84

Fuente de Datos:
 Instituto Geográfico Nacional (IGN)
 Comisión Nacional de Emergencias (CNE)

Fecha: Mayo 2022

Diseño:



4.7.2 Deslizamientos

En la siguiente tabla (Tabla 20.) se aglutinan los resultados del riesgo por deslizamientos sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios de cambio climático y los horizontes temporales.

- **Escenario actual y escenarios RCP 4.5 (horizontes 2015-2045/2045-2075):**

En cuanto a los deslizamientos, se trata de un riesgo menos acusado que en el caso de las inundaciones, puesto que la mayor parte de los receptores analizados se encuentran en niveles bajos y medios.

La mayoría de la población se encuentra en niveles de riesgo bajo (alrededor del 60%), ya que solo el 8% de esta estaría en zonas con riesgo medio alto y alto. De este 8%, más del 41% son mujeres y casi el 4% es población considerada indígena. Esto se traduce en que casi la mitad de la población que vive en zonas donde el riesgo es medio alto y alto pertenece a grupos vulnerables. La implicación de esta situación, como se ha comentado en el apartado 4.5.4, es que los impactos sobre estos grupos de población toman mayor alcance dadas sus circunstancias desfavorables iniciales que solo se agravan debido a las consecuencias del cambio climático.

A nivel distrital, Siquirres es el que se vería más afectado ya que tiene el porcentaje total de población mayor bajo los niveles más altos de riesgo de deslizamiento, alrededor del 5%. Por detrás estarían Florida, Pacuarito, Alegría y El Cairo; no encontrándose población afectada en Reventazón y Germania.

El porcentaje más notable de superficie localizada en estas zonas de riesgo alto corresponde con los territorios indígenas, ya que supera el 88%. Alrededor del 15% de las vías está en riesgo medio alto y alto, aunque la mayoría de estas están en riesgo medio bajo (58%). En cuanto a los centros educativos, el 5% se ubican en riesgo medio alto y alto; y el 23% de las ASADAS.

Por último, no se localiza ningún aeródromo en estos niveles de riesgo alto y medio alto.

- **Escenarios RCP 8.5 (horizontes 2015-2045/2045-2075):**

En este escenario, los porcentajes de población y hábitat urbano han aumentado muy ligeramente en comparación con los otros escenarios analizados. En el caso de la población, en los niveles medio alto y alto, han aumentado hasta un 9% (en el otro escenario era un 8%). Respecto al hábitat urbano, el aumento ha sido menor, ya que ha pasado de un 7,95% a un 8,10%.

La mayoría de la población se encuentra en niveles de riesgo medio bajo, llegando al 61%. Del 9% que ya se ha indicado que están en riesgo medio alto y alto, más del 40% son mujeres y el 3% es población considerada indígena. Estos son porcentajes algo inferiores a los otros escenarios, pero es necesario tener en cuenta, que el cómputo total de población afectada es superior.

En el caso de las vías hay una reducción significativa del nivel de vías en niveles medio bajos (del 58% al 6%) y un aumento considerable en niveles medios (del 21% al 60%) y medio altos (del 6% al 26%). De manera similar ocurre en las ferrovías, donde los niveles pasan, en su mayoría, de valores bajos y medio bajos (65% y 20%, respectivamente) a medio bajos y medios (57% y 38%, respectivamente).

A nivel distrital, se mantiene la misma proporción que en el caso de los otros escenarios, aunque los porcentajes de población en riesgo medio alto y alto han aumentado en los distritos de Siquirres, Pacuarito, El Cairo y Germania.

En el resto de los receptores no se observan variaciones relevantes respecto a los resultados analizados en los otros escenarios.

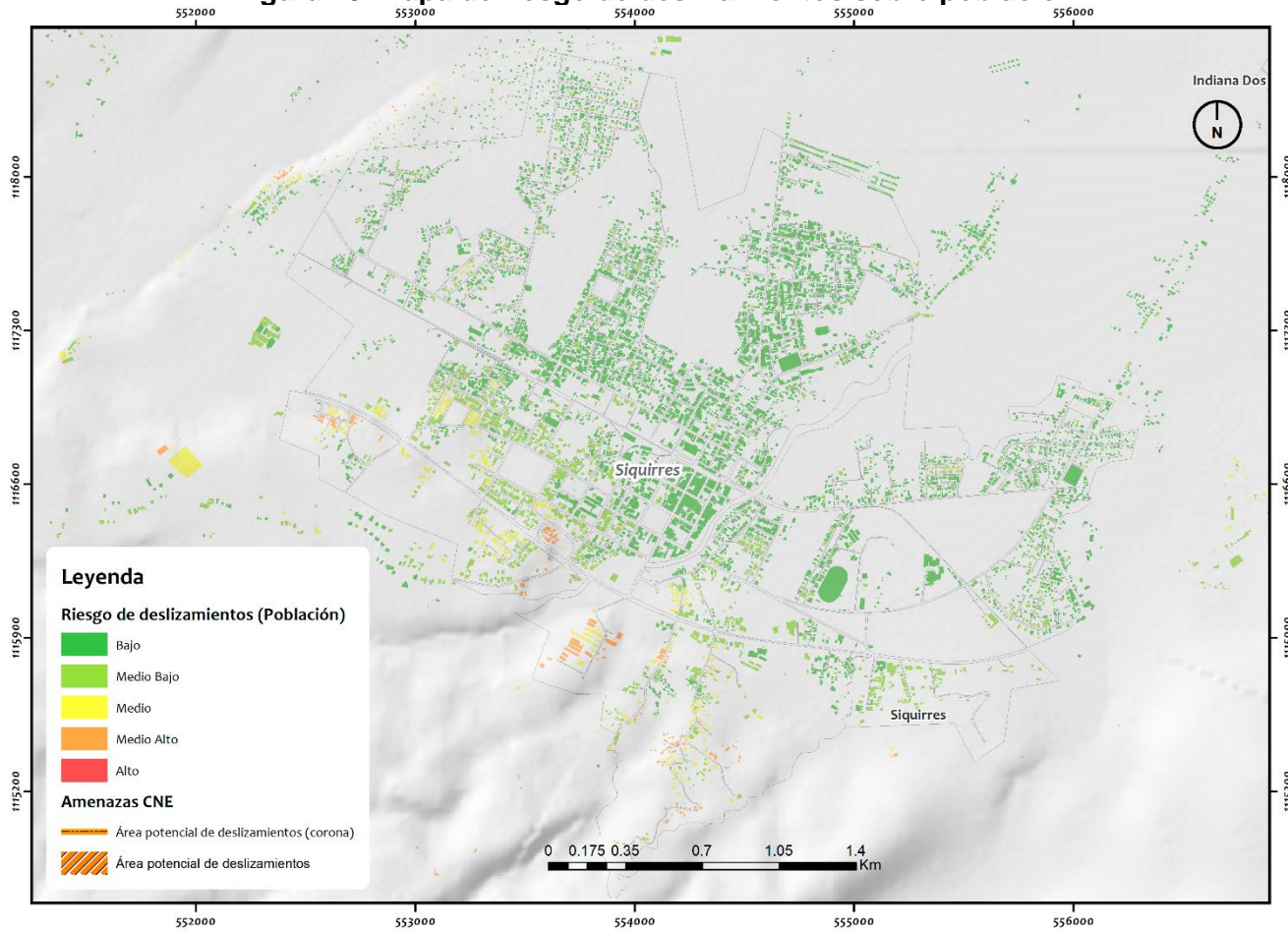
En las siguientes figuras (Figura 20 y Figura 21) se representa la variabilidad del nivel de riesgo de algunos de los receptores sensibles considerados para el escenario actual y los escenarios RCP4.5 (ambos horizontes temporales) a modo de ejemplo. En el caso de estos dos receptores, población y hábitat urbano, en el ámbito urbano de Siquirres, se localizan en zonas donde el nivel de riesgo es bajo principalmente.

Tabla 20. Riesgo por deslizamientos sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados

Escenario/Horizonte temporal	Categoría de riesgo	Población		Hábitat urbano		Aeródromo		Vías		Ferrovías		Educación		Recurso hídrico		Territorios indígenas	
		nº edificios	%	nº edificios	%	nº	%	ha	%	km	%	nº	%	nº	%	ha	%
Período de referencia [1990]: 1975-2005	bajo	14.525,00	59,76	15.264,00	62,80	3,00	60,00	235,39	5,70	60,37	65,35	47,00	57,32	18,00	60,00	0,00	0,00
	medio-bajo	6.192,00	25,48	5.661,00	23,29	2,00	40,00	2.409,94	58,40	18,83	20,38	27,00	32,93	1,00	3,33	25,56	2,67
	medio	1.570,00	6,46	1.450,00	5,97	0,00	0,00	844,23	20,46	4,28	4,63	4,00	4,88	4,00	13,33	85,83	8,98
	medio-alto	1.734,00	7,13	1.895,00	7,80	0,00	0,00	263,62	6,39	8,09	8,76	3,00	3,66	5,00	16,67	160,53	16,79
	alto	285,00	1,17	36,00	0,15	0,00	0,00	373,39	9,05	0,81	0,88	1,00	1,22	2,00	6,67	684,39	71,57
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2015-2045	bajo	14.525,00	59,76	15.264,00	62,80	3,00	60,00	235,39	5,70	60,37	65,35	47,00	57,32	18,00	60,00	0,00	0,00
	medio-bajo	6.192,00	25,48	5.661,00	23,29	2,00	40,00	2.409,94	58,40	18,83	20,38	27,00	32,93	1,00	3,33	25,56	2,67
	medio	1.570,00	6,46	1.450,00	5,97	0,00	0,00	844,23	20,46	4,28	4,63	4,00	4,88	4,00	13,33	85,83	8,98
	medio-alto	1.734,00	7,13	1.895,00	7,80	0,00	0,00	263,62	6,39	8,09	8,76	3,00	3,66	5,00	16,67	160,53	16,79
	alto	285,00	1,17	36,00	0,15	0,00	0,00	373,39	9,05	0,81	0,88	1,00	1,22	2,00	6,67	684,39	71,57
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2045-2075	bajo	14.525,00	59,76	15.264,00	62,80	3,00	60,00	235,39	5,70	60,37	65,35	47,00	57,32	18,00	60,00	0,00	0,00
	medio-bajo	6.192,00	25,48	5.661,00	23,29	2,00	40,00	2.409,94	58,40	18,83	20,38	27,00	32,93	1,00	3,33	25,56	2,67
	medio	1.570,00	6,46	1.450,00	5,97	0,00	0,00	844,23	20,46	4,28	4,63	4,00	4,88	4,00	13,33	85,83	8,98
	medio-alto	1.734,00	7,13	1.895,00	7,80	0,00	0,00	263,62	6,39	8,09	8,76	3,00	3,66	5,00	16,67	160,53	16,79
	alto	285,00	1,17	36,00	0,15	0,00	0,00	373,39	9,05	0,81	0,88	1,00	1,22	2,00	6,67	684,39	71,57
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2015-2045	bajo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-bajo	14.865,00	61,16	15.619,00	64,26	3,00	60,00	235,39	5,70	60,37	65,35	47,00	57,32	18,00	60,00	0,00	0,00
	medio	7.191,00	29,59	6.718,00	27,64	2,00	40,00	2.434,32	58,99	23,11	25,02	31,00	37,80	5,00	16,67	25,56	2,67
	medio-alto	1.965,00	8,08	1.933,00	7,95	0,00	0,00	1.083,47	26,26	8,09	8,76	3,00	3,66	5,00	16,67	246,35	25,76
	alto	285,00	1,17	36,00	0,15	0,00	0,00	373,39	9,05	0,81	0,88	1,00	1,22	2,00	6,67	684,39	71,57
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2045-2075	bajo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-bajo	14.865,00	61,16	15.619,00	64,26	3,00	60,00	235,39	5,70	60,37	65,35	47,00	57,32	18,00	60,00	0,00	0,00
	medio	7.191,00	29,59	6.718,00	27,64	2,00	40,00	2.434,32	58,99	23,11	25,02	31,00	37,80	5,00	16,67	25,56	2,67
	medio-alto	1.965,00	8,08	1.933,00	7,95	0,00	0,00	1.083,47	26,26	8,09	8,76	3,00	3,66	5,00	16,67	246,35	25,76
	alto	285,00	1,17	36,00	0,15	0,00	0,00	373,39	9,05	0,81	0,88	1,00	1,22	2,00	6,67	684,39	71,57

Fuente: IDOM-CPSU (2022).

Figura 20. Mapa de riesgo de deslizamientos sobre población



Leyenda

Riesgo de deslizamientos (Población)

- Bajo
- Medio Bajo
- Medio
- Medio Alto
- Alto

Amenazas CNE

- Área potencial de deslizamientos (corona)
- Área potencial de deslizamientos

Mapa de riesgo de deslizamientos (población)

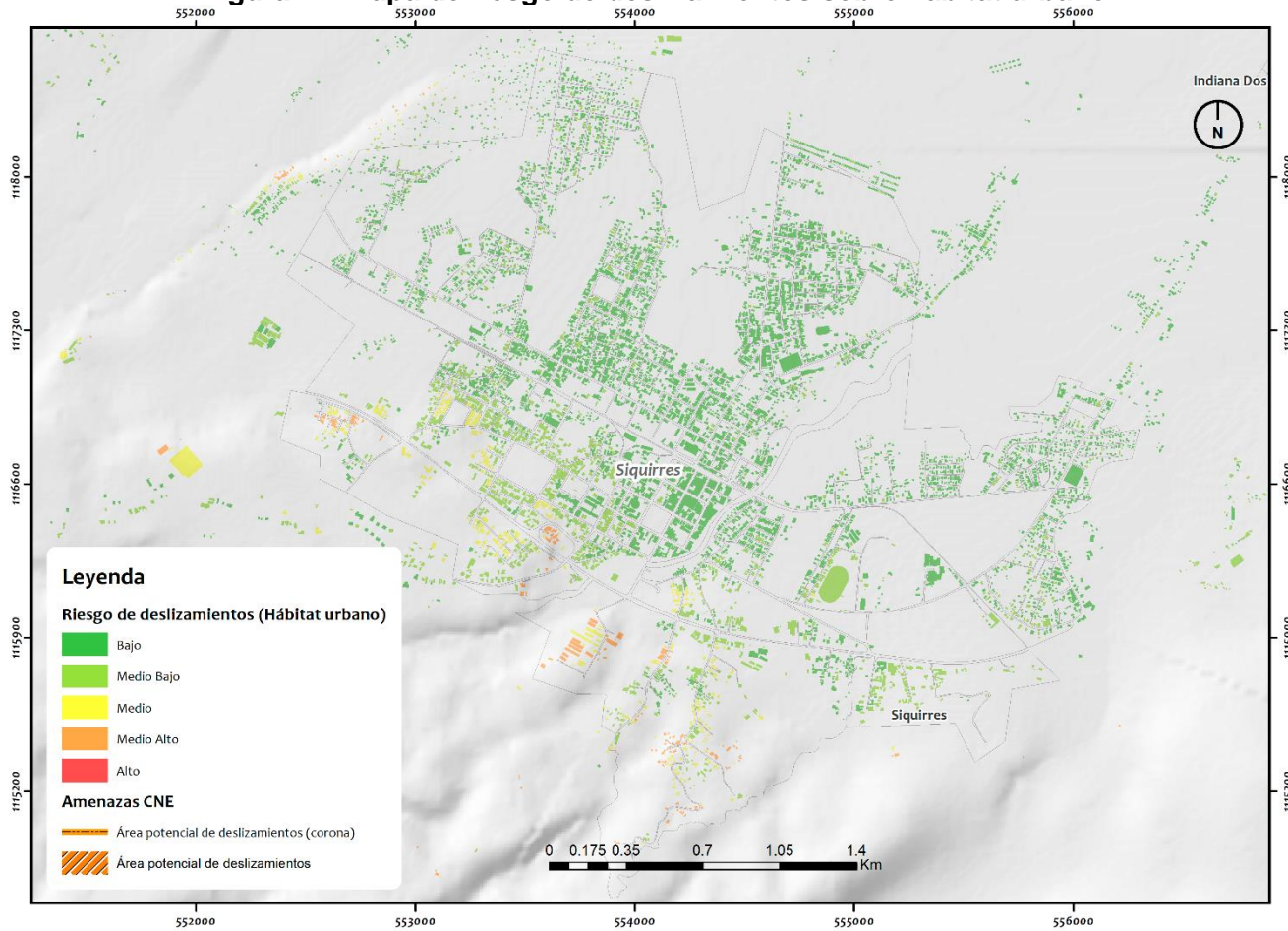
Sistema de coordenadas
 Proyección: CRTM05
 Datum: CR05/WGS84

Fuente de Datos:
 Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)
 Instituto Geográfico Nacional (IGN)
 Comisión Nacional de Emergencias (CNE)
 Fecha: Mayo 2022

Diseño:



Figura 21. Mapa de riesgo de deslizamientos sobre hábitat urbano



Leyenda

Riesgo de deslizamientos (Hábitat urbano)

- Bajo
- Medio Bajo
- Medio
- Medio Alto
- Alto

Amenazas CNE

- Área potencial de deslizamientos (corona)
- Área potencial de deslizamientos

Mapa de riesgo de deslizamientos (hábitat urbano)

Sistema de coordenadas
 Proyección: CRTM05
 Datum: CR05/WGS84

Fuente de Datos:
 Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)
 Instituto Geográfico Nacional (IGN)
 Comisión Nacional de Emergencias (CNE)
 Fecha: Mayo 2022

Diseño:



4.7.3 Sequía

En cuanto a los episodios de sequía, los territorios indígenas destacan por encontrarse gran parte de su superficie en riesgo alto (79%). Los otros tres receptores, agropecuario, humedales y áreas naturales, se encuentran en niveles medio alto y alto principalmente.

Respecto al sector agropecuario, las fincas que se encuentran en nivel alto de riesgo se caracterizan por dedicarse al ganado vacuno y al cultivo de plátano y banano.

Tabla 21. Riesgo por sequía sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados

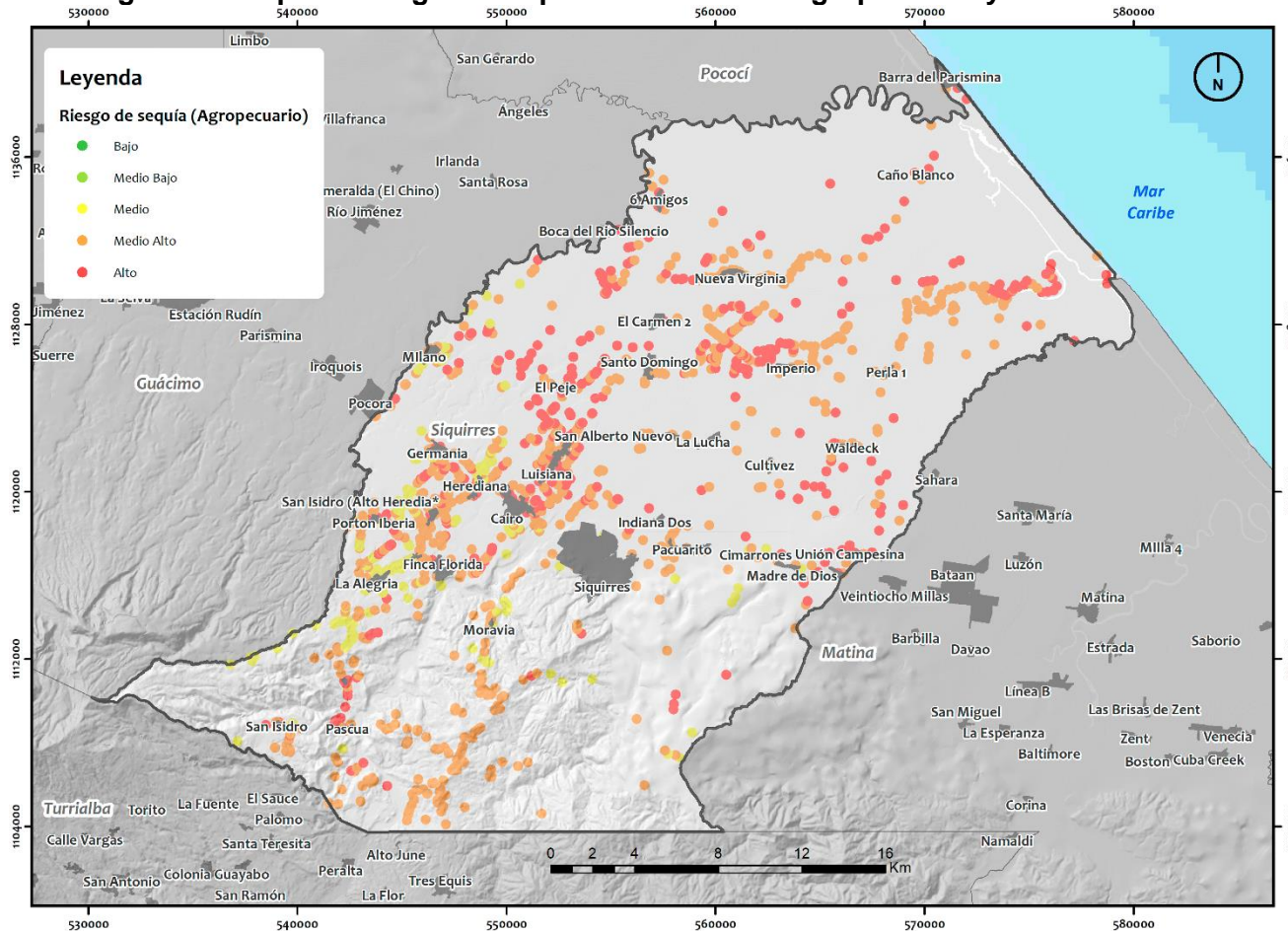
Escenario/Horizonte temporal (*)	Categoría de riesgo	Agropecuario		Humedales		Territorios indígenas		Áreas naturales	
		nº fincas	%	ha	%	ha	%	ha	%
Período de referencia [1990]: 1975-2005	bajo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-bajo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,85	0,11
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2015-2045/2045-2075	medio	175,00	11,80	415,10	14,75	0,00	0,00	5.685,26	16,52
	medio-alto	881,00	59,41	1.223,00	43,46	323,70	20,62	18.630,16	54,12
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2015-2045/2045-2075	alto	427,00	28,79	1.175,68	41,78	1.245,77	79,38	10.068,63	29,25

Fuente: IDOM-CPSU (2022).

(*) En este caso, los datos son comunes a todos los escenarios RCP y horizontes temporales.

En las siguientes figuras se representa la variabilidad del nivel de riesgo de los receptores sensibles considerados para ambos escenarios climáticos y horizontes temporales. En el caso del riesgo de sequía en el sector agropecuario, destacan las fincas agrícolas y ganaderas que se encuentran en zonas con riesgo medio alto (color naranja). En cuanto a las áreas naturales presentes en el cantón, están en zonas con riesgo medio alto principalmente, tal y como se ve en la figura siguiente (Figura 22 y Figura 23).

Figura 22. Mapa de riesgo de sequías sobre sector agropecuario y áreas naturales



Mapa de riesgo de sequía (agropecuario)

Sistema de coordenadas
Proyección: CRTM05
Datum: CRO5/WGS84

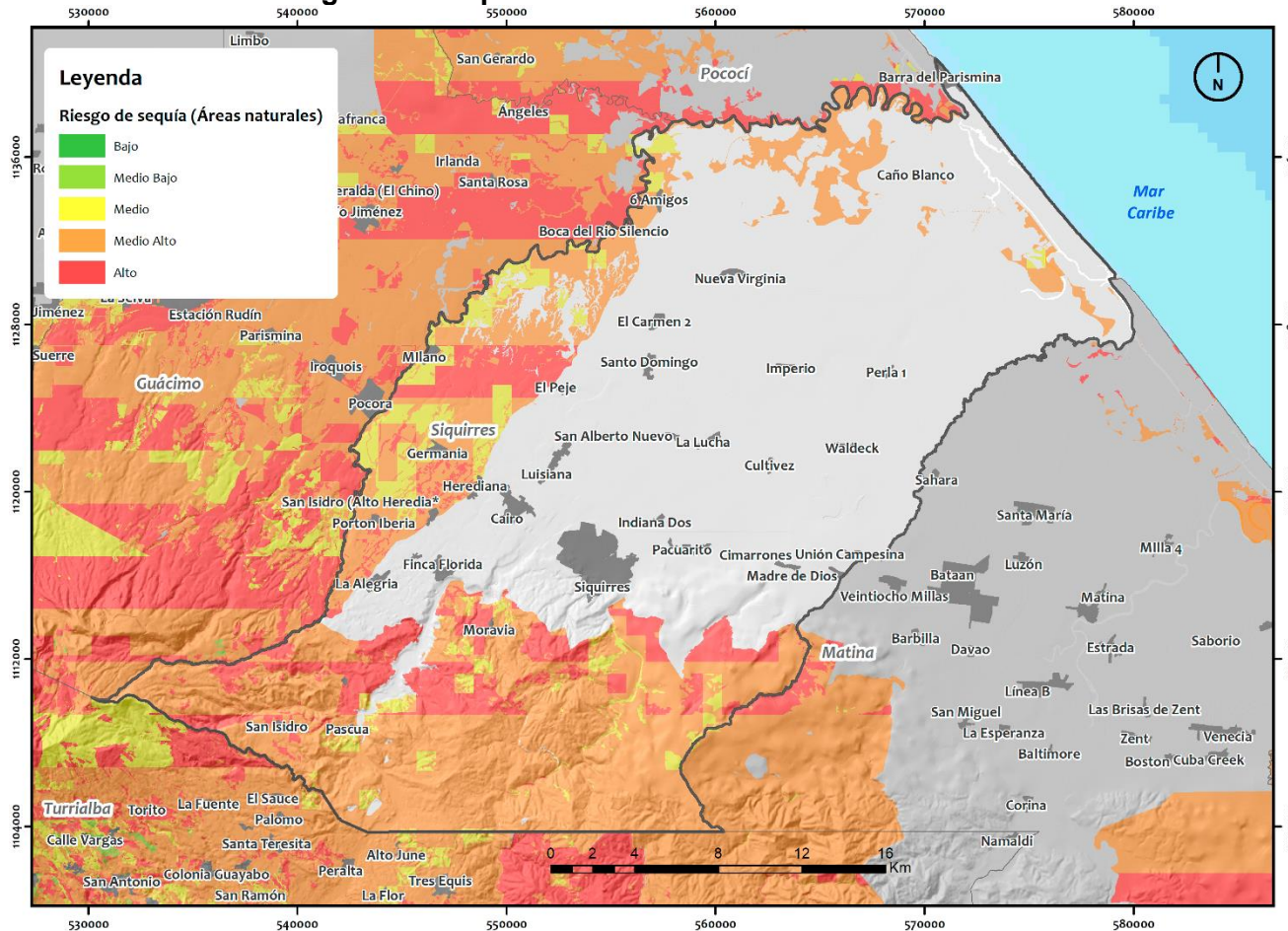
Fuente de Datos:
Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)
WorldClim

Fecha: Mayo 2022

Diseño:



Figura 23. Mapa de vulnerabilidad del hábitat urbano



Mapa de riesgo de sequía (áreas naturales)

Sistema de coordenadas
Proyección: CRTM05
Datum: CRO5/WGS84

Fuente de Datos:
Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC)
WorldClim

Fecha: Mayo 2022

Diseño:



4.7.4 Olas de calor

En la Tabla 22. se resumen los resultados obtenidos en el análisis de riesgo del peligro de olas de calor para los distintos receptores sensibles, que en este caso son la población y el hábitat urbano.

