

PLAN DE ACCIÓN PARA LA ADAPTACIÓN CLIMÁTICA

CANTÓN LOS CHILES

Producto 2. Diagnóstico

Febrero de 2022

El presente documento fue elaborado para la Municipalidad de Los Chiles en el marco del proyecto Plan-A: Territorios Resilientes ante el Cambio Climático. Este es implementado por el Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), con financiamiento del Fondo Verde para el Clima (GCF) y bajo la supervisión estratégica del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) de Costa Rica.

Febrero de 2022, San José, Costa Rica

Contrato:

Consultoría para la integración efectiva de estrategias de adaptación al cambio climático en procesos de planificación municipal en los cantones Cañas, Nicoya, La Cruz, Upala y Los Chiles (NAP Costa Rica Región Chorotega y Huetar Norte)

Empresas consultoras:



IDOM, Engineering, Architecture, Consulting



Centro Para la Sostenibilidad Urbana (CPSU)

Equipo de trabajo:

Asier Rodríguez Ochoa, Especialista en planificación de la adaptación. Coordinador del equipo.

Jessie Vega Méndez, Especialista en procesos participativos

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

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

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

Ruth Martínez Rodríguez, Especialista en adaptación basada en ecosistemas

Aida Fernández Pérez, Especialista en ordenamiento territorial y riesgos

Título del producto:

Producto 2. Diagnóstico

Versión del documento:

Versión 2. Diagnóstico consolidado

Supervisión técnica:

Ximena Apéstegui Guardia, Coordinadora del proyecto Plan A

Natalia Gómez Solano, Asistente técnica del proyecto Plan-A

Raquel Gómez Ramírez, Asesora técnica en planificación de la adaptación Plan-A

Contenidos

Abreviaciones	6
Figuras	8
Tablas	9
1 Glosario	11
2 Presentación	15
3 Perfil local	16
3.1 Contexto geográfico	16
3.2 Caracterización socioeconómica	20
3.3 Planificación territorial y sectorial	24
3.4 Acciones climáticas en el cantón	27
4 Perfil climático	30
4.1 Clima histórico y registro de desastres asociados al clima	31
4.2 Proyecciones climáticas	36
4.3 Amenazas a considerar	38
4.4 Categorización de la peligrosidad	41
4.5 Receptores sensibles y cadenas de impacto	52
4.6 Exposición y vulnerabilidad	60
4.7 Caracterización clasificación de riesgos climáticos	67
4.8 Capacidad adaptativa actual	79
5 Lineamientos estratégicos	82
5.1 Políticas y reportes nacionales en materia de acción climática	82
5.2 Análisis DAFO	84
5.3 Elementos estructuradores de la propuesta de adaptación	86
6 Avances en el proceso participativo	89
6.1 Avances hasta la fecha	89
6.2 Mapeo de actores	92
7 Siguiendo pasos	95
8 Conclusiones y recomendaciones	98
9 Referencias	101
10 Anexo 1. Metodología para el análisis de riesgos	103
10.1 Peligrosidad	103
10.2 Exposición y vulnerabilidad	113
10.3 Cálculo del riesgo	118
11 Anexo 2. Proyecciones climáticas en Costa Rica	120
12 Anexo 3. Análisis DAFO	123



Abreviaciones

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)
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
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

Figuras

Figura 1. Localización.....	17
Figura 2. Áreas de Especial Protección y corredores biológicos	19
Figura 3. Usos del suelo	23
Figura 4. Conceptualización del riesgo climático	30
Figura 5. Precipitación media anual en Los Chiles	32
Figura 6. Temperatura máxima media anual en Los Chiles.....	33
Figura 7. Temperatura mínima media anual en Los Chiles	34
Figura 8. Climodiagrama	35
Figura 9. Mapa de amenazas hidrometeorológicas	39
Figura 10. Mapa de peligrosidad de inundaciones.....	43
Figura 11. Mapa de peligrosidad de deslizamientos	46
Figura 12. Mapa de peligrosidad de sequías	49
Figura 13. Mapa de vulnerabilidad de la población	65
Figura 14. Mapa de vulnerabilidad de del hábitat urbano	66
Figura 15. Composición espacial del riesgo climático	68
Figura 16. Mapa de riesgo de inundaciones sobre población y hábitat urbano	71
Figura 17. Mapa de riesgo de inundaciones sobre sector agropecuario y vías	72
Figura 18. Mapa de riesgo de deslizamientos sobre población y hábitat urbano	75
Figura 19. Mapa de riesgo de sequías sobre sector agropecuario y humedales	77
Figura 20. Mapa de riesgo de olas de calor sobre población y hábitat urbano	79
Figura 21. Matriz de relevancia de actores	93
Figura 22. Índice de aridez promedio	109

Tablas

Tabla 1. Población distribuida por zona y sexo	20
Tabla 2. Población activa por tipo de actividad.....	21
Tabla 3. Cambios en el uso del suelo.....	22
Tabla 4. Eventos asociados al clima (1988-2019)	36
Tabla 5. Proyecciones climáticas de precipitación en Los Chiles	37
Tabla 6. Proyecciones climáticas de temperatura máxima en Los Chiles	37
Tabla 7. Proyecciones climáticas de temperatura mínima en Los Chiles.....	38
Tabla 8. Porcentajes de cambio de la variable R95p.....	42
Tabla 9. Porcentajes de cambio de la variable CDD	50
Tabla 10. Receptores sensibles.....	52
Tabla 11. Cadenas de impactos asociadas a las inundaciones.....	53
Tabla 12. Cadenas de impactos asociadas a los deslizamientos	55
Tabla 13. Cuantificación de daños por eventos organizado por receptores	56
Tabla 14. Cadenas de impactos asociadas a las sequías	57
Tabla 15. Cuantificación de daños por eventos organizado por receptores	58
Tabla 16. Cadenas de impactos asociadas a las olas de calor	59
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	70
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	74
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	76
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	78
Tabla 23. Lineamientos contenidos en la PNACC	83
Tabla 24. Fundamentos del análisis DAFO	85
Tabla 25. Esquema de actividades previsto	89
Tabla 26. Personas asistentes a la Reunión Técnica 1.....	90
Tabla 27. Personas asistentes a la Reunión Técnica 2.....	91
Tabla 28. Personas asistentes al Taller 1	92
Tabla 29. Relevancia de actores identificados	93
Tabla 30. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a lluvias intensas.....	104
Tabla 31. Categorización de pendientes como criterio para la componer la peligrosidad espacial de inundaciones.....	105
Tabla 32. Peligrosidad a inundaciones	105
Tabla 33. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a inundaciones	106

Tabla 34. Categorización de pendientes como criterio para la componer la peligrosidad espacial de deslizamientos	107
Tabla 35. Peligrosidad a deslizamientos.....	107
Tabla 36. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a deslizamientos	108
Tabla 37. Categorización de la aridez	110
Tabla 38. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a déficit de lluvias	111
Tabla 39. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a déficit de lluvias	111
Tabla 40. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a olas de calor	113
Tabla 41. Modelos climáticos incluidos en el ensamble NASA-NEX y sus características..	121
Tabla 42. Resumen de las debilidades identificadas	123
Tabla 43. Resumen de las amenazas identificadas	124
Tabla 44. Resumen de las fortalezas identificadas.....	124
Tabla 45. Resumen de las oportunidades identificadas.....	125

1 Glosario

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 del glosario que acompaña el último informe de evaluación publicado por el Grupo Intergubernamental de Expertos para el Cambio Climático.

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.

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 pre-industrial. Una nula posibilidad de cambio climático por causas antropogénicas implicaría forzamientos radiativos nulos.

Para completar el último informe de análisis del IPPC 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.

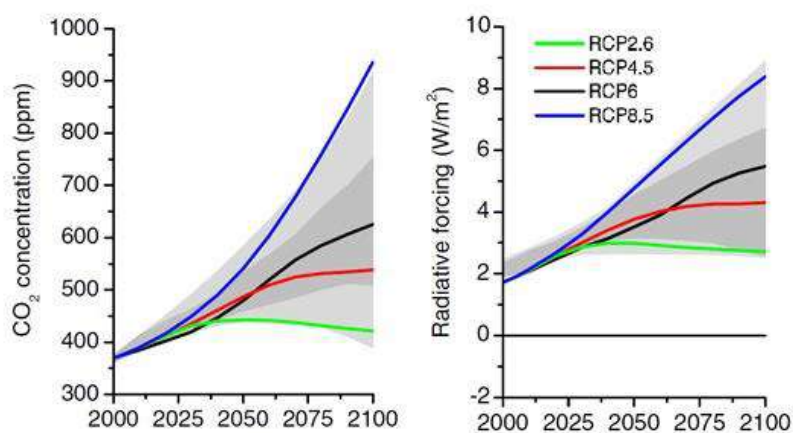


Figura 1. Escenarios de trayectorias de concentración representativas (van Vuuren et al. 2011)

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.

2 Presentación

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) con el apoyo institucional de Fundecooperación, ejecuta 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. Este proyecto es financiado por el Fondo Verde para el Clima (GCF) y está bajo la supervisión estratégica del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) de Costa Rica.

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.

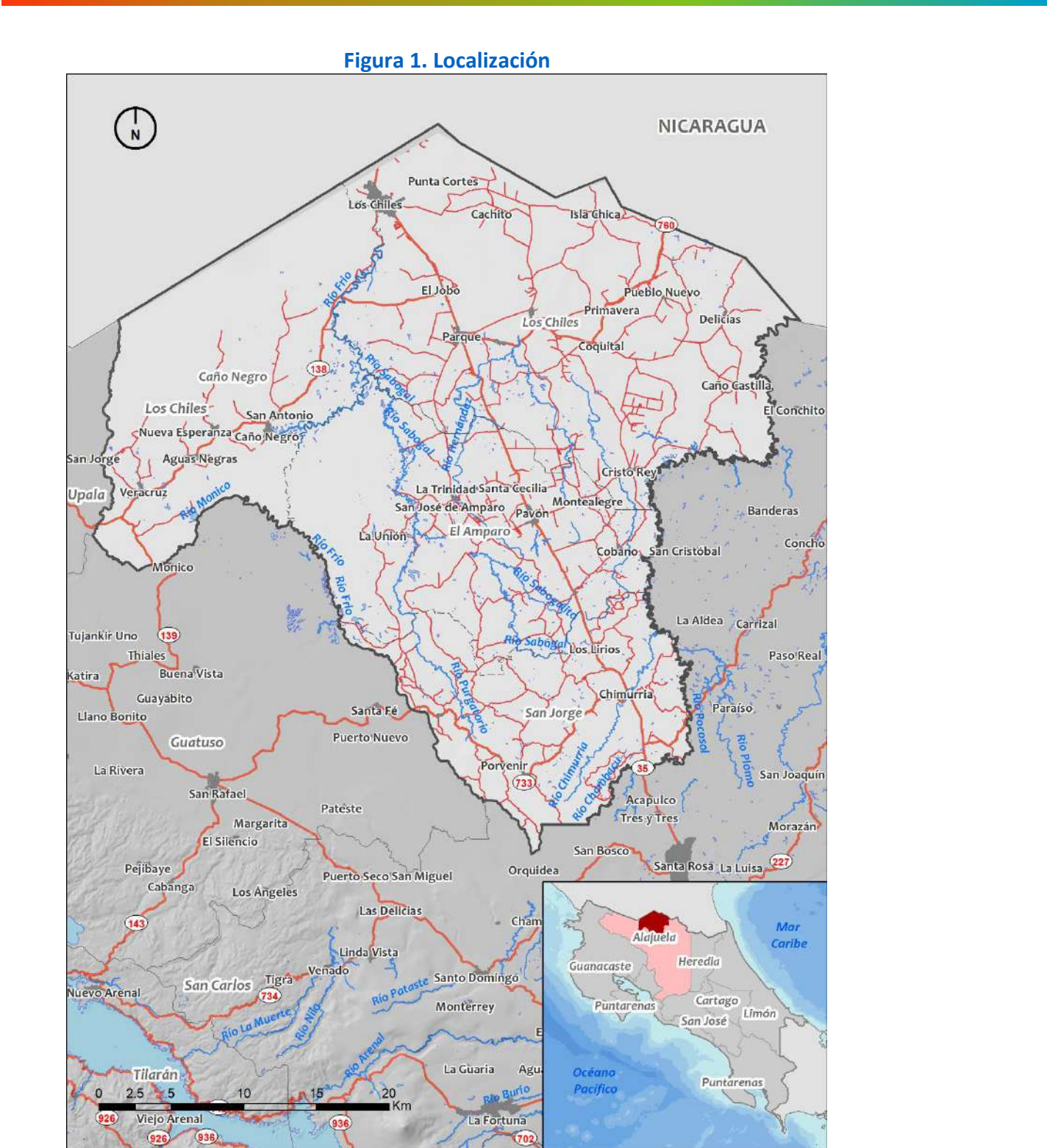
En este contexto se desarrollan por parte de la asociación entre IDOM y el Centro Para la Sostenibilidad Urbana (CPSU) los servicios de "Consultoría para la integración efectiva de estrategias de adaptación al cambio climático en procesos de planificación municipal en los cantones de Cañas, Nicoya, La Cruz, Upala y Los Chiles (NAP Costa Rica Región Chorotega y Huetar Norte)".

El presente documento recoge el segundo de los productos asociados a este apoyo técnico, el Informe de Diagnóstico dirigido a 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 Los Chiles. Esto se llevará a cabo completando un perfil local, un perfil climático y finalmente un ejercicio de identificación de lineamientos estratégicos, que servirán de base para las siguientes etapas del proceso de construcción participativa del Plan de Acción para la Adaptación Climática de Los Chiles (PAAC).

3 Perfil local

3.1 Contexto geográfico

Los Chiles es el cantón número catorce de la provincia de Alajuela. Su extensión aproximada de 1.358 km² limita al norte con Nicaragua, al sur con los cantones de Guatuso y San Carlos, al oeste con Upala y al este con San Carlos. Se compone por cuatro distritos: Los Chiles, Caño Negro, El Amparo y San Jorge (Municipalidad de Los Chiles, 2017a).



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

3.1.1 Topografía, geología y geomorfología

El cantón de Los Chiles forma parte de la unidad geomórfica de sedimentación aluvial, que se divide en tres subunidades: Planicie Aluvial con influencia del lago de Nicaragua, Llanuras Altas Viejas en proceso de erosión y Pantano Permanente o Temporal.

En cuanto a sus materiales geológicos, está constituido por materiales de los períodos Terciario y Cuaternario, siendo las rocas volcánicas de este último período las predominantes. Del Terciario se encuentran rocas de origen volcánico del Mioceno agrupadas bajo el nombre del grupo Aguacate, localizadas al noroeste del cantón, y que está compuesto por coladas de andesita y basalto, aglomerados, brechas y tobas (Ministerio de Ambiente y Energía, 2021c).

3.1.2 Hidrología

El sistema fluvial del cantón corresponde a la subvertiente Norte de la vertiente del Caribe, el cual pertenece a las cuencas de los ríos Pocosal, Frío y Zapote.

La primera cuenca es drenada por los ríos Pocosal, Medio Queso y Combate. Al primero se le unen los ríos Chimurria y Chambacú, al segundo el río Hernández y al tercero que se origina con el nombre de Medio Quesito se le une el río Isla Chica. Estos cursos de agua, excepto los ríos Pocosal y Chambacú, que limitan con el cantón de San Carlos, nacen en el cantón y presentan rumbo sur-norte (Ministerio de Ambiente y Energía, 2021c).

3.1.3 Áreas de especial protección y corredores biológicos

En el cantón de Los Chiles existen zonas que presentan algún tipo de régimen de protección especial (Ministerio de Ambiente y Energía, 2021c). Estas se diferencian en humedales y Áreas Silvestres Protegidas.

- **Humedales (SINAC):**

En el cantón hay un total de 402,5 km² que pertenecen a humedales, lo que supone alrededor de un 30% de su superficie total, distribuidos por los cuatro distritos. Es especialmente destacable su presencia en el distrito de Caño Negro, en el sector limítrofe con Nicaragua, con casi 206 km².

- **Áreas Silvestres Protegidas:**

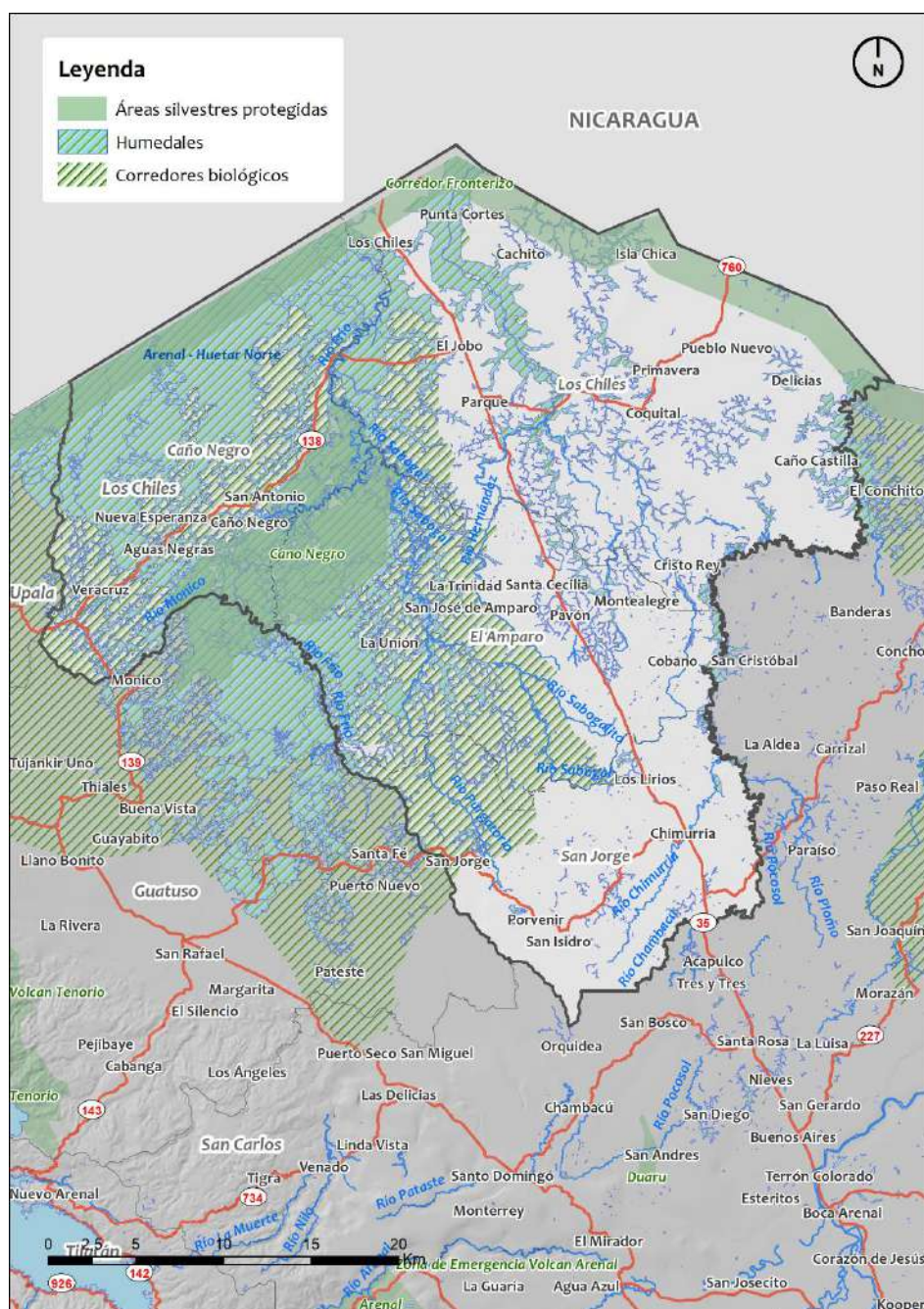
Casi el 14% de la superficie del cantón corresponde con Áreas Silvestres Protegidas (ASP), lo que corresponde con 193 km². Estas áreas son los Refugios Nacionales de Vida Silvestre Corredor Fronterizo (109 km²) y Caño Negro (84 km²). El único distrito sin presencia de ASP es San Jorge.

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 siguientes corredores:

- C16 y C19. Ruta Los Maleku Medio Queso

Figura 2. Áreas de Especial Protección y corredores biológicos



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

3.2 Caracterización socioeconómica

3.2.1 Población

Los datos del último censo oficial publicado en 2011 indican que la población del cantón de Los Chiles era de 23.735 habitantes, de los que 11.610 son mujeres (49%) y 12.125 son hombres (51%).

Esta se distribuye por los distritos de modo que el distrito de Los Chiles acapara la mayoría de la población con un 56%, seguido de El Amparo con un 25%, San Jorge con 11% y Caño Negro con un 8% 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 ese año, casi el 80% de la población se localizaba en zonas rurales. Cabe indicar que el distrito de San Jorge no cuenta con población urbana. Atendiendo a los datos de densidad de población que también arroja el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), la densidad en el año 2011 se situaba en los 17,5 hab/km², siendo el distrito que presenta un valor mayor Los Chiles con 24,7 hab/km². Esto supone que casi el 83% de la población del cantón, que es de mayoría rural, vive en el 40% del territorio.

Tabla 1. Población distribuida por zona y sexo

Distritos	Zona urbana			Zona rural		
	Mujeres	Hombres	Total	Mujeres	Hombres	Total
<i>Los Chiles</i>	2.206	1.975	4.181	4.331	4.750	9.081
<i>Caño Negro</i>	86	89	175	785	848	1.633
<i>El Amparo</i>	248	240	488	2.687	2.817	5.504
<i>San Jorge</i>	-	-	-	1.267	1.406	2.673
Total	2.540	2.304	4.844	9.070	9.821	18.891

Fuente: INEC (2011).