Como sucedía con la sequía, en este caso los receptores analizados, población y hábitat urbano, se encuentran en su totalidad en niveles medio alto y alto. A nivel de distrito, más del 51% de la población afectada por olas de calor, vive en Siquirres, seguido por Pacuarito (15%), Alegría (12%), El Cairo (11%), Florida (7%) y Germania (4%).

Tabla 22. Riesgo por olas de calor sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados

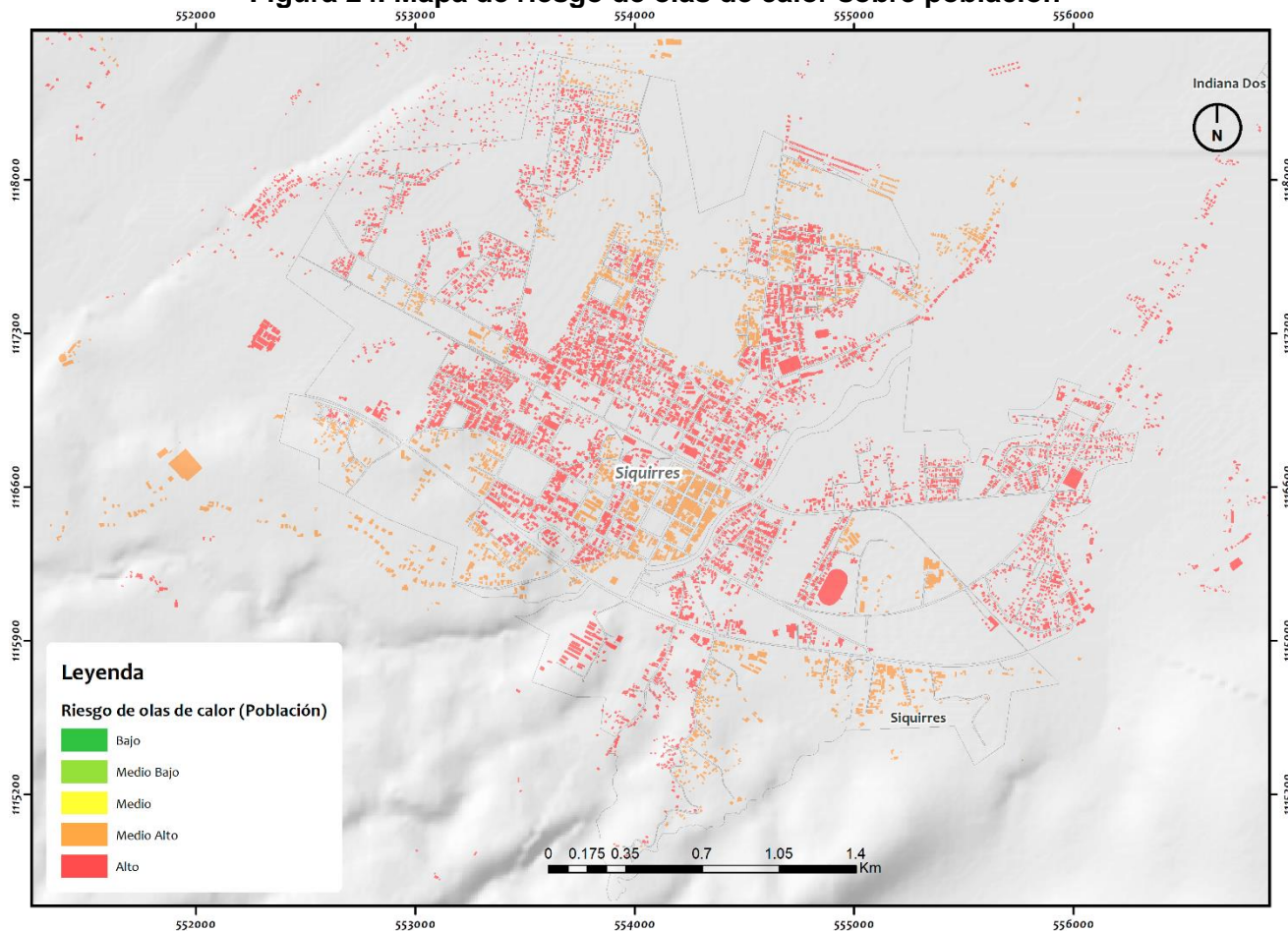
Escenario/Horizonte temporal (*)	Categoría de riesgo	Población		Hábitat urbano	
		nº edificios	%	nº edificios	%
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2015-2045/2045-2075 <hr/> Escenario RCP 8.5 Horizonte 2015-2045/2045-2075	bajo	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-bajo	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-alto	6.181,00	25,41	16.158,00	66,43
	alto	18.141,00	74,59	8.164,00	33,57

Fuente: IDOM-CPSU (2022).

(*) En este caso, los datos son comunes a todos los escenarios RCP y horizontes temporales.

En las siguientes figuras (Figura 24 y Figura 25) se representa la variabilidad del nivel de riesgo de olas de calor de los receptores sensibles considerados para ambos escenarios climáticos y horizontes temporales. En el caso de la población en la zona urbana de Siquirres, la mayoría se encuentra en zonas con riesgo alto con algunas zonas con riesgo medio alto. Este esquema se revierte en el sector hábitat urbano, donde la mayoría están en zonas de riesgo medio alto.

Figura 24. Mapa de riesgo de olas de calor sobre población



Mapa de riesgo de olas de calor (población)

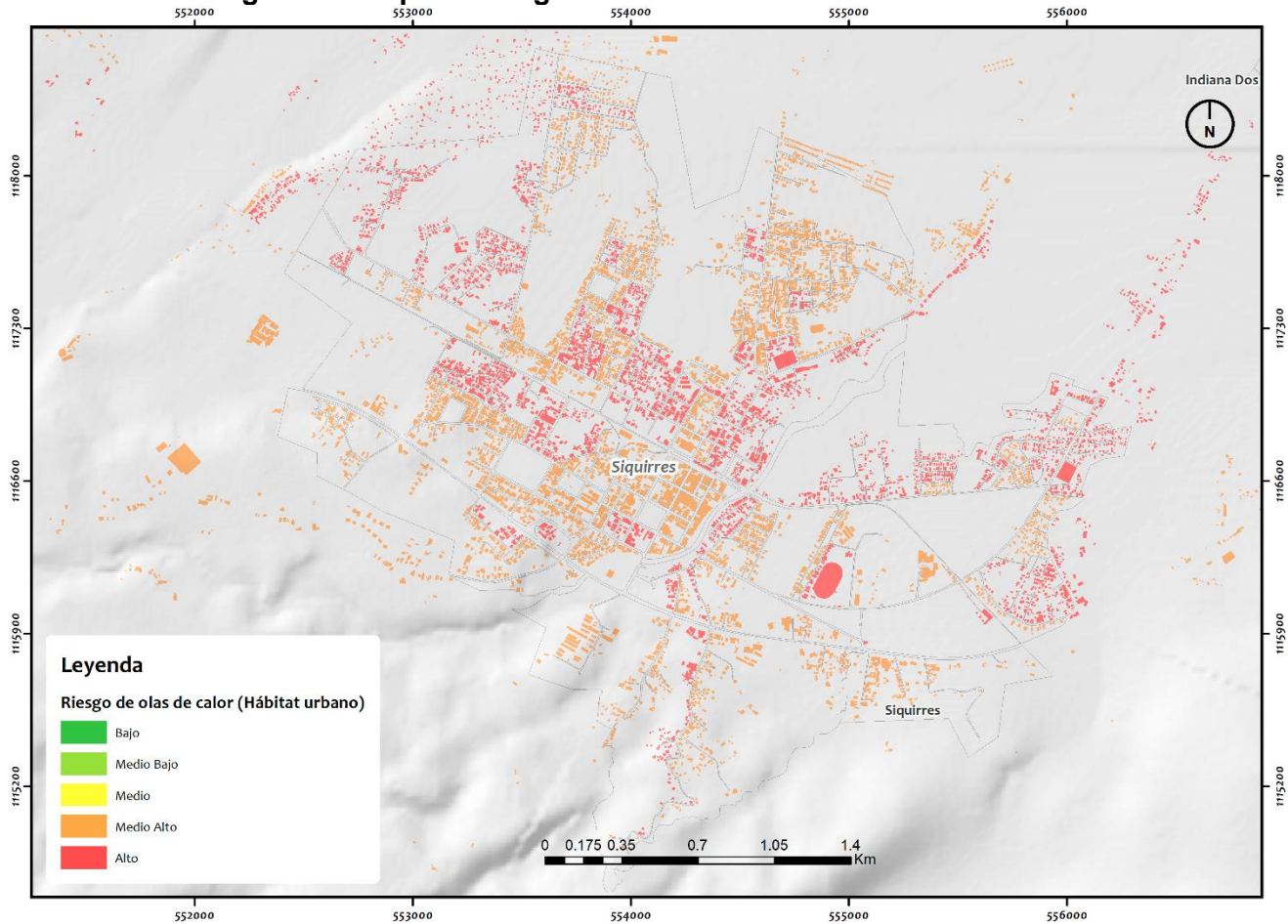
Sistema de coordenadas
 Proyección: CRTM05
 Datum: CRO5/WGS84

Fuente de Datos:
 Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)
 Instituto Geográfico Nacional (IGN)
 WorldClim
 Fecha: Mayo 2022

Diseño:



Figura 25. Mapa de riesgo de olas de calor sobre hábitat urbano



Mapa de riesgo de olas de calor (hábitat urbano)

Sistema de coordenadas
Proyección: CRTM05
Datum: CRO5/WGS84

Fuente de Datos:
Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)
Instituto Geográfico Nacional (IGN)
WorldClim
Fecha: Mayo 2022

Diseño:



4.8 Capacidad adaptativa actual

La capacidad adaptativa es la habilidad de ajustarse al cambio climático para atenuar los potenciales daños, aprovechar las oportunidades y hacer frente a las consecuencias, tal y como se define en el documento de bases conceptuales del Plan A: Territorios Resilientes ante el cambio climático (Ministerio de Ambiente y Energía, 2021d).

Como parte de la etapa de preparación del proceso de construcción conjunta del PAAC se completó un importante esfuerzo de recopilación y puesta al día de información por parte del equipo municipal. Con el apoyo de la “Caja de Herramientas” previamente facilitada por parte del equipo del Plan A, ha sido posible acotar el estado actual de la capacidad adaptativa en el cantón. En este análisis de la capacidad se integran ejes transversales como la equidad de género o la participación ciudadana.

Adicionalmente, también en el marco de desarrollo del Plan A, se ha completado un análisis de vulnerabilidad previo, diferenciando por dimensiones: base de activos y gestión municipal, instituciones y derechos, conocimiento e información, innovación, y gobernanza y toma de decisiones (Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica, 2021c). A continuación, se detalla cada una de ellas:

- **Base de activos y gestión municipal**

Para poder valorar esta dimensión, se han analizado distintas variables como el desarrollo y gestión institucional, la planificación, la participación ciudadana, la gestión de desarrollo ambiental o de servicios sociales. Todas ellas conforman el Índice de Gestión Municipal (IGM) que en el año 2018 logró una puntuación de 62,13. Cabe destacar que la gestión de desarrollo ambiental es la que cuenta con la peor puntuación, por lo que los esfuerzos deben ajustarse hacia ese lado sin dejar de atender el resto de las necesidades.

- **Instituciones y derechos**

Esta dimensión hace referencia a todas las capacidades institucionales que garantizan el acceso a activos, programas sociales y equidad. Conocer la situación actual de estos factores permite analizar el entorno institucional presente, su pertinencia y evolución para el acceso justo a activos y capitales clave.

Los niveles de escolaridad, de inclusión o de acceso a agua y saneamiento no son del 100%, por lo que se debe hacer hincapié en dichas cuestiones.

- **Conocimiento e información**

El 61% de su población tiene acceso a información y comunicaciones, mientras que el acceso a computadoras en los colegios es inferior al 35%. La comprensión de los cambios futuros y sobre las opciones de adaptación, así como la capacidad de implementar intervenciones adecuadas son parte del beneficio de tener una comunidad con acceso a información, por lo que resulta imprescindible mejorar estos aspectos.

- **Innovación**

La relación entre capacidad adaptativa y grado de innovación se basa en la capacidad del cantón para fomentarla, así como la experimentación y la búsqueda de soluciones nicho para el aprovechamiento de nuevas oportunidades. Esto está ligado al Índice de Competitividad Cantonal, que en Siquirres es muy bajo.

- **Gobernanza y toma de decisiones**

Hace referencia principalmente a los instrumentos de participación ciudadana y a los mecanismos de rendición de cuentas. De este modo se puede perfilar la capacidad del

sistema para anticipar, incorporar y responder ante los cambios internos de sus estructuras de gobierno y planificación. Sobre estos elementos destacan de forma positiva la existencia de instrumentos de participación.

- **Exposición ante amenazas naturales**

Algunos de los barrios se encuentran amenazados por riesgos presentes en el cantón. Estas amenazas son de naturaleza hidrometeorológica y geológica, como inundaciones, sismos o deslizamientos. En el caso de las inundaciones, parte de sus efectos negativos son consecuencia de la reducción de la capacidad de la sección hidráulica de los cauces por la presencia de desechos sólidos y la falta de planificación urbana que deriva en desarrollos desordenados.

También resulta de interés resaltar en este punto el Índice de Desarrollo Humano Cantonal (IDH), que se compone de la esperanza de vida al nacer, los años esperados y promedio de escolaridad, y el consumo eléctrico per cápita. El cantón de Siquirres tiene un valor de 0,783 lo que lo sitúa en la posición 55 de un total de 82 cantones de Costa Rica, según el Atlas de Desarrollo Humano Cantonal 2020⁷. Este resultado es bajo, ya que se sitúa por debajo de la media respecto al resto de cantones.

Desde la perspectiva de la planificación territorial, como se ha comentado en el apartado anterior, definen objetivos a implementar en un marco temporal acotado, relacionados con el aumento de la resiliencia y la capacidad de adaptación del cantón. Esto indica una vocación del cantón por resolver y aportar recursos. Además, se ha comprometido a la integración de los riesgos y las medidas de adaptación a la variabilidad y el cambio climático en la planificación del desarrollo local del cantón, a través de un acuerdo firmado.

De todo ello se desprende que la capacidad adaptativa actual del cantón de Siquirres es mejorable, teniendo en cuenta que hay todavía un camino por recorrer en aras de mejorar algunos aspectos relevantes como el acceso a la información y mejorar el acceso a servicios básicos (agua, electricidad, alcantarillado e internet) en algunas comunidades. Además, el distrito costero de Pacuarito tiene un índice de vulnerabilidad al cambio climático medio, según el estudio asociado al Proyecto BIOMARCC (BIOMARCC-SINAC-GIZ, 2013).

⁷ Disponible en: <https://www.cr.undp.org/content/costarica/es/home/atlas-de-desarrollo-humano-cantonal.html>

5 NECESIDADES Y OPORTUNIDADES DE ADAPTACIÓN

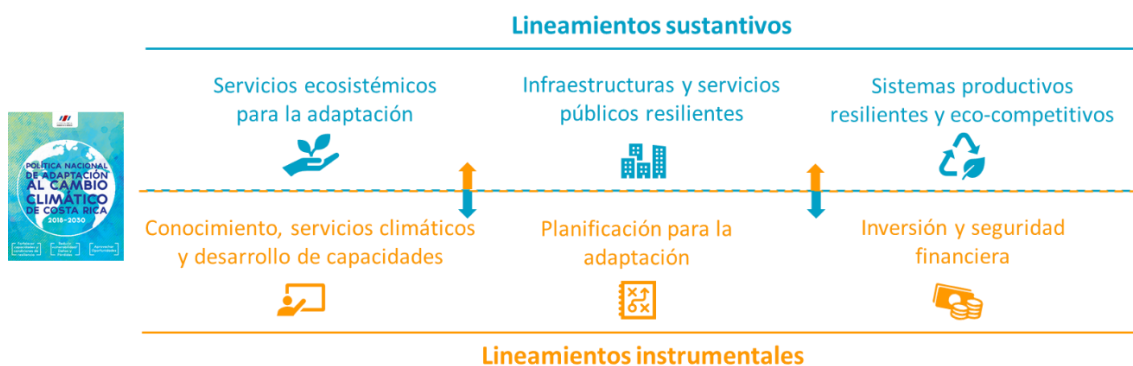
Una vez definidos los perfiles locales y climáticos, este capítulo tiene como propósito establecer las bases que deberán estructurar la propuesta de medidas de adaptación municipal en la siguiente etapa del proceso de construcción conjunta del PAAC. En primer lugar, se rescatan las principales propuestas a nivel nacional, principalmente para dar adecuada cuenta de los compromisos internacionales adquiridos, principalmente tras la ratificación del Acuerdo de París. Después, se despliega un ejercicio analítico para iluminar específicamente las problemáticas a resolver en el municipio así como aquellos elementos positivos identificados que pueden ser aprovechados para mejorar la situación actual.

5.1 Políticas y reportes nacionales en materia de acción climática

Cronológicamente, el primer documento que procede destacar a los efectos del presente Diagnóstico es la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) 2018-2030 (Gobierno de Costa Rica, 2018). Este documento fue elaborado con el propósito de constituirse en un marco orientador para que los distintos territorios, activos y procesos puedan desarrollar sus propias actuaciones en materia de resiliencia climática.

Tal y como muestra la Figura 26, PNACC tiene tres ejes denominados “instrumentales”, que son las condiciones habilitantes para que se pueda avanzar en la acción en materia de adaptación, y otros tres ejes “sustantivos”, que son los ejes alrededor de los cuales deberá trabajarse preferentemente y procede destacar en este punto. En este sentido, se propone dar adecuada cabida a la adaptación basada en ecosistemas, asegurar que los proyectos públicos consideren y se encuentran adaptados a las condiciones de clima futuro y finalmente procurar una economía resiliente para el país. Resulta conveniente por tanto incentivar que la planificación municipal para la acción en adaptación climática pivote al menos alrededor de estos tres lineamientos sustantivos. Se debe trabajar siempre desde el enfoque comunitario, dando adecuada cabida a la inclusión social, igualdad de género y pueblos tradicionales.

Figura 26. Lineamientos contenidos en la PNACC



Fuente: (Gobierno de Costa Rica, 2018).

Por otro lado, los compromisos asumidos por los diferentes países para contribuir a los objetivos de los Acuerdos de París son reportados por medio de las denominadas Contribuciones Nacionales Determinadas (NDC, por sus siglas en inglés). En el caso de Costa Rica, la NDC lanzada en 2020 (Gobierno de Costa Rica, 2020a) actualiza y aumenta el nivel de ambición establecido en el anterior documento de intenciones, que sirvió de

soporte en 2015 a las negociaciones y acuerdos que permitieron, esencialmente, establecer la meta de limitar el aumento de la temperatura media mundial a 1.5 °C, mejorar la capacidad adaptativa de los países y fortalecer los flujos de financiamiento para apoyar la acción climática global. La NDC 2020 es, por tanto, el documento oficial que reúne las políticas públicas en materia climática que el país planea implementar entre 2021 y 2030.

La NDC 2020 es un documento robusto, que incluyó modelación climática, construcción de escenarios narrativos y consultas ciudadanas para definir las metas y prioridades de acción integrando la descarbonización, la adaptación y la resiliencia de manera sectorial y territorial en hasta 13 áreas temáticas. Una de éstas corresponde al Desarrollo y ordenamiento territorial, a través de la cual Costa Rica se compromete a impulsar un modelo de planificación que contribuya decididamente a reducir el riesgo climático en las diferentes regiones del país, comprendiendo que los diversos territorios presentan condiciones disímiles entre sí, y que además contribuya a catalizar un desarrollo basado en la descarbonización.

Específicamente en términos de adaptación, además de establecer que para 2022 ya haya sido formulado, aprobado e iniciada la implementación del Plan de Acción de la PNACC (Plan Nacional de Adaptación), la NDC 2020 establece una serie de lineamientos a 2030 y metas intermedias concretas. De todas estas propuestas, procede mencionar explícitamente aquellas relacionados con el objetivo del presente informe. De este análisis procede poner de manifiesto en primer lugar como, dos años después de la remisión de la NDC a la Comisión Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés), se registra un muy adecuado grado de avance en las metas de corto plazo establecidas. Por otro lado, destaca cómo el documento da prioridad tanto a la adaptación basadas en ecosistemas (optimizar las potenciales prestaciones de las soluciones basadas en la naturaleza) como basada en comunidades (garantizando la integración vertical de propuestas que favorezcan la inclusión social), enfatizando además la necesidad de articular las estrategias de adaptación con los instrumentos de desarrollo territorial y sectorial existentes o en fase elaboración.

Procede cerrar este epígrafe haciendo mención del esfuerzo interministerial reciente (MOPT-MINAE-MIVAH) para publicar unos “Lineamientos generales para la incorporación de las medidas de resiliencia en infraestructura pública” (Gobierno de Costa Rica, 2020b). Se trata de una norma de carácter básico para procurar que las instituciones que ejecutan obras de infraestructura pública realicen la evaluación del riesgo con un enfoque multi-amenaza, que entre otras amenazas considere los escenarios presentes y proyecciones de cambio climático y la variabilidad climática, aplicables en todas las etapas del ciclo de vida de los proyectos, de manera que éstos puedan incorporar las necesarias medidas de adaptación.

5.2 Análisis de necesidades y oportunidades

Para facilitar la tarea de diagnóstico municipal en materia de adaptación climática se ha generado una matriz de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (DAFO), herramienta efectiva para facilitar la identificación de lineamientos estratégicos clave.

Las Fortalezas y Oportunidades son aquellas situaciones internas y externas al sistema evaluado (= adaptación climática municipal), de carácter positivo, que una vez identificadas pueden ser potenciadas y aprovechadas, respectivamente. Por otro lado, las Debilidades

(internas) y Amenazas (externas) constituirán las principales problemáticas y retos que deberán ser enfrentados para mejorar las condiciones de resiliencia en el cantón.

Tal y como muestra la Figura 27, los cruces generados en esta matriz habilitan la propuesta de estrategias de actuación específicas para resolver o impulsar, según proceda, las circunstancias levantadas. Además, este ejercicio facilita la identificación de posibles condiciones habilitantes y arreglos institucionales necesarios para afrontar el desarrollo de las estrategias identificadas.

Figura 27. Fundamentos del análisis DAFO.

		Amenazas								Oportunidades							
		A1	A2	A3	.....	.....	.....	.....	An	O1	O2	O3	.....	.....	.....	.....	On
Debilidades	D1																
	D2																
	D3																
																
																
	Dn																
Fortalezas	F1																
	F2																
	F3																
																
																
	Fn																

Fuente: IDOM-CPSU (2022).

El análisis DAFO se realizó tomando en cuenta los aspectos sociales, técnicos, económicos y políticos. En el Anexo 4, se detallan todos los resultados obtenidos durante el trabajo. Igualmente, a continuación, se hace un resumen de los resultados más destacados.

a. Principales debilidades en la adaptación al cambio climático del cantón

Se destaca una falta de conciencia ambiental de la población asociada a una carencia en la planificación estratégica para la participación ciudadana en los procesos relevantes del cantón como una de las principales debilidades. Igualmente, existe una falta de información técnica para caracterizar las amenazas climáticas, así como un acceso a herramientas tecnológicas deficiente.

Desde la perspectiva política, se destaca la necesidad de actualizar la normativa ambiental. Por último, se destaca una calidad de las infraestructuras viales deficiente lo que aumenta su vulnerabilidad frente al cambio climático.

a. Principales amenazas en la adaptación al cambio climático del cantón

Una de las principales amenazas identificadas es falta de coordinación interinstitucional, lo que puede suponer una gran barrera para llevar adelante y hacer el seguimiento de planes y políticas ambientales dado su carácter transversal e interinstitucional.