Dado el carácter fronterizo de este cantón con Nicaragua resulta imprescindible tener en cuenta este factor. En los últimos años, como consecuencia de la finalización del conflicto armado que afectó a Nicaragua hasta principio de los noventa, en este espacio transfronterizo se ha forjado un circuito económico relacionado con actividades de agricultura de exportación y el turismo. Estas condiciones hacen que presente una alta presencia de población móvil y migrante. El cantón de Los Chiles cuenta con un 27% población nacida en el país vecino, según los datos del INEC para el año 2000 (Morales, Acuña, & Wing-Ching, 2009), lo que le sitúa en primer lugar respecto al resto de cantones.

3.2.2 Actividades productivas

Las actividades productivas se estructuran en tres sectores: primario, secundario y terciario. En el cantón de Los Chiles predomina el sector primario con un 55% de las empresas, seguido del sector terciario con un 37% y el secundario en último lugar con un 8%.

Según los datos del Centro Agropecuario (INEC, 2014) la principal actividad es la pecuaria, con el 51% del total. La actividad agrícola presenta el 44% y otras actividades como el turismo rural o la protección de los bosques naturales, el 5% restante.

- **Sector primario:** en relación con las actividades pecuarias, predomina el ganado vacuno para la producción de leche y de carne. En cuanto a las actividades agrícolas, el cultivo de naranja es el predominante con un 29% de la superficie del cantón dedicado a tal fin, seguido del cultivo de teca (15%), y en menor proporción los cultivos de piña, yuca, frijol, melina, caña o arroz.
- **Sector secundario:** este sector, con menor peso en el cantón, se encuentra especialmente representado en las zonas de Berlín, Corozo y Cristo Rey de Los Chiles; Corrales de El Amparo; y Gallo Pinto en San Jorge.
- **Sector terciario:** estas empresas se localizan principalmente los alrededores de la cabecera de Los Chiles.

Según los datos de la Caja Costarricense de Seguro Social, en el 2019, las personas empleadas por sector señalan que hay más empleados en el sector terciario seguido muy de cerca por el sector primario, tal y como se recoge en la Tabla 2. Población activa por tipo de actividad:

Tabla 2. Población activa por tipo de actividad

Actividad	Trabajadores
Sector primario	2.121
Sector secundario	393
Sector terciario	2.857
Total	5.371

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

Como han comentado los técnicos durante las reuniones técnicas, se debe tener en cuenta que existe un número de personas trabajadoras que no son reportadas a la CCSS, especialmente en el sector primario, y es importante considerarlo en la planificación local.

3.2.3 Usos del suelo

El uso de la tierra y el cambio de uso responde a condiciones socioeconómicas, políticas, demográficas y ambientales de un determinado momento. El conocimiento sobre los

cambios de uso contribuye para determinar si las políticas de ordenamiento territorial son efectivas.

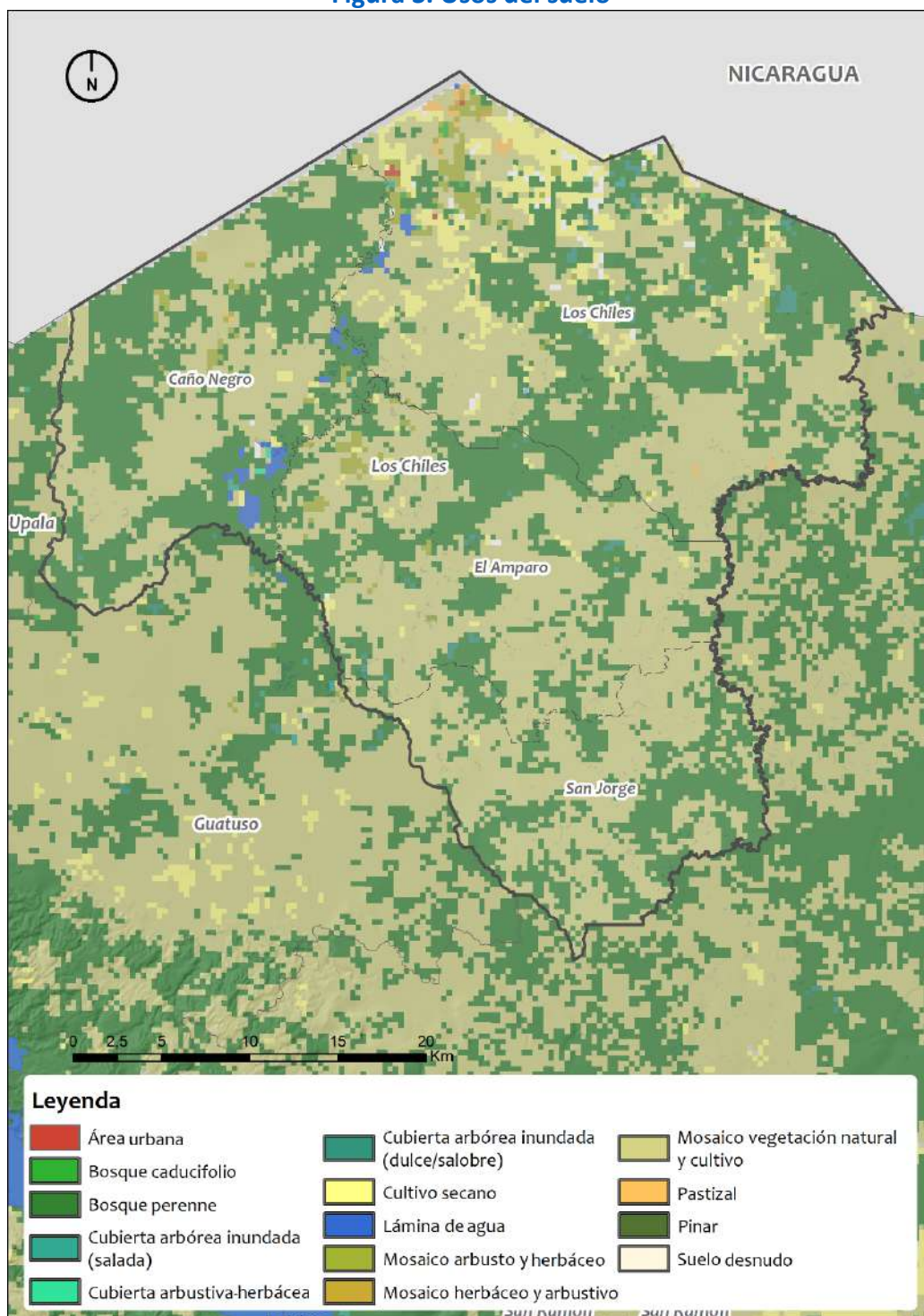
Según la información analizada de la Agencia Espacial Europea bajo la *Climate Change Initiative* (CCI), en los últimos veinte años la cubierta del suelo se ha visto alterada, como se ve en la Tabla 3. Cambios en el uso del suelo. El probable abandono de los cultivos ha dado lugar a que la vegetación natural y semi-natural recolonice esos suelos, de ahí el aumento en la tasa de cambio. A pesar de ser un cantón eminentemente rural, la mancha urbana también ha aumentado ligeramente. La Tabla 3 muestra el mapa de usos del suelo en 2020.

Tabla 3. Cambios en el uso del suelo

Cobertura	2000 (%)	2020 (%)	Tasa de cambio (%)
Cultivos	72,41	56,30	-16,11
Vegetación natural y semi-natural terrestre	25,75	41,36	15,61
Herbazal	0,31	0,22	-0,09
Vegetación natural y semi-natural acuática	0,09	0,65	0,56
Áreas urbanas	0,02	0,04	0,02
Láminas de agua	0,56	0,56	0
Total	100	100	-

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

Figura 3. Usos del suelo



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

El Plan de Desarrollo Humano Local del cantón arroja algo más de información respecto a los cambios de uso. En Los Chiles, a mediados del año 2011 se observó un incremento de más de 2.400 ha para la actividad agrícola en detrimento del uso pecuario (terrenos en

descanso de pastos y pastos con árboles) y terrenos en preparación. Estos últimos estaban destinados desde un principio para el uso de cultivos como piña, caña, yuca, arroz, maíz y frijol. Además, aproximadamente 129 ha que tenían uso agrícola, fueron destinados para plantaciones forestales y alrededor de 235 ha que estaban previstas para ser cultivadas fueron abandonadas o se destinaron a la actividad ganadera (Municipalidad de Los Chiles, 2012).

3.3 Planificación territorial y sectorial

El cantón de Los Chiles cuenta con instrumentos específicos en materia de planificación a nivel territorial y sectorial, 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 Rural del territorio Guatuso-Upala-Los Chiles 2015-2020 (2015)**

Este Plan es un instrumento rector de la planeación y gestión del desarrollo del territorio que establece los principales lineamientos que orientarán en estas tareas los próximos cinco años. La visión que presenta de esta región es la de un “territorio sostenible, armónico con la naturaleza y equilibrado social y económicamente”.

Para organizar sus objetivos han definido distintas dimensiones y cada una incluye las propuestas estratégicas:

- Dimensión ambiental: educación ambiental, manejo de desechos sólidos, prevención de riesgos naturales, garantizar el abastecimiento del recurso agua, ordenamiento territorial adecuado y sostenible, etc.
- Dimensión social: favorecer el acceso a la educación, atender a personas en situaciones de riesgo y vulnerabilidad, restablecer centros de salud cerrados, desarrollo de proyectos de vivienda, etc.
- Dimensión cultural, identidad y deporte: promover la identidad cultural, construcción de un centro de música y una biblioteca, celebración de festividades, etc.
- Dimensión económica, desarrollo productivo y empleo: promover desarrollo económico y productivo del territorio de forma sostenible, diversificación en la producción agrícola, acceso a créditos, etc.
- Dimensión político institucional-infraestructura: organización comunal, construcción de subestación eléctrica, coordinación institucional, mejoramiento de la red vial, etc.

Entre los objetivos de la dimensión ambiental se incluye aportar a la mitigación de los efectos del cambio climático, a través de un programa específico; y lograr el sello de carbono neutral.

- **Plan de Desarrollo Municipal 2018-2022 (2018)**

Se trata de una herramienta de planificación a medio plazo cuyo fin es desarrollar estrategias dirigidas a fomentar el desarrollo del cantón, y que se ha alimentado de un proceso participativo. En este momento se encuentra en fase de actualización y se estima que su aprobación será en febrero de 2022. Su visión es “ser una institución modelo, capaz de brindar un servicio de calidad, a través de la gestión y ejecución integral para alcanzar el desarrollo sostenible”.

Está compuesto por objetivos, acciones y metas que se estructuran en forma de ejes:

- Seguridad ciudadana y desarrollo humano
- Desarrollo económico local
- Servicios públicos
- Ambiente y gestión de riesgos
- Ordenamiento territorial
- Desarrollo institucional
- Infraestructura

Entre sus acciones, en relación con la resiliencia del territorio y el cambio climático, se encuentra la inclusión de la prevención de riesgos y la protección de los recursos naturales en el Plan Regulador y el alineamiento de la gestión de riesgos a nivel cantonal en concordancia con la Política Nacional de Riesgo.

- **Plan Cantonal de Desarrollo Humano Local 2013-2023 (2012)**

Este Plan es el resultado de un proceso participativo con una proyección de 10 años.

La mirada de Los Chiles al año 2023 se concreta en la visión de “un cantón emprendedor que propia mejores oportunidades de bienestar para su población, mediante la coordinación y organización comunal creando constantemente un desarrollo humano sostenible con equidad de género, seguridad ciudadana, altos índices educativos, desarrollo turístico, infraestructura adecuada, desarrollo socioeconómico, cultural y excelencia en la calidad de vida”.

Define una batería de objetivos estratégicos englobados en áreas que son las que vertebran todo el Plan. Estos objetivos son:

- Desarrollo Económico Sostenible: a través de la inversión en turismo y desarrollo de pequeñas y medianas empresas y cooperativas a nivel local.
- Desarrollo Sociocultural: incentivar la identidad chilena y mejorar la vida de sus habitantes.
- Seguridad humana: establecer ambientes seguros, sanos, solidarios y libres de violencia para toda la población.
- Educación: fortalecer la oferta educativa a partir de la infraestructura y la especialización.

- Salud: aumentar y mejorar la cobertura de la salud en el cantón.
- Servicios públicos: optimizar la prestación de los servicios públicos del cantón.
- Infraestructura: ampliar y modernizar la infraestructura cantonal para el mejoramiento de la calidad de vida de la población.
- Gestión ambiental y ordenamiento territorial: establecimiento del desarrollo humano sostenible cantonal por medio de un ordenamiento territorial garante del respeto a la gestión ambiental.
- Participación ciudadana y democracia local: generar en el cantón espacio activos y permanentes de participación ciudadana.
- Fortalecimiento institucional y empoderamiento del gobierno local: fortalecimiento de las capacidades locales por medio de estrategias para el empoderamiento del gobierno local, las instituciones, organizaciones y empresas del cantón.

Los objetivos desarrollados para el eje de gestión ambiental van en línea con el reforzamiento del territorio a través de la conservación de los recursos o la educación ambiental, entre otros. De este modo, se contribuye de forma activa a la capacidad adaptativa del cantón frente a los retos que se presenten derivados del cambio climático.

Por último, a nivel sectorial:

- **Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2018-2023 (2017)**

El objetivo general de este Plan es contar con una herramienta técnica y administrativa que permita a la Municipalidad gestionar de forma adecuada los residuos sólidos ordinarios que se generan, mejorando de manera intrínseca la calidad de vida de la población y protegiendo los recursos naturales. Su visión es “ser un cantón modelo en la Gestión Integral de Residuos Sólidos, que involucre los diferentes actores sociales y promueva la sensibilización para mejorar el desarrollo socioambiental”.

Desde un punto de vista estratégico, es necesario establecer el horizonte de la gestión integral de residuos sólidos donde se definan objetivos concretos y metas en una escala temporal (corto, medio y largo plazo). Estos objetivos específicos se basan en la educación ambiental de la población, mejorar el funcionamiento de los centros de acopio de residuos valorizables, realizar una adecuada disposición final de los residuos no valorizables o fortalecer el sistema de gobernanza relacionada con la gestión de residuos.

Aunque este plan no tiene un enfoque claro hacia la adaptación al cambio climático, una gestión más eficiente de los residuos deriva en un territorio más resiliente con mayor capacidad de adaptación.

- **Plan de Conservación, Desarrollo y Seguridad Vial Cantonal 2019-2023 (2018)**

Es un instrumento de planificación que establece la guía para la intervención municipal en cuestiones viales. Define el marco para la atención y mantenimiento de la infraestructura

de la red vial cantonal, en aras de mejorar el desarrollo socioeconómico del cantón. Este Plan dicta como visión “ser una institución modelo, capaz de brindar un servicio de calidad, a través de la gestión y ejecución integral para alcanzar el desarrollo sostenible”.

Los objetivos que establece, en líneas generales, son la mejora de la red vial y el establecimiento de un mantenimiento rutinario.

Este plan no tiene un enfoque claro hacia la adaptación al cambio climático, pero la mejora de la red vial contribuye a que el territorio esté mejor conectado y, por lo tanto, menos vulnerable al 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 clima¹ 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.

Este cantón ha definido algunas acciones climáticas, a tenor de lo incluido en los planes territoriales que se han analizado en el apartado anterior. En la siguiente tabla se recogen algunas de estas:

Plan territorial/sectorial	Acción climática
Plan de Desarrollo Rural del Territorio Guatuso-Upala-Los Chiles	Programa para la preservación y reforestación de las fuentes de agua, ríos, cañadas y pozos que tiene cada cantón
	Programa de mitigación al cambio climático
	Conformación de un Centro Tecnológicos de Manejo Integral de Residuos Sólidos

¹ Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>

Plan territorial/sectorial	Acción climática
	Incentivar el uso del Sello de Carbono Neutral en el Territorio
	Definición de un programa de recuperación de humedales
	Creación de una estrategia territorial para prevenir riesgos de emergencias
	Programas de educación
	Construcción y mantenimiento de infraestructuras (vías, puentes, acueductos y alcantarillado, etc.)
	Fortalecimiento de los equipamientos (centros de salud, etc.)
	Promover programas de viviendas
	Promoción de valores socioculturales
	Construcción de cadenas de valor de los productos agrícolas, pecuarios, forestales y turísticos a través de cooperativas y otros medios asociativos
	Incentivos no tributarios para atraer empresas
	Desarrollar el turismo rural comunitario
	Conformación del Fondo para el Desarrollo de la Mujer Rural, jóvenes y mayores de 45 años
	Desarrollo integral del territorio y fiscalización del uso y tenencia de la tierra dada por el Inder
	Implementación de los planes reguladores, cantonales, estratégicos municipales, etc.
Plan de Desarrollo Municipal	Coordinación interinstitucional
	Fortalecimiento de los servicios públicos y las infraestructuras
	Ejecución y cumplimiento del Plan de Turismo
	Acciones para fortalecer la producción agroindustrial
	Inclusión de la prevención de riesgos y protección de recursos naturales en Plan Regulador. Revisión y ejecución del Plan
	Alineamiento de la gestión de riesgos a nivel cantonal en concordancia con la Política Nacional de Riesgo
Plan de Desarrollo Humano Local del cantón	Promover el desarrollo económico sostenible y productivo del cantón mediante la inversión en turismo y el desarrollo de pequeñas y medianas empresas, y cooperativas a nivel local
	Desarrollo sociocultural
	Fortalecer la calidad
	Crear un Centro de Información del Refugio de Vida Silvestre
	Desarrollar permanentemente estrategias de protección de los recursos naturales a través de una participación activa de las instituciones públicas y las comunidades
	Fortalecer el Asilo de Ancianos y promover mejores relaciones con las personas adultas mayores por medio de capacitaciones a la población chilena

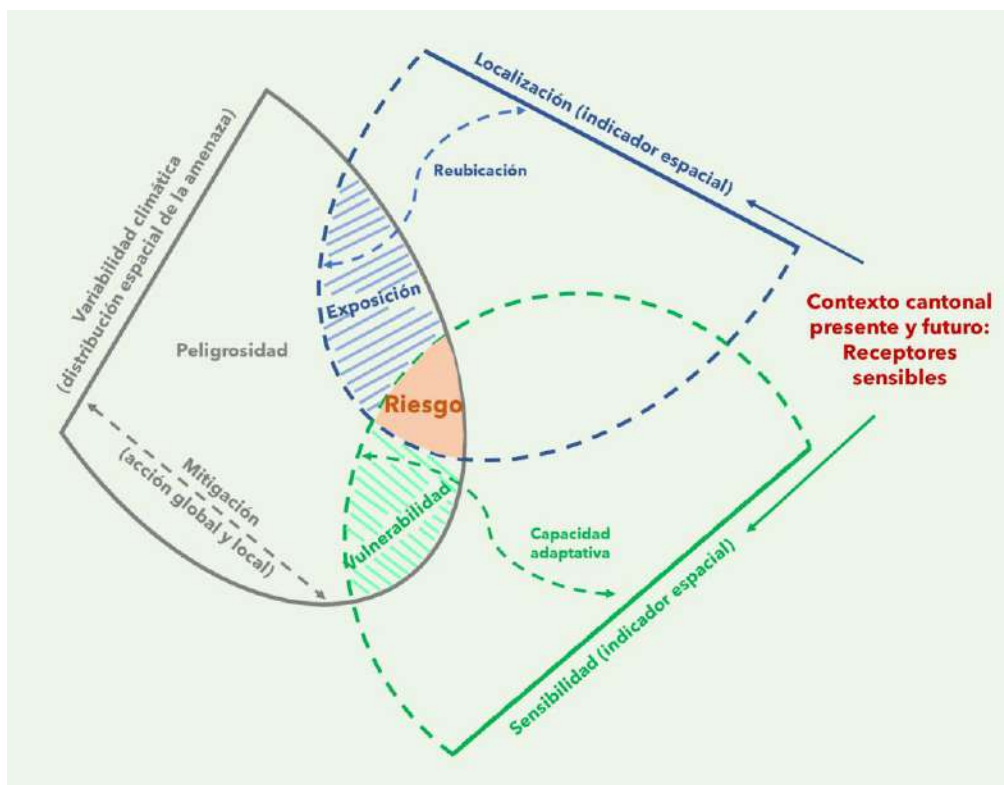
Plan territorial/sectorial	Acción climática
	Organizar al pequeño y mediano productos agropecuario para garantizar la seguridad alimentaria
	Mejorar la infraestructura escolar
	Ampliar la educación ambiental
	Fortalecimiento de las ASADAS y el abastecimiento de agua
	Mejoramiento integral de la red vial
	Mejora del alcantarillado pluvial
	Establecer en todo el catón el alcantarillado pluvial
	Protección de los bosques y reforestación con especies nativas
	Respetar las zonas de protección de fuentes de agua
	Regular el uso de plaguicidas
	Regular el crecimiento urbanístico y propiciar el ordenamiento del territorio
	Implementar el tratamiento de aguas negras
	Aplicación de las leyes ambientales
	Regulación de actividades de gran impacto ambiental (drenajes, monocultivos, deforestación, quemas, etc.)
	Promover la educación ambiental
	Implementar programas de reforestación
	Promover pagos de incentivos en preservación de bosques y humedales
	Participación ciudadana
	Coordinación institucional
Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos	Gestionar con el INA y el MAG capacitaciones sobre técnicas de aprovechamiento de residuos sólidos

Estas 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 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 4, basada en esta referencia, conceptualiza los conceptos a manejar.

Figura 4. Conceptualización del riesgo climático



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

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 se 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.