Desde la perspectiva económica una amenaza latente es la disminución de oferta laboral que puede conllevar a un aumento en la condición de pobreza de la población. Por último, se destacan otros puntos transversales a todos los ejes de las amenazas, como el aceleramiento del cambio climático o la sucesión de eventos hidrometeorológicos.

b. Principales fortalezas en la adaptación al cambio climático del cantón

Las principales fortalezas del cantón se enfocan en la presencia institucional y en la participación ciudadana. Se cuenta con la Comisión Municipal de Emergencia consolidada que puede dar cuenta del seguimiento del presente plan.

Por último, se pone en valor la alta superficie de ASP del cantón que le puede otorgar capacidad adaptativa frente a algunas amenazas importantes.

c. Principales oportunidades en la adaptación al cambio climático del cantón

Entre las principales oportunidades identificadas se encuentra el fortalecimiento de la educación ambiental y climática en el sector agropecuario, así como el empoderamiento de Asociaciones de Desarrollo del cantón en temas de cambio climático.

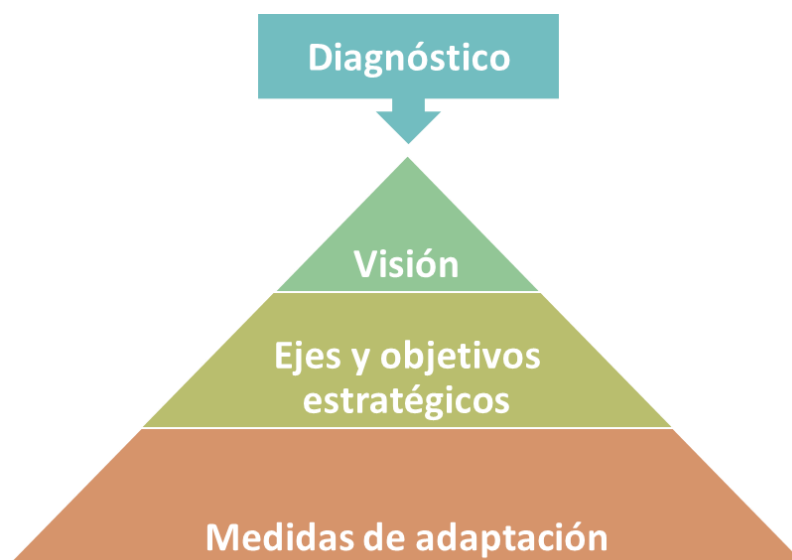
A nivel técnico se identifica como una oportunidad clave contar con un Sistema de Información Georreferenciada y la estandarización del manejo de la información. Desde la perspectiva económica, se deben diversificar los sectores productivos y gestionar recursos de forma sostenible en los proyectos.

6 MARCO ESTRATÉGICO PARA LA ADAPTACIÓN

La definición de una visión, ejes y objetivos estratégicos comunes favorece el compromiso de los actores para tomar una misma dirección en base al futuro deseado. Por este motivo, la participación y colaboración de distintos actores de la Municipalidad ha resultado básico y de gran importancia para la formulación de este apartado. Se ha planteado a partir de los resultados del diagnóstico y los intereses y necesidades reflejados por la población, con el fin de proporcionar un marco conjunto de actuación que facilite la toma de decisiones en el cantón. Durante este proceso se han considerado las visiones y objetivos de desarrollo y adaptación establecidos desde todos los niveles sectoriales, así como los instrumentos de planificación elaborados por las municipalidades.

Se plantea por lo tanto un marco estratégico en 3 niveles como se aprecia en la Figura 28. El nivel de mayor rango es la visión. En un nivel inferior se encuentran los ejes estratégicos y sus correspondientes objetivos estratégicos, que sirven finalmente para organizar las medidas de adaptación al cambio climático que se encuentran en el nivel inferior.

Figura 28. Planteamiento del Marco Estratégico



Fuente: IDOM-CPSU (2022).

6.1 Visión de adaptación del cantón

Teniendo todo esto en consideración, el presente Plan de Acción para la Adaptación Climática define la visión de Siquirres, cuya aplicación permitirá consolidar las bases de una ciudad resiliente, una ciudadanía comprometida y una economía sostenible y competitiva.

VISIÓN SIQUIRRES 2022-2030

En el año 2030, Siquirres se consolida como un cantón resiliente a los efectos del cambio climático, logrando ser un territorio justo e inclusivo, garantizando la mejora en la calidad de vida de sus habitantes y conservando la biodiversidad de sus ecosistemas.

Esta visión está centrada en el desarrollo resiliente y equitativo del cantón, a través de la aplicación de políticas climáticas y la conservación de los ecosistemas.

6.2 Ejes estratégicos de acción y objetivos de adaptación

Luego de establecer la visión del cantón, esta se estructura en **cuatro ejes estratégicos**, fundamentados en los temas prioritarios estimados por los agentes clave del cantón, y que se articulan con los ejes establecidos por la PNACC.

Los ejes propuestos son los siguientes:

- Educación para la Acción climática
- Planificación cantonal
- Infraestructura y servicios públicos resilientes
- Inversión para la acción climática

A continuación, se detallan los objetivos asociados a cada uno de los ejes estratégicos definidos:

EJE 1. Educación para la Acción climática

Objetivo: Facilitar el acceso a la información mediante herramientas que permitan a los habitantes del cantón educarse sobre el cambio climático, sus efectos y desarrollar capacidades de resiliencia.

El conocimiento y el acceso a la información ayudan a entender y abordar los problemas ambientales, permitiendo desarrollar las herramientas necesarias para hacerles frente e impulsando buenos hábitos y conductas para su adaptación y mitigación. La voluntad detrás de este objetivo es lograr que el proceso de toma de decisiones se vea favorecido por el conocimiento real y actualizado sobre el territorio, para que las mejoras tengan un alcance temporal largo.

EJE 2. Planificación cantonal

Objetivo: Planificar el cantón considerando las amenazas naturales de tal forma que contribuya a fortalecer la resiliencia.

La capacidad de los sistemas y recursos ambientales y su uso planificado es esencial para una ordenación territorial resiliente. La incorporación de un ordenamiento territorial con un enfoque ecosistémico favorece la preparación de las comunidades y los territorios involucrados ante futuras amenazas, además de posibilitar una mejora en la toma de decisiones por parte de los agentes implicados.

EJE 3. Infraestructura y servicios públicos resilientes

Objetivo: Aplicar criterios de sostenibilidad, soluciones basadas en la naturaleza y la adaptación frente al cambio climático para la gestión y el desarrollo de la infraestructura y los servicios públicos.

La disponibilidad de infraestructuras y servicios públicos adecuados permite minimizar y mitigar los desastres ambientales, lo que puede suponer grandes beneficios a nivel social, económico y en la salud. A través de estas medidas preventivas el riesgo de inundaciones y derrumbamientos puede disminuir potencialmente.

EJE 4. Inversión para la acción climática

Objetivo: Fortalecer la coordinación interinstitucional con actores locales para la cooperación e inversión hacia un cantón adaptado al cambio climático.

La formulación de mecanismos de gobernanza multilaterales permite la respuesta eficaz y coordinada a los desafíos climáticos a través de políticas fiscales y financieras. Reforzar a través de instrumentos financieros la incorporación de medidas de adaptación y mitigación del cambio climático.

6.3 Acciones estratégicas en adaptación climática

6.3.1 Compilado de acciones estratégicas

En la base de la pirámide se encuentran las acciones estratégicas, las cuales son la clave para la implementación efectiva del PAAC. Las medidas de adaptación son intervenciones planificadas por actores estatales y no estatales que consisten en acciones, prácticas, tecnologías y servicios necesarios para reducir o evitar las pérdidas y daños desencadenados por los impactos asociados al cambio climático en poblaciones, medios de vida, ecosistemas, cuencas, territorios, sistemas productivos, infraestructura, bienes y servicios y otros, así como para aprovechar las oportunidades al cambio climático.

En este sentido, en base a los resultados obtenidos de la evaluación del riesgo por cadenas de impacto realizada a nivel cantonal, se proponen una serie de medidas de adaptación que dan respuesta a la visión del cantón y que atienden a los ejes y objetivos estratégicos establecidos en el PAAC.

Las medidas propuestas dan igualmente respuesta a todas las amenazas analizadas (inundaciones, deslizamientos, sequías y olas de calor) para cada área de acción (Población, Hábitat urbano, Sector primario, Infraestructuras, Equipamientos y Áreas protegidas). Finalmente, la relación entre ambas se presenta en la Tabla 23.

Tabla 23. Listado de medidas de adaptación priorizadas. Riesgos y áreas de acción asociados.

Ejes estratégicos y medidas asociadas	Amenaza				Área de acción
	Inundaciones	Deslizamientos	Sequías	Olas de calor	
EJE ESTRATÉGICO 1: EDUCACIÓN PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA					
M-1.1 Promoción de actividades de educación sobre cambio climático y gestión del riesgo para los diversos sectores del cantón.	✓	✓	✓	✓	Población
M-1.2 Facilitación del acceso a la información climática y de gestión del riesgo.	✓	✓	✓	✓	Población
EJE ESTRATÉGICO 2: PLANIFICACIÓN CANTONAL					
M-2.1 Incorporación de criterios de adaptación en la gestión del riesgo cantonal	✓	✓	✓	✓	Población, hábitat urbano, sector primario, infraestructuras, equipamientos y áreas protegidas
M-2.2 Fomento de la gestión del riesgo a nivel comunal	✓	✓	✓	✓	Población, hábitat urbano, sector primario, infraestructuras, equipamientos y áreas protegidas
EJE ESTRATÉGICO 3: INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS RESILIENTES					
M-3.1 Fortalecimiento de las capacidades locales para el desarrollo de infraestructura y servicios públicos resilientes.	✓	✓	✓	✓	Equipamientos, infraestructura Población

Ejes estratégicos y medidas asociadas	Amenaza				Área de acción
	Inundaciones	Deslizamientos	Sequías	Olas de calor	
M-3.2 Desarrollo de infraestructura y servicios públicos resilientes.	V	V	V	V	Equipamientos, infraestructura Población
EJE ESTRATÉGICO 4: INVERSIÓN PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA					
M-4.1 Inclusión de acciones climáticas en los ejercicios presupuestarios institucionales anuales	V	V	V	V	Población, hábitat urbano, sector primario, infraestructuras, equipamientos y áreas protegidas
M-4.2 Fomento de alianzas para la inversión climática.	V	V	V	V	Población, hábitat urbano, sector primario, infraestructuras, equipamientos y áreas protegidas

Fuente: IDOM-CPSU (2022).

6.3.2 Fichas de medidas de adaptación

A continuación, se incluye la ficha de cada una de las medidas priorizadas, como se ha comentado en el apartado anterior de este documento.

En este sentido, Las fichas de medidas incluyen toda la información relacionada con la medida, como los objetivos, descripción, plazo de implementación, coste y resultados esperados, entre otros.

Las condiciones habilitantes representan un conjunto de elementos (financieros, institucionales y sociales) a los que se puede acudir para avanzar hasta obtener las medidas priorizadas. Dicho de otra manera, se trata de las barreras que deben ser superadas para que se produzca la acción climática.

Por otro lado, los resultados esperados responden a la pregunta de cómo la medida reduce el riesgo, y sobre que factor del riesgo interviene (exposición, sensibilidad o capacidad adaptativa).

Finalmente, para la estimación de los costes, se ha optado por establecer 4 rangos asociados a los costes de implementación de la medida (inversión y operación) como se aprecia a continuación:

Tabla 24. Estimación de rangos de costes de las medidas.

Rangos	Tipo de medidas más habituales	Coste aproximado (CRC)
Bajo	Medidas que normalmente implica desarrollo normativo, promoción, divulgación o arreglos institucionales dentro del ámbito de trabajo habitual de la municipalidad, con un plazo a corto y medio plazo.	Inferior a 7.000.000
Medio	Medidas en las que, además de lo anterior, implica adicionalmente capacitaciones o algunas acciones que conlleven también costos de operación.	Entre 7.000.000 y 35.000.000
Alto	Medidas que normalmente requieren para su implementación, una inversión financiera importante que implique la implementación completa de proyectos, y con ella otras acciones asociadas, como monitoreo y personal a largo plazo. En general, se incluyen las medidas que implican algún desarrollo constructivo menor y/o procesos de restauración y conservación de ecosistemas.	Entre 35.000.000 y 150.000.000
Muy alto	Medidas que requieren inversiones financieras de implementación muy elevadas, principalmente asociadas a la construcción de infraestructuras de protección (dura o blanda), de servicios públicos y/o de desarrollo cantonal.	Superior a 150.000.000

Fuente: IDOM-CPSU (2022)

EJE 1. EDUCACIÓN PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA

MEDIDA: M-1.1. Promoción de actividades de educación sobre cambio climático y gestión del riesgo para los diversos sectores del cantón.

Objetivo de la medida:

Promover la educación sobre acción climático y gestión del riesgo a nivel comunal para la creación de capacidades locales.

Amenaza climática asociada	Áreas de acción	Actores implementadores	Actores asociados	ODS
<ul style="list-style-type: none"> Inundaciones Deslizamientos Sequías Olas de Calor 	<ul style="list-style-type: none"> Población 	<ul style="list-style-type: none"> Municipalidad de Siquirres. 	<ul style="list-style-type: none"> Universidades MEP MINAE Comité Municipal y Comités Locales para la Gestión del Riesgo CNE MAG SINAC Asociaciones de Desarrollo ONG's 	<ul style="list-style-type: none"> ODS4. Educación de calidad ODS10. Reducción de desigualdades ODS13. Acción por el clima

Descripción de la medida:

La medida consiste en articular desde la municipalidad con los distintos actores locales para promover un programa anual de actividades de educación sobre cambio climático y gestión de riesgos, que faciliten el acceso a oportunidades de capacitación en dichas temáticas para todos los sectores de la población, logrando de esta forma la sensibilización.

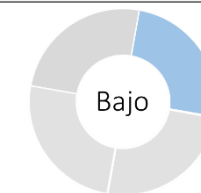
Las actividades de educación a promover pueden incluir: charlas, capacitaciones, talleres, foros, encuentros, simposios, giras, entre muchos otros, sobre las cuestiones de riesgos naturales y cambio climático dirigido a distintos grupos de interés en diferentes modalidades virtuales y presenciales, por ejemplo: talleres para empresas y comercios sobre los impactos económicos, sociales y ambientales del cambio climático; actividades demostrativas y/o giras de campo sobre la utilización de variedades de cultivos, sus sistemas productivos y condiciones agroecológicas. Además, prácticas agrícolas mejor adaptadas dirigidas a los agricultores y promover una articulación con las actividades de educación y celebración de efemérides de temas ambientales en escuelas, colegios y universidades del cantón.

Para la implementación de la medida, la municipalidad puede aprovechar las actividades de educación ambiental que ya realiza como parte de las actividades ordinarias de sus departamentos, así como las actividades que desarrollan anualmente las organizaciones aliadas incorporando criterios de adaptación al cambio climático e integrándolas en un programa anual de capacitación dirigido a la comunidad.

Además, aprovechar recursos de capacitación como el Aula climática desarrollada por la DCC-MINAE que es una plataforma virtual de cursos sobre temas relacionados al cambio climático de libre acceso para cualquier persona en cualquier parte del mundo.

Alcance geográfico: esta medida tiene un ámbito de aplicación para todo el territorio cantonal.

Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de la capacidad adaptativa de la población a través de la capacitación, sensibilización y divulgación sobre el cambio climático y la gestión del riesgo. Mejora de la capacidad adaptativa a través de cursos que permiten mejorar la capacidad de respuesta de la población. 	Condiciones habilitantes	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de material educativo y guías para la incorporación de la adaptación Elaboración de material divulgativo y desarrollo de una estrategia de comunicación y difusión para la incorporación de la adaptación en la educación informal y no formal. Fortalecimiento de capacidades de los actores involucrados en la planificación de las actividades de educación para que incluyan el enfoque de adaptación al cambio climático. 	
Potenciales beneficios y co-beneficios		Costo estimado		Plazo de implementación
<ul style="list-style-type: none"> Fomento de la responsabilidad individual y colectiva. Facilitar el acceso a la información. Facilita la sensibilización de la población. Facilita la gestión del conocimiento en acción climática. 		<ul style="list-style-type: none"> El costo estimado para la implementación de la medida es bajo y el impacto a nivel social muy considerable. Los costos de inversión están enfocados principalmente a la elaboración de material divulgativo y capacitaciones. 		<ul style="list-style-type: none"> Corto (hasta 2 años)
Indicadores de seguimiento	<ul style="list-style-type: none"> Número de personas participantes segregadas por género y edad. 			



EJE 1. EDUCACIÓN PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA

MEDIDA:

M-1.2. Facilitación del acceso a la información climática y de gestión del riesgo.

Objetivo de la medida:

Facilitar el acceso a información climática y de gestión de riesgo para la toma de decisiones.

Amenaza climática asociada	Áreas de acción	Actores implementadores	Actores asociados	ODS
<ul style="list-style-type: none"> Inundaciones Deslizamientos Sequías Olas de Calor 	<ul style="list-style-type: none"> Población 	<ul style="list-style-type: none"> Municipalidad de Siquirres. 	<ul style="list-style-type: none"> Universidades MEP MINAE Comité Municipal y Comités Locales para la Gestión del Riesgo CNE MAG SINAC 	<ul style="list-style-type: none"> ODS4. Educación de calidad ODS10. Reducción de desigualdades ODS13. Acción por el clima

Descripción de la medida:

La medida consiste en desarrollar una estrategia municipal utilizando medios de comunicación tradicionales y digitales que permitan el acceso frecuente a la información para la población que habita el cantón, sobre los siguientes temas:

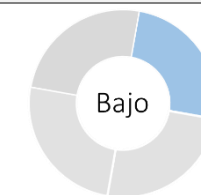
- Las opciones de capacitación en temas afines al cambio climático que se realizan en el cantón y en áreas aledañas.
- Proyectos e iniciativas municipales y cantonales que se estén desarrollando en el cantón sobre adaptación y gestión de riesgos.
- Materiales didácticos generados por diversos actores para la gestión de riesgos y la acción climática del cantón.
- Enlaces a las plataformas nacionales de datos abiertos sobre cambio climático como SINIT, CENIGA, SINAMECC, Aula Climática de la DCC-MINAE, entre otros.
- Investigaciones y estudios realizados relacionados con el cambio climático en el cantón.
- Información sobre programas, proyectos o galardones ambientales a los cuales pueden participar las personas, organizaciones y empresas del cantón.

Se sugiere el uso de las redes sociales municipales como plataforma para la divulgación de la información, así como la promoción en los grupos de WhatsApp comunitarios que permitan que las personas del cantón puedan acceder a la información.

Asimismo, la estrategia puede incluir participar de forma frecuentes en espacios de prensa escrita y radial de medios de comunicación que existan en el cantón.

Alcance geográfico: esta medida tiene un ámbito de aplicación para todo el territorio cantonal.

Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de la capacidad adaptativa de la población a través de la capacitación, sensibilización y divulgación sobre el cambio climático y la gestión del riesgo. Mejora de la capacidad adaptativa a través de cursos que permiten mejorar la capacidad de respuesta de la población. 	Condiciones habilitantes	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de material educativo y guías para la incorporación de la adaptación Elaboración de material divulgativo y desarrollo de una estrategia de comunicación y difusión para la incorporación de la adaptación en la educación informal y no formal. Fortalecimiento de capacidades de los actores involucrados en la planificación de las actividades de educación para que incluyan el enfoque de adaptación al cambio climático. 	
Potenciales beneficios y co-beneficios		Costo estimado		Plazo de implementación
<ul style="list-style-type: none"> Fomento de la responsabilidad individual y colectiva. Facilitar el acceso a la información. Facilita la sensibilización de la población. Facilita la gestión del conocimiento en acción climática. 		<ul style="list-style-type: none"> El costo estimado para la implementación de la medida es bajo y el impacto a nivel social muy considerable. Los costos de inversión están enfocados principalmente a la elaboración de material divulgativo y capacitaciones. 		<ul style="list-style-type: none"> Corto (hasta 2 años)
Indicadores de seguimiento	<ul style="list-style-type: none"> Número de iniciativas de divulgación de información realizadas 			



EJE 2. PLANIFICACIÓN CANTONAL

MEDIDA: M-2.1 Incorporación de criterios de adaptación en la gestión del riesgo cantonal.

Objetivo de la medida:

Fortalecer la resiliencia cantonal mediante la incorporación de criterios de adaptación en la planificación del riesgo cantonal.

Amenaza climática asociada	Áreas de acción	Actor implementador	Actores asociados	ODS
<ul style="list-style-type: none"> Inundaciones Deslizamientos Sequías Olas de Calor 	<ul style="list-style-type: none"> Hábitat urbano Sector primario Infraestructuras Equipamientos Áreas Protegidas 	<ul style="list-style-type: none"> Municipalidad Comité Local de Emergencias 	<ul style="list-style-type: none"> CNE IFAM MIDEPLAN INVU MIHVA Academia 	<ul style="list-style-type: none"> SINAC/MINAE Asociaciones de desarrollo Asadas MOPT Cruz Roja Costarricense Bomberos de Costa Rica
<ul style="list-style-type: none"> ODS11. Ciudades y comunidades sostenibles ODS15. Vida de ecosistemas terrestres ODS 13. Acción por el clima ODS 17. Alianzas para lograr objetivos 				

Descripción de la medida:


Esta medida consiste en la actualización del plan cantonal de emergencias incorporando las amenazas climáticas identificadas en el diagnóstico de este plan de adaptación y una vez actualizado el plan capacitar al Comité Cantonal de Emergencias en materia de adaptación al cambio climático y gestión del riesgo.

Como parte del proceso de actualización del Plan Cantonal de Emergencia se espera que se puedan incorporar en este aspecto como:

- Mapeo a detalle de sitios vulnerables a las amenazas climáticas identificadas como parte del diagnóstico y que actualmente no están consideradas en el plan actual.
- Actualización de los procedimientos de respuesta ante las amenazas climáticas.
- Articulación intersectorial para la planificación de la logística para la atención de emergencias derivadas de amenazas climáticas con el fin de asegurar los recursos materiales, financieros y humanos necesario para atenderlas antes, durante y después de estas.

Alcance geográfico: esta medida tiene un ámbito de aplicación global a nivel cantonal, ya que se espera obtenga como resultado instrumentos de planificación de carácter cantonal. Con especial trato a Territorio Indígena Cabécar de Nairi-Awari, situado al sur de Siquirres; el humedal Lacustrino Bonilla Bonillita y Nacional Cariari; y las zonas de vegetación natural, entre ellas: Áreas Silvestres Protegidas (Parque Nacional Barbilla, las Reservas Forestales Río Pacuare y la Cordillera Volcánica Central y la Zona Protectora cuenca Río Siquirres); corredores biológicos (C23 Parismina, C24 Moín Tortuguero y C55 Volcán Central Talamanca).

Resultados esperados	Condiciones habilitantes
<ul style="list-style-type: none"> Potencial aumento de la capacidad adaptativa del cantón gracias a la implementación de planes que tengan en cuenta la dimensión climática permitiendo tener conocimiento y anticiparse a los riesgos climáticos planificando una mejor respuesta en caso de suceso adverso. Potencial reducción de la exposición de la población gracias a planes e infraestructuras que incorporan criterios de adaptación al cambio climático como zonas de mayor exposición. 	<ul style="list-style-type: none"> Articulación intra e interinstitucional para la incorporación de criterios de adaptación en todos los niveles de actuación municipal. Fortalecimiento de capacidades a las instituciones para incluir la condición de cambio climático en los instrumentos de planificación. Implementación de los procesos de zonificación y ordenamiento urbano y rural que incorpore criterio de adaptación climática.

Potenciales beneficios y co-beneficios	Costo estimado	Plazo de implementación
<ul style="list-style-type: none"> Conservación de ecosistemas y la biodiversidad. Mejora de la calidad ambiental e incremento del confort urbano Reducción del potencial de daños y pérdidas asociadas al cambio climático Generación de conocimiento en materia climática a través de la elaboración de nuevos planes y estudios de vulnerabilidad y riesgo. 	<ul style="list-style-type: none"> El costo estimado para la implementación de la medida es bajo. La medida contempla la revisión y actualización de planes existentes cantonales, y otras acciones a desarrollar en el marco de actuación normal de los actores de la municipalidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Medio (de 2 a 5 años)

Indicadores de seguimiento
<ul style="list-style-type: none"> Plan cantonal de emergencias actualizado.

EJE 2. PLANIFICACIÓN CANTONAL

MEDIDA:

M-2.2 Fomento de la gestión del riesgo a nivel comunal.

Objetivo de la medida:

Fortalecer la gestión del riesgo comunal con criterios de adaptación para la resiliencia del cantón.

Amenaza climática asociada	Áreas de acción	Actor implementador	Actores asociados	ODS
<ul style="list-style-type: none"> Inundaciones Deslizamientos Sequías Olas de Calor 	<ul style="list-style-type: none"> Hábitat urbano Áreas protegidas Población 	<ul style="list-style-type: none"> Municipalidad y Comité Municipal de Emergencias 	<ul style="list-style-type: none"> CNE Comités Locales de Emergencia Cruz Roja Costarricense Bomberos de Costa Rica MEP Asociaciones de Desarrollo Empresa privada MAG SINAC 	<ul style="list-style-type: none"> ODS11. Ciudades y comunidades sostenibles ODS15. Vida de ecosistemas terrestres ODS13. Acción por el clima ODS 17. Alianzas para lograr objetivos

Descripción de la medida:


Esta medida implica el desarrollo de procesos de capacitación con los Comités Locales de Emergencia y las Asociaciones de Desarrollo para la ejecución de planes locales de gestión del riesgo que prioricen la prevención sobre la atención durante el desastre y promuevan la reconstrucción resiliente post desastre e incluyan la variable climática en sus análisis.

Para el desarrollo de la medida se debe articular con la CNE, la Comisión Municipal de Emergencias, Comités Locales para la Gestión del Riesgo y las Asociaciones de Desarrollo de manera que se logre un impacto a nivel de comunidades, con el cual se logre la reducción del riesgo ante las amenazas climáticas.

Así mismo, para la implementación de la medida se pueden desarrollar investigaciones, trabajos comunales universitarios y estudios a detalle que permitan acompañar a las comunidades en los procesos de capacitación y creación de sus planes comunitarios de gestión del riesgo.

Alcance geográfico: esta medida tiene un ámbito de aplicación global a nivel cantonal, ya que se espera obtenga como resultado gestión de riesgo de carácter cantonal.

Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> Potencial reducción de la sensibilidad de los suelos gracias a prácticas de conservación como revegetación. Disminución del riesgo de inundación y deslizamientos mediante el aumento de cobertura vegetal y disminución de la escorrentía superficial. Potencial aumento de la capacidad adaptativa y reducción de la vulnerabilidad, gracias al incremento de los ingresos económicos por el aprovechamiento sostenible de los diferentes productos derivados de los ecosistemas y los costos evitados por la reducción del riesgo. 	Condiciones habilitantes	<ul style="list-style-type: none"> Articulación intra e interinstitucional para la incorporación de criterios de adaptación en la gestión del territorio. Generación de conocimiento. Fortalecimiento de capacidades de los actores involucrados.
-----------------------------	---	---------------------------------	--

Potenciales beneficios y co-beneficios	Costo estimado	Plazo de implementación
<ul style="list-style-type: none"> Conservación de ecosistemas y la biodiversidad. Mejora de la calidad ambiental e incremento del confort urbano Reducción del potencial de daños y pérdidas asociadas al cambio climático Generación de conocimiento en materia climática a través de la elaboración de nuevos planes y estudios de vulnerabilidad y riesgo. 	<ul style="list-style-type: none"> El costo estimado para la implementación de la medida es bajo. La medida contempla la revisión y actualización de planes existentes cantonales, promoción de actividades de coordinación, creación de conocimiento y otras acciones a desarrollar en el marco de actuación normal de los actores de la municipalidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Medio (de 2 a 5 años)

Indicadores de seguimiento	<ul style="list-style-type: none"> Número de comunidades capacitadas en gestión del riesgo.
-----------------------------------	--

EJE 3. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS RESILIENTES

MEDIDA: M-3.1 Fortalecimiento de las capacidades locales para el desarrollo de infraestructura y servicios públicos resilientes.

Objetivo de la medida:

Fortalecer las capacidades locales para el desarrollo de infraestructura resiliente y servicios públicos adaptados.

Amenaza climática asociada	Áreas de acción	Actor implementador	Actores asociados	ODS
<ul style="list-style-type: none"> Inundaciones Deslizamientos Sequías Olas de Calor 	<ul style="list-style-type: none"> Equipamientos Infraestructura Población 	<ul style="list-style-type: none"> Municipalidad 	<ul style="list-style-type: none"> INVU IFAM MIDEPLAN MOPT Ministerio de Salud Grupo ICE IMAS SETENA INCOPESC A Academia DINADECO SINAC INDER MEP AyA ASADA S MAG CNE INA MINAE CNP 	<ul style="list-style-type: none"> ODS6. Agua limpia y saneamiento ODS 9 Industria, innovación e infraestructuras ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles ODS 13. Acción por el clima ODS16. Paz, justicia e instituciones sólidas


Descripción de la medida:

Esta medida pretende fortalecer mediante capacitación y sensibilización los conceptos necesarios para el diseño de obras de infraestructura y servicios con criterios de adaptación entre las instituciones y empresas locales. El público meta de esta medida es el personal municipal y personas de instituciones y organizaciones claves en el cantón como el Comité Municipal de Emergencias, de manera que las obras de infraestructura y servicios que desarrollan incorporen criterios de adaptación y resiliencia. Para esto, se proponen las siguientes acciones a implementar:

- Capacitar de manera permanente a las personas encargadas de las licitaciones de obras y servicios en la Municipalidad, de forma que puedan incorporar en los procesos licitatorios criterios de adaptación.
- Presentación de la Metodología para la Evaluación de Riesgos Climáticos en Infraestructuras desarrollada por el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos y el decreto N.º 42465- MOPT-MINAE-MIVAH Lineamientos generales para la incorporación de las medidas de resiliencia en infraestructura, como parte de las herramientas para el fortalecimiento de capacidades.
- Además, dentro de los temas a abarcar en las capacitaciones, se propone incluir aspectos como bases conceptuales de la gestión del riesgo de desastres, análisis de riesgo cualitativo y cuantitativo, toma de decisiones y gobernanza con enfoque de adaptación al cambio climático.
- También se plantea el diseño de una estrategia cantonal de divulgación y comunicación que facilite el acceso a información y el entendimiento sobre construcción sostenible, bioclimática, baja en emisiones y resiliente, así como para la aplicación de códigos, normas y lineamientos con criterios y prácticas de adaptación al cambio climático.

Alcance geográfico: esta medida tiene un ámbito de aplicación global a nivel cantonal.

Resultados esperados	Condiciones habilitantes
<ul style="list-style-type: none"> Potencial aumento de la capacidad adaptativa mediante la capacitación y asistencia técnica a los miembros de las comunidades locales gracias a estudios desarrollados en el contexto cantonal. Aumento de la capacidad adaptativa de la infraestructura y equipamientos con la aplicación de incentivos y reconocimientos ambientales para el desarrollo de construcciones sostenibles y bajas en emisiones. 	<ul style="list-style-type: none"> Articulación intra e interinstitucional para facilitar la aplicación de incentivos y reconocimientos a las organizaciones que cumplan los requisitos ambientales. Fortalecimiento de capacidades a las instituciones y organizaciones. Incorporación de softwares y tecnologías para el desarrollo de estudios e investigaciones.

Potenciales beneficios y co-beneficios	Costo estimado	Plazo de implementación
<ul style="list-style-type: none"> Generación de conocimiento en materia climática y adaptación cantonal del sector infraestructura. Mejora de la resiliencia de la infraestructura. Reducción de las emisiones GEI. 	<ul style="list-style-type: none"> El coste estimado para la implementación de esta medida es bajo. La medida contempla acciones de coordinación y articulación con actores claves y la gestión de recursos financieros para pasantías e insumos para proyectos de investigación para los cuales se pueden establecer convenios de cooperación. 	<ul style="list-style-type: none"> Medio (de 2 a 5 años)

Indicadores de seguimiento • Número de personas del sector público capacitadas

EJE 3. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS RESILIENTES

MEDIDA:

M-3.2. Desarrollo de infraestructura y servicios públicos resilientes.

Objetivo de la medida:

Promover la resiliencia de la infraestructura y los servicios públicos incorporando criterios de adaptación en su diseño.

Amenaza climática relacionada	Áreas de acción	Actor implementador	Actores asociados			ODS
<ul style="list-style-type: none"> Inundaciones Deslizamientos Olas de calor Sequía 	<ul style="list-style-type: none"> Equipamientos Infraestructura Población 	<ul style="list-style-type: none"> Municipalidad 	<ul style="list-style-type: none"> INVU IFAM MIDEPLAN MOPT Ministerio de Salud Grupo ICE IMAS 	<ul style="list-style-type: none"> SETENA INCOPECA Academia DINADECO SINAC INDER MEP 	<ul style="list-style-type: none"> AyA ASADA S MAG CNE INA MINAE CNP 	<ul style="list-style-type: none"> ODS6. Agua limpia y saneamiento ODS 9 Industria, innovación e infraestructuras ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles ODS 13. Acción por el clima ODS16. Paz, justicia e instituciones sólidas

Descripción de la medida:

Esta medida implica la aplicación de soluciones basadas en la naturaleza en los procesos de desarrollo de la infraestructura y servicios públicos provistos por la municipalidad y la articulación con las instituciones públicas correspondientes en el caso de que la infraestructura y los servicios sean provistos por estas. La infraestructura y los servicios públicos por considerar para aplicar dichas soluciones son:

- Infraestructura urbana: mobiliario, áreas recreativas y deportivas, equipamientos, aceras, recorridos y senderos peatonales.
- Infraestructura vial: calles, ciclovías, caminos y puentes.
- Infraestructura de vivienda.
- Infraestructura de agua: agua potable, sistemas de riego y saneamiento.
- Servicios públicos: recolección de residuos, suministro de agua, electricidad y telecomunicaciones.
- Infraestructura de generación de energía a partir de fuentes renovables.
- Infraestructura portuaria: puertos.

Para la incorporación de criterios de adaptación se pueden aplicar las soluciones basadas en la naturaleza son acciones inspiradas y respaldadas por la naturaleza, que son costo-efectivas, y brindan simultáneamente beneficios ambientales, sociales y económicos, así como ayudan a desarrollar la resiliencia. Tales soluciones aportan a tener más, y mayor diversidad de naturaleza, así como características y procesos naturales a las ciudades, paisajes terrestres y marinos, a través de intervenciones sistémicas, eficientes en el uso de recursos y adaptadas localmente (Comisión Europea 2020).

Para aplicación de estas soluciones se pueden utilizar de referencia la Guía de Soluciones Basadas en la Naturaleza y el Catálogo de Soluciones Basadas en la Naturaleza desarrollados en el programa BiodiverCITY de la GIZ que pueden ser implementadas en un ambiente urbano, periurbano, e incluso en el contexto rural. Disponibles en: <http://biocorredores.org/biodiver-city-sanjose/guia-de-soluciones-basadas-en-naturaleza-sbn>

También se pueden aplicar instrumentos como la metodología para la evaluación de riesgos climáticos en infraestructuras desarrollada por el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos y el decreto N.º 42465-MOPT-MINAE-MIVAH: Lineamientos generales para la incorporación de las medidas de resiliencia en infraestructura.

Además para la protección y la conectividad de la biodiversidad se recomienda el uso de la Guía Vías Amigables con la Vida Silvestre para el diseño e instalación de pasos de fauna en la infraestructura vial, disponible en: <https://pantheracostarica.org/wp-content/uploads/2017/05/GuiaVAVS-04oct14-PROTEGIDO.pdf> y la Guía para la prevención y mitigación de electrocución de fauna silvestre por tendidos eléctricos en Costa Rica, disponible en: <https://minae.go.cr/images/pdf/Gua-para-la-prevencion-de-electrocucin-May-2018-ilovepdf-compressed.pdf>

Alcance geográfico: esta medida tiene un ámbito de aplicación global a nivel cantonal, ya que se espera obtenga como resultado una mejora en infraestructura de carácter cantonal. En cuanto a las amenazas climáticas relacionadas, la distribución geográfica de las mismas, para tener en cuenta en el desarrollo de esta infraestructura, es la siguiente:


Inundaciones (zonas o barrios de Madre de Dios, San Carlos, Fincas Bananeras, Cimarrones, Santa Rosa, Betania, Indianas, Pacuarito, Manila, Imperio, Encanto, Perla, Siquirres, Bonilla Abajo, Lomas, Florida, Junta, Tres Millas, Santo Domingo, Milano, Cocal y Cuatro Millas); deslizamientos (principalmente hacia el suroeste del cantón, donde la pendiente es más abrupta); sequías (de manera genérica afecta por igual a toda la superficie del cantón); olas de calor (de manera genérica afecta especialmente a todas las zonas urbanas).

Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> La implementación de buenas prácticas y eficiencia energética posibilita una reducción de la presión sobre los recursos naturales, reduciendo la sensibilidad de la población ante un evento climático. Reducción de la exposición de la población gracias a infraestructuras que incorporan criterios de adaptación al cambio climático. Aumento de la capacidad de adaptación a través de una gestión planificada reduciendo los costes monetarios en caso de daños. 	Condiciones habilitantes	<ul style="list-style-type: none"> Articulación intra e interinstitucional para la incorporación de criterios de adaptación en la infraestructura y servicios públicos. Fortalecimiento institucional en el conocimiento de adaptación climática. Generación y aprobación de directivas y/o procedimientos para la protección de infraestructura. Inversión financiera para la implementación de directivas. Diseño de mecanismos de inversión para la promoción de inversión en infraestructura con enfoque de cambio climático.
-----------------------------	--	---------------------------------	--

EJE 3. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS RESILIENTES

MEDIDA:

M-3.2. Desarrollo de infraestructura y servicios públicos resilientes.

Potenciales beneficios y co-beneficios	Costo estimado	Plazo de implementación
<ul style="list-style-type: none"> Incremento de la seguridad ciudadana. Generación de conocimiento en materia climática a través de la elaboración de nuevos planes y estudios de vulnerabilidad y riesgo. Reducción del potencial de daños y pérdidas asociadas al cambio climático en la infraestructura. 	<p>El costo de esta medida es alto, porque la medida implica el desarrollo de procesos de evaluación de infraestructura, así como la implementación de obras para su protección ante las amenazas climáticas y para asegurar la continuidad de los servicios públicos ante estas. Esto conlleva costes de inversión altos y costos de operación importantes.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Largo (más de 5 años)
<p>Indicadores de seguimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> Número de contrataciones y de obras de infraestructura y servicios que incorporan criterios de adaptación al cambio climático 		

EJE 4. INVERSIÓN PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA.

MEDIDA: M-4.1 Inclusión de acciones climáticas en los ejercicios presupuestarios institucionales anuales.

Objetivo de la medida:

Gestionar la inclusión de acciones climáticas en los presupuestos invertidos anualmente por las instituciones claves, para asegurar los recursos financieros necesarios para el plan.

Amenaza climática asociada	Áreas de acción	Actor implementador	Actores asociados	ODS
<ul style="list-style-type: none"> Inundaciones Deslizamientos Olas de calor Sequía 	<ul style="list-style-type: none"> Población, Hábitat urbano, Sector primario, Infraestructuras, Equipamientos y Áreas protegidas 	<ul style="list-style-type: none"> Municipalidad 	<ul style="list-style-type: none"> MAG AyA CNE Comité Municipal de Emergencias SINAC Ministerio de Salud Academia Sector Privado Sociedad civil ONG's 	<ul style="list-style-type: none"> ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles ODS 13. Acción por el clima ODS 17. Alianzas para lograr objetivos

Descripción de la medida:

Esta medida consiste en la incorporación de acciones de climáticas en la presupuestación anual de las instituciones miembro del Comité Municipal de Emergencias. Iniciando por los ejercicios presupuestarios municipales.


Asimismo, como parte de la medida se debe monitorear las propuestas de proyectos realizadas por las organizaciones aliadas para la consecución de fondos nacionales e internacionales que permitan la implementación de proyectos que contribuyan a las acciones de adaptación y la gestión del riesgo planteadas en este plan.

Para lo cual es necesario la participación y colaboración activa con instituciones públicas y privadas, ONGs nacionales e internacionales conforman dicha comisión para identificar en programación anual operativa rubros del presupuesto destinados para el apoyo a la implementación de las medidas de adaptación de este plan.

Asimismo, como parte de la medida es necesario generar lineamientos y procedimientos como parte de las funciones de la Comisión Cantonal de Cambio Climático para recopilar la información necesaria para esta medida.

Alcance geográfico: el alcance de esta medida es cantonal.

Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de la capacidad adaptativa del cantón mediante mecanismos presupuestarios y de financiamiento para abordar la respuesta ante riesgos climáticos. 	Condiciones habilitantes	<ul style="list-style-type: none"> Fortalecimiento institucional en el conocimiento de adaptación climática. Desarrollo y promoción de mecanismos financieros para la implementación de proyectos de acción climática.
-----------------------------	--	---------------------------------	--

Potenciales beneficios y co-beneficios	Costo estimado	Plazo de implementación
<ul style="list-style-type: none"> Reducción del potencial de daños y pérdidas asociadas al cambio climático. Acceso a fuentes de financiamiento para la implementación de las acciones de prevención, reducción, preparación y respuesta antes los eventos extremos asociados al cambio climático. Generación de conocimiento en materia climática a través de la elaboración de nuevos planes y estudios de vulnerabilidad y riesgo. 	<ul style="list-style-type: none"> El costo estimado para la implementación de la medida es bajo. Los costos de inversión están enfocados principalmente a las capacitaciones de actores institucionales. 	<ul style="list-style-type: none"> Corto (hasta 2 años)

Indicadores de seguimiento	<ul style="list-style-type: none"> Número de institucionales que incluyen dentro de sus presupuestos acciones climáticas. Número de propuestas de proyectos presentadas para la obtención de financiamiento externo.
-----------------------------------	--

EJE 4. INVERSIÓN PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA.

MEDIDA:

M-4.2 Fomento de alianzas para la inversión climática.

Objetivo de la medida:

Fomentar la creación de las alianzas intersectoriales para la inversión climática.


Amenaza climática asociada	Áreas de acción	Actor implementador	Actores asociados	ODS
<ul style="list-style-type: none"> Inundaciones Deslizamientos Sequías Olas de calor 	<ul style="list-style-type: none"> Población Hábitat urbano Sector primario Infraestructuras Equipamientos Áreas protegidas 	<ul style="list-style-type: none"> Municipalidad y Comité Municipal de Emergencias 	<ul style="list-style-type: none"> MAG AyA CNE SINAC 	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Salud Academia Sector Privado Sociedad civil ONG's

Descripción de la medida:

Esta medida consiste en fomentar el desarrollo de alianzas interinstitucionales e intersectoriales para la recaudación de recursos para proyectos e iniciativas en cuyo desarrollo se incluyan las acciones de adaptación planteadas en este plan, dentro del marco de acción del Comité Municipal de Emergencias, promoviendo las siguientes actividades:

- Fomentar las alianzas entre sectores para la recaudación de los recursos necesarios para hacer posible la ejecución de las acciones de adaptación.
- Fomentar mecanismos de coordinación y enlace con otras comisiones municipales, organizaciones y actores locales e instituciones públicas y privadas del cantón.
- Promocionar y participar en actividades de intercambio de experiencias sobre adaptación con otros gobiernos locales y entre actores locales.
- Fomentar la capacitación continua de sus miembros en temas de adaptación al cambio climático y afines para tomar mejores decisiones.

Alcance geográfico: el alcance de esta medida es cantonal.

Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de la capacidad adaptativa del cantón mediante el fortalecimiento, la articulación y la implementación intra e intersectorial de estrategias preventivas y de respuesta. Aumento de la capacidad adaptativa en el cantón a través de mecanismos de formación sobre cambio climático a formuladores y tomadores de decisiones de las instituciones. 	Condiciones habilitantes	<ul style="list-style-type: none"> Articulación intra e interinstitucional para la toma de decisiones. Fortalecimiento institucional en el conocimiento de adaptación climática.
Potenciales beneficios y co-beneficios		Costo estimado	
<ul style="list-style-type: none"> Reducción del potencial de daños y pérdidas asociadas al cambio climático. Fortalecimiento de las relaciones institucionales. Impulso de la formación del personal técnico involucrado en la medida. Generación de conocimiento en materia de adaptación climática del personal técnico involucrado en la medida. 		<ul style="list-style-type: none"> El costo estimado para la implementación de la medida es bajo. Los costos de inversión están enfocados principalmente a las capacitaciones de actores institucionales. 	
			
		Plazo de implementación	
		<ul style="list-style-type: none"> Corto (hasta 2 años) 	
Indicadores de seguimiento	<ul style="list-style-type: none"> Número de alianzas establecidas 		

7 ARREGLOS INSTITUCIONALES Y MECANISMOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN

7.1 Estructura y ruta de implementación

Para que Siquirres consiga implementar medidas de adaptación, es necesario plantear una estructura operativa que facilite la ejecución gradual de estas, según las prioridades y los lineamientos previstos en este documento, así como realizar el seguimiento de su implementación a través del monitoreo y de la evaluación.

Para ello, se debe tener mapeados a los actores clave y autoridades competentes en materia de cambio climático, ya que son la base para la estructura y ruta operativa de implementación del Plan de Acción. En este sentido, a lo largo del documento se han identificado desde dos perspectivas:

- Mapeo de actores en función de su relevancia. (ver apartado 14.1. Mapeo de actores.)
- Identificación de actores responsables de la implementación de cada una de las medidas priorizadas en el marco del Plan de Acción (ver apartado 7.3.2. Fichas de las Medidas de Adaptación).

En el cantón de Siquirres, la implementación y el seguimiento del plan se proponer realizar mediante la figura del **Comité Municipal de Emergencias**, comité que ya tiene una forma de gobernanza establecida e integra a la mayoría de los actores institucionales claves para la correcta consecución de las medidas de este plan.

El Comité Municipal de Emergencias deberá a su vez coordinar y apoyarse en el equipo interno municipal: alcaldía, concejo municipal gestión ambiental, planificación, control urbano, catastro y acción social; y articular con otros sectores del cantón como lo son el sector privado y la sociedad civil.

Dicho comité debería ser oficializado mediante acuerdo del Concejo Municipal para el seguimiento de este plan y tendría dentro de sus funciones:

1. Monitorear el avance de la ejecución del plan de adaptación, siguiendo el esquema de monitoreo y evaluación establecido.
2. Fortalecer y promover capacidades para la gestión del cambio climático entre sus miembros y organizaciones aliadas.
3. Articular las acciones con las diferentes instituciones y organizaciones claves en el cantón y el país que no forman parte de la comisión, pero que su participación en la implementación del plan es necesaria.
4. Aprovechar las fuentes de financiamiento para la implementación de las medidas de adaptación al cambio climático para garantizar el cofinanciamiento y la participación de diferentes actores, locales e internacionales, públicos y privados

Finalmente, para la implementación de las medidas de adaptación del presente Plan de Acción, es necesario tener en consideración los elementos comunes que finalmente constituyen los pasos clave para la ruta de implementación:

1. **Generación de un diagnóstico** que establezca las prioridades desde la perspectiva climática a abordar en el cantón. Tiene como objetivo reforzar la generación y el uso de información basada en la ciencia, a fin de diseñar,

- establecer y priorizar medidas robustas que contribuyan a la adaptación y faciliten la toma de decisiones de manera informada.
2. **Priorización de medidas de adaptación al cambio climático** con el objetivo de identificar medidas de alto impacto para reducir el riesgo climático y viables de acuerdo con los criterios y necesidades establecidos por el cantón.
 3. **Articulación con los instrumentos de desarrollo nacional y cantonal** con el objetivo de incorporar las medidas de adaptación en los diferentes instrumentos y mecanismos de desarrollo a nivel nacional y cantonal, además de que puedan ser incluidos en mecanismos no públicos, a fin de que los actores no estatales contribuyan al esfuerzo de la adaptación.
 4. **Aprovechamiento de fuentes de financiamiento para la implementación de las medidas de adaptación al cambio climático** para garantizar el cofinanciamiento y la participación de diferentes actores, locales e internacionales, públicos y privados, a fin de aprovechar diferentes mecanismos de financiamiento que apoyen a la implementación de medidas de adaptación.
 5. **Seguimiento de la implementación de las medidas de adaptación al cambio climático** a través del monitoreo y de la evaluación de las medidas de adaptación, a fin de hacer seguimiento del cumplimiento de las metas propuestas.
 6. **Socialización del plan para el fortalecimiento institucional en adaptación** del cantón para orientar la implementación de medidas de adaptación a través de estrategias de comunicación, construcción de capacidades y transferencia de conocimientos los actores clave.

La gestión del riesgo climático es un proceso cíclico de mejora continua donde los pasos clave son los propuestos a continuación. En el presente PAAC, el paso 1 y 2 ya vendrían desarrollados en los correspondientes capítulos, sin embargo, la gestión del riesgo climático debe ser un proceso vivo, por lo que se recomienda que el presente PAAC pueda ser revisado y actualizado periódicamente en función del éxito en el cumplimiento de las metas establecidas.

Puesto que los pasos **1 Generación de un diagnóstico** y **2 Priorización de medidas de adaptación al cambio climático** ya se han ejecutado durante la elaboración del presente Plan, es necesario que la ruta de implementación se oriente hacia la consecución del resto de pasos (3-6).

7.2 Condiciones habilitantes

Las condiciones habilitantes representan un conjunto de elementos (financieros, institucionales y sociales) a los que se puede acudir para avanzar hasta obtener las medidas priorizadas. Dicho de otra manera, se trata de las barreras que deben ser superadas para que se produzca la acción climática.

La identificación de las principales condiciones habilitantes para el cantón es un paso clave para la implementación del plan, ya que facilitan o ayudan a superar barreras para la implementación de las medidas de adaptación. Estas acciones están relacionadas con los arreglos institucionales, el fortalecimiento de capacidades, la información, la investigación, el desarrollo tecnológico, los instrumentos normativos, entre otros.

Las condiciones habilitantes para cada una de las medidas de adaptación se han identificado en el apartado 6.3.2. A continuación, se describen de forma general las principales condiciones habilitantes para el cantón de Siquirres.

Articulación

El Plan de Acción para la Adaptación Climática responde a compromisos nacionales para la reducción del riesgo climático, y debe por lo tanto estar alineado con todos los instrumentos de gestión integral del cambio climático para aumentar así su coherencia, eficiencia y eficacia en la transición de Costa Rica en general y de Siquirres en particular hacia un territorio más resiliente.