El análisis deberá estar basado 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 va a ser realizado por medio de indicadores espaciales, que serán 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

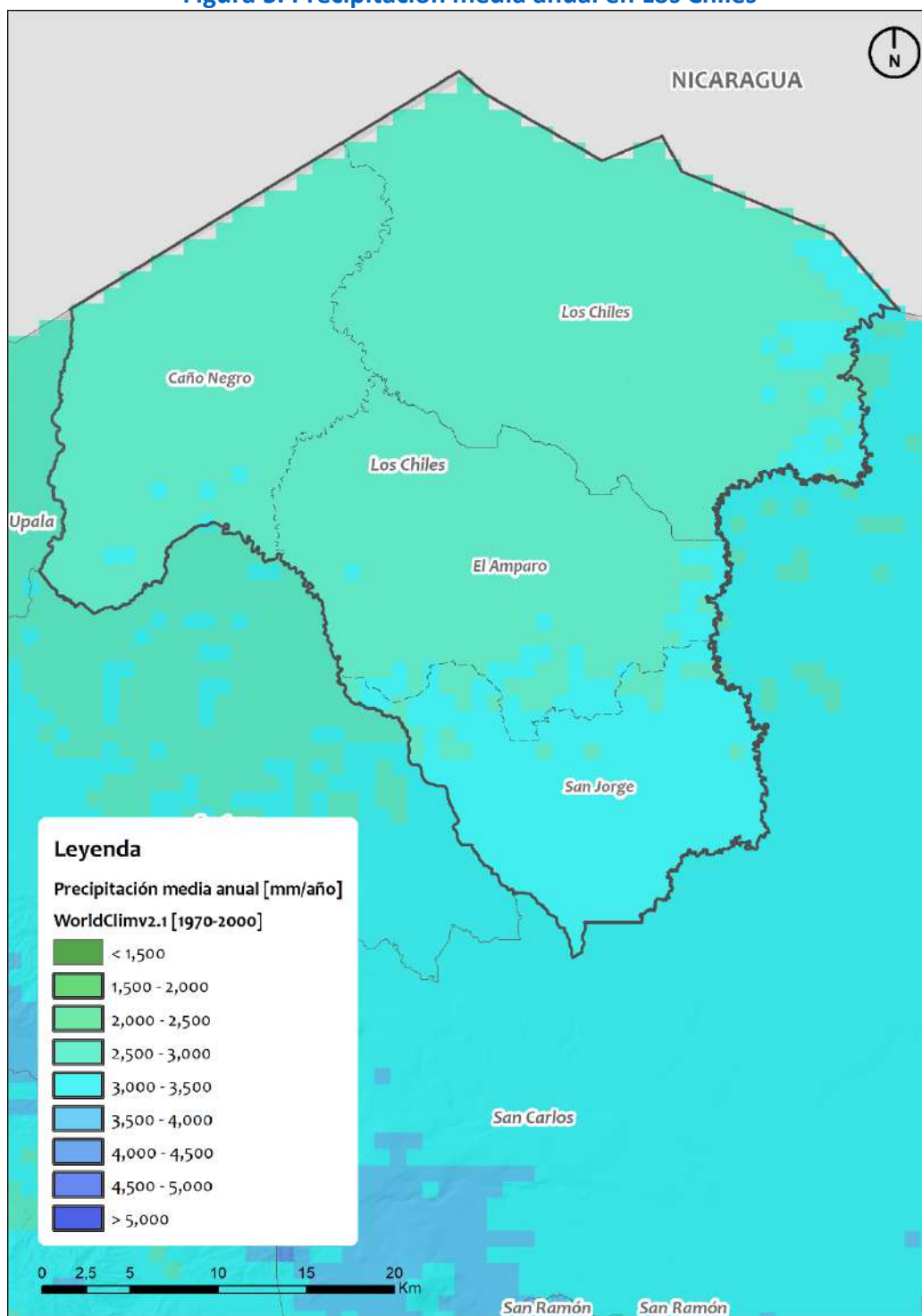
En la elaboración de este apartado se ha utilizado tanto información de estaciones meteorológicas del INM, así como mapas de las principales variables climáticas (precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima) de la iniciativa WorldClim, para poder analizar su distribución y variabilidad espacial. WorldClim es una base de datos 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.

El clima en el cantón de Los Chiles, incluido en la región climática Pacífico Norte, es cálido húmedo-muy húmedo. Influido por los vientos alisios que ingresan por la costa del Caribe y parte noroeste del país, se presentan dos estaciones climáticas bien definidas conformadas por una época seca y otra época lluviosa (de mayo a diciembre) Durante esta época de lluvias, las precipitaciones comprenden entre los 2.000 mm y los 3.000 mm anuales.

4.1.1 Precipitación

Los Chiles cuenta con una precipitación media de 2.878,9 mm/anuales, parcialmente homogénea en el centro y norte del cantón, con cerca de 2.500 mm/año y aumenta en el sur, en el distrito de San Jorge entorno a los 3.000 mm/año.

Figura 5. Precipitación media anual en Los Chiles

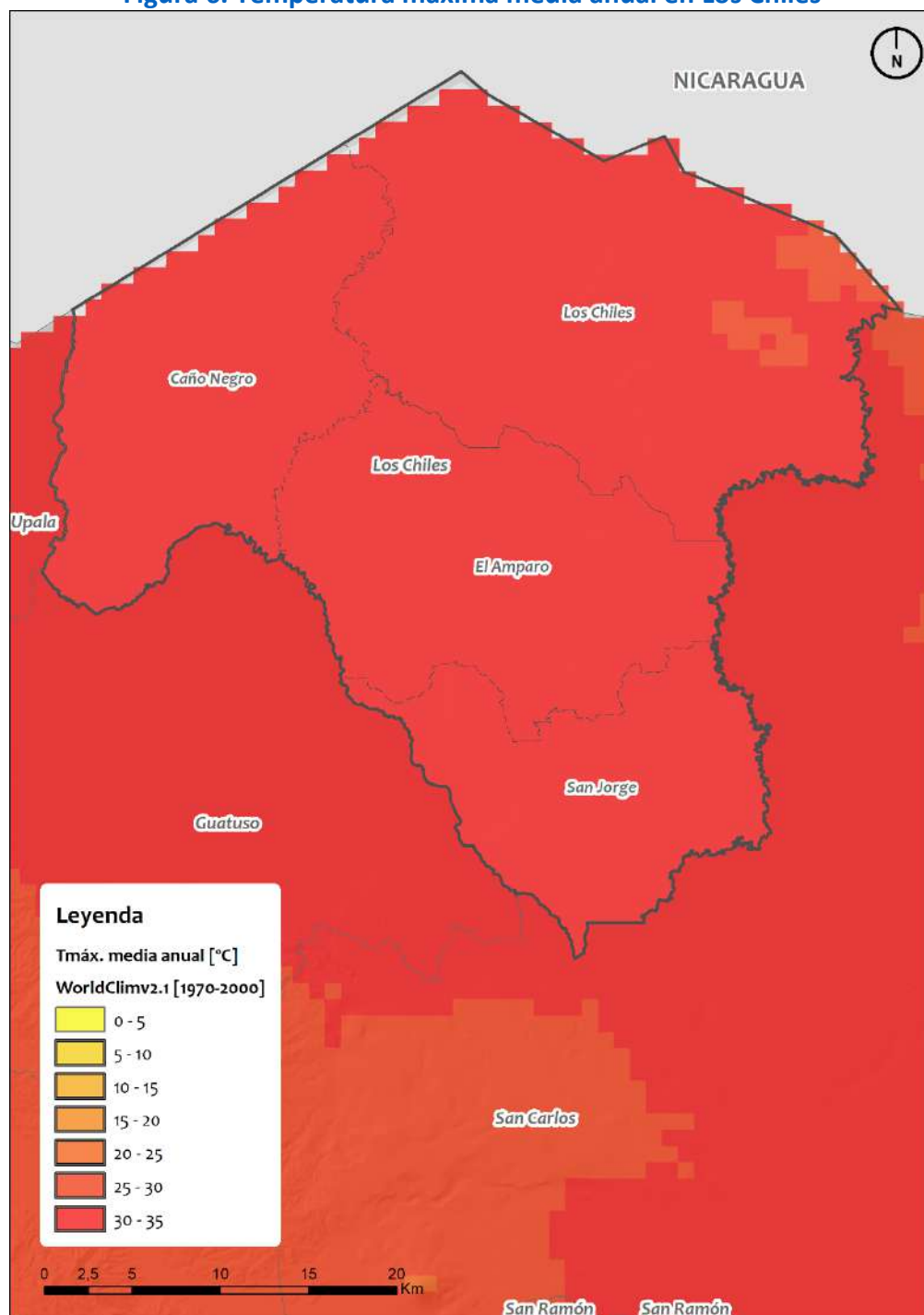


Fuente: IDOM-CPSU IDOM-CPSU a partir de los datos de WorldClim (2021).

4.1.2 Temperatura

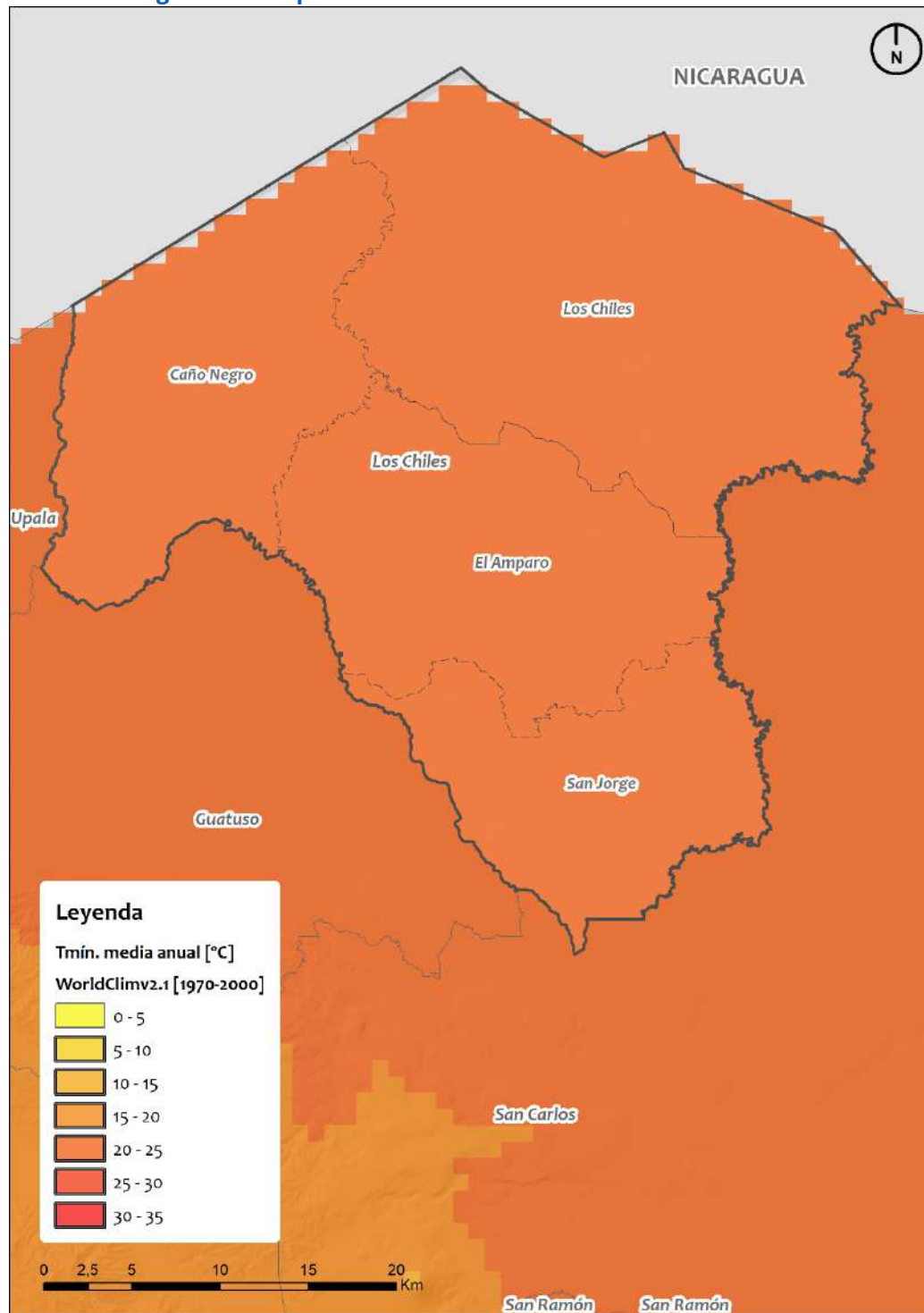
La distribución de la temperatura máxima (Figura 6) es homogénea en todo el cantón, con una media de 30,3°C, sin variaciones apreciables entre las máximas y mínimas. De igual forma, la temperatura mínima (Figura 7) es constante, de media 21,9°C con una mínima variación de 1°C entre las mínimas y las máximas.

Figura 6. Temperatura máxima media anual en Los Chiles



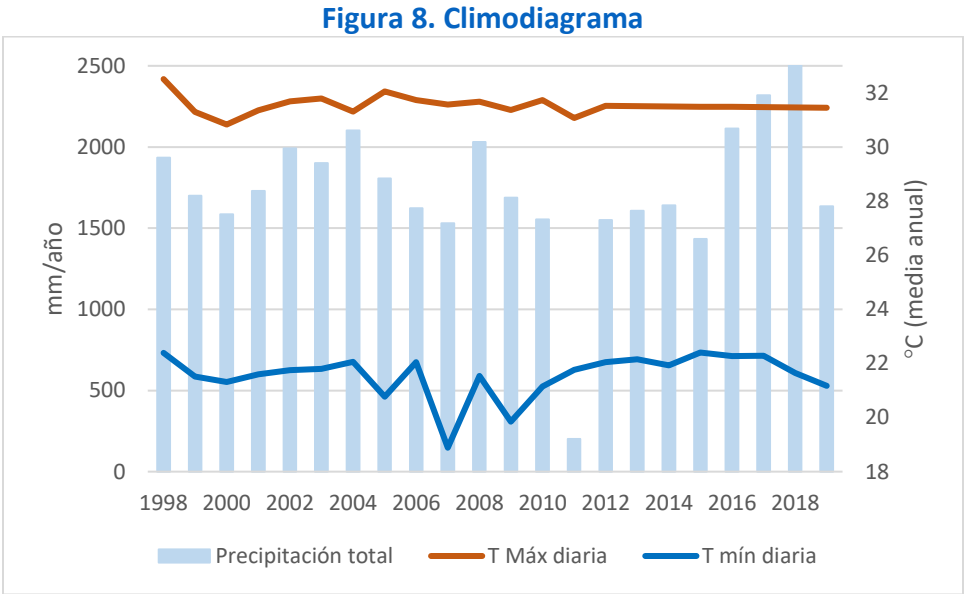
Fuente: IDOM-CPSU a partir de los datos de WorldClim (2021).

Figura 7. Temperatura mínima media anual en Los Chiles



Fuente: IDOM-CPSU a partir de los datos de WorldClim (2021).

En base a los datos del Instituto Meteorológico Nacional (IMN), para las estaciones de Laguna Caño Negro y Comando Los Chiles, que son las más cercanas al cantón, se completa el siguiente perfil térmico y pluviométrico (Figura 8. Climodiagrama), 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).

4.1.3 Eventos asociados al clima

Los Chiles han experimentado a lo largo de la historia los impactos de distintos eventos naturales que han tenido consecuencias desastrosas 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 este cantón son los siguientes:

Tabla 4. Eventos asociados al clima (1988-2019)

Nº	Evento	Tipo de evento	Año	Duración	Distrito
1	Depresión tropical 12	Lluvias intensas	Nov 1994	7 días	-
2	ENOS	Sequía	1997-1998	366 días	-
3	Inundaciones en la vertiente del Caribe y Zona Norte	Lluvias intensas	Dic 2003	3 días	San Jorge, Los Chiles y El Amparo
4	Sequía en Guatuso, Los Chiles, Upala y San Carlos (La Niña)	Sequía	Jun 2007	6 días	Los Chiles, Caño Negro, El Amparo y San Jorge
5	Inundaciones y deslizamientos asociados a sistemas de baja presión en Zona Norte y Vertiente Caribe	Lluvias intensas	Jun 2007	10 días	Los Chiles, Caño Negro, El Amparo y San Jorge
6	Huracán Otto	Lluvias intensas	Nov 2016	12 días	Los Chiles, Caño Negro, El Amparo y San Jorge
7	Tormenta tropical Nate	Lluvias intensas	Oct 2017	5 días	Los Chiles y El Amparo

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. 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 variable. En la Tabla 5 se aprecia como para el escenario RCP 4.5 se muestra una tendencia dispar. Para el horizonte temporal cercano (2030) prácticamente no hay modificación de la precipitación media anual, sin

embargo, la tendencia se revierte en el futuro lejano habiendo una disminución de la variable del 2,47%.

Para el escenario RCP 8.5 la tendencia es diferente. Ambos horizontes temporales muestran un aumento de la precipitación media, sin embargo, el incremento en el horizonte temporal más cercano (2030) es mayor que el del horizonte temporal del año 2060 (5,62% frente a 0,24%).

Tabla 5. Proyecciones climáticas de precipitación en Los Chiles

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en la precipitación media anual (%)	RCP4.5	2030	0,01 %	0,10 %	-0,09 %	0,11 %
		2060	-2,47 %	0,19 %	-2,65 %	-2,28 %
	RCP8.5	2030	5,62 %	0,58 %	5,04 %	6,21 %
		2060	0,24 %	0,50 %	-0,26 %	0,74 %

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, en la Tabla 6 se aprecia como la temperatura máxima sufre un aumento progresivo en los diferentes periodos temporales (2030 y 2060). Para el RCP4.5 aumenta más de 1,5°C en el periodo temporal más lejano y para el escenario de emisiones RCP8,5 llega a superar los 2 grados de temperatura de incremento en el horizonte temporal asociado al 2060.

Tabla 6. Proyecciones climáticas de temperatura máxima en Los Chiles

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en la precipitación temperatura máxima (°C)	RCP4.5	2030	0,97 °C	0,00 °C	0,97 °C	0,97 °C
		2060	1,63 °C	0,00 °C	1,63 °C	1,63 °C
	RCP8.5	2030	1,09 °C	0,00 °C	1,09 °C	1,09 °C
		2060	2,33 °C	0,00 °C	2,32 °C	2,33 °C

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

Por otro lado, la temperatura mínima sigue un patrón muy similar al anterior (ver Tabla 7). Para el escenario de emisiones RCP 4.5 hay un aumento de temperatura mínima de más de un grado y medio. De nuevo, en el escenario de emisiones RCP 8.5 el aumento de la temperatura mínima llega hasta los 2,29°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 7. Proyecciones climáticas de temperatura mínima en Los Chiles

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en la precipitación temperatura mínima (°C)	RCP4.5	2030	0,90 °C	0,00 °C	0,90 °C	0,90 °C
		2060	1,53 °C	0,00 °C	1,53 °C	1,53 °C
	RCP8.5	2030	1,11 °C	0,00 °C	1,11 °C	1,11 °C
		2060	2,29 °C	0,00 °C	2,29 °C	2,29 °C

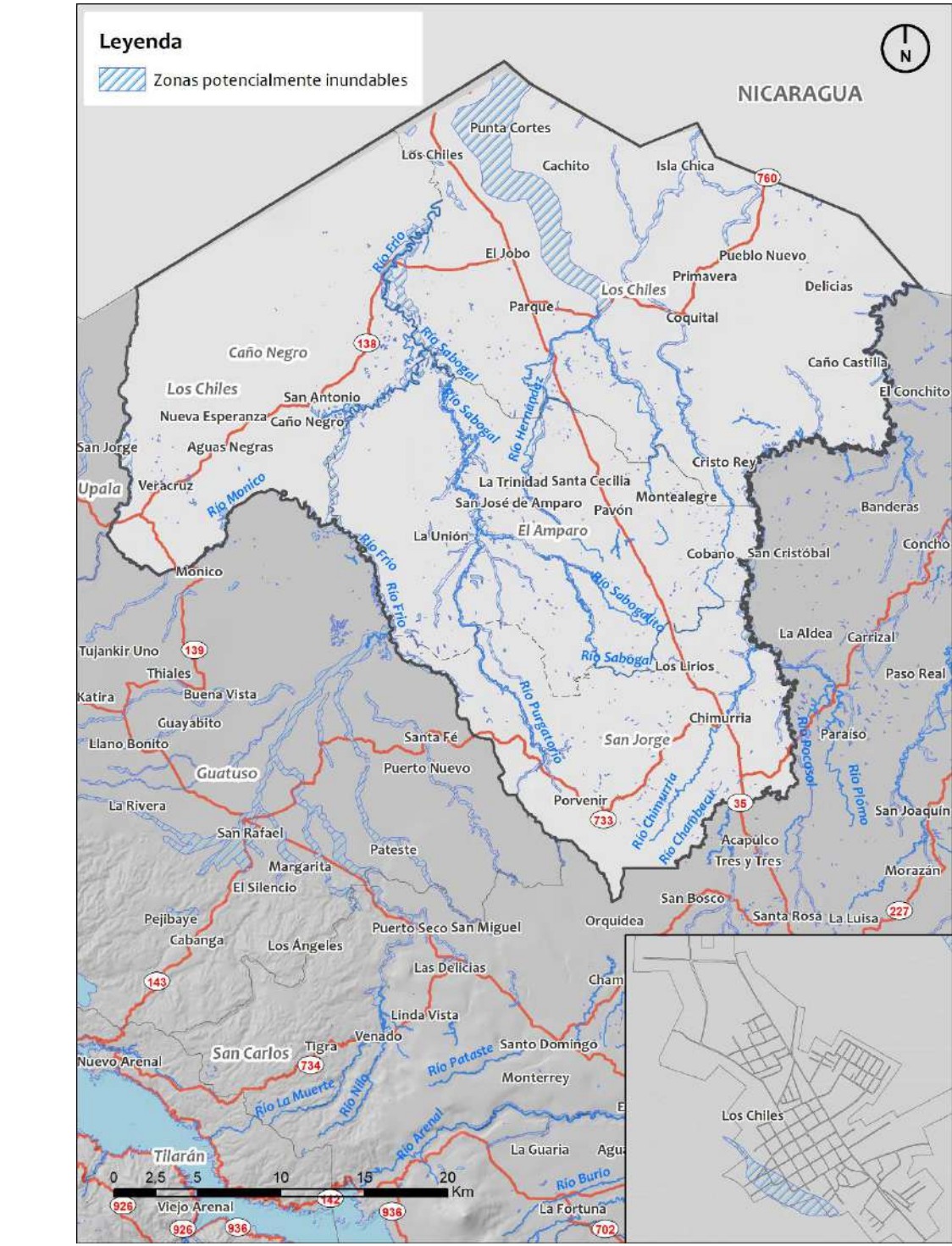
Fuente: IDOM-CPSU (2021)

4.3 Amenazas a considerar

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 Los Chiles, que son: inundaciones, deslizamientos, sequías, olas de calor.