Por un lado, el Plan cumple con una articulación vertical con las diferentes autoridades regionales y nacionales, así como los principales instrumentos de gestión del cambio climático como la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) (2018-2030), la NDC 2020 o el Plan Nacional de Adaptación (2022-2026) a fin de asegurar una correlación entre lo nacional y subnacional.

Por otro lado, la articulación horizontal también resulta clave y fomenta el trabajo conjunto e integrado con las diferentes autoridades cantonales competentes en materia de cambio climático. En este sentido, cabe destacar todos los instrumentos cantonales y sectoriales identificados en el apartado 3.3 Planificación territorial y sectorial .

En particular, en Siquirres los principales instrumentos con los que se recomienda articular el presente Plan son los que se muestran más abajo, estando algunos de ellos vigentes y otros se espera que se desarrollen en un futuro próximo dado su carácter obligatorio por ley en Costa Rica. Para los instrumentos vigentes o en desarrollo, la recomendación es establecer el alineamiento en las actividades de seguimiento o de participación, así como en las futuras actualizaciones de estos. Para los instrumentos que aún no existen se deberá planificar desde etapas tempranas la forma de integrar los resultados del diagnóstico y las medidas de adaptación del presente plan en las fases de formulación e implementación de éstos.

- Plan Cantonal de Desarrollo Local de Siquirres 2016-2030.
- Plan de Gobierno 2016-2020.
- Plan Cantonal de Emergencias: no desarrollado, pero de carácter obligatorio de acuerdo con la Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo (N.º 8488).

En el caso del Plan Cantonal de Desarrollo Local, se trata de un instrumento cuyo objetivo general es orientar en el ordenamiento y mejora de los recursos para asegurar su uso eficiente. En este caso, las sinergias deben ir orientadas al establecimiento de líneas de acción similares donde se podrán establecer metas conjuntas para lograr una implementación efectiva de ambos planes.

En el caso del Plan de Gobierno, las estrategias que plantea repercuten en la consecución de un cantón con mayor capacidad adaptativa frente al cambio climático por lo que, aunque no especifique medidas concretas en relación con éste, de forma transversal trata de resolverlo, haciendo hincapié en las líneas de acción asociadas a la gestión ambiental.

Por otro lado, los planes cantonales de emergencias resultan clave para garantizar una articulación e integración del cambio climático en la planificación cantonal. Aunque la Gestión del Riesgo de Desastres y la Adaptación al Cambio Climático nacen en distintos momentos, ambas dirigen sus esfuerzos hacia el desarrollo sostenible y el logro de una sociedad segura mediante la reducción de la pobreza.

Por lo tanto, es necesario que todas las estrategias converjan de la mano y se busquen sinergias, con el objetivo de alcanzar de una forma efectiva el cambio hacia el aumento de la seguridad humana y su bienestar, así como el de los ecosistemas que la sustentan. Por ejemplo, el objetivo de la Adaptación al Cambio Climático de anticipar y responder a toda la gama de efectos de las condiciones climáticas cambiantes puede ofrecer nuevas perspectivas y oportunidades importantes a la Gestión de Emergencias y Riesgo de Desastres, que ofrece, por ejemplo, nuevos enfoques sobre cómo incorporar la información sobre el clima actual y futuro en la estimación y posterior gestión del riesgo.

Planificación territorial resiliente

El riesgo se construye sobre la base de decisiones cotidianas. Es un proceso social que no se hace visible hasta causar daños, alteraciones o pérdidas; por ello, se debe buscar una relación armónica entre la sociedad y el medio natural. Para ello, se debe realizar una planificación que contemple la zonificación impuesta por los procesos naturales. La planificación territorial es una de las principales condiciones habilitantes que se pueden implementar.

Sin embargo, cuando se llega demasiado tarde y el riesgo ya se ha construido se deben buscar alternativas que lo reduzcan de forma que los procesos más frecuentes provoquen un menor impacto en la sociedad. Para ello, se debe recurrir a las obras civiles que permitan reducir el riesgo de forma inmediata denominadas como “medidas estructurales”. Por tanto, la planificación se encuentra íntimamente ligada con la construcción del riesgo.

Por otro lado, una buena planificación bien estructurada puede incorporar criterios de sostenibilidad, así como de acciones de reducción de GEI.

Investigación y generación de información

La investigación y generación de información sobre la adaptación al cambio climático en Costa Rica es una condición habilitante clave para la toma de decisiones informada. La generación de información permite el diseño de políticas públicas orientadas a atenuar los efectos adversos del cambio climático y a definir acciones de adaptación, orientadas a trazar una senda de desarrollo y crecimiento resiliente con economías bajas en carbono basadas en la equidad e inclusión social, no sólo presente sino también para las futuras generaciones.

En el marco del presente plan se ha encontrado una barrera en relación con la limitación de información disponible para caracterizar las amenazas y la vulnerabilidad del territorio. De esta forma, los resultados que puedan arrojar nuevas revisiones del análisis de riesgos climático podrán aportar resultados más precisos, con todas las ventajas estratégicas que esto conlleva a la hora de definir y llevar a cabo una estrategia de adaptación.

Sensibilización y capacitación

La sensibilización y capacitación puede analizarse desde una doble perspectiva. Existen medidas de adaptación al cambio climático enfocadas explícitamente en la aumentar la capacidad adaptativa a través de la sensibilización y capacitación de la población y entidades públicas y privadas, con el objetivo de garantizar el acceso de la información a la población, así como dar las herramientas necesarias a los tomadores de decisiones para que puedan incorporar la resiliencia de forma transversal en la planificación cantonal. Sin embargo, para el resto de las medidas de adaptación enfocadas en reducir la vulnerabilidad y/o la exposición, este concepto resulta una barrera en sí mismo para una efectiva implementación de estas.

En este sentido, una eficiente sensibilización en materia de adaptación al cambio climático es un requisito indispensable y una ventana de oportunidad que debe situarse como prioridad en la implementación de todas las medidas del presente Plan de Acción para la Adaptación Climática, a fin de asegurar el conocimiento de los beneficios y oportunidades de integrar la adaptación al cambio climático en la gestión de toda organización e institución visibilizando un permanente llamado a la acción climática que corresponde a todos los habitantes de Costa Rica.

Fortalecimiento institucional

El fortalecimiento institucional consiste en la mejora de la eficiencia y la eficacia a nivel organizacional y apunta al desarrollo de capacidades de las instituciones y estructuras democráticas, particularmente las cercanas al ciudadano, con el objeto de contribuir al crecimiento económico sostenible y resiliente.

En todo proceso de fortalecimiento institucional los que dirigen y lideran las entidades juegan un rol fundamental. En este sentido, los procesos de fortalecimiento institucional serán muy dependientes de la posibilidad de crearle a dichos procesos esquemas de gobernabilidad que contribuyan a la construcción de entornos más favorables para los mismos. En este sentido, se deberá identificar los actores que jueguen un rol en los procesos, sus intereses, su poder relativo en la institución misma como en su entorno relevante, los objetivos que deseen alcanzar y en qué medida estos sean favorables o contradictorios con las iniciativas de fortalecimiento. Procesos de fortalecimiento institucional que no cuenten con esquemas de gobernabilidad diseñados e implementados, por lo general tienen pocas posibilidades de ser exitosos.

Por último, resulta igualmente imprescindible asegurar la inclusión de todas las visiones y vulnerabilidades diferenciadas del cantón en términos de género, sociales y culturales

en el proceso de fortalecimiento institucional y de desarrollo de capacidades, mediante un enfoque “desde abajo”.

Recursos financieros

El acceso a los recursos y fuentes de financiamiento y la potencial brecha económica entre los recursos disponibles y los necesarios es una barrera importante para la acción climática en adaptación. Por ello, la identificación y el aprovechamiento de las fuentes de financiamiento existentes, tanto a nivel global, nacional como subnacional, así como otras formas de apoyo es un paso clave en la ruta de implementación del presente plan. En este sentido, en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se hace un análisis de la arquitectura del financiamiento climático aplicable en Costa Rica en el marco de la adaptación, con el objetivo de contribuir a la efectiva implementación del Plan de Acción para la adaptación Climática.

8 ESQUEMA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN

8.1 Modelo de gestión

En el marco del cumplimiento de los compromisos nacionales e internacionales, es preciso desarrollar el seguimiento y el reporte periódico del nivel de avance en la implementación de las medidas de adaptación del presente PAAC. De hecho, el esquema de M&E deberá generar insumos para elaborar informes de forma sistemática los cuales reflejen el progreso de la adaptación, así como sus resultados (Red Global del NAP, 2019).

El objetivo de este apartado es brindar orientaciones técnicas y metodológicas para monitorear, evaluar y reportar los avances y los logros en la adaptación al cambio climático, por parte de los diversos actores de nivel cantonal hasta los gobiernos regionales.

La implementación de un esquema de M&E facilita dar cuenta de los avances mediante la comprobación de los resultados de este y tomar acciones respecto de las decisiones estratégicas y de las necesidades de procesos de diálogo con quienes estén involucrados en torno a la adaptación al cambio climático. A su vez, es posible identificar los puntos críticos que limitan la implementación de las medidas, sentar las bases para la elaboración de reportes y proveer de información a quienes estén involucrados en la gestión de la adaptación al cambio climático para que tomen decisiones sobre los logros de los resultados, sobre el incremento de la capacidad adaptativa y sobre las oportunidades que ofrece el cambio climático.

En este sentido, el Decreto N°41127-MINAE establece que el Sistema Nacional de Métrica en Cambio Climático (SINAMECC) es la plataforma oficial de compilación y gestión de los datos e información producidos por las instituciones públicas en cambio climático y del sector privado, la academia y la sociedad civil cuando corresponda. Se indica que el SINAMECC es la plataforma para evaluar y dar seguimiento a las acciones de adaptación, así como los medios de implementación y los co-beneficios asociados.

El modelo de gestión para el marco del monitoreo y evaluación del PAAC consiste en el mecanismo para la solicitud, reporte, almacenamiento, procesamiento, visualización y análisis de la información asociada a las metas establecidas para el cumplimiento de los objetivos de adaptación del cantón. En este sentido, el MINAE se encuentra actualmente finalizando el diseño de la Herramienta de Monitoreo y Evaluación de Acciones de Adaptación, cuyo objetivo es registrar e integrar las acciones de adaptación en el Sistema Nacional de Métrica de Cambio Climático (SINAMECC), así como sus indicadores de seguimiento. La meta de esta herramienta es la consolidación de un conjunto de acciones de adaptación coordinadas que contribuyan a la adaptación climática del país, acceso a la información, desarrollo de reportes.

Igualmente, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (NAP) integra las metas regionales, por lo que la recopilación y reporte de las acciones regionales realizadas, su avance y sus resultados se realizará a través del mecanismo e instrumento que se elabora en el marco del NAP y que está alineado con las necesidades de reporte de las metas país ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). El modelo de gestión del NAP indica que el monitoreo y evaluación se reporte de forma anual, por lo que se recomienda que el presente PAAC pueda alinearse con los tiempos establecidos en el NAP.

Por último, al igual que se plantea en el NAP, se sugiere que se desarrollen informes anuales de seguimiento, mediante los cuales se reportará el estado de avance de las medidas planteadas. Estos informes pueden ser generados en el último trimestre de cada año y puestos a disposición del público interesado.

8.2 Indicadores de Monitoreo y Evaluación

La evaluación del éxito de las actividades centradas en mejorar la resiliencia, aumentar la capacidad adaptativa o reducir la vulnerabilidad, requiere que estas estructuras abstractas se vuelvan operativas transformándolas en cantidades medibles. Del mismo modo, estos conceptos medibles deben rastrearse durante un tiempo lo suficientemente prolongado para detectar cambios significativos, y ser interpretados en el contexto de las tendencias y variaciones climáticas.

Para todo esto se plantean indicadores, cuyo monitoreo, seguimiento y reporte de estos permitirá dar luz sobre la efectividad de implementación de las medidas, así como el cumplimiento de los objetivos y metas establecidos en el presente PACC. En este sentido, en la Tabla 25 se plasman los indicadores propuestos para cada una de las medidas de adaptación al cambio climático.

Tabla 25. Listado e indicadores de M&E.

Ejes estratégicos y medidas asociadas	Indicadores
EJE ESTRATÉGICO 1: ACCESO A LA INFORMACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	
M-1.1 Promoción de actividades de educación sobre cambio climático y gestión del riesgo para los diversos sectores del cantón.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número de actividades realizadas
M-1.2 Facilitación del acceso a la información climática y de gestión del riesgo.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número de iniciativas de divulgación de información realizadas
EJE ESTRATÉGICO 2: PLANIFICACIÓN CANTONAL	
M-2.1 Incorporación de criterios de adaptación en la gestión del riesgo cantonal.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número de instrumentos de planificación municipales que incorporan criterios y acciones de adaptación
M-2.2 Fomento de la gestión del riesgo a nivel comunal.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número de comunidades capacitadas en gestión del riesgo.
EJE ESTRATÉGICO 3: INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS RESILIENTES	
M-3.1 Fortalecimiento de las capacidades locales para el desarrollo de infraestructura y servicios públicos resilientes.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número de personas en el sector público capacitadas.
M-3.2 Desarrollo de infraestructura y servicios públicos resilientes.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número de contrataciones y de obras de infraestructura y servicios que incorporan criterios de adaptación al cambio climático
EJE ESTRATÉGICO 4: INVERSIÓN PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA	
M-4.1 Inclusión de acciones climáticas en los ejercicios presupuestarios institucionales anuales.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número de institucionales que incluyen dentro de sus presupuestos acciones climáticas. ▪ Número de propuestas de proyectos presentadas para la obtención de financiamiento externo.
M-4.2 Fomento de alianzas para la inversión climática.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número de alianzas establecidas

Fuente: IDOM-CPSU (2022)

Cabe destacar que el seguimiento de la implementación de las acciones recae en la figura del Comité Municipal de Emergencias liderado por la municipalidad, por lo que el seguimiento al esquema de monitoreo y evaluación propuesto requiere la articulación entre organizaciones e instituciones aliadas para generar los procedimientos y la información necesaria para el reporte de los indicadores y evidencias del avance en la implementación del Plan.

Respecto a la inclusión de la información recopilada del esquema de monitoreo y evaluación en el Sistema Nacional de Métrica de Cambio Climática ésta será una responsabilidad municipal como el actor líder en la implementación del Plan.

Por otro lado, a continuación, se presenta la ficha ejemplo de cada uno de los indicadores, con información adicional clave para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación como la fuente, metodología de recopilación, periodicidad, línea base y metas esperadas, que pueden ser consultadas en el Anexo 5. Fichas de Monitoreo y Evaluación.

Tabla 26. Ejemplo de ficha de indicadores de Monitoreo y Evaluación (M&E)

EJE DEL PAAC			
MEDIDA		M-1.1 Nombre de la medida incorporada en el correspondiente eje	
Indicador 1	Nombre del indicador propuesto		
Fuente de información	Fuente de información o entidad que dispone la información para recopilar el indicador.		
Metodología	Metodología de recopilación del indicador.		
Periodicidad de monitoreo	Periodicidad recomendada para reportar el indicador.		
Línea base		Meta	
Año de línea base.	Valor de la línea base del indicador.	Año de la meta.	Valor de la meta del indicador.

Fuente: IDOM-CPSU (2022)

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente documento recoge el Plan de Acción para la Adaptación Climática de Siquirres (PAAC), el cual pretende ser el eje rector de la acción climática en el cantón. El ámbito del PAAC se extiende por todo el cantón, considerando la variedad de ambientes y realidades existentes en el mismo y trata de contribuir al desarrollo sostenible en términos de calidad de vida, reducción de las brechas de desigualdad, entre ellas la de género y socioeconómica, igualdad de oportunidades y conservación del patrimonio natural.

El Plan se ha estructurado en 4 principales fases como se detalla en los primeros apartados (diagnóstico, marco estratégico, monitoreo y reporte y financiamiento), donde el diagnóstico ha sido la base para evaluar tanto las necesidades de adaptación al cambio climático como las oportunidades para la integración de medidas de adaptación en la planificación y gestión del desarrollo en el cantón de Siquirres.

Para sustentar adecuadamente las etapas de formulación e implementación del PAAC, se completaron diferentes ejercicios en el diagnóstico. Entre ellos destaca en primer lugar el perfil local del cantón, donde se analiza el territorio como una unidad sistémica, en la que se interrelacionan en un mismo espacio físico, diversas unidades, elementos y procesos territoriales de índole físico espacial, social, económico, político, ambiental y jurídico. Este ejercicio permitió analizar aspectos clave para el desarrollo del perfil climático como el clima, las áreas de especial protección y corredores biológicos o la caracterización socioeconómica de la población y actividades productivas del cantón.

Tras ello, el perfil climático permitió determinar las necesidades del territorio desde la perspectiva de cambio climático. La evolución del registro histórico de temperaturas y precipitaciones, así como de las proyecciones del cambio climático de estos parámetros para los próximos años apuntan a la necesidad de proveerse de estrategias de adaptación efectivas para hacer frente a peligros asociados al cambio climático que no serán menos severos que los registrados y conocidos.

La generación de mapas de riesgo climático, a partir de la combinación de amenazas, exposición y vulnerabilidad, ha permitido clasificar espacialmente y mostrar sobre qué receptores y áreas del cantón será oportuno desarrollar acciones para mejorar la capacidad adaptativa de los diferentes receptores considerados frente a determinados potenciales efectos.

Actualmente, la peligrosidad frente a los deslizamientos, sequía y olas de calor son las tres amenazas más recurrentes en el cantón. Por su parte, el riesgo de inundaciones y movimientos en masa, asociados a precipitaciones intensas, tendrá variaciones diversas, habiendo en general un ligero aumento con respecto al actual. Por último, el riesgo frente a sequías asociado a déficit de precipitaciones tendrá una variación similar a los dos anteriores viéndose incrementadas de forma suave con respecto al período actual.

Analizando los receptores del impacto, se deberá prestar especial atención a las actividades agropecuarias y a las áreas naturales. Aproximadamente un 60% de las fincas dedicadas a estas actividades y un 50% de las áreas naturales podrían verse afectadas por episodios de sequía con un riesgo alto, así como gran parte de la población sufrirá el aumento de las temperaturas en forma de olas de calor.

Esto obliga a considerar la necesidad de articular una estrategia específicamente dirigida a la reducción del riesgo, en la que se priorice la actuación sobre los receptores y entornos específicamente señalados en este documento. Con los resultados que ha sido posible aportar, es recomendable adoptar soluciones de bajo arrepentimiento.

Igualmente, el análisis DAFO definido en el Anexo 4, permiten conocer las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades para facilitar la definición de la visión, ejes estratégicos y los objetivos de adaptación del PAAC. Entre las principales oportunidades identificadas se encuentra la búsqueda de sinergias con otras instituciones para desarrollar proyectos de conservación de la biodiversidad, así como el empoderamiento de Asociaciones de Desarrollo del cantón en temas de cambio climático y la actualización de la normativa ambiental en el cantón con un enfoque participativo de la comunidad.

Una de las debilidades más relevantes es la limitación de información disponible para caracterizar las amenazas y la vulnerabilidad del territorio. En este sentido, cabe recomendar en primer lugar destinar los recursos necesarios para realizar tanto un completo análisis de la peligrosidad asociada a cada amenaza (especialmente en el caso de las sequías, estructurando modelos matemáticos adecuadamente alimentados y calibrados), como una regionalización de proyecciones climáticas con mejor resolución espacial, adaptado a las particularidades geográficas cada cantón. De esta forma, los resultados que puedan arrojar nuevas revisiones del análisis de riesgos climáticos podrán aportar resultados más precisos, con todas las ventajas estratégicas que esto conlleva a la hora de definir y llevar a cabo una estrategia de adaptación.

La estrategia de adaptación propuesta en el PAAC busca, en términos generales, reducir los impactos desencadenados por las amenazas climáticas, así como aprovechar las oportunidades que ofrece este para el desarrollo sostenible y resiliente, teniendo siempre presente un enfoque inclusivo e integrador con respecto al género, la diversidad cultural.

En este sentido, esto se ha concretado en una visión del cantón, y un total de 6 ejes y objetivos estratégicos. Estos ejes estratégicos se han desarrollado piramidalmente a través de un total de 13 medidas de adaptación al cambio climático. El nivel de detalle con el que han sido definidas estas medidas permitirá establecer objetivos y metas concretas, condiciones habilitantes y actores involucrados en su implementación, posibles cobeneficios e indicadores de seguimiento concretos.

No obstante, para dotar de adecuada consistencia al PAAC, se ha puesto especial esfuerzo en desarrollar dos aspectos claves para hacer viable su propuesta estratégica. Se trata, en primer lugar, de la definición de un esquema de monitoreo y reporte consistente, basado en indicadores capaces de reportar el grado de cumplimiento de las medidas y su eficacia a la hora de reducir los riesgos climáticos sobre los que deben actuar.

El segundo de estos aspectos es el análisis financiero, que ha permitido identificar potenciales vías para complementar los presupuestos de las administraciones cantonales.

De este modo, si bien todas las acciones de adaptación propuestas resultarán efectivas incluso si no llegasen a materializarse los cambios en el clima pronosticados, se dispone de un insumo de información necesario a la hora de priorizar y/o estructurar propuestas de financiamiento.

En resumen, el presente PAAC es un consistente punto de partida para la definición de las necesidades y oportunidades del cantón, así como eje articulador de la acción climática multinivel (país, región y cantón) y multisectorial.

Como todo documento estratégico, se trata de un instrumento vivo, que debe ser revisado y actualizado periódicamente. Esto facilitará mejorarlo, ampliando y renovando su capacidad y valor, a fin de garantizar las condiciones de resiliencia climática necesarias para avanzar en la senda del desarrollo sostenible.

10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barahona, D., Méndez, J., & Sjöbohm, L. (2013). *Análisis de la susceptibilidad a deslizamientos en el distrito de Tres Equis: una base para la gestión del riesgo y ordenamiento territorial*. San José.
- BIOMARCC-SINAC-GIZ. (2013). *Análisis de vulnerabilidad de las zonas oceánicas y marino-costeras de Costa Rica frente al cambio climático*. San José, Costa Rica.
- Bonsal, B. R. et al. (2011). Drought Research in Canada: A Review. *Atmosphere-Ocean*, 49(4), 303-319.
- Campos-Durán, D., & Quesada-Román, A. (2017). Impacto de los eventos hidrometeorológicos en Costa Rica 2000-2015. *Geo UERJ*(30), 440-465.
- CMNUCC. (2016). *Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 21er período de sesiones, celebrado en París del 30 de noviembre al 13 de diciembre de 2015*. <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2015/cop21/eng/10a01.pdf> .
- CNE. (Enero de 2022). Obtenido de https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/mapas_amenazas/index.aspx
- CPI. (2019). *Global Landscape of Climate Finance 2019* [Barbara Buchner, Alex Clark, Angela Falconer, Rob Macquarie, Chavi Meattle, Rowena Tolentino, Cooper Wetherbee]. Disponible en: <https://climatepolicyinitiative.org/wp-content/upl>. London.: Climate Policy Initiative.
- Deschenes, O. (2014). Temperature, human health and adaptation: A review of the empirical literature. *Energy Economics*(46), 606-619.
- ESA. (2021). *Climate Change Initiative*.
- Frisari, G., Gallardo, M., Nakano, C., Cárdenas, V., y Monnin, P. (2020). *Sistemas financieros y riesgo climático. Mapeo de prácticas regulatorias, de supervisión y de industria en América Latina y el Caribe, y las mejores prácticas internacionales aplicables*. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Cambio Climático.
- Gobierno de Costa Rica. (2018).
- Gobierno de Costa Rica. (2018). *Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático*.
- Gobierno de Costa Rica. (2018). *Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2018-2030*.
- Gobierno de Costa Rica. (2020a). *Contribución Nacionalmente Determinada*.
- Gobierno de Costa Rica. (2020a). *Contribución Nacionalmente Determinada*.
- Gobierno de Costa Rica. (2020b). *Lineamientos generales para la incorporación de las medidas de resiliencia en infraestructura pública*.
- Gobierno de Costa Rica. (2020b). *Lineamientos generales para la incorporación de las medidas de resiliencia en infraestructura pública*.
- IMN. (2021). *Clima de Costa Rica y variabilidad climática*. Obtenido de <https://www.imn.ac.cr/clima-en-costa-rica>
- IMN. (2021). *Estación de San Ignacio*.
- INEC. (2011). *Censo de población*.
- INEC. (2014). *Censo agropecuario*.
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Anex II: Glossary. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, Switzerland: IPCC.
- IPCC. (2014). *Quinto Informe de Evaluación del IPCC*.
- Mideplan. (2019). *Impacto de los Fenómenos Naturales para el período 1988-2018, por sectores, provincias, cantones y distritos*. San José de Costa Rica.
- MIDEPLAN. (2019). *Impacto de los Fenómenos Naturales para el período 1988-2018, por sectores, provincias, cantones y distritos*. San José de Costa Rica.

- MIDEPLAN. (2019). *Impacto de los Fenómenos Naturales para el período 1988-2018, por sectores, provincias, cantones y distritos*. San José de Costa Rica.
- MINAE y PNUMA. (2021). *Plan-A: Territorios Resilientes ante el Cambio Climático, con financiamiento del Fondo Verde para el Clima. Producto 2. Análisis de fuentes de financiamiento y mecanismos financieros para movilizar recursos e implementar medidas de adaptación priorizadas*.
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2020). *Producto 1. Diagnóstico de capacidades, necesidades y herramientas existentes. Componente 5. Monitoreo y Evaluación*.
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2021). *Guía para la planificación de la adaptación ante el cambio climático desde el ámbito cantonal. Proyecto Plan A: Territorios Resilientes ante el Cambio Climático*. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2021). *Guía para la priorización de medidas de adaptación al cambio climático utilizando el método Análisis Multicriterio. Proyecto Plan A: Territorios Resilientes ante el Cambio Climático*. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2021a). *Diagnóstico social, económico y espacial para el fortalecimiento de capacidades de adaptación al cambio climático del cantón de La Cruz*.
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2021a). *Guía para la planificación de la adaptación ante el cambio climático desde el ámbito cantonal. Proyecto Plan A: Territorios Resilientes ante el Cambio Climático*. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2021b). *Guía para la priorización de medidas de adaptación al cambio climático utilizando el método Análisis Multicriterio. Proyecto Plan A: Territorios Resilientes ante el Cambio Climático*. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2021d). *Bases conceptuales para la adaptación al cambio climático en Costa Rica*. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica. (2021c). *Producto 3. Evaluación de riesgos y cartografía sobre impactos relacionados al clima en el cantón Siquirres*.
- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (2013). *Índice de Desarrollo Social 2013*.
- Mishra, A. K., & Singh, V. P. (2010). A review of drought concepts. *Journal of Hydrology*, 391(1-2), 202-216.
- Municipalidad de Siquirres. (2015). *Plan de Desarrollo Local 2016-2030*.
- Municipalidad de Siquirres. (2015). *Plan de Gobierno 2016-2020*.
- Municipalidad de Siquirres. (2020). *Plan Regulador*.
- O'Neill, M. S., & Ebi, K. L. (2009). Temperature Extremes and Health: Impacts of Climate Variability and Change in the United States. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 51(1), 13-25.
- OCDE. (2015). *Climate finance in 2013-14 and the USD 100 billion goal. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y Climate Policy Initiative (CPI)*. París, Francia.
- Organización Panamericana de la Salud. (2000). *Fenómeno El Niño 1997-1998*.
- Trabucco, A., & Zomer, R. (2019). *Global Aridity Index and Potential Evapotranspiration (ET0) Climate Database v2. Figshare Dataset*. Obtenido de <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.7504448.v3>
- Universidad de Costa Rica. (2017). *Índice de Competitividad Cantonal 2006-2016*.
- Watson, C y Schalatek, L. (2021). *Climate Finance Thematic Briefing: Adaptation Finance. Climate Finance Fundamentals 3. Climate Funds Update*.
- Watson, C. y Schalatek, L. (2019). *La arquitectura mundial del financiamiento para el clima. Información básica sobre financiamiento para el cambio climático 2. Climate Funds Update*.

- WHO. (2015). *Heatwaves and Health: Guidance on Warning System Development*.
Obtenido de https://www.who.int/globalchange/publications/WMO_WHO_Heat_Health_Guidance_2015.pdf?ua=1
- WHO. (2015). *Heatwaves and Health: Guidance on Warning System Development*.
Obtenido de https://www.who.int/globalchange/publications/WMO_WHO_Heat_Health_Guidance_2015.pdf?ua=1

11 Anexo 1. Metodología para el análisis de riesgos

En el presente Anexo se presenta la metodología utilizada para la obtención de la información geográfica relativa a los análisis de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo aportados a lo largo del documento. A modo de síntesis, conviene recordar que la base para la obtención de los resultados de Riesgo para cada receptor responde a la metodología que se resumen con la siguiente fórmula:

$$\text{Riesgo climático} = \text{Peligrosidad} * \text{Exposición} * \text{Vulnerabilidad}$$

Para diferentes escenarios y horizontes temporales *Para cada receptor*

11.1 Peligrosidad

Tal y como se describe en el capítulo de Amenazas a considerar, los mapas de peligrosidad se han obtenido para cuatro potenciales peligros identificados (inundaciones, deslizamientos, sequías y olas de calor), los cuales se encuentran asociados a las amenazas de episodios de lluvia intensa, ausencia prolongada de precipitaciones y periodos de altas temperaturas. La construcción de esos mapas se ha elaborado bajo los diferentes escenarios climáticos y horizontes temporales estudiados.

Para las cuatro amenazas se han obtenido mapas de peligrosidad clasificados en 5 categorías dependiendo de su nivel de amenaza.

11.1.1 Lluvias intensas

Las lluvias intensas se analizan mediante el índice de número de días muy húmedos (R95p). Este índice es representativo para la caracterización de los potenciales impactos, en comparación con otros índices extremos disponibles, que puedan reflejar un valor de pluviometría global, de carácter diario, mensual o anual. El R95P representa de número de días muy húmedos, considerando como días húmedos aquellos en los que la precipitación es superior al percentil 95 de la serie de datos analizada (WMO, 2009).

Su cálculo se realiza bajo dos escenarios de cambio climático (RCP 4.5 y RCP 8.5) y para un escenario cercano (2015-2045) y lejano (2045-2075).

Para ver su evolución en el tiempo, se calcula el porcentaje de cambio de los días de lluvia extrema superior al percentil 95 de los distintos periodos (2015-2045 y 2045-2075) y escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) con respecto al periodo histórico (1975-2005).

$$\text{Porcentaje de cambio R95p (\%)} = \frac{(R95p_{\text{periodo futuro}} - R95p_{\text{periodo histórico}})}{R95p_{\text{periodo histórico}}} \times 100$$

Por último, se otorga al porcentaje de cambio una categoría de amenaza que va desde Nula hasta Muy Alta, tal y como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 27. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a lluvias intensas

Índice	Si el porcentaje de cambio del índice respecto al histórico es...	... el nivel de amenaza es...	...lo que quiere decir que...
R95p (Precipitaciones extremas)	$x \leq 0$	Nulo	Existe una reducción del número de días con lluvias extremas por encima del percentil 95 durante el periodo analizado
	$0\% < x \leq 10\%$	Bajo	El número de días con lluvias extremas por encima del percentil 95 del periodo analizado registra un aumento de hasta un 10 % con respecto al número de eventos recogidos durante el periodo de referencia.
	$10\% < x \leq 20\%$	Medio-Bajo	El número de días con lluvias extremas por encima del percentil 95 del periodo analizado registra un aumento de entre un 10% y un 20% con respecto al número de eventos recogidos durante el periodo de referencia.
	$20\% < x \leq 30\%$	Medio	El número de días con lluvias extremas por encima del percentil 95 del periodo analizado registra un aumento de entre un 20% y un 30% con respecto al número de eventos recogidos durante el periodo de referencia.
	$30\% < x \leq 40\%$	Medio-Alto	El número de días con lluvias extremas por encima del percentil 95 del periodo analizado registra un aumento de entre un 30% y un 40% con respecto al número de eventos recogidos durante el periodo de referencia.
	$x > 40\%$	Alto	El número de días con lluvias extremas por encima del percentil 95 del periodo analizado es superior al 40% del periodo de referencia.

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

11.1.1.1 Inundaciones

Para la amenaza de inundaciones, por un lado, se ha considerado el mapa de la Comisión Nacional de Emergencias (CNE) donde se zonifica las zonas potencialmente inundables en el cantón.

Por otro lado, se ha procedido a la generación de un mapa de susceptibilidad simplificado, obtenido a partir del mapa de pendientes. Así, las zonas con pendientes más bajas y asociadas a valles y depresiones son las que presentan una mayor susceptibilidad a anegamientos o desbordamiento de los cauces.

Finalmente, se ha generado un mapa de peligrosidad por inundación a partir de la combinación del mapa de zonas potencialmente inundables de la CNE y el mapa de pendientes (susceptibilidad).

La información de las pendientes de la zona de estudio ha sido extraída del Modelo Digital del Terreno de 10 metros de resolución (Atlas Costa Rica, 2014). Las diferentes pendientes han sido agrupadas en 5 grupos como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 28. Categorización de pendientes como criterio para la componer la peligrosidad espacial de inundaciones

Pendiente (%)	Contribución a la inundación
<2	Alta
2-5	Media-Alta
5-12	Media
12-25	Media-Baja
>25	Baja

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

Peligrosidad actual a inundaciones

Una vez obtenidos los mapas de pendientes y de potenciales zonas de inundaciones de la CNE, se ha procedido su combinación y operación espacial de sus valores de acuerdo con lo establecido en la siguiente matriz, con el fin de obtener un mapa con diferentes categorías sobre la amenaza de inundación.

Tabla 29. Peligrosidad a inundaciones

		Zonas potenciales de la CNE	
		No inundable - CNE	Potencialmente inundable - CNE
Susceptibilidad actual	Bajo	Peligrosidad Baja	Peligrosidad Alta
	Media Baja	Peligrosidad Media Baja	Peligrosidad Alta
	Media	Peligrosidad Media	Peligrosidad Alta
	Media Alta	Peligrosidad Media Alta	Peligrosidad Alta
	Alta	Peligrosidad Media Alta	Peligrosidad Alta

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

Peligrosidad futura a inundaciones

Para la obtención de los mapas de peligrosidad por inundación en los escenarios de cambio climático, se ha combinado el mapa de peligrosidad actual obtenido, con la categorización del cambio previsto en el índice de precipitaciones intensas R95P mostrada anteriormente.

Así, se han generado los mapas de peligrosidad por inundación para los horizontes 2015-2045 y 2045-2075, tomando los escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5.

Resultado de la combinación de ese mapa con el indicador climático de episodios de lluvias intensas se obtuvo la peligrosidad de inundaciones en los escenarios climáticos y horizontes planteados. Esa combinación se expresa a través de la siguiente matriz:

Tabla 30. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a inundaciones

		Incremento de peligrosidad (R95p)					
		Nulo	Bajo	Medio Bajo	Medio	Medio Alto	Alto
Peligrosidad actual	Bajo	Baja	Baja	Media Baja	Media Baja	Media Baja	Media Baja
	Media Baja	Media Baja	Media Baja	Media	Media	Media	Media
	Media	Media	Media	Media	Media Alta	Media Alta	Media Alta
	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Alta	Alta
	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

11.1.1.2 Deslizamientos

Para la amenaza de deslizamientos, el estudio ha consistido en la realización de dos análisis. Por un lado, se ha considerado el mapa de la Comisión Nacional de Emergencias (CNE) donde se zonifica las áreas potencialmente susceptibles a deslizamientos en el cantón.

Actualmente no existe un mapa de susceptibilidad a deslizamientos en Costa Rica, por lo que, para el segundo análisis, se ha optado por una simplificación de la susceptibilidad a través de un mapa de pendientes. Así, las zonas con pendientes más altas y asociadas zonas escarpadas son las que presentan una mayor susceptibilidad a que el terreno sufra un deslizamiento.

La información de las pendientes de la zona de estudio ha sido extraída del Modelo Digital del Terreno de 10 metros de resolución (Atlas Costa Rica, 2014). Las diferentes pendientes han sido agrupadas en 5 grupos como se aprecia en la Tabla 31. El mapa de pendientes obtenido es el que se muestra a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 31. Categorización de pendientes como criterio para la componer la peligrosidad espacial de deslizamientos

Pendiente (%)	Contribución a la inundación
>25	Alta
12-25	Media-Alta
5-12	Media
2-5	Media-Baja
<2	Baja

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

Peligrosidad actual a deslizamientos

Una vez obtenidos los mapas de pendientes y de potenciales zonas de deslizamientos de la CNE, se ha procedido su combinación y operación espacial de sus valores de acuerdo con lo establecido en la siguiente matriz, con el fin de obtener un mapa con diferentes categorías sobre la amenaza de deslizamientos.

Tabla 32. Peligrosidad a deslizamientos

		Zonas potenciales de la CNE	
		Sin deslizamientos - CNE	Con deslizamientos - CNE
Susceptibilidad actual	Bajo	Peligrosidad Baja	Peligrosidad Alta
	Media Baja	Peligrosidad Media Baja	Peligrosidad Alta
	Media	Peligrosidad Media	Peligrosidad Alta
	Media Alta	Peligrosidad Media Alta	Peligrosidad Alta
	Alta	Peligrosidad Media Alta	Peligrosidad Alta

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

Finalmente, se ha generado un mapa de peligrosidad por deslizamiento a partir de la combinación de las zonas de ocurrencia potencial de deslizamientos de la CNE y el mapa de pendientes.

Peligrosidad futura a deslizamientos

Para la obtención de los mapas de peligrosidad por deslizamientos en los escenarios de cambio climático, se ha combinado el mapa de peligrosidad actual obtenido, con la categorización del cambio previsto en el índice de precipitaciones intensas R95P.

Así, se han generado los mapas de peligrosidad por deslizamientos para los horizontes 2015-2045 y 2045-2075, tomando los escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5.

Resultado de la combinación de ese mapa con el indicador climático de episodios de lluvias intensas se obtuvo la peligrosidad de deslizamientos en los escenarios climáticos y horizontes planteados. Esa combinación se expresa a través de la siguiente matriz:

Tabla 33. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a deslizamientos

		Incremento de peligrosidad (R95p)					
		Nulo	Bajo	Medio Bajo	Medio	Medio Alto	Alto
Peligrosidad actual	Bajo	Baja	Baja	Media Baja	Media Baja	Media Baja	Media Baja
	Media Baja	Media Baja	Media Baja	Media	Media	Media	Media
	Media	Media	Media	Media	Media Alta	Media Alta	Media Alta
	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Alta	Alta
	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

11.1.2 Déficit de lluvias - Sequía

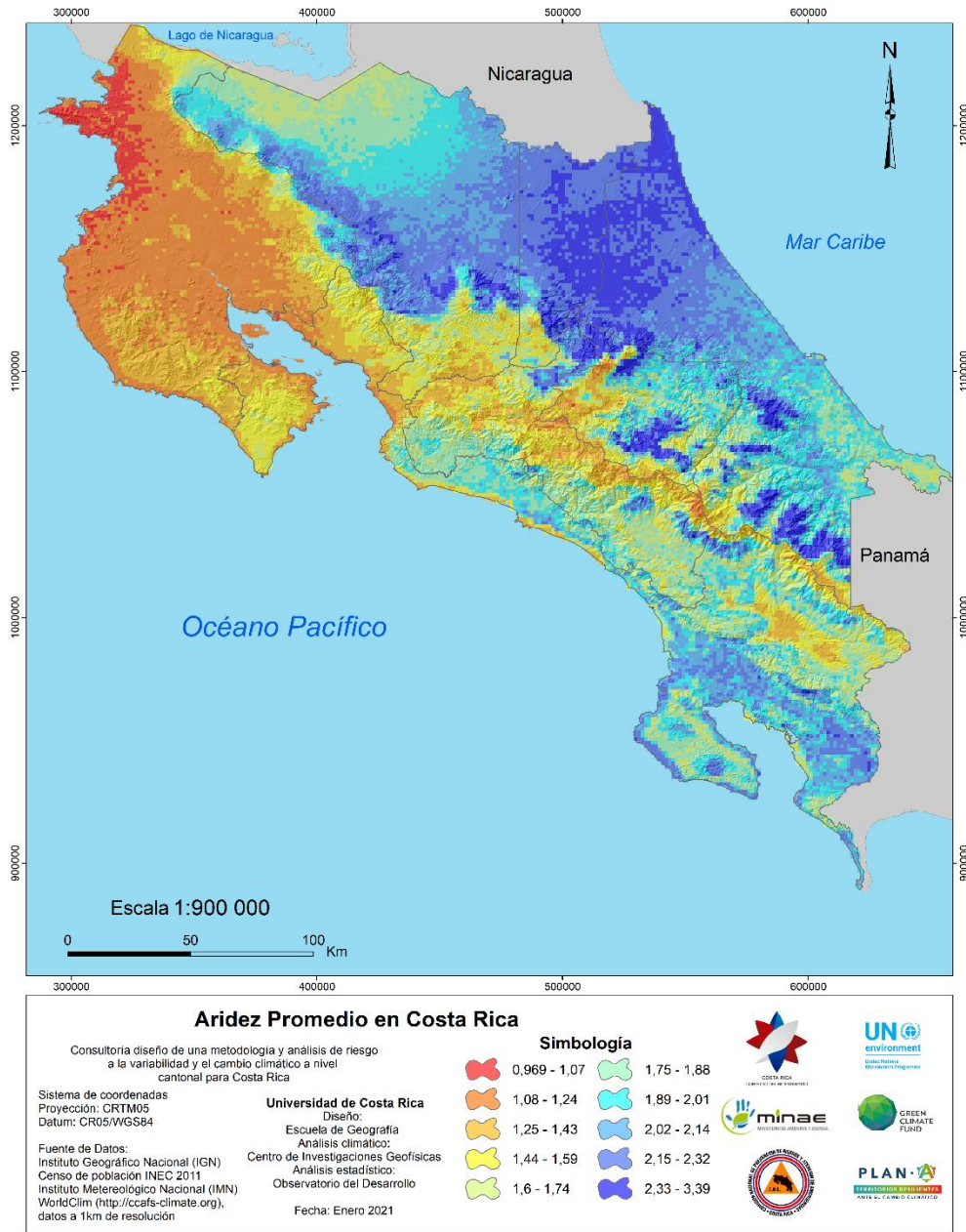
En el presente estudio se hace referencia a la sequía meteorológica, como una amenaza caracterizada por períodos prolongados sin lluvias, o con volúmenes de precipitación muy bajos.

Peligrosidad actual a sequía

Para caracterizar la peligrosidad de sequías en el territorio se ha utilizado un índice de aridez⁸ global, obtenido a partir de los datos WorldClim 2.0 (1970-2000). Este índice representa la relación entre la precipitación y la evapotranspiración potencial (que a su vez depende de la temperatura), es decir, la precipitación sobre la demanda de agua para la vegetación (agregada sobre una base anual).

⁸ Trabucco, Antonio; Zomer, Robert (2019): Global Aridity Index and Potential Evapotranspiration (ET0) Climate Database v2. figshare. Dataset. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.7504448.v3>

Figura 29. Índice de aridez promedio



Fuente: Plan-A (2020)

De esta manera se ha elaborado un mapa de susceptibilidad de sequías, de acuerdo con el criterio de categorización del índice de aridez que recoge la siguiente tabla. Se distingue, así, entre diferentes niveles: el nivel de susceptibilidad alto corresponde con valores del índice de aridez inferiores a 1.46, el nivel medio alto con valores comprendidos entre 1.46 y 2.19, y el nivel de susceptibilidad medio se asocia a valores entre 2.19 y 2.93, el nivel medio bajo a valores entre 2.93 y 3.66, quedando las zonas con valores superiores a 3.66 clasificadas con una susceptibilidad baja.

Tabla 34. Categorización de la aridez

Aridez promedio	Peligrosidad a sequías
>3.66	Peligrosidad baja
2.93-3.66	Peligrosidad media-baja
2.19-2.93	Peligrosidad media
1.46-2.19	Peligrosidad media-alta
<1.46	Peligrosidad alta

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

Peligrosidad futura a sequía

Para la obtención de los mapas de peligrosidad por sequía bajo los escenarios de cambio climático, se ha combinado el mapa de peligrosidad actual obtenido, con la categorización del cambio previsto en el índice de días secos consecutivos (*Consecutive Dry Days*, CDD), que corresponde con el mayor número de días consecutivos en los cuales la cantidad de precipitación diaria es inferior a 1 mm (WMO, 2009). Este índice climático es una medida de la escasez de precipitaciones, con valores altos que corresponden a largos períodos de escasez de precipitaciones y a condiciones potencialmente favorables a la sequía. Un aumento de este índice con el tiempo significa que la probabilidad de condiciones de sequía aumentará.

Este índice se calcula para todo el cantón, bajo dos escenarios de cambio climático (RCP 4.5 y RCP 8.5) y para un escenario cercano (2015-2045) y lejano (2045-2075).

Para poder determinar su evolución en el tiempo y poder asociar un nivel de amenaza, se calcula el porcentaje de cambio del índice de los periodos futuros (2015-2045 y 2045-2075) y escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) con respecto al periodo histórico (1975-2005), a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de cambio de CDD (\%)} = \frac{(CDD_{\text{periodo futuro}} - CDD_{\text{periodo histórico}})}{CDD_{\text{periodo histórico}}} \times 100$$

Por último, se otorga al porcentaje de cambio una categoría de amenaza que va desde Nula hasta Muy Alta, tal y como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 35. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a déficit de lluvias

Índice	Si el porcentaje de cambio del índice respecto al histórico es...	... el nivel de amenaza es...	...lo que quiere decir que...
CDD (Sequías)	$x \leq 0$	Nulo	Existe una reducción del número de días secos consecutivos durante el periodo analizado
	$0\% < x \leq 25\%$	Bajo	El número de días secos del periodo analizado registra un aumento de hasta un 25 % con respecto al número de eventos recogidos durante el periodo de referencia.
	$25\% < x \leq 50\%$	Medio-Bajo	El número de días secos del periodo analizado registra un aumento de entre un 25% y un 50% con respecto al número de eventos recogidos durante el periodo de referencia.
	$50\% < x \leq 75\%$	Medio	El número de días secos del periodo analizado registra un aumento de entre un 50% y un 75% con respecto al número de eventos recogidos durante el periodo de referencia.
	$75\% < x \leq 100\%$	Medio-Alto	El número de días secos del periodo analizado registra un aumento de entre un 75% y un 100% con respecto al número de eventos recogidos durante el periodo de referencia.
	$x > 100\%$	Alto	El número de días secos del periodo analizado es superior al doble del periodo de referencia.

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

Así, se han generado los mapas de peligrosidad por inundación para los horizontes 2015-2045 y 2045-2075, tomando los escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5.

Resultado de la combinación de ese mapa con el indicador climático de déficit de lluvias se obtuvo la peligrosidad de inundaciones en los escenarios climáticos y horizontes planteados. Esa combinación se expresa a través de la siguiente matriz:

Tabla 36. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a déficit de lluvias

		Incremento de peligrosidad (CDD)					
		Nulo	Bajo	Medio Bajo	Medio	Medio Alto	Alto
Peligrosidad actual	Bajo	Baja	Baja	Media Baja	Media Baja	Media Baja	Media Baja
	Media Baja	Media Baja	Media Baja	Media	Media	Media	Media
	Media	Media	Media	Media	Media Alta	Media Alta	Media Alta
	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Alta	Alta
	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

11.1.3 Altas temperaturas – Olas de calor

Peligrosidad actual a olas de calor

En este estudio se ha considerado una predisposición homogénea de todo el territorio a sufrir olas de calor. Ciertamente el fenómeno puede agravarse en entornos urbanos por el denominado efecto isla de calor urbana, que se produce cuando espacio concreto se registra una temperatura mayor que en las áreas circundantes. En entornos urbanos esta acumulación se debe generalmente a la presencia de superficies artificiales que absorben, retienen y liberan calor lentamente y, a su vez impiden la refrigeración natural por evaporación de agua contenida en el suelo y en la vegetación; al efecto invernadero que gases y partículas contaminantes en suspensión producen a consecuencia de las emisiones del tráfico rodado, industrias o viviendas; así como a la obstrucción de los movimientos de renovación del aire por el relieve de la propias edificaciones.

No obstante, puesto que la exposición a esta amenaza para los receptores población y hábitat urbano se analiza en las propias edificaciones, se considera que este efecto queda representado en el análisis y cálculo del riesgo.

Peligrosidad futura a olas de calor

En este caso se ha tenido en cuenta para su procesamiento el indicador climático WSDI que representa el número de días al año que forman parte de una secuencia de al menos 6 días consecutivos con la temperatura máxima mayor al percentil 90 del total de registros.

Para aquellas amenazas que vienen definidas directamente por el indicador climático como olas de calor (periodos de altas temperaturas) los mapas de peligrosidad se han construido de acuerdo con la categorización de la evolución prevista respecto a la situación actual para esos indicadores.

Del mismo modo que con la amenaza anterior, su cálculo se realiza bajo dos escenarios de cambio climático (RCP 4.5 y RCP 8.5) y para un escenario cercano (2015-2045) y lejano (2045-2075).

Una vez definido el índice, se calcula el porcentaje de cambio de los distintos periodos con respecto al periodo histórico de referencia, a través de la siguiente fórmula.

$$\text{Porcentaje de cambio de WSDI (\%)} = \frac{(WSDI_{\text{periodo futuro}} - WSDI_{\text{periodo histórico}})}{WSDI_{\text{periodo histórico}}} \times 100$$

De nuevo, se otorga al porcentaje de cambio una categoría de amenaza que va desde Nula hasta Muy Alta, tal y como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 37. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a olas de calor

Índice	Si el porcentaje de cambio del índice respecto al histórico es...	... el nivel de amenaza es...	...lo que quiere decir que...
WSDI (Olas de calor)	$x \leq 0$	Nulo	Existe una reducción del número de días cálidos consecutivos durante el periodo analizado
	$0\% < x \leq 25\%$	Bajo	El número de días cálidos del periodo analizado registra un aumento de hasta un 25 % con respecto al número de eventos recogidos durante el periodo de referencia.
	$25\% < x \leq 50\%$	Medio-Bajo	El número de días cálidos del periodo analizado registra un aumento de entre un 25% y un 50% con respecto al número de eventos recogidos durante el periodo de referencia.
	$50\% < x \leq 75\%$	Medio	El número de días cálidos del periodo analizado registra un aumento de entre un 50% y un 75% con respecto al número de eventos recogidos durante el periodo de referencia.
	$75\% < x \leq 100$	Medio-Alto	El número de días cálidos del periodo analizado registra un aumento de entre un 75% y un 100% con respecto al número de eventos recogidos durante el periodo de referencia.
	$x > 100\%$	Alto	El número de días cálidos del periodo analizado es superior al doble del periodo de referencia.