Fuente: IDOM-CPSU (2021) a partir de la información de la CNE (2006)

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, el flujo de los ríos y quebradas que conforman la red fluvial de Los Chiles, se compone por los ríos Pocosol, Medio Queso, Hernández, Sabogal, Frío, Purgatorio y Medio Quesito, principalmente. Esta red se ve limitada por el desarrollo urbano carente de planificación, que ocupa las planicies de inundación, y por la mala gestión de residuos que da espacio a que se lancen desechos sólidos hacia los cauces. Estas circunstancias amplifican las consecuencias de las inundaciones e incrementan su frecuencia, puesto que los flujos no siguen su cauce natural.

Las zonas o barrios más afectados por las inundaciones de ríos y quebradas del cantón son Los Tornos, La Gloria, San Ramón, Pocosol, Fincas, Conchas, Rosario, Delicias, Santa Lucía, La Cruz, San Antonio, Medio Queso, Ángeles, Punta Cortés, El Corozo, Hernández, Los Corrales, San Macario, El Amparo, Playuelitas, San Emilio, San Jerónimo, Los Chiles, Los Barriles, San Jorge y Gallo Pinto; tal y como señala la documentación de la CNE².

4.3.2 Deslizamientos

Pueden deberse a períodos de fuertes lluvias e influyen de forma directa las características topográficas y geológicas del cantón, que hacen que este sea vulnerable a procesos de inestabilidad de suelos. Especialmente en las zonas donde se han hecho cortes de carretera o 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.

El riesgo antes eventos extremos secos tiene una distribución espacial concentrada especialmente en los poblados fronterizos con Nicaragua, como Caño Negro, el asentamiento urbano de Los Chiles, poblados como la Rambla y la Trocha, entre otros.

² Disponible en: https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/mapas_amenzas/alajuela.aspx

4.3.4 Olas de calor

Los períodos de altas temperaturas derivan en situaciones de estrés térmico, en estas condiciones surgen lo que se conoce como olas de calor.

En los ámbitos 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 incrementa la exposición de la población a mayores temperaturas diarias y nocturnas, por lo que aumenta el riesgo sobre la salud. Como se ha señalado en el apartado 3.2.3, en los últimos 20 años ha aumentado la huella urbana, lo que define una tendencia global que se dirige hacia la urbanización. Esta situación puede incrementar los efectos de las olas de calor sobre el cantón de forma paralela.

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 los desencadenantes climáticos de lluvias intensas, 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 Climdex³, 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 asociados 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 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).

³ <https://www.climdex.org/>

En la Tabla 8 se aprecia el nivel de la amenaza correspondiente a los porcentajes de cambio previamente presentados. Como se observa, los porcentajes de cambio están todos prácticamente por debajo del 10% con los dos escenarios climáticos y períodos temporales, a excepción del RCP8.5 para el horizonte temporal más cercano con un 12% aproximadamente. Esto quiere decir que los episodios de lluvias intensas no aumentarán de forma significativa, a excepción del escenario RCP8.5 en el año 2030, donde el nivel de amenaza se considera “medio-bajo”. Como se observa en la Tabla 30, si el porcentaje de cambio del índice respecto al histórico es entre 0 y 10%, el nivel de amenaza es bajo lo que significa que el número de días con lluvias extremas por encima del percentil 95 del período analizado registra un aumento de hasta un 10% con respecto al número de eventos recogidos durante el período de referencia. Si el porcentaje de cambio está entre 10 y 20%, el número de días de lluvias extremas registra un aumento entre ese rango porcentual. En este caso tampoco se esperan cambios significativos en la tendencia de lluvias extremas.

Tabla 8. Porcentajes de cambio de la variable R95p

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en el R95p	RCP4.5	2030	1,50 %	0,31 %	1,19 %	1,81 %
		2060	0,78 %	0,06 %	0,71 %	0,84 %
	RCP8.5	2030	12,11 %	0,27 %	11,84 %	12,38 %
		2060	7,31 %	0,05 %	7,26 %	7,36 %

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) del año 2006 donde se zonifica las zonas potencialmente inundables en el cantón.

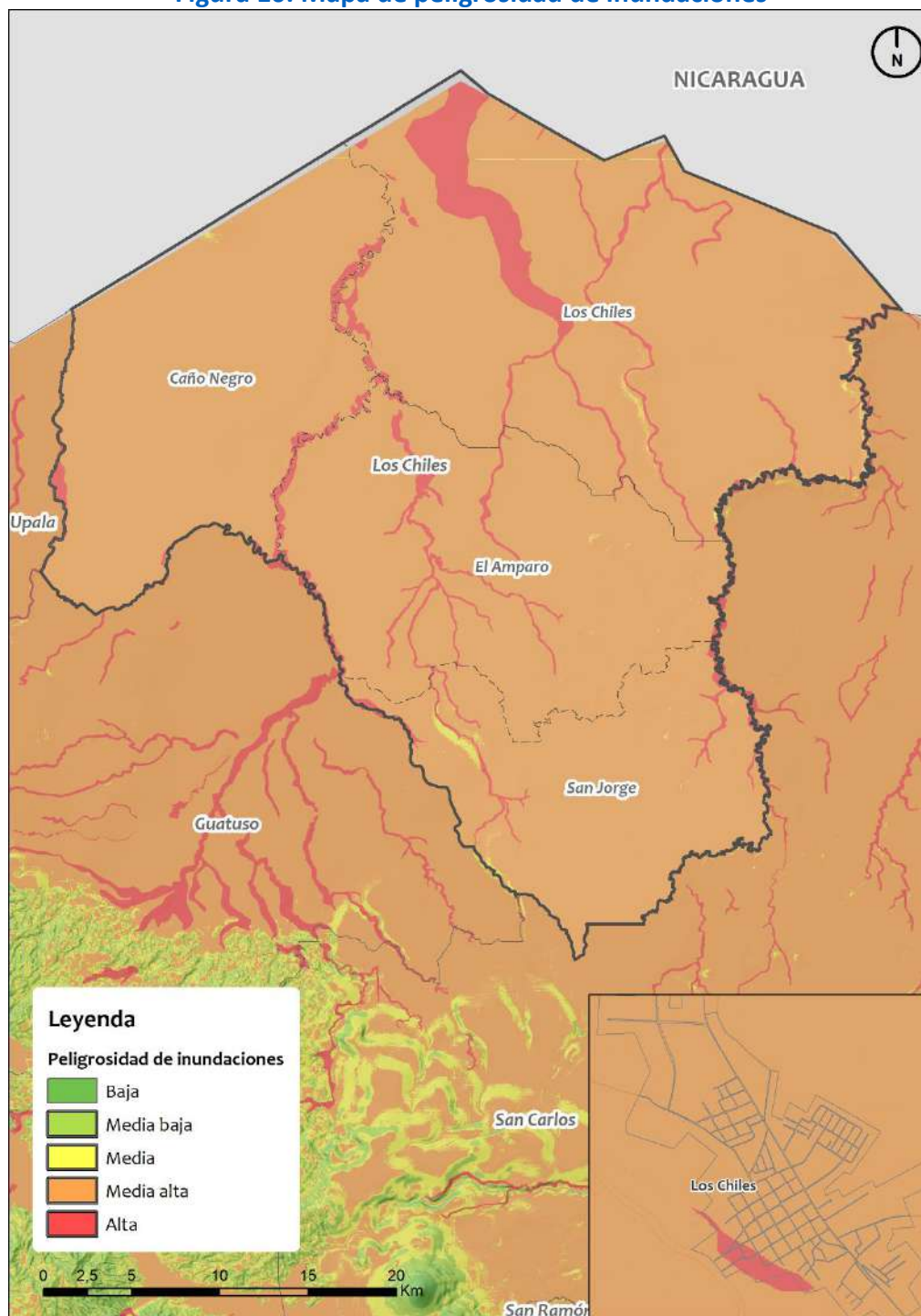
Por otro lado, se ha procedido a la generación de un mapa de susceptibilidad simplificado, obtenido a partir del mapa de pendientes. Así, las zonas con pendientes más bajas y asociadas a valles y depresiones (inferiores al 2%) son las que presentan una mayor probabilidad a anegamientos o desbordamiento de los cauces.

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

Peligrosidad actual a inundaciones

Como se ve en el zoom de la Figura 10, la zona urbana de Los Chiles tiene un nivel medio alto en casi toda su superficie con una franja con nivel alto que corresponde con río Frío.

Figura 10. Mapa de peligrosidad de inundaciones



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 de la Tabla 8.

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.

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 este sentido, en Los Chiles, de acuerdo con los porcentajes de cambio definidos en la Tabla 8, el incremento de la peligrosidad es bajo para el RCP 4.5 por lo que no hay una modificación de los mapas generados para la peligrosidad actual, sin embargo, el incremento es medio-bajo para el RCP 8.5, por lo que hay un ligero aumento en la peligrosidad principalmente de las categorías bajas y medias-bajas.

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.

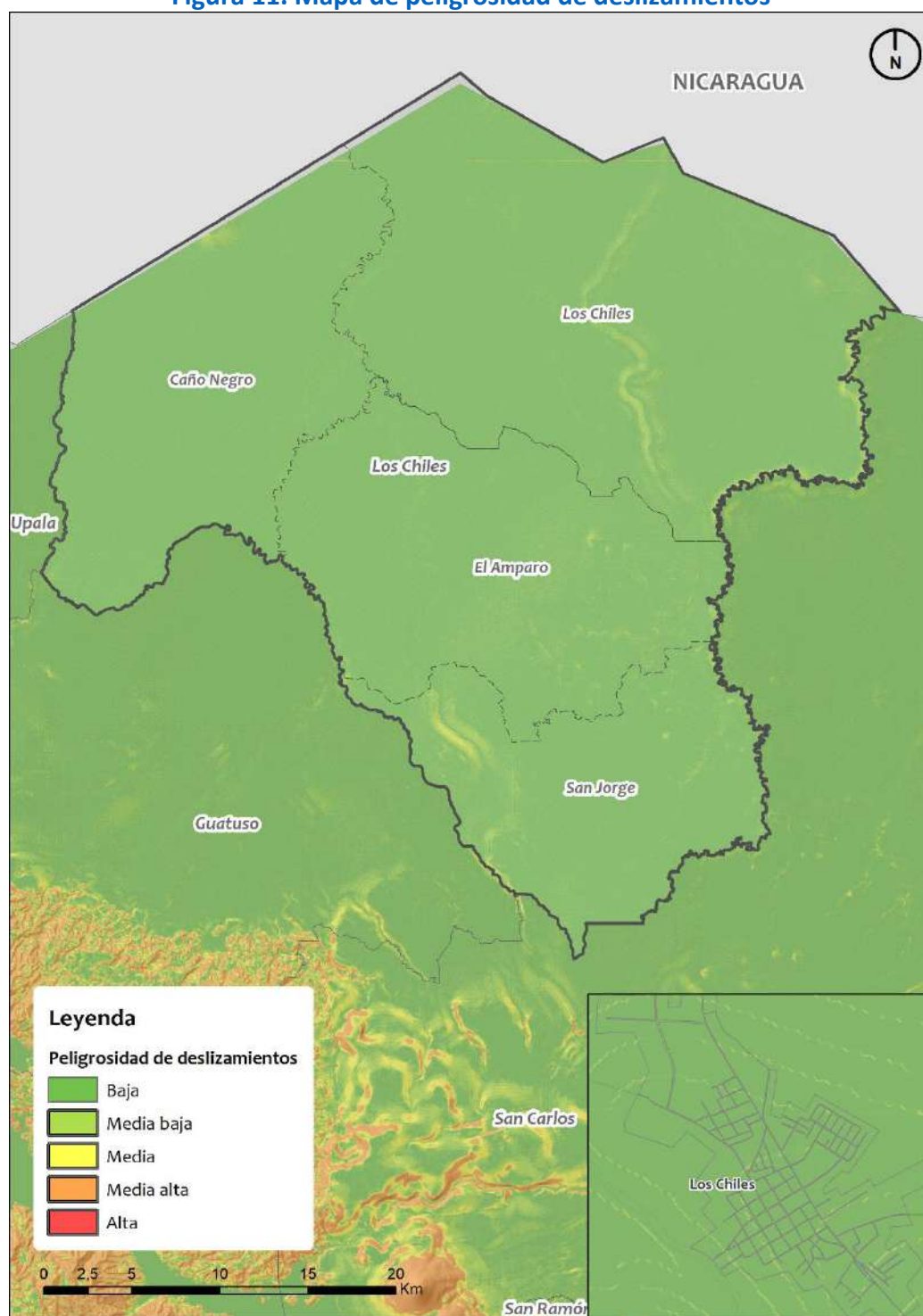
Actualmente no existe un mapa de susceptibilidad a deslizamientos en Costa Rica, por lo que, para el segundo análisis, se ha optado por una simplificación de la susceptibilidad a través de un mapa de pendientes. Así, las zonas con pendientes más altas y asociadas zonas escarpadas son las que presentan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

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 actual a deslizamientos

Este mapa de peligrosidad (Figura 11) refleja la misma realidad que el mapa de susceptibilidad, puesto que se trata de un cantón sin una orografía abrupta.

Figura 11. Mapa de peligrosidad de deslizamientos



Fuente: IDOM-CPSU

Peligrosidad futura a deslizamientos

Para la obtención de los mapas de peligrosidad por deslizamientos 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 precipitaciones intensas R95P de la Tabla 8.

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 inundación en los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para los horizontes 2015-2045 y 2045-2075.

En este sentido, en Los Chiles, de acuerdo con los porcentajes de cambio definidos en la Tabla 8, el incremento de la peligrosidad es bajo para el RCP 4.5 por lo que no hay una modificación de los mapas generados para la peligrosidad actual, sin embargo, el incremento es medio-bajo para el RCP 8.5, por lo que hay un ligero aumento en la peligrosidad principalmente de las categorías bajas y medias-bajas.

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 son⁴:

- 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.

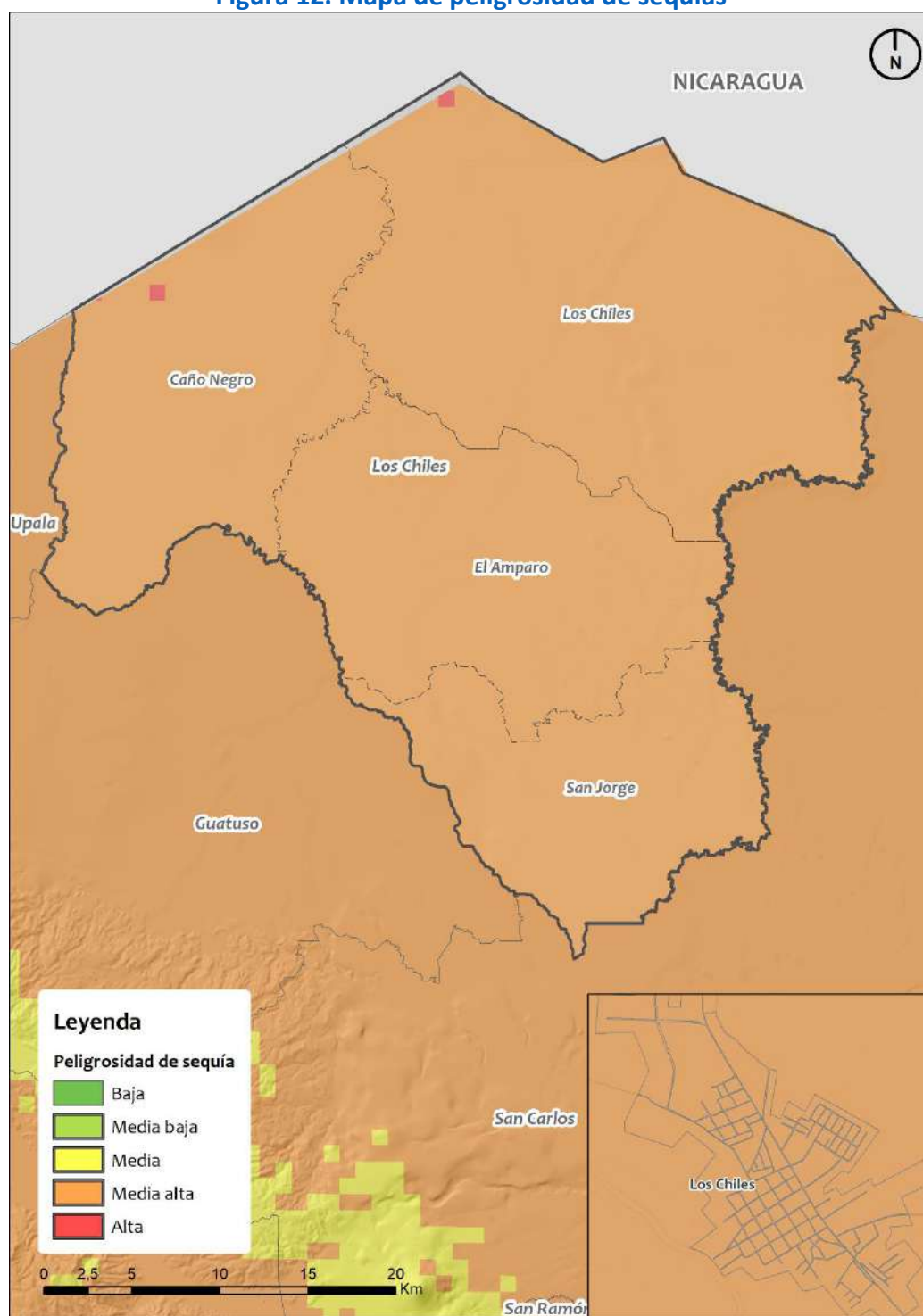
⁴ (Mishra & Singh, 2010)

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 Figura 12. Mapa de peligrosidad de sequías donde la mayor parte del cantón tiene un nivel de peligrosidad medio alto en cuanto a los eventos de sequía. Solo aparecen dos pequeñas manchas con un nivel alto en la parte norte de los distritos de Caño Negro y Los Chiles, próximos a la frontera con Nicaragua.

Figura 12. Mapa de peligrosidad de sequías



Fuente: IDOM-CPSU

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 9 se presenta el porcentaje de cambio del indicador CDD bajo los dos escenarios RCP y horizontes temporales considerados. En general, el porcentaje de cambio del índice es menor al 10% en todos los escenarios y horizontes temporales (excepto para el RCP8.5 y el periodo temporal más lejano). Como se indica en la Tabla 38, si el porcentaje de cambio del índice respecto al histórico es inferior al 25%, se considera un nivel de amenaza bajo, por lo que existe un ligero aumento en el número de días secos consecutivos con respecto al período de referencia, pero poco significativo.

Tabla 9. Porcentajes de cambio de la variable CDD

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
CDD	RCP4.5	2030	2,62 %	0,14 %	2,48 %	2,75 %
		2060	3,77 %	1,07 %	2,71 %	4,84 %
	RCP8.5	2030	4,63 %	1,95 %	2,68 %	6,58 %
		2060	12,49 %	1,56 %	10,92 %	14,05 %

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

De acuerdo con los porcentajes de cambio definidos en la Tabla 9 y los rangos establecidos en la Tabla 39, se ha procedido a obtener los mapas de peligrosidad por sequía en los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para los horizontes 2015-2045 y 2045-2075. Sin embargo, en Los Chiles, el incremento de la peligrosidad es bajo (todos los casos por debajo del 25%) por lo que no hay una modificación de los mapas generados para la peligrosidad actual.

Como se ha descrito anteriormente, que la peligrosidad no se vea modificada de acuerdo con los rangos establecidos en la Tabla 39, no quiere decir que el indicador de número de días secos consecutivos no vaya a cambiar, sino que va a cambiar en unos porcentajes pequeños como para que supongan un cambio significativo en la peligrosidad frente a sequías.

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 calor⁵ (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).

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 las 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

⁵ 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.

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 WDSI 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 10).

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** se refieren 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 4.1. En este caso, se han agrupado por los sectores: población, hábitat urbano, sector primario, infraestructuras, equipamientos y áreas protegidas.

Tabla 10. Receptores sensibles

Sector	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	Aeródromos
	Vías	Carreteras y caminos
	Puentes	Relacionados con la red vial
Equipamientos	Educación	Centros educativos
	Recurso hídrico	ASADAS
Áreas protegidas	Humedales	Zonas húmedas protegidas
	Áreas naturales	Áreas Silvestres Protegidas (ASP) y corredores biológicos

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

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 los impactos potenciales de cada una de las cadenas de impacto, así como la cuantificación de los daños económicos derivados de los eventos sucedidos.