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

Una vez obtenidos los grados de peligrosidad para cada amenaza en cada uno de los escenarios y horizontes, las categorías se han adaptado a una escala numérica que sirva como variable en los posteriores cálculos de obtención de riesgo. La correspondencia de escala responde a la siguiente tabla:

Grado de peligrosidad futura	Bajo	Medio Bajo	Medio	Medio Alto	Alto

Escala numérica	1	2	3	4	5
-----------------	---	---	---	---	---

11.2 Exposición y vulnerabilidad

Los indicadores de exposición y vulnerabilidad se han elaborado para cada receptor considerado, agrupados en seis áreas de acción principales: población, hábitat urbano, sector primario, infraestructuras, equipamientos y áreas protegidas. Tal y como se describe en ese apartado, la consideración de uno u otro receptor para cada amenaza responde a la naturaleza de esta y a su interacción con cada receptor, entendiendo de este modo que existen receptores que no se han analizado para alguna de las amenazas en cuestión por considerarse que no se ven afectados por ella.

La justificación de esa elección queda detallada en el apartado de Cadenas de impacto (apartado 4.5), así como la fuente oficial a partir de la que se ha obtenido cada uno de ellos queda indicado en el apartado de Indicadores espaciales (apartado 0)

Del mismo modo, a continuación, se muestra de nuevo a la tabla de indicadores con los rangos utilizados para categorizar la vulnerabilidad, así como su justificación técnica de los criterios adoptados en cada caso.

Como se ha mencionado anteriormente, el criterio de categorización corresponde principalmente a criterios estadísticos y a criterio experto, para lo cual se han analizado los histogramas de frecuencia de las variables de estudio o indicadores. En otros casos, se ha optado por otro tipo de criterio específico como suceden con los indicadores asociados al sector agropecuario, infraestructuras o equipamientos como se aprecia en la siguiente tabla:

Áreas de acción	Receptor	Amenaza	Indicador vulnerabilidad	Rangos		Criterio adoptado
Población	Población	Deslizamientos Inundaciones Olas de calor	Densidad de población	Baja	0-30 hab/ha	Se asocia una mayor densidad de población con una mayor vulnerabilidad.
				Media	30-100 hab/ha	
				Alta	>100 hab/ha	
			Edad (<18 y >60)	Baja	0-25%	Se asocia un mayor porcentaje de personas menores de 18 años y mayores de 60 años existentes en el cantón con una mayor vulnerabilidad.
				Media	25-50%	
				Alta	>50%	
			Población con NBI	Baja	0-30%	Se asocia un mayor porcentaje de población con necesidades básicas insatisfechas con una mayor vulnerabilidad.
				Media	30-60%	
				Alta	>60%	
Hábitat urbano	Hábitat urbano	Deslizamientos Inundaciones Olas de calor	Densidad de viviendas	Baja	0-10 viv/ha	Se asocia una mayor densidad de viviendas con una mayor vulnerabilidad.
				Media	10-50 viv/ha	
				Alta	>50 viv/ha	
			Hacinamiento en dormitorios	Baja	0-10%	Se asocia un mayor porcentaje de hacinamiento en dormitorios con una mayor vulnerabilidad.
				Media	10-20%	
				Alta	>20%	
			Viviendas en estado malo	Baja	0-10%	Se asocia un mayor porcentaje de viviendas en mal estado con una mayor vulnerabilidad.
				Media	10-20%	
				Alta	>20%	
Sector primario	Agropecuario	Inundaciones Sequías	Actividad principal (especies cultivadas/criadas)	Baja	Cultivos con bajo requerimiento hídrico / alimentación a base de piensos	Se asocian los cultivos con un elevado coeficiente de evapotranspiración (Kc med) con una mayor vulnerabilidad, por un mayor requerimiento hídrico del cultivo.
				Media	Otros	
				Alta	Cultivos de elevado requerimiento hídrico / alimentación a	Igualmente, se asocian las cabezas de ganado con alimentación a base de pastos naturales con una mayor vulnerabilidad, por un mayor requerimiento hídrico de su fuente de alimentación principal.

Áreas de acción	Receptor	Amenaza	Indicador vulnerabilidad	Rangos		Criterio adoptado			
			Divergencia uso / capacidad tierra		base de pastos naturales	Se asocia la divergencia de uso entre la capacidad real de un suelo y su uso actual con una mayor vulnerabilidad.			
				Baja	Concordancia uso/capacidad				
				Media	Concordancia restringida				
			Principal fuente de agua	Alta	Divergencia uso/capacidad	Se asocia la dificultad de acceso al recurso hídrico como fuente principal de agua, influenciada por la ausencia de precipitaciones, con una mayor vulnerabilidad.			
				Baja	Acueducto / Proyecto de riego SENARA				
				Media	Otras				
			Infraestructuras	Vías	Deslizamientos Inundaciones	Tipo de vía	Baja	Vías Nacionales / Autopistas / Pavimentadas	Se asocian las vías no pavimentadas de tierra con una mayor vulnerabilidad de la infraestructura. Se asocia el nivel jerárquico de las carreteras con el tipo de pavimento que cuentan. Igualmente, se asocia una menor redundancia de la red vial (posibilidad de usar rutas alternas) con una mayor vulnerabilidad. Se asume que las vías de menor nivel jerárquico tienen menos redundancia.
							Media	Vías cantonales / Centro urbano	
							Alta	Caminos / Vereda / Caminos de tierra	
Ferrovías	Tipo de ferrovía	Baja		-		Al no contarse con información específica de las ferrovías se asocian todas ellas con una vulnerabilidad media.			
		Media		Ferrovías					
		Alta		-					
Puentes	Tipo de puente	Baja		Vías Nacionales / Autopistas / Pavimentadas		Se asocia la presencia de puentes en vías no pavimentadas y con menor			

Áreas de acción	Receptor	Amenaza	Indicador vulnerabilidad	Rangos		Criterio adoptado	
				Media	Vías cantonales / Centro urbano	redundancia con una mayor vulnerabilidad.	
				Alta	Caminos / Vereda / Caminos de tierra		
Equipamientos	Salud	Deslizamientos Inundaciones	Número de camas	Baja	0-100	Se asocia una mayor capacidad de atención del centro de salud (número de camas) con una mayor vulnerabilidad.	
				Media	100-200 / ND		
				Alta	>200		
	Educación		Tipo de centro educativo	Baja	Colegio virtual	Se asocian los centros educativos presenciales con una mayor vulnerabilidad. Se asocian igualmente los centros educativos para alumnos de preescolar o con necesidades especiales con una mayor vulnerabilidad.	
				Media	CINDEA / Colegio público / Colegio nocturno / CTP / Escuela nocturna / Escuela pública / IPEC / Telesecundaria		
				Alta	Preescolar público / Centro especial / CAIPAD		
	Recurso hídrico		ASADAS	Baja	-		Al no contarse con información específica de las ASADAS se asocian todas ellas con una vulnerabilidad media.
				Media	ASADAS		
				Alta	-		
Áreas protegidas	Humedales	Sequías	Tipo de humedal	Baja	Bajos de lodo	Se asocian los tipos de humedal con una mayor necesidad de requerimientos hídricos de cada especie con una mayor vulnerabilidad.	
				Media	Pantano arbustivo / Otros		
				Alta	Pantano herbáceo / manglar / lago /		

Áreas de acción	Receptor	Amenaza	Indicador vulnerabilidad	Rangos		Criterio adoptado
					laguna / laguna costera / estero	
	Territorios indígenas	Deslizamientos Inundaciones Sequías	Porcentaje de población indígena dentro del territorio indígena	Baja	<25%	Se asocia una mayor presencia de población indígena en un territorio indígena con una mayor vulnerabilidad.
Media				25%-75%; sin de datos población por UGM		
Alta				>75%		
	Áreas naturales	Sequías	Tipo de área natural en función de la susceptibilidad al riesgo de incendios	Baja	Pasto en corredor biológico / otras coberturas	Se asocia un elevado factor de combustibilidad de la materia vegetal (y consecuentemente una elevada intensidad en la propagación del fuego) con una mayor vulnerabilidad. Igualmente, se asocian a las áreas silvestres protegidas con una mayor vulnerabilidad, por su importancia natural, cultural y/o socioeconómica, para cumplir con determinados objetivos de conservación y de gestión.
Media				Pasto en Área Silvestre Protegida		
Alta				Forestal en corredor biológico/Forestal en Área Silvestre Protegida		

Por último, en relación con el procesado de la información geográfica, cada una de las capas de los indicadores ha sido clasificada en 3 categorías atendiendo a su grado de vulnerabilidad, las cuales a su vez se han traducido a una escala numérica para poder ser utilizada en el cálculo de riesgo. Las categorías y correspondencia numéricas se expresan en la siguiente tabla:

Grado de vulnerabilidad	Baja	Media	Alta
Escala numérica	1	2	3

11.3 Cálculo del riesgo

Una vez obtenidos y categorizados tanto los mapas de peligrosidad para las cuatro amenazas para los diferentes escenarios climáticos y horizontes, así como los indicadores de exposición y vulnerabilidad para los receptores estudiados, se procedió a la obtención del cálculo de riesgo. A continuación, se detallan de manera pormenorizada los pasos implicados en ese proceso. Para facilitar el entendimiento sobre los geo procesos que se han efectuado con la información, se indica en cada punto la herramienta utilizada en el software que se ha empleado, en este caso ArcGIS en su versión 10.7.1.

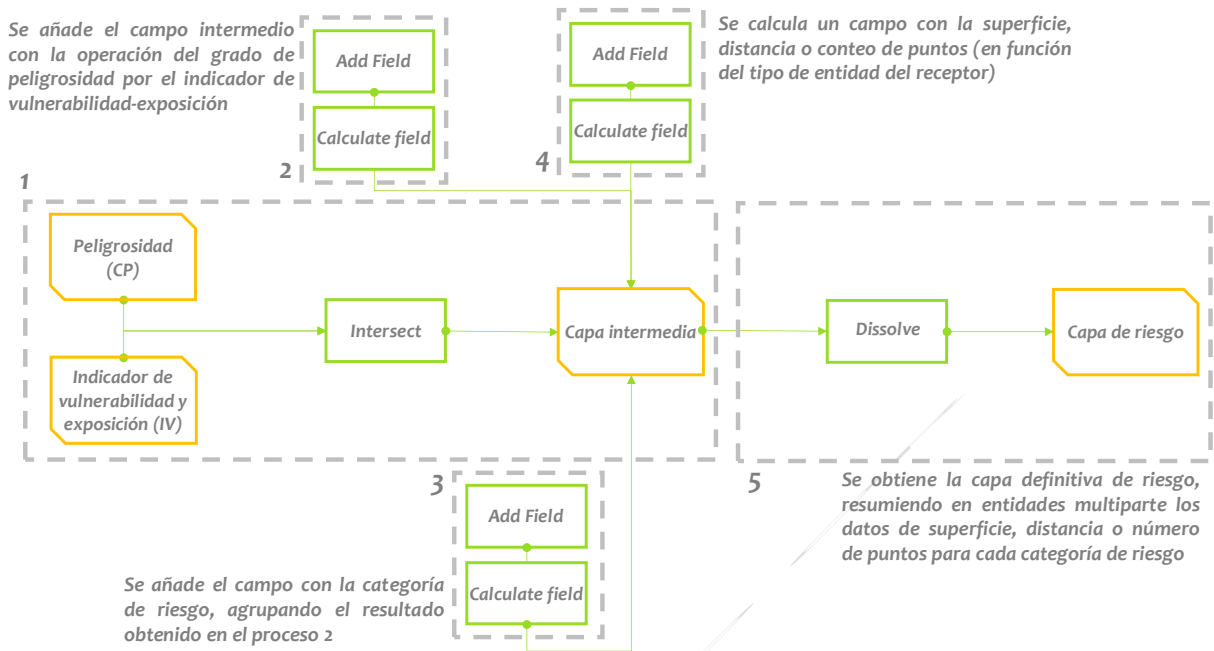
1. Se realiza el proceso de intersección (herramienta *Intersect*) de la capa de Peligrosidad junto con la capa del indicador de Exposición y Vulnerabilidad, de manera que se obtiene una capa única con la información de ambos insumos combinada.
2. Se agrega un nuevo campo que contendrá la categoría de riesgo del receptor para la amenaza en cuestión. En ese campo se categoriza el resultado de la operación anterior (punto 2); de acuerdo con la siguiente matriz:

		Peligrosidad				
		Baja	Media Baja	Media	Media Alta	Alta
Vulnerabilidad y	Baja	Bajo	Medio Bajo	Medio	Medio Alto	Medio Alto
	Media	Bajo	Medio Bajo	Medio	Medio Alto	Alto
	Alta	Medio Bajo	Medio	Medio Alto	Alto	Alto

3. Una vez obtenida la categorización del riesgo, dependiendo del tipo de entidad - polígono, línea o punto- se agrega un nuevo campo (*Add Field*) y se calcula (*Calculate Field*) la superficie, distancia o conteo de puntos del resultado, respectivamente.
4. Finalmente, sobre la capa resultante se aplica un geo proceso de disolución (*Dissolve*) en el que se resume en entidades multipartes la categoría de riesgo, obteniendo los datos totales de superficie, distancia o número de puntos, según aplique, para cada categoría de riesgo en cada uno de los receptores.

A modo de síntesis, el proceso se resume en el esquema a continuación. Cabe señalar que toda la información geográfica utilizada en los diferentes análisis de riesgos realizados para

las cuatro amenazas, así como los mapas resultantes, se aportan en la geodatabase que se entrega adjunta con el informe.



12 Anexo 2. Clima histórico y Proyecciones climáticas en Costa Rica

12.1 Clima histórico

Para caracterizar el clima histórico del apartado 4.1 se ha utilizado la siguiente información:

- Estaciones meteorológicas del Instituto Meteorológico Nacional (IMN),
- Mapas de las principales variables climáticas (precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima) de la iniciativa WorldClim, para poder analizar su distribución y variabilidad espacial.

WorldClim es una base de datos meteorológicos y climáticos globales de alta resolución espacial (1km), disponible libremente (<https://www.worldclim.org/data/index.html>), y cuya versión 2 cuenta con datos mensuales para el periodo histórico 1970-2000.

12.2 Proyecciones climáticas

En Costa Rica, el IMN realizó los primeros escenarios regionalizados de cambio climático en 2012, y en el 2017 realizó una actualización de estos utilizando el modelo regional PRECIS. Igualmente, se realizó una tercera actualización en el año 2021 usando los escenarios de emisiones RCP2.6 y RCP8.5 en el periodo 2006-2099 para variables medias de temperatura y lluvia, poco apropiadas para caracterizar amenazas de carácter extremo. (<http://cglobal.imn.ac.cr/documentos/publicaciones/ProyeccionesEscenariosClimaticos/offline/ProyeccionesEscenariosClimaticos.pdf>).

Por otro lado, se cuenta con el Visor de Escenarios de Cambio Climático de Centroamérica (<https://centroamerica.aemet.es/>). Estos escenarios se desarrollaron para los escenarios de cambio climático: RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 y RCP8.5, así como para tres horizontes temporales: próximo (2011-2040), medio (2041-2070) y lejano (2071-2100). La resolución espacial del conjunto de los datos es de 0,5 grados (50 km x 50 km) para la regionalización dinámica (11 modelos), y de 0,25 grados (25 km x 25 km) para las regionalizaciones estadísticas de análogos o regresión (16 ó 17 modelos, respectivamente). Sin embargo, este conjunto de datos no presenta valores diarios que permitan obtener indicadores climáticos extremos, por lo que para la elaboración de este trabajo se emplearon las proyecciones facilitadas por la iniciativa NEX-GDDP (NASA Earth Exchange Global Daily Downscaled Projections) de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA, por sus siglas en inglés), en adelante NASA-NEX. La información contenida en NASA-NEX está alineada tanto en escenarios de cambio climático como en horizontes temporales con la generada por el IMN, con la ventaja de contar con una resolución espacial de 0,25 grados (25km x 25 km), datos diarios y mayor número de modelos climáticos regionalizados, lo cual permite caracterizar con un mayor detalle la variabilidad climática cantonal de Costa Rica.

NASA-NEX es un producto consolidado, que incluye proyecciones estadísticamente regionalizadas de datos diarios de temperatura (máxima y mínima) y de precipitación para los 21 modelos climáticos del proyecto CMIP5; y para dos trayectorias de emisión de gases: RCPs 4.5 y RCP 8.5 (véase la Tabla 37 para un listado de los modelos y su origen). Se trata de información de libre acceso a la cual se puede [acceder aquí](#).

La técnica estadística de regionalización (o escalado regional) empleada para generar NASA-NEX se basa en el método de corrección del sesgo por desagregación espacial (BCSD, en sus siglas en inglés) que, a su vez, usa datos combinados de reanálisis y observaciones históricas para la corrección (producto GMFD de la Universidad de Princeton). En conclusión, Las particularidades del conjunto de datos NASA-NEX proporcionan los datos necesarios para acotar y caracterizar las incertidumbres climáticas de la región de estudio, permitiendo generar escenarios, de precipitación y temperatura, más robustos y adecuados a los objetivos generales.

Tabla 42. Modelos climáticos incluidos en el ensamble NASA-NEX y sus características

Modelo	Centro	País	Resolución (original)		Resolución (NASA-NEX)	
			Lat (°)	Lon (°)	Lat (°)	Lon (°)
BCC-CSM1-1	GCESS	China	2.79	2.81	0.25	0.25
BNU-ESM	NSF-DOE-NCAR	China	2.79	2.81	0.25	0.25
CanESM2	LASG-CESS	Canadá	2.79	2.81	0.25	0.25
CCSM4	NSF-DOE-NCAR	USA	0.94	1.25	0.25	0.25
CESM1-BGC	NSF-DOE-NCAR	USA	0.94	1.25	0.25	0.25
CNRM-CM5	CSIRO-QCCCE	Francia	1.40	1.41	0.25	0.25
CSIRO-MK3-6-0	CCCma	Australia	1.87	1.88	0.25	0.25
GFDL-CM3	NOAAGFDL	USA	2.00	2.50	0.25	0.25
GFDL-ESM2G	NOAAGFDL	USA	2.02	2.00	0.25	0.25
GFDL-ESM2M	NOAAGFDL	USA	2.02	2.50	0.25	0.25
INMCM4	IPSL	Rusia	1.50	2.00	0.25	0.25
IPSL-CM5A-LR	IPSL	Francia	1.89	3.75	0.25	0.25
IPSL-CM5A-MR	MIROC	Francia	1.27	2.50	0.25	0.25
MIROC5	MPI-M	Japón	1.40	1.41	0.25	0.25
MIROC-ESM	MIROC	Japón	2.79	2.81	0.25	0.25
MIROC-ESM-CHEM	MIROC	Japón	2.79	2.81	0.25	0.25
MPI-ESM-LR	MPI-M	Alemania	1.87	1.88	0.25	0.25
MPI-ESM-MR	MRI	Alemania	1.87	1.88	0.25	0.25
MRI-CGCM3	NICAM	Japón	1.12	1.13	0.25	0.25
NorESM1-M	NorESM1-M	Noruega	1.89	2.50	0.25	0.25

Fuente: iniciativa NEX-GDDP de la NASA⁹.

Como fue mencionado anteriormente, el ensamble de NASA-NEX incluye las trayectorias de emisión de gases RCPs 4.5 y RCP 8.5. El escenario RCP 4.5 representa un "escenario de estabilización", en el que las emisiones de gases de efecto invernadero alcanzan su punto máximo alrededor de 2040 y luego se reducen. El RCP 8.5, en cambio, representa

⁹ Disponible en: <https://www.nccs.nasa.gov/services/data-collections/land-based-products/nex-gddp>

un escenario más pesimista en el que las emisiones no disminuyen a lo largo del siglo. Estos escenarios se seleccionan, generalmente, para analizar el riesgo climático ya que abarcan una amplia gama de posibles cambios futuros del clima, y por tanto de temperatura y precipitación.

Habitualmente, se utilizan periodos de 30 años para analizar los cambios climáticos medios, considerando las variaciones interanuales en la temperatura y las precipitaciones. Junto con los dos escenarios RCP anteriormente citados, las proyecciones se evalúan en los siguientes horizontes temporales, con el año central indicado (1990, 2030 y 2060):

- Período de referencia [1990]: 1975 – 2005.
- Futuro cercano [2030]: 2015 – 2045.
- Futuro lejano [2060]: 2045 – 2075.

Para poder analizar su comportamiento, en este trabajo se han calculado los siguientes indicadores:

- Delta o anomalía de la temperatura: se calcula restando la medida del escenario futuro simulado (2015-2045 y 2045-2075) con la medida del periodo de referencia simulado (1979-2005).

$$\text{Anomalía de la temperatura (}^{\circ}\text{C)} = T^{\text{a}}_{\text{periodo futuro}} - T^{\text{a}}_{\text{periodo histórico}}$$

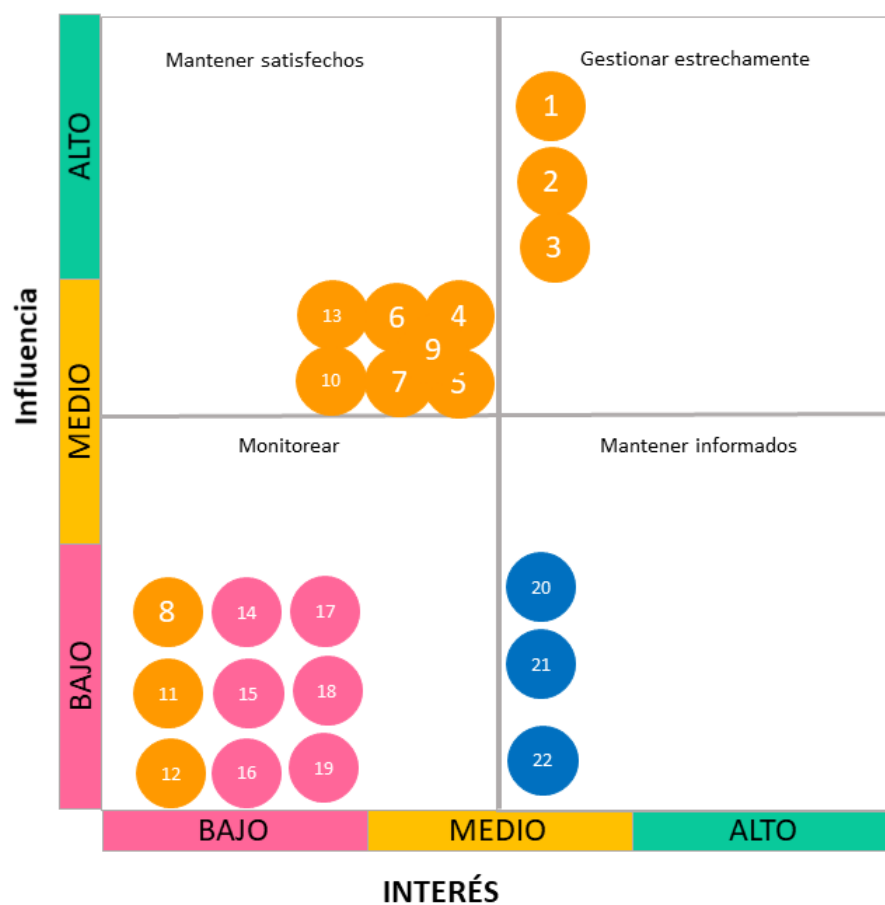
- Porcentaje de cambio de la precipitación: se obtiene calculando la diferencia del período futuro simulado (2015-2045 y 2045-2075) y el periodo histórico simulado (1975-2005), y después aplicándolo sobre el periodo histórico observado.

$$\text{Porcentaje de cambio de las precipitaciones (\%)} = \frac{(\text{Prec}_{\text{periodo futuro}} - \text{Prec}_{\text{periodo histórico}})}{\text{Prec}_{\text{periodo histórico}}} \times 100$$

13 Anexo 3 Mapeo de actores

Con base en la investigación del cantón y la información proporcionada por la municipalidad, se elaboró un mapeo preliminar de actores para los cuales se elaboró una matriz de relevancia de actores que analiza su poder e interés en el proyecto, la cual se muestra a continuación en la Figura 30 y la Tabla 38.

Figura 30. Matriz de relevancia de actores.



Fuente: IDOM-CPSU (2022).

Tabla 38. Relevancia de actores identificados.

Categoría de Actor	#	Nombre	Influencia	Interés
Sector Público	1	Alcaldía Municipal	1	2
Sector Público	2	Concejo Municipal	1	2
Sector Público	3	Equipo Municipal	1	2
Sector Público	4	Comité Municipal de Emergencias	2	2
Sector Público	5	Ministerio de Salud	2	2
Sector Público	6	Comisión Nacional de Emergencias	2	2
Sector Público	7	Ministerio de Agricultura y Ganadería	2	2
Sector Público	8	Ministerio de Educación Pública	3	3
Sector Público	9	Instituto De Desarrollo Rural	2	2
Sector Público	10	Asadas	2	2
Sector Público	11	Cruz Roja	3	3
Sector Público	12	Bomberos	3	3
Sector Público	13	SINAC	2	2
Sector Privado	14	Cámaras de turismo	3	3
Sector Privado	15	Cámaras de comercio	3	3
Sector Privado	16	Bancos	3	3
Sector Privado	17	Empresa del cantón	3	3
Sociedad Civil	18	Asociaciones de Desarrollo	3	3
Sociedad Civil	19	Comité de la persona joven	3	3
Sociedad Civil	20	Colectivos de sociedad civil	2	3
Academia	21	UCR	2	3
Academia	22	EARTH	2	3

Escala	Influencia	Interés
1	Actor con una alta influencia de causar cambios sustantivos en el proyecto	Actor comprometido e interesado con los resultados del proyecto
2	Actor con influencia para sugerir cambios en el proyecto	Actor interesado, pero no comprometido con el resultado del proyecto
3	Actor con poca o nula influencia para generar cambios en el proyecto	Actor sin compromiso ni interés sobre el proyecto

Fuente: IDOM-CPSU (2022).