El fenómeno de la **inundación**, en general, afecta de forma negativa a la población, generando víctimas mortales y heridos; 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 11. Cadenas de impactos asociadas a las inundaciones

Sector	Receptor	Potenciales impactos
Población	Población	Incremento de la accidentalidad y probabilidad de siniestros con daño personal
		Enfermedades por vectores como dengue, zika, malaria o chikungunya. Especialmente en el sector este del distrito de Los Chiles
		Posible aumento de las migraciones
Hábitat urbano	Hábitat urbano	Daños estructurales a edificaciones y viviendas. Anegamiento
Sector primario	Agrícola	Posible pérdida de cosechas (raíces y tubérculos, frijol, caña de azúcar) por fuertes lluvias

Sector	Receptor	Potenciales impactos
	Pecuario	Aumento de costos de producción como consecuencia de proliferación de plagas y por dificultad en los procesos de cosecha
		Posible pérdida de cabezas de ganado
		Aumento de la dificultad en el manejo del ganado por lo que aumenta la mosca de establo
		Posible desabastecimiento de alimentos para el ganado derivados de la agricultura y por baja disponibilidad de pastos naturales y mejorados para alimentación animal
		Aumento de costos derivados de la necesidad de adquirir otras fuentes de alimentación
Infraestructuras	Aeródromos Vías Puentes	Posibles daños físicos a la infraestructura de movilidad
		Impacto económico por interrupción del servicio
		Posible corte en la circulación y operatividad. Interrupción del servicio e incomunicación entre distritos
Equipamientos	Educación	Posibles daños en las edificaciones educativas e interrupción del servicio
	Salud	Afección a los ATAPs por incomunicación en las vías
	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
		Posible efecto sobre la calidad del agua

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

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 y daños físicos sobre la población, daños a cultivos, destrucción de carreteras y caminos, generación de avalanchas de lodo o daños a infraestructuras básicas como los puentes.

En caso de generación de represamientos y posteriores flujos de lodo, las zonas que presentan mayor vulnerabilidad corresponden con las mismas que se han citado en relación con las inundaciones.

Tabla 12. Cadenas de impactos asociadas a los deslizamientos

Sector	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 Vías Puentes	Posibles daños físicos a la infraestructura de carreteras, caminos y puentes
	Educación	Posibles daños en las edificaciones educativas e interrupción del servicio
Equipamientos	Salud	Posibles daños en las edificaciones sanitarias 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

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

Como se ha incluido en el apartado 4.1.3, los distintos desastres asociados al 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.

Tabla 13. Cuantificación de daños por eventos organizado por receptores

Tipo de evento	Daños (\$)			
	Agropecuario	Vías	Puentes	TOTAL
Deslizamiento	-	1.978.536,32	-	1.978.536,32
Inundación	-	73.757,85	-	73.757,85
-	14.609.559,49	21.160.600,20	18.706.523,76	54.476.683,45
TOTAL	14.609.559,49	23.212.894,37	18.706.523,76	56.528.977,62

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

La estimación total de los daños derivados de los eventos sucedidos en este cantón supera los **cincuenta y seis millones de dólares (USD)**. Cabe señalar que las mayores cifras se dan en eventos que no se incluyen en ninguna categoría (-) y los debidos a deslizamientos, movimientos de masa y derrumbes que se han cuantificado de forma unitaria, aunque con bastante diferencia entre ellos. En cuanto a los receptores, los impactos sobre las vías y puentes son los que mayores costes han supuesto, aunque muy seguidos de los daños a cultivos y explotaciones pecuarias (sector agropecuario).

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.

El sector agrícola puede sufrir las consecuencias en su producción, puesto que se trata del sector productivo predominante en el cantón. Se dedica principalmente al ganado vacuno y al cultivo de naranja, entre otros, que se pueden ver afectados de forma directa e indirecta por las consecuencias de la falta de recursos hídricos.

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.

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

Tabla 14. Cadenas de impactos asociadas a las sequías

Sector	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. Encarecimiento de la cadena productiva
		Expansión de frontera agrícola e invasión de zonas naturales
		Sobreexplotación de agua subterránea
	Pecuario	Posible pérdida de áreas de pastoreo
		Posible pérdida de productividad por reducción de abastecimiento de agua e impacto económico asociado
		Desabastecimiento de los pastos mejorados. Disminución de la alimentación para el ganado e impacto económico sobre el ganadero por gasto en otros alimentos
Áreas protegidas	Humedales Áreas naturales	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
		Cambios en la biota de los humedales: el junco desaparece en favor de la navajuela que es una especie invasora
		Aumento de la proliferación de mosquitos
		Afección por aumento de incendios o baja disponibilidad de agua
		Generación de suelos desnudos y estériles
		Posible disminución de los servicios ecosistémicos de resguardo y provisión

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

Respecto a lo eventos o desastres asociados al clima ocurridos en Los Chiles en relación con el déficit de precipitaciones, MIDEPLAN incluye ENOS de 1997-1998, o lo que es lo mismo, el fenómeno de El Niño. En esa ocasión fue uno de los más devastadores en toda América Latina. En el caso de Costa Rica, que ya venía de una situación donde las precipitaciones habían descendido en el período de lluvias, este fenómeno propició la continuación e intensificación de la sequía, que lógicamente tuvo repercusiones en todos los elementos de la sociedad (Organización Panamericana de la Salud, 2000). Además, en junio de 2007 hubo una gran sequía en este cantón y en Guatuso, Upala y San Carlos, con motivo de La Niña.

En la siguiente tabla se cuantifican los daños económicos asociados a este evento:

Tabla 15. Cuantificación de daños por eventos organizado por receptores

Tipo de evento	Daños (\$)	
	Agropecuario	TOTAL
El Niño/La Niña	7.803.420,5	7.803.420,5
TOTAL-	7.803.420,5	7.803.420,5

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

Como cabe esperar de un evento de tal envergadura relacionado con períodos de sequía, la agricultura y ganadería (agropecuario) son los receptores que reciben todos los daños, que en este caso se ha estimado en casi **ocho millones de dólares (USD)**.

4.5.3 Altas temperaturas

Otra amenaza recurrente son las **olas de calor**. El efecto más destacado que se puede atribuir a estas corresponde con la salud de la población. Estas 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 de la población.

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

Sector	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 (2021).

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

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 más vulnerables, teniendo en consideración que han sido históricamente excluidas debido a desigualdades sociales preexistentes, pero que representan 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: mujeres, niñas, niños y adolescentes, personas adultas mayores, 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	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 de 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
Niñas, niños y adolescentes	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
Persona adulta mayor	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
Migrantes	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 u originarios en la búsqueda del recurso
Comunidades campesinas	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

Fuente: IDOM-CPSU

4.6 Exposición y vulnerabilidad

Para poder analizar y cuantificar la vulnerabilidad del cantón, 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 el territorio de Los Chiles.

En las tablas siguientes se presentan los indicadores en relación con cada una de las amenazas (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.

Igualmente, se ofrecen algunos resultados significativos del análisis de vulnerabilidad desarrollado por cada receptor.

Tabla 18. Indicadores de análisis de las amenazas

Sector	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	ATLAS CR 2014 Censo Agropecuario	Baja	Concordancia uso/capacidad
							Media	Concordancia restringida
							Alta	Divergencia uso/capacidad

Sector	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	Aeródromos	Deslizamientos Inundaciones	Aeródromos	IGN MOPT	Tipo de aeródromos	IGN MOPT	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
	Puentes		Puentes	IGN	Tipo de puente	IGN	Baja	Vías Nacionales / Autopistas / Pavimentadas
							Media	Vías cantonales / Centro urbano
							Alta	Caminos / Vereda / Caminos de tierra
Equipamientos	Educación	Deslizamientos Inundaciones	Centros educativos	MEP	Tipo de centro educativo	MEP	Baja	Colegio virtual
							Media	CINDEA / Colegio público / Colegio nocturno / CTP / Escuela nocturna / Escuela pública / IPEC / Telesecundaria

Sector	Receptor	Amenaza	Indicador exposición	Fuente	Indicador vulnerabilidad	Fuente	Rangos	
	Recurso hídrico		ASADAS	PNUD	ASADAS	PNUD	Alta	Preescolar público / Centro especial / CAIPAD
							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
	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 (2021).

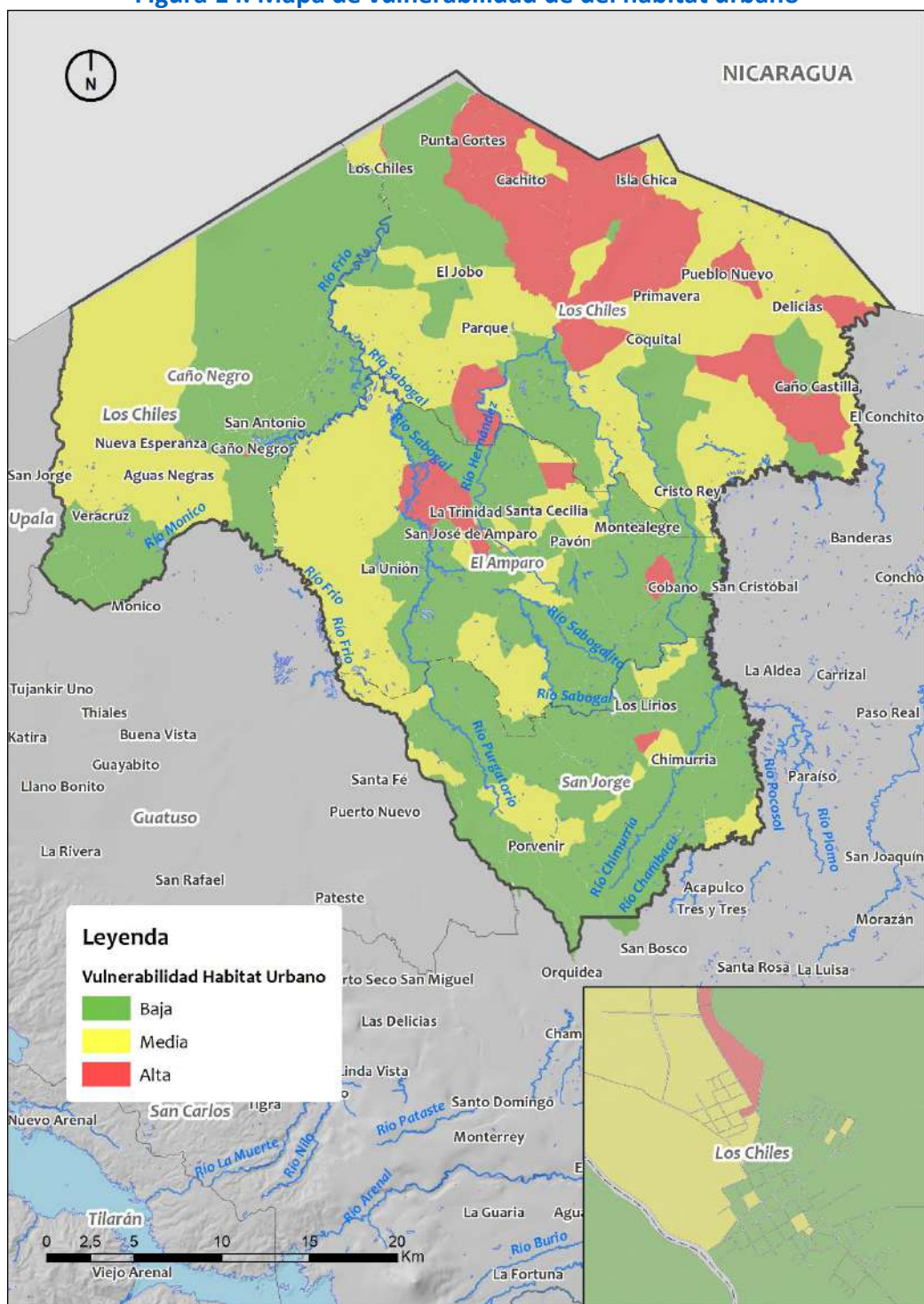
Plan de Acción para la Adaptación Climática de Los Chiles

Producto 2 - Diagnóstico

Fuente: IDOM-CPSU (2021).



Figura 14. Mapa de vulnerabilidad de del hábitat urbano



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

Como se puede ver en la Figura 13, la vulnerabilidad de la población es predominantemente media a lo largo del cantón salvo en algunas zonas de la frontera norte y en la parte central (principalmente alrededor de San José del Amparo y San Jorge) donde el valor es alto. Se

trata de un cantón donde el 80% de la población vive en zonas rurales y la densidad es baja en términos generales. En la zona urbana de Los Chiles, a pesar de que la población con necesidades básicas insatisfechas es en términos generales reducida, la densidad de población, así como la población vulnerable en términos de edad (inferior a 18 y superior a 60 años) tiene valores medios, en función de los rangos utilizados para estos indicadores (Tabla 18). Destacan tres parcelas que debido a la alta densidad tienen un valor alto de vulnerabilidad. En las zonas rurales, los valores también son medios, pero la población con NBI es mayor.

En cuanto a la representación de la vulnerabilidad del hábitat urbano en el cantón (Figura 14), en términos generales el nivel es bajo en casi el total del cantón. En las zonas donde la vulnerabilidad es alta es debido a que tanto el hacinamiento como el número de viviendas en estado malo es alto. En el caso de la zona urbana de Los Chiles, la vulnerabilidad de hábitat urbano es principalmente baja (aunque se encuentren parcelas con valor medio). Las tres parcelas que disminuyen de categoría (de alto a bajo) entre el análisis de población y el de hábitat urbano es como resultado de que el estado de las viviendas es bueno, y en el análisis del hábitat urbano no se ha considerado la densidad de población.

4.7 Caracterización clasificación de riesgos climáticos

Este capítulo recoge el trabajo acumulado para componer el análisis espacial de riesgos climáticos, atendiendo a la metodología presentada en el Anexo 1. Metodología para el análisis de riesgos. El riesgo climático es el resultado de la coincidencia en el espacio/tiempo de tres componentes:

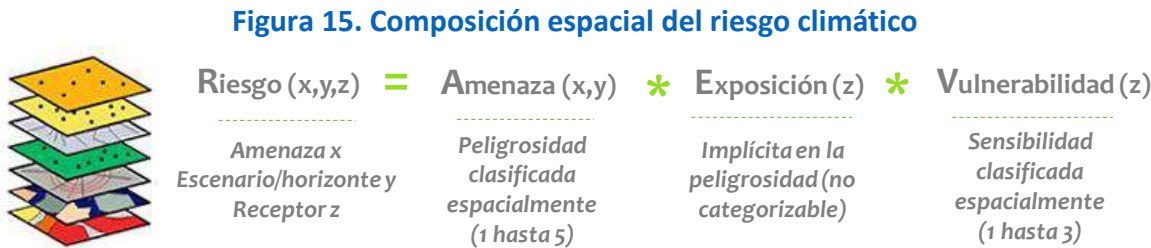
- **Amenaza** definida por su peligrosidad bajo distintos escenarios y horizontes temporales.
- **Exposición** de un receptor concreto en relación con la peligrosidad analizada.
- **Vulnerabilidad** determinada por la sensibilidad y capacidad adaptativa del receptor considerado en relación con la amenaza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

Las amenazas climáticas consideradas han sido inundaciones, deslizamientos, sequías y olas de calor. En el apartado 4.4 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 4.6. 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.



Fuente: IDOM-CPSU (2021) (2021).

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 (Figura 16 y Figura 17).

En el caso de las inundaciones, **los resultados son iguales en todos los escenarios analizados.**

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. En esta se puede ver cómo los receptores de población y hábitat urbano se ven afectados principalmente por una categoría de riesgo medio-alto, superando el 80% en ambos.

En el caso de la población, casi el 19% se encuentra en riesgo alto. El perfil de esta se caracteriza por estar compuesta por un 44% de mujeres y alrededor del 50% en edades inferiores a los 18 años y superiores a los 65 años. Esto se traduce en que buena parte de la población que vive en zonas donde el riesgo está caracterizado por niveles 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, y atendiendo a estos dos receptores, del porcentaje total que se encuentran en zonas de riesgo medio alto, más del 30% están en Los Chiles, casi el 24% en El Amparo, más del 15% en San Jorge y el resto en el distrito de Caño Negro.

En el caso de las vías, prácticamente su totalidad están localizados en las zonas de riesgo medio alto (más del 99%). Lo mismo ocurre con los establecimientos de salud, los cuales están severamente afectados por el riesgo a inundaciones. Los elementos que conforman el resto de los receptores se localizan en los niveles más altos de riesgo.

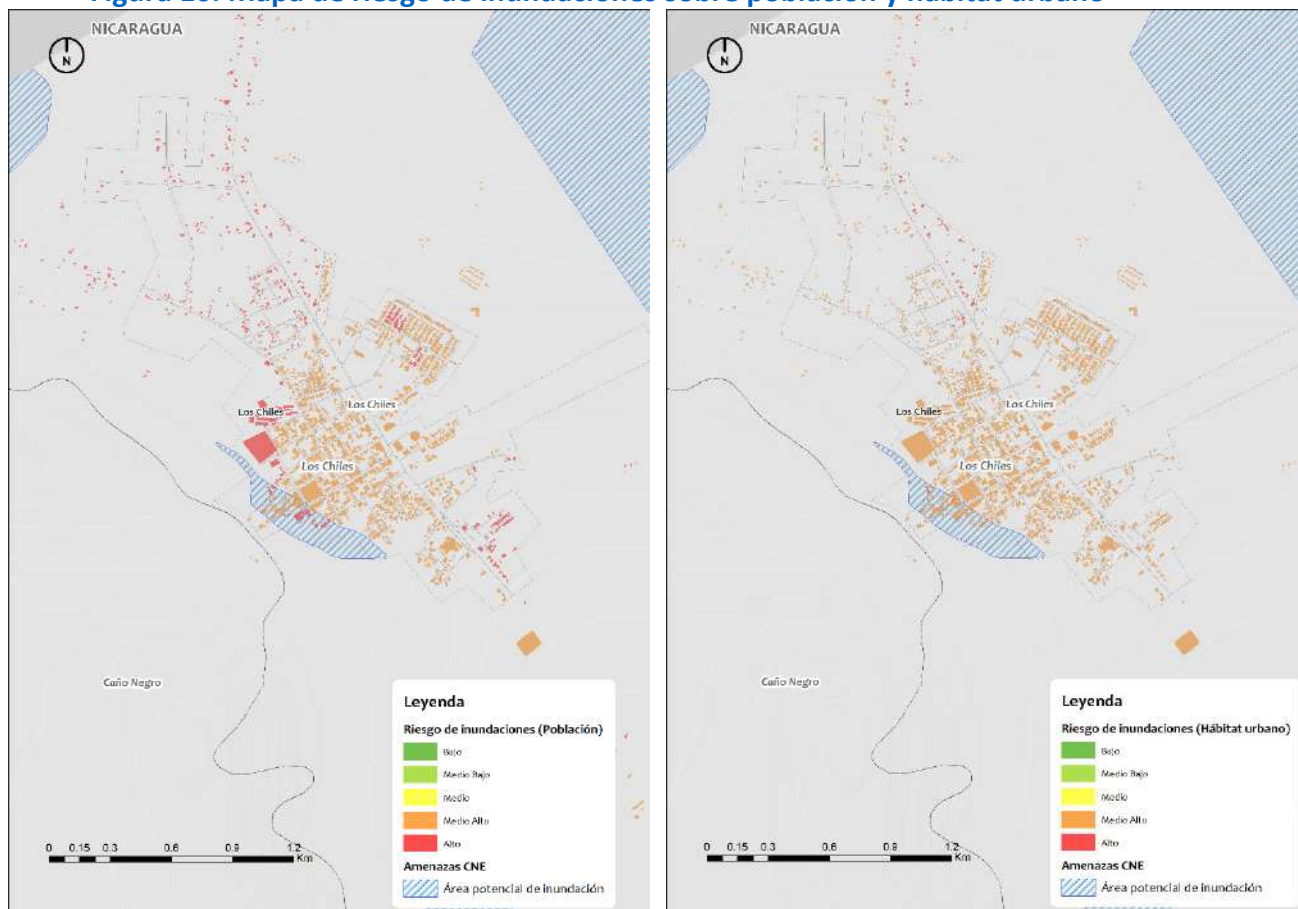
Tabla 19. Riesgo por inundaciones sobre los receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados

Escenario/Horizonte temporal	Categoría de riesgo	Población		Hábitat urbano		Agropecuario		Aeródromo		Vías		Puentes		Educación		Salud		Recurso hídrico	
		nº edif	%	nº edif	%	nº fincas	%	nº	%	km	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%
Período de referencia [1990]: 1975-2005	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	1,00	0,01	1,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,01	22,00	14,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2015-2045/2045-2075	medio	14,00	0,10	14,00	0,10	2,00	0,13	0,00	0,00	1,53	0,17	115,00	76,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-alto	11.418,00	81,13	12.069,00	85,75	1.144,00	74,38	2,00	100,00	870,86	97,01	13,00	8,67	72,00	97,30	1,00	100,00	14,00	87,50
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2015-2045/2045-2075	alto	2.641,00	18,77	1.990,00	14,14	392,00	25,49	0,00	0,00	25,19	2,81	0,00	0,00	2,00	2,70	0,00	0,00	2,00	12,50

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

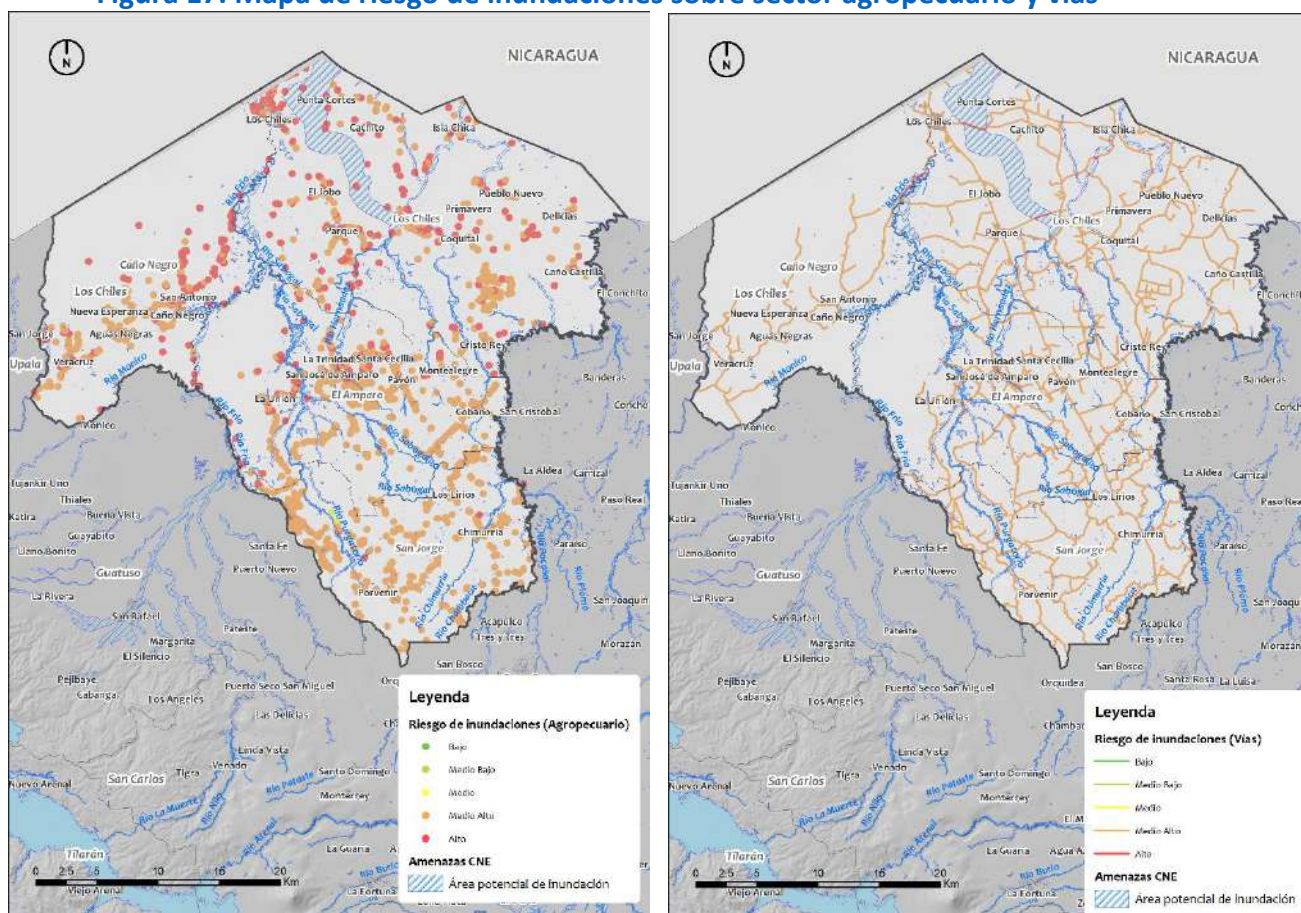
En las siguientes figuras se representa la variabilidad del nivel de riesgo de algunos de los receptores sensibles considerados. En ellas se aprecia como la variabilidad del riesgo a inundaciones en la zona urbana es mínima, estando casi la totalidad en riesgo medio-alto y alto. En el caso de las fincas agropecuarias, la gran mayoría que se ubican en zonas con riesgo alto están en la zona norte del cantón.

Figura 16. Mapa de riesgo de inundaciones sobre población y hábitat urbano



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

Figura 17. Mapa de riesgo de inundaciones sobre sector agropecuario y vías



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

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, escenarios RCP 4.5 (horizontes 2015-2045/2045-2075) y escenarios RCP 8.5 (horizonte 2051-2075):**

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. En esta se puede ver cómo todos los receptores se localizan en zonas de riesgo bajo y medio-bajo principalmente. En el caso de la población, más del 77% se encuentra en riesgo bajo y más del 81% del hábitat urbano. El nivel de riesgo más alto alcanzado respecto a cada uno de estos dos receptores es medio, y corresponde con un 0,79% de población y un 0,99% de hábitat urbano.

El perfil de la población más vulnerable por razones de género o identidad, localizada en niveles de riesgo medio, se caracteriza por componerse por un 45,8% de mujeres y un 1,5% de población considerada indígena. En el apartado 4.5.4 esta cuestión sobre la equidad de género y la inclusión social se detalla en mayor medida.

A nivel distrital, del 0,99% de las viviendas que se encuentran en zonas de riesgo medio, la mayoría se encuentran en el distrito de Los Chiles, no encontrándose ninguna en Caño Negro. En el caso de la población, sucede algo similar, ya que la mayoría de ese 0,79% está en Los Chiles.

En el caso de las ASADAS y los centros de salud, al completo se encuentran en un nivel bajo. Para el resto de los receptores analizados, es decir, aeródromos, vías, puentes y centros educativos; casi su totalidad están ubicados en las zonas de menor riesgo.

▪ **Escenario RCP 8.5 (horizonte 2015-2045):**

En este escenario, los receptores se encuentran principalmente en zonas de riesgo medio bajo y medio, algo superior a los otros escenarios analizados.

En el caso de la población, más del 77% se encuentra en riesgo medio bajo y más del 81% del hábitat urbano. El nivel de riesgo más alto alcanzado respecto a cada uno de estos dos receptores es medio alto, correspondiendo con un 0,73% de población y un 0,93% de hábitat urbano. Esta población, ubicada en zonas con riesgo medio alto, se compone por un 45,6% de mujeres, un 1,7% de población considerada indígena y alrededor del 50% se encuentra en edades inferiores a los 18 años y superiores a los 60.

A nivel distrital, del 0,73% de las viviendas que se encuentran en zonas de riesgo medio alto, la mayoría se encuentran en el distrito de Los Chiles.

En el caso del resto de receptores, sucede algo similar al resto de escenarios, solo que aumentando en un nivel la categoría de riesgo a sufrir deslizamientos.

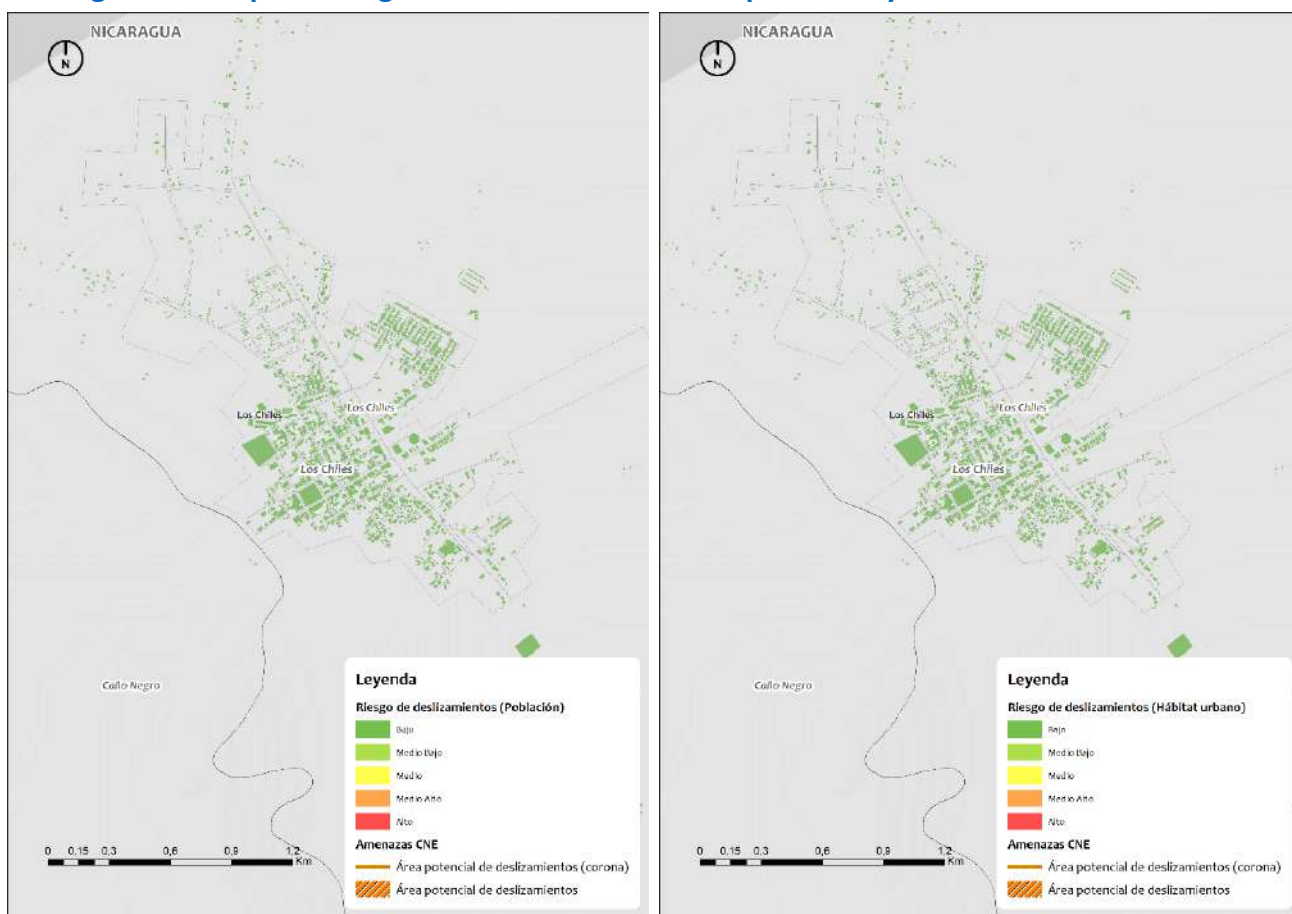
Tabla 20. Riesgo por deslizamientos sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados

Escenario/Horizonte temporal	Categoría de riesgo	Población		Hábitat urbano		Aeródromo		Vías		Puentes		Educación		Salud		Recurso hídrico	
		nº edificios	%	nº edificios	%	nº	%	km	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%
Período de referencia [1990]: 1975-2005	bajo	10.916,00	77,56	11.475,00	81,53	0,00	0,00	847,64	94,43	139,00	92,67	71,00	95,95	1,00	100,00	16,00	100,00
	medio-bajo	3.047,00	21,65	2.460,00	17,48	2,00	100,00	49,64	5,53	11,00	7,33	3,00	4,05	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio	111,00	0,79	139,00	0,99	0,00	0,00	0,29	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-alto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	alto	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
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2015-2045	bajo	10.916,00	77,56	11.475,00	81,53	0,00	0,00	847,64	94,43	139,00	92,67	71,00	95,95	1,00	100,00	16,00	100,00
	medio-bajo	3.047,00	21,65	2.460,00	17,48	2,00	100,00	49,64	5,53	11,00	7,33	3,00	4,05	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio	111,00	0,79	139,00	0,99	0,00	0,00	0,29	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-alto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	alto	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
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2045-2075	bajo	10.916,00	77,56	11.475,00	81,53	0,00	0,00	847,64	94,43	139,00	92,67	71,00	95,95	1,00	100,00	16,00	100,00
	medio-bajo	3.047,00	21,65	2.460,00	17,48	2,00	100,00	49,64	5,53	11,00	7,33	3,00	4,05	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio	111,00	0,79	139,00	0,99	0,00	0,00	0,29	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-alto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	alto	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
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	10.916,00	77,56	11.475,00	81,53	2,00	100,00	847,64	94,43	139,00	92,67	71,00	95,95	1,00	100,00	16,00	100,00
	medio	3.055,00	21,71	2.468,00	17,54	0,00	0,00	49,93	5,56	11,00	7,33	3,00	4,05	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-alto	103,00	0,73	131,00	0,93	0,00	0,00	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	alto	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
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2045-2075	bajo	10.916,00	77,56	11.475,00	81,53	0,00	0,00	847,64	94,43	139,00	92,67	71,00	95,95	1,00	100,00	16,00	100,00
	medio-bajo	3.047,00	21,65	2.460,00	17,48	2,00	100,00	49,64	5,53	11,00	7,33	3,00	4,05	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio	111,00	0,79	139,00	0,99	0,00	0,00	0,29	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-alto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	alto	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

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

En las siguientes figuras se representa la variabilidad del nivel de riesgo de algunos de los receptores sensibles considerados para los escenarios del período de referencia, RCP4.5 (ambos horizontes temporales) y RCP8.5 (futuro lejano) En general la zona urbana tiene un bajo riesgo a deslizamientos para la población y el hábitat urbano. Tanto la población como el hábitat urbano se encuentran en nivel bajo en la zona urbana de Los Chiles, como se muestra en estas figuras.

Figura 18. Mapa de riesgo de deslizamientos sobre población y hábitat urbano



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

4.7.3 Sequía

Como se ha comentado en el apartado 4.1.3, el cantón ha registrado varios eventos de sequías en las últimas décadas.

Tanto las explotaciones agropecuarias como los humedales y las áreas naturales se encuentran en su totalidad bajo una categoría de riesgo medio alta y alta. Especialmente destacable es la situación de los humedales, ya que su mayoría (más del 71%) se encuentra en la categoría de riesgo alto. En el caso de las explotaciones agropecuarias, destacan en número, en zonas de riesgo alto, 233 explotaciones de vacuno y 61 de frijol, según la información proporcionada por la municipalidad.

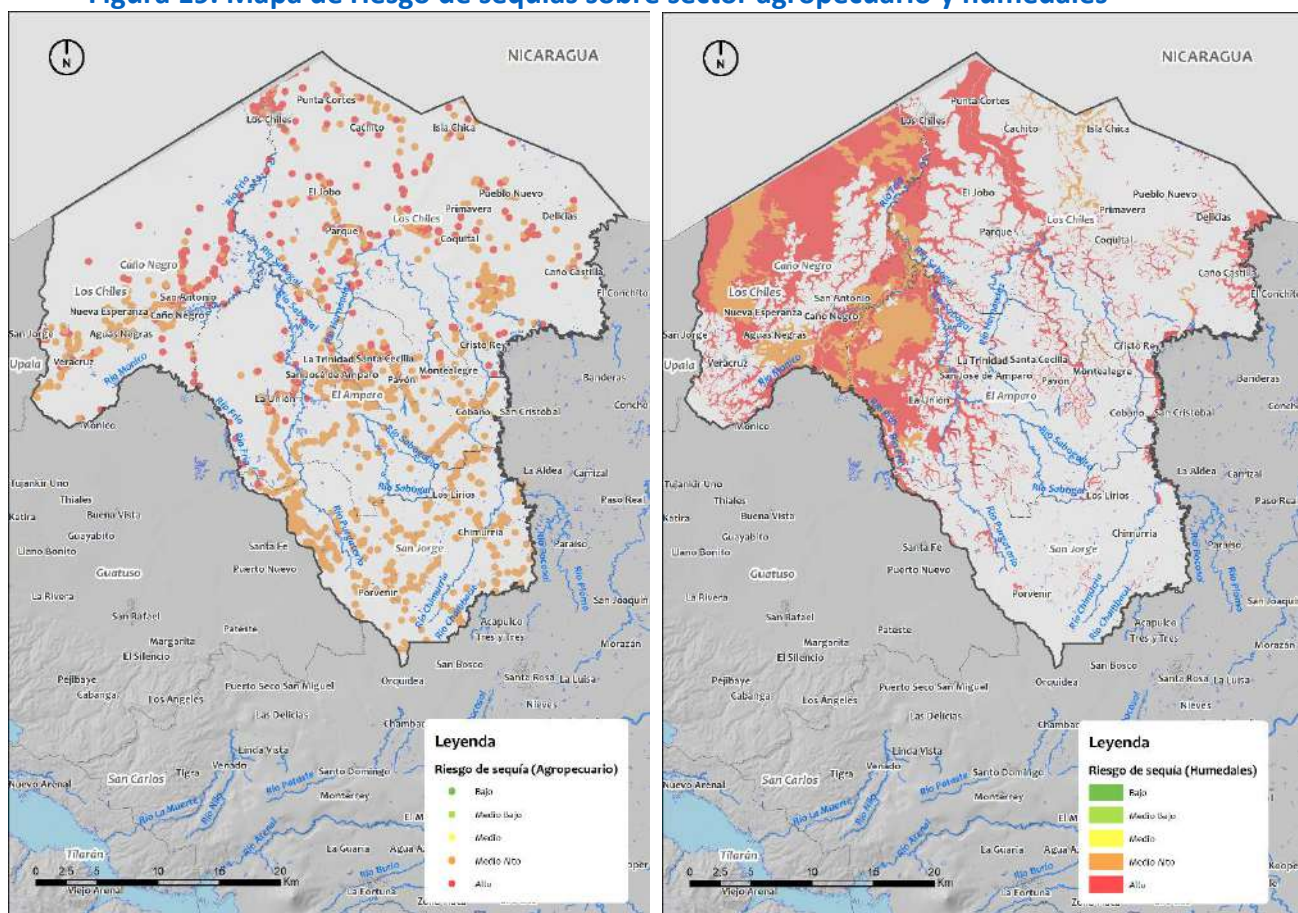
Tabla 21. Riesgo por sequía sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados

Escenario/Horizonte temporal	Categoría de riesgo	Agropecuario		Humedales		Áreas naturales	
		nº fincas	%	ha	%	ha	%
Período de referencia [1990]: 1975-2005 Escenario RCP 4.5 Horizonte 2015-2045/2045-2075 Escenario RCP 8.5 Horizonte 2015-2045/2045-2075	bajo	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
	medio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-alto	1.162,00	75,55	11.347,13	28,19	25.180,95	74,27
	alto	376,00	24,45	28.900,07	71,81	8.722,16	25,73

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

En las siguientes figuras se representa la variabilidad del nivel de riesgo de los receptores sensibles considerados para ambos escenarios climáticos y horizontes temporales. Se aprecia como la mayoría de las fincas agropecuarias con riesgo a sequía se encuentran en el norte del cantón. De mismo modo ocurre con los humedales, la mayoría en riesgo medio-alto en la zona noroccidental del cantón.

Figura 19. Mapa de riesgo de sequías sobre sector agropecuario y humedales



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

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.

Los dos receptores analizados en el caso de las olas de calor, población y hábitat urbano, se encuentran en su totalidad en la categoría de riesgo medio alto y alto. Destaca que casi el 92% de la población se encuentra en zonas de riesgo alto. A nivel distrital en orden descendente, relacionado con la población, se encuentran en nivel alto Los Chiles (47%), El Amparo (23%), San Jorge (14%) y Caño Negro (8%).

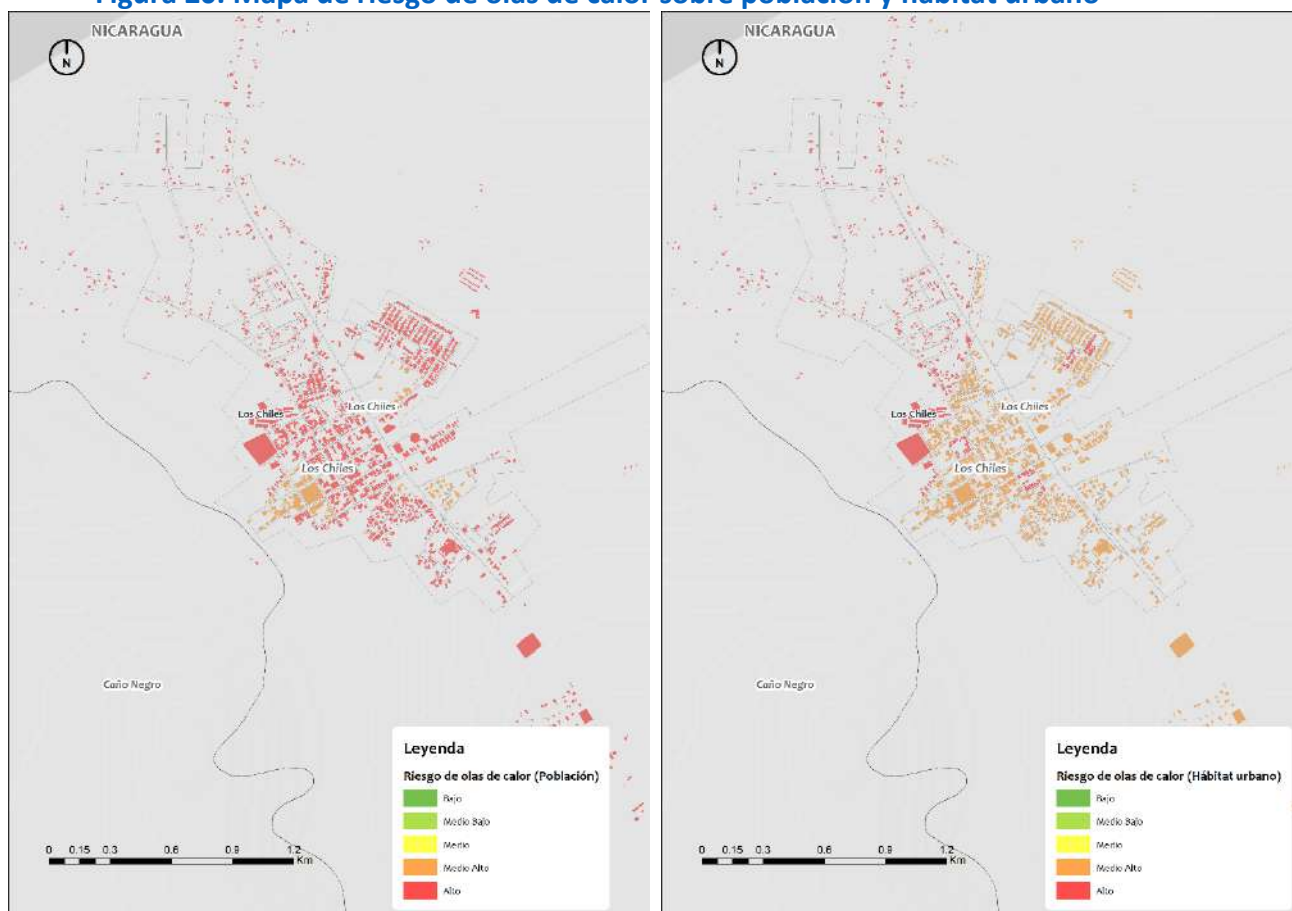
Tabla 22. Riesgo por olas de calor sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados

Escenario/Horizonte temporal	Categoría de riesgo	Población		Hábitat urbano	
		nº edificios	%	nº edificios	%
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2015-2045/2045-2075 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	1.135,00	8,06	6.643,00	47,20
	alto	12.939,00	91,944	7.431,00	52,80

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

En las siguientes figuras (Figura 20. Mapa de riesgo de olas de calor sobre población y hábitat urbano) se representa la variabilidad del nivel de riesgo de olas de calor de los receptores sensibles considerados para ambos escenarios climáticos y horizontes temporales. Prácticamente la totalidad de la población se encuentra con un riesgo alto en la zona urbana. En cuanto al hábitat urbano la distribución es similar con un riesgo medio-alto.

Figura 20. Mapa de riesgo de olas de calor sobre población y hábitat urbano



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

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.

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.

Este punto se ha completado en base al Índice de Desarrollo Social (IDS) y el Índice de Competitividad Cantonal (ICC), ya que miden el resultado de las decisiones empresariales, familiares y del gobierno y pueden definir el perfil del cantón desde la perspectiva de la capacidad adaptativa. 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 IDS de Los Chiles tiene una puntuación de 22,06, lo que refleja que tiene un bajo nivel de desarrollo humano. Responde a que los habitantes tienen poca capacidad para solventar las necesidades básicas, acorde con los datos de MIDEPLAN 2013-2014 (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, 2013). En cuanto al IDH, este tiene un valor de 0,713, lo que sitúa al cantón de Los Chiles en la posición 79 de un total de 81 cantones de Costa Rica, según el Atlas de Desarrollo Humano Cantonal 2020⁶. Al igual que el IDS, indica que se encuentra en una posición muy baja.

En cuanto al ICC, estimado como muy bajo al situarse en una posición 75 respecto al resto de cantones, se ha diferenciado por las dimensiones que lo componen (Universidad de Costa Rica, 2017):

- **Pilar económico**

La valoración del pilar económico se considera baja. De las variables que se analizan destacan, por lo bajo de sus resultados o posicionamiento respecto al resto de cantones, los egresos municipales per cápita y los m² de construcción por km². Por otro lado, la tasa de crecimiento del consumo eléctrico se sitúa en una posición buena (9).

- **Pilar gobierno**

Esta dimensión está relacionada, especialmente, con la relación entre ingresos y gastos municipales.

Se trata del pilar con mejor valoración del cantón. Esto se debe a que hay dos variables bien posicionadas que son los días para conceder patentes comerciales y la participación en elecciones. En el lado opuesto se encuentra el gasto municipal per cápita y en red vial, por ejemplo.

- **Pilar infraestructura**

En relación con las infraestructuras, se trata del bloque con peor valoración de los que componen el índice. Se encuentra en las últimas posiciones respecto al porcentaje de viviendas con acceso a electricidad e internet y a agua potable, así como al porcentaje de red vial pavimentada.

- **Pilar clima empresarial y laboral**

Entre los conceptos analizados hay grandes diferencias, ya que mientras el grado de especialización y la matrícula terciaria se sitúan entre los últimos puestos; la tasa de crecimiento del empleo formal versus P.E.A., se encuentra en primera posición.

⁶ Disponible en: <https://www.cr.undp.org/content/costarica/es/home/atlas-de-desarrollo-humano-cantonal.html>

▪ **Pilar capacidad de innovación**

La capacidad de innovación se encuentra por un lado en el desarrollo de tecnología puntera y en la formación de los habitantes. En este caso, todas las variables se localizan en puestos bajos respecto al resto de cantones. A saber, concentración de las exportaciones en alta tecnología, porcentaje de escuelas con Internet o matrículas terciarias en ciencias y tecnología.

▪ **Pilar calidad de vida**

Esta dimensión aglutina cuestiones relacionadas con la posición ambiental de la municipalidad, la tasa de mortalidad por distintas razones, las opciones de ocio o la seguridad. Estas variables ofrecen resultados muy dispares entre sí, y mientras la tasa de mortalidad por infecciones parece ser baja ya que se encuentra en la posición 3 al respecto de los otros cantones, la tasa por homicidios es media-alta. Cabe destacar, que el esfuerzo municipal en mitigación ambiental tiene una puntuación de 36 puntos, lo que señala que aunque hay interés por esta cuestión todavía hay espacio para la mejora.

Desde una perspectiva de la planificación territorial y sectorial, como se ha comentado en el apartado anterior, definen objetivos y acciones con incidencia en la resiliencia, a implementar en un marco temporal acotado. Esta integración de temas ambientales de ordenación en planes estratégicos indica una vocación del cantón por resolver y aportar recursos en favor de aumentar su capacidad adaptativa. 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; así como la creación de un Comité de Cambio Climático.

De todo ello se desprende que la capacidad adaptativa actual del cantón es mejorable, puesto que es necesario mejorar algunos aspectos relevantes como el acceso a servicios básicos (agua potable, electricidad, alcantarillado sanitario e internet) en algunas comunidades. Priorizar el bienestar socioeconómico de la población más vulnerable en el diseño e implementación de políticas públicas, con el fin de fortalecer su capacidad de respuesta y adaptación al cambio climático, se presenta fundamental en Los Chiles.

5 Lineamientos estratégicos

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 Tabla 23. Lineamientos contenidos en la PNACC, 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 consideran 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.

Tabla 23. 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 relacionadas 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 al 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 DAFO

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 Tabla 24. Fundamentos del análisis DAFO, 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.

Tabla 24. 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 (2021).

Este trabajo fue desarrollado durante el taller 1 con todos los actores locales relevantes para el proceso. El análisis FODA se realizó tomando en cuenta los aspectos sociales, técnicos, económicos y políticos. En el Anexo 3. Análisis DAFO se detallan todos los resultados obtenidos durante el trabajo. Igualmente, a continuación, se hace un resumen de los resultados más destacados.

Principales debilidades en la adaptación al cambio climático del cantón

Se destaca un bajo índice de desarrollo social sí como alta contaminación de las aguas debido al mal manejo de los residuos. Igualmente, existe una falta de información técnica para la toma de decisiones, así como la presencia de actividades del sector primario muy contaminantes.

Desde la perspectiva económica cabe señalar los altos índices de pobreza sumados al nulo presupuesto de las instituciones del cantón.

Por último, a nivel político se destaca la falta de planificación y liderazgo en temas de cambio climático.

Principales amenazas en la adaptación al cambio climático del cantón

Una de las principales amenazas identificadas es la extracción de recursos naturales y el incumplimiento de la normativa ambiental, así como la construcción sin planificación previa. A nivel técnico, se destaca el aumento de cobertura de monocultivos y las afectaciones a las cuencas hídricas.

Desde la perspectiva económica una amenaza latente es la falta de presupuesto para acciones ambientales. Por último, se destaca la falta de continuidad de los planes ambientales.

Principales fortalezas en la adaptación al cambio climático del cantón

Las principales fortalezas del cantón se enfocan en la integración de los actores sociales en la formulación de acciones de adaptación.

Desde la perspectiva económica, el cantón cuenta con un sector agropecuario muy productivo y la responsabilidad social y ambiental de las grandes empresas.

Por último, se pone en valor la presencia de humedales y áreas protegidas presentes en Los Chiles, que actúan como sumideros de carbono.

Principales oportunidades en la adaptación al cambio climático del cantón

Entre las principales oportunidades identificadas se encuentra la inclusión de género y la elaboración de planes de emergencia.

A nivel técnico se identifica como una oportunidad clave el equipo de profesionales capacitados para desarrollar planes de prevención y mitigación de riesgos. Desde la perspectiva económica, se debe apoyar tanto a las empresas privadas como las instituciones públicas para desarrollar proyectos ambientales.

Por último, se plantea como una oportunidad para el cantón la existencia de políticas ambientales nacionales e internacionales y el proyecto de Plan A.

5.3 Elementos estructuradores de la propuesta de adaptación

El trabajo de análisis y diagnóstico completado hasta este punto permite establecer con cierta claridad cuáles deben ser los conceptos clave a la hora de articular 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 de 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.

6 Avances en el proceso participativo

Se espera que la elaboración de este PAAC, además de apoyarse en sólidos fundamentos técnicos, sea el resultado de un proceso de aprendizaje e intercambio con el equipo municipal y el conjunto de agentes socioeconómicos vinculados y/o necesarios para desarrollar con éxito esta estrategia de resiliencia climática. Con este propósito se ha definido un conjunto de espacios participativos en los que ir compartiendo y validando avances con las partes interesadas.

A continuación (Tabla 25. Esquema de actividades previsto) se muestra el grado de avance en el esquema de actividades previsto.

Tabla 25. Esquema de actividades previsto

Actividad	Objetivos / Propuesta de agenda
Reunión técnica 1 (Virtual)	Analizar conjuntamente el presente Plan de trabajo Alinear expectativas Finalizar el trabajo alrededor de la “Caja de Herramientas”
Reunión técnica 2 (Presencial)	Definir las principales amenazas climáticas a analizar Análisis inicial de exposición y vulnerabilidad Preparación del proceso participativo
Reunión técnica 3 (Virtual)	Revisión del borrador del Diagnóstico Perfil Local Perfil de Cambio Climático Construcción de cadenas de impacto
Primer taller de validación (Presencial)	Presentación general del proceso Validación del Diagnóstico Integral Construcción de matriz DAFO Propuesta de visión y objetivos principales para la adaptación
Segundo taller de validación (Presencial)	Consolidación de la lista larga de medidas planteadas Ejercicio de priorización
Reunión técnica 4 (Virtual)	Presentación del borrador del Plan de Acción
Tercer taller de presentación final (Presencial)	Presentación final del plan

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

6.1 Avances hasta la fecha

Como se evidencia en el recurso anterior, hasta el momento se han llevado a cabo la reunión técnica 1 y 2.

En la reunión técnica 1 se realizó el día 6 de septiembre del 2021. Contando con la participación de personas de la municipalidad y de personas de la comunidad. En el siguiente recurso (Tabla 26. Personas asistentes a la Reunión Técnica 1) se brinda la información de quienes participaron.

Tabla 26. Personas asistentes a la Reunión Técnica 1

Nombre	Organización, institución, grupo u otro
Asier Rodríguez	IDOM
Alberto de Tomás	IDOM
Natalia Gómez	Plan A/UNEP
Jessie Vega	CPSU
Carla Quesada	CPSU
Harold Vargas:	Gestión Ambiental, Municipalidad
Manuela Cruz	Departamento de Construcción, Municipalidad
José Delgado	Departamento Gestión Vial, Municipalidad
Ligia	Concejo Municipal, Municipalidad
Felipe Esquivel	Encargado de Catastro, Municipalidad

El objetivo de esta reunión fue discutir y validar el plan de trabajo, para alinear expectativas, y además revisar la información disponible en la Caja de Herramientas de la municipalidad.

En este espacio se validó el plan de trabajo. También se confirmó que se conformó el comité que es interinstitucional así como se concluyó la Caja de Herramientas.

Sobre las principales amenazas del cantón, el equipo municipal señala las inundaciones y las sequías, y en relación con las principales áreas de afectación son la infraestructura y además el factor humano, ya que hay asentamientos en zonas de riesgo.

Al revisar la información recolectada señalan algunos recursos adicionales para robustecer el análisis de información y se adquiere el compromiso de compartir la información localizada. Además, se establece la fecha para la siguiente reunión.

La reunión técnica 2 se realizó el día del 2021. Contando con la participación de personas de la municipalidad y de personas de la comunidad. En el siguiente recurso (Tabla 27. Personas asistentes a la Reunión Técnica 2) se brinda la información de quienes participaron.

Tabla 27. Personas asistentes a la Reunión Técnica 2

Nombre	Organización, institución, grupo u otro
Natalia Gómez	Plan A/UNEP
Jessie Vega	CPSU
Carla Quesada	CPSU
Harold Vargas:	Gestión Ambiental, Municipalidad
Manuela Cruz	Departamento de Construcción, Municipalidad
José Delgado	Departamento Gestión Vial, Municipalidad
Liseth Sánchez	SINAC
Alan Moreras	IMAS
Abraham Delgado:	Unidad vial, Municipalidad
Efrén Valverde	MAG
Felipe Esquivel	Encargado de Catastro, Municipalidad

El objetivo de esta reunión fue definir las principales amenazas climáticas a analizar, validar la metodología propuesta para el análisis de la información, verificar en el mapa las zonas de vulnerabilidad ambiental. Además, se acordaron próximos pasos.

El equipo que asistió a la reunión validó la metodología, así como las amenazas a investigar. En cuanto a recursos adicionales, sugieren incorporar ciertos documentos para robustecer la parte de información. Así como sugieren incorporar dos indicadores en la matriz propuesta, el indicador de cobertura boscosa y un indicador que se vincule a los territorios fronterizos. También se sugiere analizar el sector secundario dentro del cantón.

Por último, se logró verificar la información disponible en el mapa de vulnerabilidad, así como incorporar zonas que no estaban presentes.

El taller 1 se realizó el martes 25 de enero contando con la presencia de las personas detalladas en la Tabla 28.

Tabla 28. Personas asistentes al Taller 1

Nombre	Organización, institución, grupo u otro
Jessie Vega	CPSU
Carla Quesada	CPSU
Lisette Sánchez Rojas	SINAC - RNVSMCN
Luis Guillermo Ramírez Barquero	SINAC - RNVSMCN
Manuela Cruz Castillo	Municipalidad Los Chiles
Harold Vargas Rojas	Municipalidad Los Chiles
Efrén Valverde Rodríguez	MAG – AEA Los Chiles
David Quesada	Municipalidad Los Chiles
Marcos Sánchez	Municipalidad Los Chiles
Carla Gómez	AyA
Gabriela Gutiérrez Zúñiga	Asada El Pavón
Isaac Vargas Víctor	Municipalidad Los Chiles

Los objetivos del taller 1 fueron los siguientes:

1. Validar los resultados de los diagnósticos cantonales para recopilar las observaciones finales que serán incorporadas en las versiones finales de los documentos.
2. Elaborar participativamente el análisis de fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades para integrar la adaptación al cambio climático, que presenta cada cantón.
3. Construir de forma participativa la visión, los ejes estratégicos y los objetivos que tendrá el Plan de Acción para la Adaptación Climática en cada cantón.

Como resultados del diagnóstico, se plantearon algunos comentarios relacionados con la revisión de los mapas. Igualmente, se desarrolló un análisis DAFO con la Metodología World Café tomando en cuenta los aspectos sociales, técnicos, económicos y políticos. Los resultados de este análisis se han presentado previamente en el apartado 5.2.

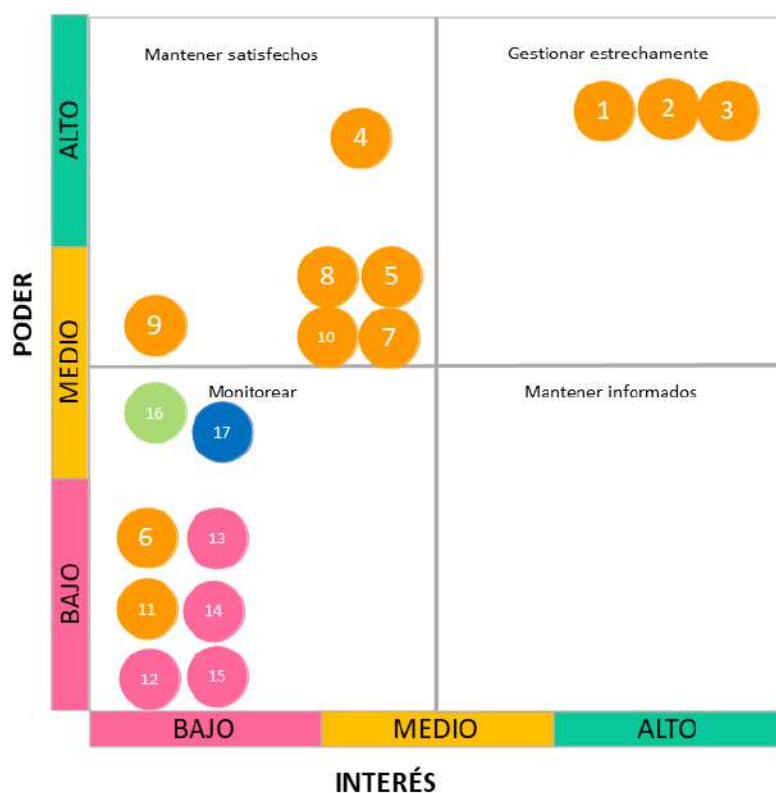
Por último, se trabajó de forma participativa en la definición de la visión, ejes estratégicos y objetivos del Plan de Acción para la Adaptación Climática, cuyos insumos se han utilizado para construir estos aspectos en gabinete y que serán presentados en su formato final en el taller 2.

6.2 Mapeo de actores

Con base en la información recopilada en las distintas reuniones técnicas y 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 21. Matriz de relevancia de actores y la Tabla 29. Relevancia de actores identificados.

Figura 21. Matriz de relevancia de actores



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

Tabla 29. Relevancia de actores identificados

Categoría de Actor	#	Nombre	Poder	Interés
Sector Público	1	Alcaldía Municipal	1	1
Sector Público	2	Concejo Municipal	1	1
Sector Público	3	Equipo Municipal	1	1
Sector Público	4	Comité Local de Emergencias	1	2
Sector Público	5	Sistema Nacional de Áreas de Conservación	2	2
Sector Público	6	Acueductos y Alcantarillados	3	3
Sector Público	7	Comisión Nacional de Emergencias	2	2
Sector Público	8	Ministerio de Agricultura y Ganadería	2	2

Sector Público	9	Instituto de Desarrollo Rural	2	3
Sector Público	10	Instituto Mixto de Ayuda Social	2	2
Sector Público	11	Migración y Extranjería	3	3
Sector Privado	12	Cámara de Turismo y Comercio de Los Chiles (CATUCHI).	3	3
Sector Privado	13	Centro Agrícola de Los Chiles	3	3
Sector Privado	14	CANAPEP	3	3
Sector Privado	15	TICOFRUT	3	3
Sociedad Civil	16	Asociaciones de Desarrollo	2	3
Academia	17	Universidad Estatal a Distancia	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 (2021).

7 Siguientes pasos

Una vez aprobado este informe de diagnóstico se estará en disposición de proceder a definir las medidas de adaptación más apropiadas y ajustadas a la situación del cantón.

Para ello, en primer lugar se generará una lista larga de medidas, que incluirá aquellas ya en proceso de diseño y/o implementación previamente identificadas y además una propuesta adicional de actuaciones, en la que se dará la mayor cabida posible a las soluciones basadas en la naturaleza.

Esta lista “larga” de medidas tendrá un máximo de 30 entradas, con el propósito de que se trate de propuestas específicas, con una localización y alcance al menos esbozados.

El ejercicio de priorización tomará como referencia metodológica de partida la “Guía para la priorización de medidas de adaptación al cambio climático utilizando el método Análisis Multicriterio”, publicada el pasado mes de septiembre por el equipo del Plan-A y que consiste básicamente en la identificación conjunta y ponderación numérica de criterios. De forma preliminar, procede proponer los siguientes:

- Eficiencia: ¿la medida optimiza el aprovechamiento de los recursos disponibles?
- Eficacia: ¿la medida alcanza completamente los objetivos?;
- Equidad: ¿la medida beneficia a grupos o comunidades socioeconómicamente vulnerables?
- Urgencia: ¿cómo de pronto debe implementarse esta medida?
- Flexibilidad: ¿la medida permite ser reajustada a lo largo de su implementación?
- Robustez: ¿la medida es solvente bajo diferentes escenarios climáticos futuros?
- Co-beneficios: ¿la medida resuelve adicionalmente otro tipo de problemas ambientales o sociales?
- Legitimidad: ¿es la medida política, cultural, social y ambientalmente aceptable?

De entre todos estos elementos se considera oportuno destacar dos de ellos. Por un lado, el relativo al no-arrepentimiento, ya que ayuda a garantizar que, en un escenario de escasa disponibilidad de recursos, se atienden problemas que ya se manifiestan en cada cantón analizado. Y por otro, el que menciona los co-beneficios, ya que está vinculado a un concepto que cada vez con más frecuencia se asocia al diseño de estrategias de acción climática: las sinergias entre mitigación y adaptación (SAM). En otras palabras, tal y como indicado anteriormente, se trata de conseguir que las medidas de adaptación no impliquen aumentos en las emisiones de GEI.

Este trabajo de definición de medidas de adaptación finalizará con la identificación de aquellas vulnerabilidades que se estime no vayan a ser poder atendidas considerando los resultados esperables de la hoja de ruta planteada.

El ejercicio de (consolidación de la) identificación y priorización de medidas de adaptación será una de las actividades principales en la pauta del segundo de los talleres participativos planteados.

El número máximo de medidas priorizadas será de 10. Para cada una de estas, el equipo técnico de IDOM-CPSU elaborará una ficha-resumen de caracterización, que incluirá al menos la siguiente información: objetivos generales y específicos (metas, basados en los indicadores definidos para la caracterización del riesgo/s sobre el/los actuará), descripción detallada, principales barreras y arreglos institucionales necesarios para su implementación, indicadores de seguimiento, actores clave relacionados para su implementación, presupuesto estimado (inversión y operación/mantenimiento) así como posibles fuentes de financiamiento.

El siguiente paso corresponde a la definición misma del Plan de Acción para la Adaptación Climática, entregable final que será una recopilación de todos los insumos y resultados generados a lo largo del proceso.

El documento responderá al siguiente índice:

- 1 Resumen ejecutivo
- 2 Compromisos y avances nacionales ante la situación de emergencia climática global
- 3 Objeto y alcance
- 4 Metodología desarrollada. Fundamentos y limitaciones
- 5 Perfil del cantón
- 6 Análisis de riesgos climáticos
- 7 Visión y objetivos de adaptación
- 8 Medidas de adaptación
- 9 Condiciones habilitantes
- 10 Esquema de monitoreo y reporte
- 11 Opciones de financiamiento
- 12 Resumen del proceso participativo

Los contenidos adicionales que será necesario generar en esta fase tienen que ver principalmente con la estrategia de monitoreo y reporte (M&R). La propuesta se ajustará al Mecanismo para M&R de la adaptación a nivel subnacional que está siendo desarrollado actualmente. En todo caso, se propondrá un sistema robusto, basado en indicadores tanto asociados al cumplimiento de cada medida como a su posible contribución en términos de resiliencia.

La siguiente tabla recoge el conjunto de fechas propuesto para cada uno de los hitos que componen el proceso definido para completar la elaboración del PAAC.

Hito	Fecha propuesta
Entrega Plan de trabajo	Semana del 23 de agosto de 2021
Reunión técnica 1 (Virtual)	Semana del 6 de septiembre de 2021
Entrega Plan de trabajo consolidado	Semana del 13 de septiembre de 2021
Plan de trabajo aprobado	Semana del 27 de septiembre de 2021
Reunión técnica 2 (Presencial)	Semana del 11 de octubre de 2021
Entrega Diagnóstico	Semana del 13 de diciembre de 2021
Reunión técnica 3 (Virtual)	Semana del 20 de diciembre de 2021
Primer taller de validación (Presencial)	Semana del 24 de enero de 2022
Entrega Diagnóstico consolidado	Semana del 14 de febrero de 2022
Diagnóstico aprobado	Semana del 21 de febrero de 2022
Segundo taller de validación (Presencial)	Semana del 28 de febrero de 2022
Entrega Plan de Acción para la Adaptación	Semana del 4 de abril de 2022
Reunión técnica 4 (Virtual)	Semana del 25 de abril de 2022
Entrega Plan de Acción para la Adaptación consolidado	Semana del 02 de mayo de 2022
Plan de Acción para la Adaptación aprobado	Semana del 09 de mayo de 2022
Tercer taller de presentación final (Presencial)	Semana del 09 de mayo de 2022

8 Conclusiones y recomendaciones

El presente documento recoge el segundo de los productos asociados a este apoyo técnico, el Informe de Diagnóstico dirigido a 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 Los Chiles.

Lo recogido en el presente informe servirá de base para las siguientes etapas del proceso de construcción participativa del Plan de Acción para la Adaptación Climática (PAAC).

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 la brecha de género y socioeconómica, igualdad de oportunidades y conservación del patrimonio natural.

Para sustentar adecuadamente las siguientes etapas del PAAC, se han ido completando diferentes ejercicios, entre los que 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 la 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.

Para ello, el primer paso consistió en la definición de los sectores y receptores claves más vulnerables en el territorio. Así, se han analizado un total de 6 sectores clave: población, hábitat urbano, sector primario, infraestructuras, equipamientos y áreas protegidas; para un total de 4 amenazas climáticas: inundaciones, movimientos en masa, sequías y olas de calor. La relación de causa-efecto entre cada amenaza y cada receptor permitió definir las cadenas de impacto garantizando así conocer los factores que llevan al riesgo a un determinado sistema.

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 inundaciones, sequía y olas de calor son las tres amenazas más recurrentes en el cantón. De cara al futuro, los resultados obtenidos indican que el riesgo de experimentar episodios de olas de calor se verá significativamente incrementado. Por su parte, el riesgo de inundaciones y de movimientos en masa o deslizamientos, asociados a precipitaciones intensas, no parece mostrar grandes variaciones respecto a la situación actual. Por último, el riesgo frente a sequías asociado a déficit de precipitaciones tendrá una variación similar a los dos anteriores viéndose incrementadas ligeramente con respecto al período actual.

Analizando los receptores del impacto, se deberá prestar especial atención a la población y al hábitat urbano en cuanto a las inundaciones y olas de calor, puesto que su totalidad se encuentra en categorías de riesgo medio alto y alto. En cuanto al sector agropecuario, humedales y áreas naturales, todas las explotaciones y superficies existentes en el cantón se ubican en esas mismas categorías de riesgo alto en relación con los episodios de sequía.

Esto obliga a considerar la necesidad de articular una estrategia de actuación 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, los lineamientos estratégicos definidos en el apartado 5, permiten conocer las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades para facilitar la definición de la visión, ejes estratégicos y los objetivos de adaptación del PAAC.

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 de cada 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.

En relación con la visión, esta debe ofrecer una imagen clara del futuro ideal que se pretende alcanzar en el largo plazo para que el cantón sea resiliente ante el cambio climático. Los ejes estratégicos consisten en los temas o sistemas prioritarios del cantón que se abordarán estratégicamente dentro del Plan. Por último, los objetivos deben de detallar cómo se va a operacionalizar la visión.

Todos ellos han sido trabajados de forma colaborativa en durante el Primer taller de validación, están alineados con lo establecido en la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático y sus resultados finales se presentarán durante el Segundo taller de validación.

Por lo tanto, la estrategia de adaptación que se desarrollará en el PAAC debe perseguir, en términos generales, la reducción y/o evitar los daños y pérdidas desencadenadas por las amenazas, así como aprovechar las oportunidades que ofrece este para el desarrollo sostenible y resiliente, teniendo siempre presente un enfoque inclusivo con respecto al género y la diversidad cultural.

En resumen, el presente diagnóstico 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.

9 Referencias

- 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.
- Bonsal, B. R. et al. (2011). Drought Research in Canada: A Review. *Atmosphere-Ocean*, 49(4), 303-319.
- Deschenes, O. (2014). Temperature, human health and adaptation: A review of the empirical literature. *Energy Economics*(46), 606-619.
- ESA. (2021). *Climate Change Initiative*.
- Gobierno de Costa Rica. (2018).
- Gobierno de Costa Rica. (2018). *Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático*.
- 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*.
- INEC. (2011). *Censo de población*.
- INEC. (2014). *Censo agropecuario*.
- 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.
- 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. (2021c). *Análisis social, económico y espacial para el fortalecimiento de capacidades de adaptación la cambio climático del cantón de Los Chiles*.
- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (2013). *Índice de Desarrollo Social 2013*.
- Morales, A., Acuña, G., & Wing-Ching, K. L. (2009). Migración y salud en zonas fronterizas: Nicaragua y Costa Rica. *CEPAL - Serie Población y desarrollo N° 94*.
- Municipalidad de Los Chiles. (2012). *Plan Cantonal de Desarrollo Humano Local 2013-2023*.
- Municipalidad de Los Chiles. (2014). *Plan de Desarrollo Rural del territorio Guatuso-Upala-Los Chiles 2015-2020*.
- Municipalidad de Los Chiles. (2017a). *Plan de Desarrollo Municipal 2018-2022*.
- Municipalidad de Los Chiles. (2017b). *Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2018-2023*.
- Municipalidad de Los Chiles. (2018). *Plan de Conservación, Desarrollo y Seguridad Vial Cantonal 2019-2023*.

-
- 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.
 - 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*.
 - 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

10 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 resume con la siguiente fórmula:

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

Para diferentes escenarios y horizontes temporales *Para cada receptor*

10.1 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.

10.1.1 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 30. 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)

10.1.1.1 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 31. 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 a lo establecido en la siguiente matriz, con el fin de obtener un mapa con diferentes categorías sobre la amenaza de inundación.

Tabla 32. 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 33. 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)

10.1.1.2 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 34. El mapa de pendientes obtenido es el que se muestra a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 34. 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)

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 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 a lo establecido en la siguiente matriz, con el fin de obtener un mapa con diferentes categorías sobre la amenaza de deslizamientos.

Tabla 35. 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)

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 36. 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)

10.1.2 Déficit de lluvias - Sequía

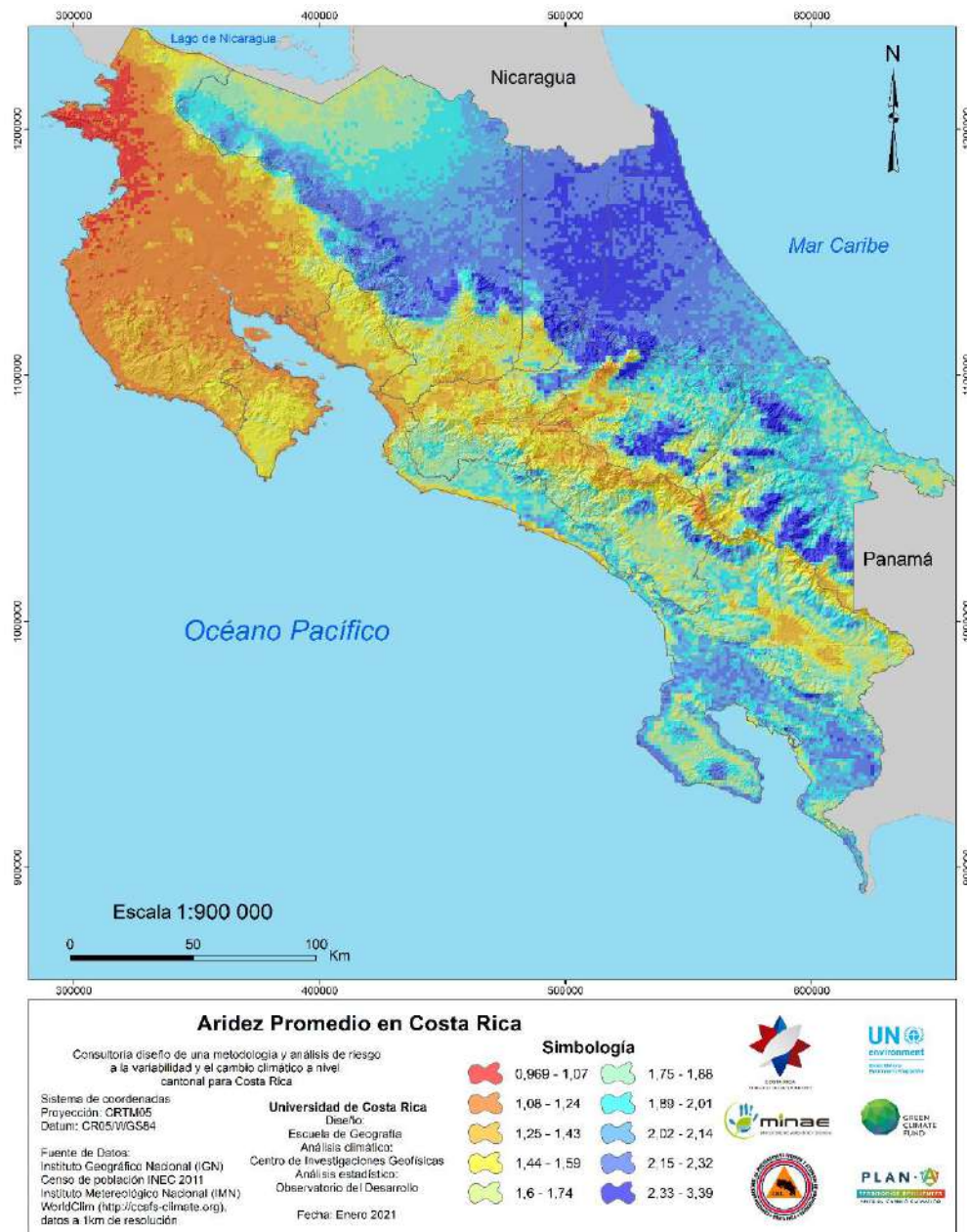
En el presente estudio se hace referencia a la sequía meteorológica, como una amenaza caracterizada por períodos prolongados sin lluvias, o con volúmenes de precipitación muy bajos.

Peligrosidad actual a sequía

Para caracterizar la peligrosidad de sequías en el territorio se ha utilizado un índice de aridez⁷ 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).

⁷ 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 22. Índice de aridez promedio



Fuente: Plan-A (2020)

De esta manera se ha elaborado un mapa de susceptibilidad de sequías, de acuerdo al 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 37. 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 38. 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 39. 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

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

10.1.3 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 las 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 40. 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

10.2 Exposición y vulnerabilidad

Los indicadores de exposición y vulnerabilidad se han elaborado para cada receptor considerado, agrupados en seis sectores 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 4.6).

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:

Sector	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. 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.
				Media	Otros	
				Alta	Cultivos de elevado requerimiento hídrico / alimentación a base de pastos naturales	

Sector	Receptor	Amenaza	Indicador vulnerabilidad	Rangos		Criterio adoptado
			Divergencia uso / capacidad tierra	Baja	Concordancia uso/capacidad	Se asocia la divergencia de uso entre la capacidad real de un suelo y su uso actual con una mayor vulnerabilidad.
				Media	Concordancia restringida	
				Alta	Divergencia uso/capacidad	
			Principal fuente de agua	Baja	Acueducto / Proyecto de riego SENARA	Se asocia la dificultad de acceso al recurso hídrico como fuente principal de agua, influenciada por la ausencia de precipitaciones, con una mayor vulnerabilidad.
				Media	Otras	
				Alta	Cosecha de agua / pozo / manantial / río	
Infraestructuras	Aeródromos	Deslizamientos Inundaciones	Tipo de aeródromos	Baja	Campo de aterrizaje abandonado	Se asocia los campos y pistas de aterrizaje no pavimentadas con una mayor vulnerabilidad de la infraestructura.
				Media	Internacionales / aeródromo	
				Alta	Campo de aterrizaje / pista de aterrizaje	
	Vías		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	
	Puentes		Tipo de puente	Baja	Vías Nacionales / Autopistas / Pavimentadas	Se asocia la presencia de puentes en vías no pavimentadas y con menor redundancia con una mayor vulnerabilidad.
				Media	Vías cantonales / Centro urbano	

Sector	Receptor	Amenaza	Indicador vulnerabilidad	Rangos		Criterio adoptado
				Alta	Caminos / Vereda / Caminos de tierra	
Equipamientos	Educación	Deslizamientos Inundaciones	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	
				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 / laguna / laguna costera / estero	
	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	
				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

10.3 Cálculo del riesgo

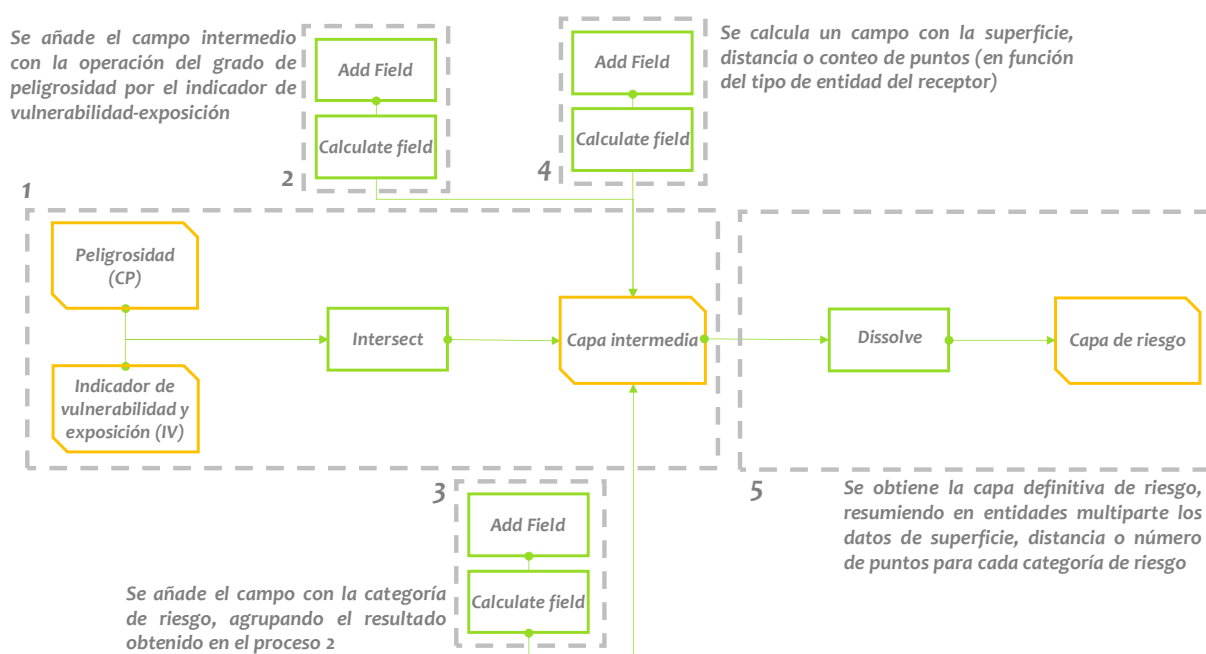
Una vez obtenidos y categorizados tanto los mapas de peligrosidad para las cuatro amenazas para los diferentes escenarios climáticos y horizontes, así como los indicadores de exposición y vulnerabilidad para los receptores estudiados, se procedió a la obtención del cálculo de riesgo. A continuación, se detallan de manera pormenorizada los pasos implicados en ese proceso. Para facilitar el entendimiento sobre los geoprocesos 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 a la siguiente matriz:

		Peligrosidad				
		Baja	Media Baja	Media	Media Alta	Alta
Vulnerabilidad y exposición	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 geoproceso 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.



11 Anexo 2. Proyecciones climáticas en Costa Rica

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 40 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 41. 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 NASA⁸.

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 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.

⁸ Disponible en: <https://www.nccs.nasa.gov/services/data-collections/land-based-products/nex-gddp>

- 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).

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

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

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

12 Anexo 3. Análisis DAFO

A continuación, se muestran los principales resultados derivados del análisis de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (DAFO), desarrollado durante el taller 1. Los resultados se analizaron tomando en cuenta los aspectos sociales, técnicos, económicos y políticos.

Tabla 42. Resumen de las debilidades identificadas

Debilidades	
Sociales •Infraestructura deteriorada en algunos sectores. •Baja alfabetización. •Alta contaminación de aguas por mal manejo de residuos. •Bajo índice de desarrollo social. •Alta población flotante. •Falta de organización cantonal - sector privado en temas ambientales.	Técnicas •Poca información para la toma de decisiones. •No se cuenta con información de medición climática y sus efectos en el cantón. •Poca educación ambiental. •Escasas vías de comunicación (internet, transporte, carreteras). •Presencia de actividades del sector primario muy contaminantes.
Económicas •Nulo presupuesto de las instituciones del cantón. •Poco presupuesto para programas socio-ambiental. •Altos índices de pobreza.	Políticas •Poco liderazgo político en decisiones ambientales y climáticas. •Ausencia de Plan Regulador Cantonal. •Poca planificación en temas de cambio climático. •Falta de divulgación y sensibilización de las políticas Eje Plan de Descarbonización y residuos sólidos.

Fuente: IDOM-CPSU

Tabla 43. Resumen de las amenazas identificadas

Sociales •Extracción de recursos naturales. Incumplimiento de normativa ambiental. •Construcción sin planificación. •Vulnerabilidad en infraestructura y servicios. •Ruta de inmigración masiva de Nicaragua y otros países.	Técnicas •Acciones y afectaciones el cuenca alta del Río Frío a cantones como Guatuso. •Aumento de cobertura de monocultivos.
Amenazas	
Económicas •Debido a los problemas fiscales del país se ven afectados los presupuestos ambientales. •Presupuestos institucionales limitados. •Eventos climáticos adversos más frecuentes.	Políticas •Poco apoyo gubernamental. Poca articulación interinstitucional. •Cambios de gobiernos nacional y su poca continuidad en planes ambientales. •Inestabilidad política de Nicaragua.

Fuente: IDOM-CPSU

Tabla 44. Resumen de las fortalezas identificadas

Sociales •Integración de actores sociales en la formulación de acciones de adaptación. •Se cuenta con comités comunales. •Alta sensibilidad ambiental de la población, alrededores de ASP. •Existencia de una Unión Cantonal.	Técnicas •Se cuentan con organizaciones comunales capacitadas para emergencias. •Contamos con administración de Áreas Silvestres Protegidas. •Aumento de cobertura vegetal mediante campañas de reforestación. •CME. •Equipo multidisciplinario de profesionales en el cantón a nivel interinstitucional.
Fortalezas	
Económicas •Se tienen identificados los sectores productivos del cantón. •Fortalecer la responsabilidad social y ambiental de las grandes empresas (yuca, piña). •Sector agropecuario altamente productivo.	Políticas •Esfuerzos individuales en la planificación local. •Cantidad de instituciones públicas del cantón. •Sumideros de carbono por alta presencia de humedales. •Considerable presencia de ASP en el cantón.

Fuente: IDOM-CPSU

Tabla 45. Resumen de las oportunidades identificadas

Sociales •Elaboración de planes de emergencia. •Talleres de capacitación en relación al Plan de Educación. •Mayor oportunidad en la atención de población migrante y refugiada. •Inclusión social: Oportunidad de crecimiento social e inclusión de género. •Apoyo social de ONG a población de riesgo.	Económicas •Apoyo de empresas privadas. •Apoyo de instituciones públicas. •Apoyo económico al cantón por poseer poblaciones de riesgo. •Encausar proyectos ambientales para el desarrollo económico. •Inversión económica por parte de ongs
Técnicas •Equipo de profesionales capacitados para desarrollar planes de prevención y mitigación de riesgos. •Sinergia entre cantones fronterizos. •Integración institucional local. •Fiscalización temprana en el desarrollo cantonal.	Políticas •Estructura municipal. •Existencia de políticas ambientales nacionales e internacionales. •Proyecto de Plan A.

Oportunidades

Fuente: IDOM-CPSU