De estos actores este plan fue elaborado con el conocimiento y la participación de las siguientes personas:

Tabla 39. Personas participantes del proceso de creación del plan

Nombre	Organización, institución, grupo u otro
Ricardo Salazar	Comisión Nacional de Emergencia
Maureen Cash	Vicealcaldesa Municipalidad
Biryeth Elizondo	Municipalidad

Susana Zamora	Municipalidad
Álvaro Ramírez	Municipalidad
Karla Cruz	Municipalidad

Fuente: IDOM-CPSU (2022).

14 Anexo 4. Análisis DAFO

A continuación, se muestran los principales resultados derivados del análisis de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (DAFO).

Tabla 40. Resumen del DAFO



Fuente: IDOM-CPSU

15 Anexo 5. Fichas de Monitoreo y Evaluación.

EJE 1. EDUCACIÓN PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA			
MEDIDA		M-1.1 Promoción de actividades de educación sobre cambio climático y gestión del riesgo para los diversos sectores del cantón.	
Indicador 1		Número de personas participantes segregadas por género y edad.	
Fuente de información		Municipalidad y organizaciones aliadas	
Metodología		Revisión anual del número de persona participantes de las actividades de educación realizadas, segregadas por género y edad.	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2024	Alcanzar al menos 100 personas capacitadas por año de las cuales un 40% son mujeres y procurando la participación de personas de diferentes grupos etarios.

EJE 1. EDUCACIÓN PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA			
MEDIDA		M-1.2 Facilitación del acceso a la información climática y de gestión del riesgo.	
Indicador 1		Número de iniciativas de divulgación de información realizadas	
Fuente de información		Municipalidad y organizaciones aliadas	
Metodología		Revisión anual del número de iniciativas de divulgación de información realizadas.	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2025	- Al menos una iniciativa por trimestre realizada.

EJE 2. PLANIFICACIÓN CANTONAL			
MEDIDA		M-1.1 Incorporación de criterios de adaptación en la gestión municipal	
Indicador 1		Plan cantonal de emergencias actualizado.	
Fuente de información		Municipalidad, Comité Cantonal de Emergencias y CNE	
Metodología		Revisión anual del estado de la actualización del Plan Cantonal de Emergencias.	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2025	Plan Cantonal de Emergencias Actualizado

EJE 2. PLANIFICACIÓN CANTONAL			
MEDIDA		M-1.2 Fomento de la gestión del riesgo a nivel comunal	
Indicador 2		Número de comunidades capacitadas en gestión del riesgo	
Fuente de información		Municipalidad, Comité Cantonal de Emergencias y CNE	
Metodología		Revisión anual de las comunidades capacitadas en temas de gestión del riesgo.	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2027	Capacitar al menos 5 comunidades por distrito en temas de gestión del riesgo.

EJE 3. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS RESILIENTES			
MEDIDA		M-3.1. Fortalecimiento de las capacidades locales para el desarrollo de infraestructura y servicios públicos resilientes.	
Indicador 1		Número de personas del sector público capacitadas	

EJE 3. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS RESILIENTES			
MEDIDA		M-3.1. Fortalecimiento de las capacidades locales para el desarrollo de infraestructura y servicios públicos resilientes.	
Fuente de información		Municipalidad, Comité Municipal de Emergencias y organizaciones aliadas.	
Metodología		Revisión anual de la cantidad de personas capacitadas para el desarrollo de infraestructura y servicios públicos resilientes	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2027	Lograr la capacitación del 100% de la personas miembros del Comité Municipal de Emergencias y de los departamentos municipales que tienen relación con el desarrollo de infraestructura y servicios resilientes.

EJE 3. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS RESILIENTES			
MEDIDA		M-3.2. Desarrollo de la infraestructura y servicios públicos	
Indicador 1		Número de contrataciones y de obras de infraestructura y servicios que incorporan criterios de adaptación al cambio climático	
Fuente de información		Municipalidad y Comité Municipal de Emergencias	
Metodología		Revisión anual de las contrataciones y proyectos de protección y mantenimiento de la infraestructura y servicios públicos que incorporar criterios de adaptación.	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2030	-Al menos una contratación o proyecto de protección y mantenimiento de la infraestructura y servicios públicos que incorporar criterios de adaptación desarrollado por año.

EJE 4. INVERSIÓN PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA.			
MEDIDA		M-4.1 Inclusión de acciones climáticas en los ejercicios presupuestarios institucionales anuales.	

EJE 4. INVERSIÓN PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA.			
MEDIDA		M-4.1 Inclusión de acciones climáticas en los ejercicios presupuestarios institucionales anuales.	
Indicador 1		Número de instituciones aliadas que incorporan acciones climáticas en sus presupuestos	
Fuente de información		Municipalidad y Comité Municipal de Emergencias	
Metodología		Revisión por parte de la Comité Municipal de Emergencias de los presupuesto y planes operativos y de trabajo de las instituciones miembros.	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2025	-Al menos un 50% de las organizaciones miembros incorporan acciones climáticas en sus presupuestos

EJE 4. INVERSIÓN PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA.			
MEDIDA		M-4.1 Número de propuestas de proyectos presentadas para la obtención de financiamiento externo.	
Indicador 2		Número de instituciones aliadas que incorporan acciones climáticas en sus presupuestos	
Fuente de información		Municipalidad y Comité Municipal de Emergencias.	
Metodología		Revisión por parte de la Comité Municipal de Emergencias y organizaciones aliadas de las propuestas de proyectos presentadas.	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2025	-Al menos 1 propuesta de proyectos presentada cada dos años

EJE 4. INVERSIÓN PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA.	
MEDIDA	M-4.2 Fomento de alianzas para la inversión climática.

EJE 4. INVERSIÓN PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA.			
MEDIDA		M-4.2 Fomento de alianzas para la inversión climática.	
Indicador 1		Número de alianzas establecidas	
Fuente de información		Municipalidad y Comité Municipal de Emergencias.	
Metodología		Revisión por parte de la Comité Municipal de Emergencias y la municipalidad de las alianzas establecidas para el fomento y financiamiento de las medidas de adaptación.	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2025	-Al menos una alianza creada por año

16 Anexo 6. Fuentes de financiamiento en Costa Rica

A continuación, se recogen las principales fuentes de financiación identificadas en materia de adaptación con especial relevancia para Costa Rica, tanto de fondos multilaterales, fondos bilaterales como las fuentes nacionales de financiamiento.

○ Fondos Multilaterales:

Dentro de los fondos multilaterales existentes, se recogen a continuación aquellos con potencial en Costa Rica que desarrollen sus actividades en el marco de la adaptación.

▪ Fondo para la Adaptación – AF:

El Fondo para la Adaptación (AF, por sus siglas en inglés) ligado formalmente a la CMNUCC, se financia a través de una tasa del 2 % sobre la venta de créditos de emisiones del Mecanismo para el Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto (Watson, C. y Schalatek, L., 2019) Ha destinado desde 2010 más de 850 millones de USD a la adaptación climática.

Para solicitar la financiación de proyectos y programas, los países deben presentar sus propuestas a través de una institución acreditada: nacionales, regionales o multilaterales.

La Entidad Nacional de Aplicación (NIE, por sus siglas en inglés) de Costa Rica es Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible¹⁰. El AF ha aportado a Costa Rica las siguientes ayudas:

- *Adaptation finance readiness in Costa Rica* (mayo 2020): <https://www.adaptation-fund.org/adaptation-finance-readiness-in-costa-rica/>
- *Adaptation Fund in Costa Rica* (febrero 2018): <https://www.adaptation-fund.org/adaptation-fund-costa-rica-2/>
- *Readiness Grant: Technical Assistance Grant for Gender* (diciembre 2016): <https://www.adaptation-fund.org/project/technical-assistance-grant-gender-3/>
- *Readiness Grant: Technical Assistance Grant for ESP* (febrero 2016): <https://www.adaptation-fund.org/project/technical-assistance-grant-esp-3/>
- *Project: Reducing the Vulnerability by Focusing on Critical Sectors (Agriculture, Water Resources and Coastlines) in order to Reduce the Negative Impacts of Climate Change and Improve the Resilience of these Sectors* (octubre 2014): <https://www.adaptation-fund.org/project/reducing-the-vulnerability-by-focusing-on-critical-sectors-agriculture-water-resources-and-coastlines-in-order-to-reduce-the-negative-impacts-of-climate-change-and-improve-the-resilience-of-these/>

▪ Fondo Especial para el Cambio Climático- FECC:

El Fondo Especial para el Cambio Climático (SCCF, por sus siglas en inglés, <https://www.thegef.org/what-we-do/topics/special-climate-change-fund-sccf>) se estableció en 2001 bajo la CMNUCC para financiar proyectos relacionados con la

¹⁰ <https://fundecooperacion.org/>

adaptación, entre otros temas. El fondo debería de complementar otros mecanismos financieros que implementen las decisiones de la CMNUCC.

El FMAM, es la entidad operadora del mecanismo financiero. EN 2004 el Consejo del FMAM aprobó un documento que proveía la base operativa para las actividades de financiación que se desarrollasen bajo el FECC.

En los 20 años transcurridos desde su nacimiento, el FECC ha invertido 355 millones de USD en 87 proyectos alrededor del mundo. En el periodo próximo, el FECC continuará focalizándose en el soporte a las iniciativas innovadoras que faciliten el compromiso con la adaptación del sector privado, la gestión de riesgos climáticos, y la tecnología e infraestructura resiliente.

Costa Rica es un país miembro receptor de los fondos del FMAM, beneficiario a través de 42 proyectos (<http://www.thegef.org/projects-operations/database?f%5B0%5D=countries%3A48&total=42>).

▪ Fondo Verde del Clima – FVC:

El Fondo Verde del Clima (GCF, por sus siglas en inglés) al igual que el FMAM, ejerce de entidad operativa del mecanismo financiero de la CMNUCC y del Acuerdo de París, bajo las directrices de la COP. Tiene un compromiso de asignación del 50% del financiamiento a actividades de adaptación y 50% a mitigación. Los países en desarrollo pueden acceder al FVC a través de forma indirecta a través de agencias o de manera directa mediante entidades acreditadas nacionales, regionales o subnacionales (Watson, C y Schalatek, L., 2021).

En Costa Rica constan 6 proyectos apoyados por el GCF y 2 actuaciones en el marco de Readiness (disponibles para consulta en el sitio web del GCF para Costa Rica: <https://www.greenclimate.fund/countries/costa-rica>).

▪ EUROCLIMA+

Programa de la Unión Europea con un importante eje de adaptación. Se han identificado proyectos regionales, la mayoría actualmente en ejecución con Costa Rica como beneficiario y reflejan la colaboración de diferentes actores estatales y de la sociedad civil a nivel de la región.

Según recoge (MINAE y PNUMA, 2021) en el contexto actual de EUROCLIMA, el diálogo país con Costa Rica ha identificado las siguientes acciones a ser financiadas en un plazo máximo de 27 meses entre las agencias involucradas:

- Acción 1. Propuesta para la implementación de la Estrategia Nacional para el Empoderamiento Climático que Costa Rica está realizando, a cargo de FIIAPP.
- Acción 2. Fortalecimiento de capacidades para la implementación de la Política Nacional de Adaptación de Costa Rica a nivel subnacional, a cargo de AECID y EF.
- Acción 3. Aumento del involucramiento, participación y ambición del sector privado en la acción climática, a cargo de GIZ .
- Acción 4. Fortalecimiento de la capacidad institucional para el acompañamiento técnico en Producción Agropecuaria Orgánica, a cargo de FIIAPP.

- **Fondo Mundial para la Reducción y Recuperación de los Desastres – GFDRR**

El Fondo GFDRR por sus siglas en inglés, fue creado para apoyar a los países a reducir su vulnerabilidad a los peligros naturales y el cambio climático. Fundado en 2006 y administrado por el Banco Mundial trabaja en el ámbito de la resiliencia climática en el marco de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. Es un fondo especialmente diseñado para la reducción y recuperación frente a desastres con enfoque a la adaptación climática. Aunque en el contexto costarricense es menos relevante que el resto de los fondos citados previamente, en Costa Rica apoyó el Proyecto piloto de sistemas de alerta temprana para amenazas hidrometeorológicas en 2010.

- **Fondos bilaterales**

Dentro de los fondos bilaterales para Costa Rica destaca especialmente la cooperación procedente del gobierno alemán, la Agencia Francesa para el desarrollo y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón; por su experiencia ya desarrollada en el país y por el enfoque de la financiación a la adaptación:

El Gobierno alemán a través de la **Agencia Alemana para la Cooperación (GIZ)**, por sus siglas en alemán), que representa al Ministerio Federal Alemán en Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ, por sus siglas en alemán) apoya a Costa Rica en tres principales áreas de acción vinculadas al clima, siendo una de ella la adaptación al cambio climático. Es destacable entre ellos su labor de coordinación y financiamiento al Programa Nacional de Corredores Biológicos (PNCB) a través de la Estrategia nacional de Biodiversidad de Costa Rica. También es reseñable la **Iniciativa Internacional de Protección del Clima (IKI)**, iniciativa del Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU), que inició la cooperación con Costa Rica en 2008, con el principal objetivo de apoyar las prioridades del Acuerdo de París, la implementación de la NDC, la implementación de las metas AICHI de la CDB y de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles. Los proyectos llevados a cabo en este contexto, como la Implementación de la NDC de Costa Rica, pueden consultarse en el siguiente link: <https://www.international-climate-initiative.com/en/projects>.

La **Agencia Francesa para el Desarrollo (AFD)** por su parte ha anunciado en 2021 el crédito verde por valor de 50 millones de USD al Banco Nacional de Costa Rica, estableciendo el primer lazo económico entre ambas entidades (MINAE y PNUMA, 2021).

La **Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)** tiene una Estrategia de Cooperación para el Cambio Climático que orienta su apoyo en varios objetivos, entre los que se encuentran objetivos en materia de adaptación climática. Japón apoyará a Costa Rica con apoyo en tratamiento de aguas residuales y cooperación para contribuir al mejoramiento de las capacidades en la prevención de desastres naturales en Costa Rica (MINAE y PNUMA, 2021).

- **Fuentes nacionales de financiamiento**

El financiamiento público nacional proviene por una parte de los presupuestos y programas institucionales, y por otra parte de los instrumentos de fiscalidad verde de carácter tributario.

En este contexto a escala nacional, destacan las contribuciones de finanzas para adaptación del país recogidas en La **Contribución Nacionalmente Determinada** (NDC, por sus siglas en inglés) **de Costa Rica 2020**. La NDC establece en su marco estratégico financiero el aumento de la inversión extranjera y del financiamiento en la generación de negocios verdes que contribuyan al desarrollo de un sector financiero resiliente y descarbonizado, estableciendo como puntos prioritarios las siguientes contribuciones¹¹:

- 1) Al 2030 Costa Rica habrá implementado al menos un instrumento de reforma fiscal verde consistente con la trayectoria necesaria para la descarbonización.
- 2) Al 2025 el país habrá desarrollado las herramientas, instrumentos, reglamentos e incentivos para acompañar al sector financiero en el análisis, revelación y gestión de los riesgos e impactos del cambio climático en su sector.
- 3) Movilizar el sistema financiero, incluyendo el Sistema de Banca para Desarrollo para que al 2030 existan en el mercado productos financieros en apoyo de la descarbonización y resiliencia.
- 4) Costa Rica se compromete con fortalecer instrumentos financieros tales como pago de servicios ecosistémicos, cánones y otros instrumentos de precio al carbono, así como seguros e instrumentos tarifarios y fiscales, para financiar las necesidades de adaptación y mitigación.
- 5) Costa Rica se compromete **a identificar acciones climáticas en los ejercicios presupuestarios anuales**, con el fin de contar con medidas de protección financiera ante impactos de la variabilidad y cambio climático.
- 6) Para el 2022 Costa Rica publicará el primer Análisis de inversión del Plan Nacional de Descarbonización y del Plan de Adaptación (aún a ser presentado).
- 7) Al 2024 se han incorporado criterios de infraestructura sostenible, descarbonizada, resiliente y que promueva la creación de empleos verdes para priorización de la inversión pública, en consonancia con el Plan Estratégico Nacional 2050.
- 8) Durante el periodo de ejecución de esta NDC, Costa Rica habrá desarrollado un instrumento de apoyo financiero con el sistema bancario nacional para impulsar la transición energética.
- 9) Al 2024 se habrá lanzado el Mecanismo de Compensación de Costa Rica (MCCR) como sucesor del Mercado Doméstico de Carbono.

Tal y como se recoge en la ficha descriptiva del **Plan A**¹², el proyecto fortalecerá las capacidades de actores subnacionales para movilizar recursos de financiamiento para la implementación de acciones de adaptación, mediante:

- El desarrollo de una estrategia para movilizar recursos de financiamiento para la implementación de las acciones de adaptación que hayan sido identificadas como prioritarias a nivel subnacional.
- La elaboración de tres notas de concepto de proyectos de adaptación para el Fondo Verde para el Clima.
- La capacitación de actores gubernamentales relevantes para la adecuada implementación de la estrategia desarrollada para movilizar recursos de financiamiento para la ejecución de acciones de adaptación.
- La incorporación de criterios de adaptación en las guías metodológicas de MIDEPLAN para proyectos de inversión pública.

¹¹ <https://cambioclimatico.go.cr/contribucion-nacionalmente-determinada-ndc-de-costa-rica/>

¹² https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2020/12/PlanA_FichaDescriptiva.pdf

Por otro lado, a nivel nacional, es reseñable la labor del **Fondo de Biodiversidad Sostenible** (FunBAM), organización sin ánimo de lucro para apoyar al gobierno costarricense a desarrollar proyectos de desarrollo sostenible. Sus miembros pertenecen al Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) y el Banco Nacional de Costa Rica (BNCR).

En su recorrido ha movilizado más de 4 millones de USD en iniciativas de desarrollo sostenible enfocadas al cuidado de la biodiversidad y al mantenimiento de sistemas agroforestales, silvopastoriles y bosques. En la actualidad, tiene proyectos activos con instituciones como el Fondo de Biodiversidad Sostenible (FBS) y Fondo de Desarrollo Verde, además de la implementación del proyecto Plan-A.

Por otra parte, en el sector productivo hay que destacar que el Instituto Mixto de Ayuda Social (IMAS), el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) y el Instituto Nacional de la Mujer (INAMU), coordinan conjuntamente el **Programa “Mujeres Semilla Gestoras de la Vida”** por el cual las mujeres reciben formación tanto teórica como práctica en el Centro Nacional Especializado en Agricultura Orgánica del INA, y las instituciones competentes articulan las ayudas económicas para las participantes.

17 Anexo 7. Glosario de términos

La resiliencia climática urbana es un concepto eminentemente transversal en el que intervienen factores diversos de naturaleza social, ambiental y económica. Completar con éxito un análisis de riesgos climáticos requiere integrar insumos y conocimientos desde diferentes disciplinas técnicas “clásicas” como la geografía, la estadística, la climatología, la ingeniería civil o la gestión de emergencias, las cuales a menudo ya manejan términos que han sido incorporados y, en algunos casos, adaptados, para estructurar el Plan de Acción para la Adaptación Climática.

Resulta oportuno por tanto definir el conjunto de elementos y criterios que requieren ser conceptualizados para ser manejados y entendibles a lo largo del perfil climático que se desarrolla en el presente documento. La práctica totalidad de las definiciones que a continuación se aportan han sido directamente extraídas de los glosarios que acompañan los últimos informes publicado por el Grupo Intergubernamental de Expertos para el Cambio Climático como el AR5 o el informe especial del calentamiento global de 1,5°C.

Adaptación

Proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos por medio de intervenciones (medidas) dirigidas a moderar o evitar impactos potenciales y/o aprovechar las oportunidades que se identifiquen en el proceso.

Amenaza

Evento extremo o anómalo relacionado con el clima que puede causar pérdidas de vidas, lesiones u otros efectos negativos sobre la salud, así como daños y pérdidas en propiedades, infraestructuras, medios de subsistencia, prestaciones de servicios y recursos ambientales.

Capacidad adaptativa

Habilidad del receptor expuesto de protegerse, asimilar o recuperarse ante potenciales impactos. Esta capacidad incluye los recursos disponibles, conocimientos, herramientas, políticas, así como todo lo que permita enfrentar y superar las condiciones adversas relativas a los cambios del clima en el corto y largo plazo.

Desviación o anomalía

Desviación de una variable a partir de su valor promediado durante un período de referencia.

Exposición

Presencia de elementos receptores en los sistemas naturales, antropogénicos y humanos (vegetación, animales, bienes, infraestructura y humano) que son potencialmente sensibles a ser afectados por una amenaza climática concreta.

Impacto

Efecto sobre los sistemas naturales, antropogénicos y humanos expuestos, asociado a un suceso o tendencia física relacionada con el clima. Los impactos se definen por su magnitud e intensidad.

Mitigación

Intervención antropogénica (acción humana) dirigida a reducir los impactos, y por ende reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (reducción del consumo de combustibles fósiles, fomento de las energías renovables, eficiencia energética) o promover los sumideros de carbono (procesos, actividades o mecanismos que eliminan un gas invernadero de la atmósfera).

Medida de adaptación

Estrategia dirigida a reducir la exposición y/o la vulnerabilidad.

Peligrosidad

Caracterización de la probabilidad y potencial incidencia asociadas a una amenaza.

Percentil

Conjunto de los valores de una partición que divide una variable (por ejemplo, temperatura o precipitación) de una distribución en partes iguales centesimales.

A modo de ejemplo, el percentil 50 es el correspondiente a la mediana de la variable, y el percentil 95 es el valor de la variable que es igual o deja por debajo de sí al 95% del total de los datos.

RCP (*Representative Concentration Pathway*)

Escenarios que pronostican la evolución temporal de las emisiones y concentración de GEI en la atmósfera hasta el año 2100, indicando su forzamiento radiativo asociado (tasa de cambio de energía por unidad de superficie inducida en la parte superior de la atmósfera). A mayor forzamiento radiativo, mayor variabilidad en las condiciones climáticas respecto al periodo preindustrial. Una nula posibilidad de cambio climático por causas antropogénicas implicaría forzamientos radiativos nulos.

Para completar el último informe de análisis del IPCC fueron seleccionados estos cuatro escenarios:

- RCP2.6 Un escenario “optimista”, que prevé una disminución progresiva en la concentración de GEI en la atmósfera hasta final de siglo, con un forzamiento radiativo asociado que alcanza su punto máximo a aproximadamente 3 W/m^2 a mitad de siglo y luego disminuye.
- RCP4.5 y RCP6.0 Dos vías de estabilización “intermedias” en las que el forzamiento radiativo se estabiliza aproximadamente en 4.5 y 6.0 W/m^2 .
- RCP8.5 Una vía “pesimista” que considera un ritmo de crecimiento de las emisiones análogo al registrado a lo largo de las últimas décadas y devuelve un forzamiento radiativo que alcanza más de $8,5 \text{ W/m}^2$ para 2100.

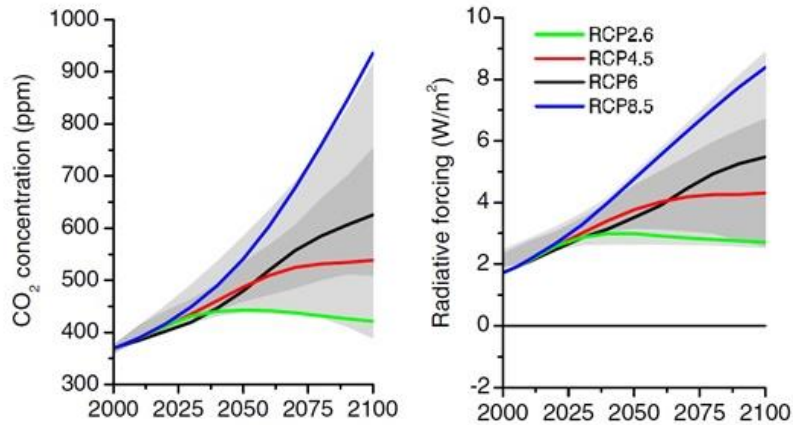


Figura 1. Escenarios de trayectorias de concentración representativas (van Vuuren et al. 2011)

Receptores sensibles

Personas; medios de subsistencia; especies o ecosistemas; funciones, servicios y recursos ambientales; infraestructura; o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos potencialmente expuestos.

Resiliencia

Capacidad de un sistema de afrontar un suceso o perturbación peligroso respondiendo o reorganizándose de modo que mantenga su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación.

Riesgo

Resulta de la interacción de una amenaza concreta con la exposición y vulnerabilidad de un receptor.

Sensibilidad

Características intrínsecas del elemento expuesto que aumentan la probabilidad de sufrir impactos a causa de una amenaza climática, así como sus potenciales consecuencias directas o indirectas. Hace referencia a su fragilidad y a su valor (humano, económico, cultural, ambiental).

Susceptibilidad

La susceptibilidad expresa la posibilidad de que pueda ocurrir un determinado proceso dentro de un contexto físico. Ello implica la superposición de capas temáticas de parámetros propios del ámbito geográfico de estudio, como son geología, geomorfología, fisiografía, entre otros (factores condicionantes), y parámetros que desencadenan el evento, como por ejemplo las lluvias intensas (factores desencadenantes).

Vulnerabilidad

Grado de susceptibilidad o de incapacidad de un receptor sensible para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. Es el resultado de la consideración conjunta de sensibilidad y capacidad adaptativa.



PLAN · A

**TERRITORIOS RESILIENTES
ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO**