



# LABORATORIO URBANO DE LOJA 2020

---

ACTIVAR LOS BARRIOS

## Laboratorio Urbano de Loja 2020. Activar los barrios

Este documento fue co-elaborado y financiado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH por encargo del Ministerio de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) del Gobierno Federal de Alemania, en el marco del Programa Ciudades Intermedias Sostenibles. Las ideas y las opiniones contenidas en esta publicación son de exclusiva responsabilidad de los autores, y no representa la posición del Municipio de Loja, de la UTPL o de la GIZ.

### Publicado por:

#### Municipio de Loja

Bolívar y José Antonio Eguiguren (esq.)  
Loja – Ecuador  
info@loja.gob.ec  
www.loja.gob.ec

#### Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL)

San Cayetano Alto  
Loja – Ecuador  
www.utpl.edu.ec

#### Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Whympfer N28-39 y Orellana  
Quito - Ecuador  
giz-ecuador@giz.de  
www.giz.de

Christiane Danne, Directora Residente – GIZ

Dorothea Kallenberger, Coordinadora del Programa Ciudades Intermedias Sostenibles - GIZ

María Victoria Chiriboga, Coordinadora de Laboratorios Urbanos, Programa Ciudades Intermedias Sostenibles - GIZ

### Edición y coordinación:

Laura Cedrés, GIZ

### Diseño y diagramación:

Storymakers Diseño y Producción

### Forma de citar:

Municipio de Loja, UTPL y GIZ (2021). *Laboratorio Urbano de Loja 2020. Activar los barrios*. Loja, Ecuador. 776 pp.

ISBN: 978-9942-40-116-8

La reproducción y uso de los contenidos de la presente publicación son libres mientras se reconozca su origen.

© Cooperación Técnica Alemana (GIZ), 2021

El uso de un lenguaje que no discrimine ni marque diferencias entre hombres y mujeres es una de las preocupaciones de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Sin embargo, su utilización en nuestra lengua plantea soluciones muy distintas, sobre las que los lingüistas aún no han conseguido acuerdo. En tal sentido y con el fin de evitar la sobrecarga gráfica que supondría utilizar en español o/a - os/as para marcar la existencia de ambos sexos, se ha optado por utilizar el clásico masculino genérico, en el entendido de que todas las menciones en tal género representan siempre a hombres y mujeres, y abarcan claramente ambos sexos.



## Créditos

### Capítulo 1:

#### 1.1 Planificación barrial participativa

**Equipo coordinador del proceso:** Beatriz Carrión (Fundación Espacios), Paula Gutiérrez (GIZ), José Arturo Guarnizo, Tania Márquez, Juliana Maldonado, Diógenes Pardo, Kenia Silva, César Chinchay, Marco Jaramillo (Jefatura de Promoción Popular, Municipio de Loja). **Presidentes barriales:** Juan Collaguazo (barrio San Cayetano Bajo), Salvador Granda (barrio San Cayetano Alto), Pedro Orozco (barrio Menfis Bajo Chamanal), Klever Rojas (barrio Menfis Central), Ángel Valdez (barrio Clodoveo Jaramillo), Gloria Benítez (barrio San Jacinto), Sixto Alvarado (barrio Ciudad Alegría), Víctor Hugo Montalván (barrio Nuevo Amanecer), Carlota Ortega (barrio Colinas del Norte), Digna Robles (barrio Chamanal Obrapia). **Colaboración:** Patricia Gutiérrez (Defensoría del Pueblo Zonal 7). **Créditos fotográficos:** Municipio de Loja, Beatriz Carrión, Marco Jaramillo; Jose Luis Mora y Carlota Ortega (Colinas del Norte), Salvador Granda (San Cayetano Alto), Juan Collaguazo (San Cayetano Bajo), Alexander Ramos (San Jacinto).

#### 1.2 Red de Emprendimientos locales: Emprendedora

**Equipo coordinador de la iniciativa, EMPRENDEC:** Alex Cárdenas, Hugo Castillo, Karen Ordóñez, Bethoven Duchisela, Rina Roja, Cristian Loján, Alex Calderón, Diana Pasinche, María del Cisne Muñoz, Diego Sevilla, David Benavides y George Rojas.

#### 1.3 Reto ciudadano para la reactivación de Loja

**Equipo coordinador del reto:** Alex Cárdenas, Hugo Castillo (Emprendec), Paula Gutiérrez, Harald Eisenhauer, (GIZ), Beatriz Carrión (Fundación Espacios), Verónica López, Andrea Burbano, Anabel Bilbao, Margarita Yépez (Fundación Esquel), Diego Ramón (Municipio de Loja). **Colaboración:** Iván Terceros (OpenlabEC), Julio López (Grupo Faro), Betto Salazar (Fundación Esquel), Mireya Villacís (FFLA), Claudia González (UTPL, RED DUS Loja), Jeamil Burneo (UNL, RED DUS Loja), Anita Santos (UTPL), Stella Deppe, José Morales (GIZ).

### Capítulo 2:

#### 2.1 Cambio climático en el cantón Loja

**Autor:** Javier Rojas (Consultor GIZ). **Coordinación técnica:** César Valencia (GIZ). **Colaboración técnica municipal:** Martha Sánchez, coordinadora del PDOT; Tatiana Coronel, coordinadora del Sistema Verde Urbano y Cantonal; Nubia Ramírez, coordinadora del PUGS; Gabriel Gallardo, coordinador del Sistema de Información Geográfico.

#### 2.2 III Seminario Urbano Internacional Loja 2020

**Organización y facilitación del Seminario:** Claudia González (UTPL, RED DUS Loja), Jeamil Burneo (UNL, RED DUS Loja), Andrea Castillo (RED DUS Loja), Auribel Villa (GIZ México). **Expositores internacionales:** Gorka Urtaran (País Vasco, España); Luis Alberto García (Morelia, México); Gabriela Canales Gallardo (Guadalajara, México); Sebastián Muñoz (Medellín, Colombia); Maritza Hernández Solís (Ciudad de México); Jorge Carlos Trejo (Yucatán, México); Carlos Andrés Betancur (Medellín, Colombia); Enrique Rodríguez (Morelia, México); David Villegas (Medellín, Colombia); Harald Eisenhauer (GIZ Ecuador). **Expositores nacionales:** Mercedes Torres (Loja); Adriana Ávila (Quito); Jorge Barba (Loja); Francisco Chancusig (Latacunga); Holger Patricio Cuadrado (Loja); Adrián García (Cuenca); Galina Segarra (Loja); Félix Jaime (Portoviejo); Yelena Bustamante (Loja); Enrique Fuertes (Lago Agrio).

#### 2.3 Recomendaciones para el diseño de espacios públicos con soluciones basadas en la naturaleza

**Autora:** Laura Cedrés (GIZ)

### Capítulo 3:

#### 3.1 Plan del Sistema Verde Urbano y estrategia educucomunicacional

**Plan del Sistema Verde Urbano. Autoras:** Mercedes Torres, Galina Segarra, Claudia González (UTPL); **Colaboración técnica:** Fabián Reyes (UTPL); Jean Carlo Apolo. **Estrategia educucomunicacional del Sistema Verde Urbano. Equipo consultor, CONTACTO:** Ana Lucía Vallejo, Pamela Olmedo, Diego Paz, Fernando Subía, Verónica Tite.

#### 3.2 Tecnología cívica para la medición de datos ambientales en el espacio público: TUDATA

**Equipo coordinador de la iniciativa, NODO CÍA. LTDA:** Carlos Valdivieso León, Técnico; Rolando Neira Rodríguez, Desarrollador; Wilson Valverde Jadán, Desarrollador; David Ruiz Cabrera, Director de proyectos Nodolab; Katherine Mora Romero, Comunicadora Social; Stalin Duchisela Maurad, Diseñador gráfico; Jorge Barba Guamán, Presidente de Nodo Cía. Ltda.; Tatiana Reyes Ramírez, Directora de Operaciones.

#### 3.3 Corredor Verde Urbano Oriental de Loja

**Equipo consultor:** Holger Patricio Cuadrado Torres (Coordinador de la consultoría); María G. Angamarca, María F. Zúñiga (Equipo técnico); María J. Martínez, Olger Paqui, M. Ángeles Cuenca (Colaboradores); Andrea Guayanay, Segundo Minga (Estudios ambientales); Carlos Aguilar (Estudios geológicos y estructurales); Juan Pablo Cevallos (Estudios eléctricos); Carlos Espinoza (Presupuestos); Stalin Romero (Administrador del contrato, Municipio de Loja).



## ÍNDICE

Presentación Alcaldía.....	6
Presentación GIZ.....	7
Prólogo.....	8
<b>1. Participación ciudadana e innovación social.....</b>	<b>12</b>
1.1 Planificación barrial participativa.....	13
1.2 Red de emprendimientos locales: Emprendedora.....	236
1.3 Reto ciudadano para la reactivación de Loja.....	303
<b>2. Acciones frente al cambio climático.....</b>	<b>356</b>
2.1 Cambio climático en el cantón Loja.....	357
2.2 Seminario Urbano Internacional – Loja 2020.....	475
2.3 Recomendaciones para el diseño de espacios públicos con soluciones basadas en la naturaleza.....	548
<b>3. Activación de las infraestructuras verdes urbanas.....</b>	<b>588</b>
3.1 Plan del Sistema Verde Urbano y estrategia educomunicacional.....	589
3.2 Tecnología cívica para la medición de datos ambientales.....	650
3.3 Corredor Verde Urbano Oriental de Loja.....	674
<b>Conclusiones.....</b>	<b>769</b>

## PRESENTACIÓN ALCALDÍA

El año 2020 sin duda ha constituido un período de profundos cambios sociales y de comportamiento individual e institucional, por un lado, la incertidumbre en el desarrollo de la pandemia, y por otro, la necesidad de generar procesos de innovación y acople institucional que permitan atender con seguridad y calidez las demandas ciudadanas. En dicho escenario entonces, la posibilidad de contar con instrumentos de planificación concertados, que permitan acuerdos sociales de largo plazo, es imperativo.

Es por ello, que el Municipio de Loja en conjunción con la Cooperación Técnica Alemana (GIZ) a través del Programa Ciudades Intermedias Sostenibles, se propusieron generar acciones que posibiliten la construcción de instrumentos que en el tiempo permitan construir sostenibilidad en el territorio, teniendo como telón de fondo los temas emergentes en las agendas venideras, esto es, reactivación económica post pandemia, fortalecer los diseños urbanos verdes y sistemas de conservación, y, la lucha contra el cambio climático.

El documento que se presenta está compuesto de tres partes. En la primera se testimonia las acciones realizadas para fomentar *Participación ciudadana e innovación social*, destacando la pujanza de los y las lojanos en formular propuestas para mejorar la convivencia barrial, así como, generar alternativas económicas locales.

En la segunda parte se consigna las *Acciones frente al cambio climático realizadas*, y en función de la definición estratégica adoptada. Loja apuesta a la implementación del Sistema Verde Urbano como eje vertebrador de su desarrollo, convencidos que la naturaleza debe ser parte de la gestión urbana, respetando sus ciclos y tratando de replicarlos en la gestión institucional.

La tercera parte se la dedica a las operaciones realizadas para la *Activación de las infraestructuras verdes urbanas*, destacando la participación y tecnología local en la medición de datos ambientales, en la perspectiva de contar con información pública relevante para la toma de decisiones y el involucramiento en ascenso de los ciudadanos de nuestro cantón.

La situación sanitaria que atraviesa nuestro cantón y el mundo, a pesar de la dureza, la asumimos también como un reto para rediseñar nuestra intervención pública, que cree convivencia armónica y esperanzadora en el vecindario.

**Jorge Bailón Abad**  
Alcalde del Cantón Loja

## PRESENTACIÓN GIZ

El Programa Ciudades Intermedias Sostenibles cierra su primera fase de implementación, y para la Cooperación Técnica Alemana (GIZ) han sido tres años y medio de un trabajo intenso y colaborativo, cargado de experiencias y aprendizajes en seis ciudades intermedias del país, en las que se ha contribuido en la generación de políticas públicas nacionales y locales que promuevan un desarrollo urbano sostenible apoyando a la implementación de la Agenda Hábitat Sostenible del Ecuador 2036, la Agenda 2030 y al Acuerdo de París sobre cambio climático.

El Laboratorio Urbano de Loja bajo el eje temático de mejora barrial y espacios públicos, orientó un proceso integral de ciudad, marcado por su comprensión desde los barrios periféricos, con sus fortalezas y potencialidades, destacando el rol que tienen los espacios públicos como ejes estructuradores de la ciudad y articuladores del espacio urbano y de la calidad de vida de la población.

Con un enfoque de cambio climático, se trabajó en una política que permite integrar los espacios públicos verdes y las fuentes hídricas como una red articulada que potencia los beneficios de la naturaleza, convirtiéndose en una estrategia de adaptación al cambio climático para la ciudad. Esta política denominada *Sistema Verde Urbano* constituyó el paraguas del trabajo realizado, permitiendo implementar un proceso con la participación de múltiples actores que fueron parte de diversas iniciativas propositivas para la ciudad.

Los resultados de este proceso se presentan en esta publicación, donde compartimos experiencias valiosas para la activación del tejido social en los barrios a partir de acciones como la planificación barrial participativa, el fortalecimiento de emprendimientos vinculados al desarrollo barrial, el levantamiento de datos sobre la calidad ambiental en el espacio público a través de sensores. Estas acciones han promovido espacios de apropiación de la ciudadanía como actores corresponsables de la mejora de sus barrios.

Por otra parte, es importante destacar los procesos vinculados a proyectos de diseño urbano que constituyen un aporte significativo para la implementación del Sistema Verde Urbano, tales como el diseño del Corredor Verde Urbano Oriental y Occidental, conformando un cinturón verde para la ciudad.

Finalmente, es preciso resaltar el rol de la academia en la generación de conocimientos y propuestas para la ciudad en torno a la temática de infraestructura verde urbana. Esperamos que estos aportes, que han sido liderados por los actores locales, permitan seguir profundizando en nuevas acciones para una Loja verde y sostenible.

**Dorothea Kallenberger**

Coordinadora del Programa Ciudades Intermedias Sostenibles

Cooperación Técnica Alemana (GIZ)



## PRÓLOGO

Este documento se centra en los resultados alcanzados en el año 2020 por el Laboratorio Urbano de Loja del Programa Ciudades Intermedias Sostenibles, que implementa la Cooperación Técnica Alemana (GIZ) por encargo del Ministerio de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) del Gobierno Federal de Alemania. Cabe anotarse que las acciones descritas en este libro son la prolongación de las actividades de años anteriores, que tenían ya su camino trazado. El 2020 fue un año marcado por el contexto de emergencia sanitaria por COVID-19, que implicó grandes desafíos para la implementación de las actividades planificadas. Varias acciones previstas que tenían un fuerte componente de participación ciudadana requirieron idear adicionalmente nuevas metodologías participativas virtuales, haciendo uso de las herramientas tecnológicas. También fue necesario flexibilizar los tiempos, ajustar las acciones, y adaptarlas a las necesidades del contexto local. Este recorrido conllevó numerosos aprendizajes humanos y profesionales.

En esta publicación, la tercera del Laboratorio Urbano de Loja y con la que se cierra la primera fase de implementación del Programa Ciudades Intermedias Sostenibles, se ha buscado enfatizar el trabajo integral realizado en la ciudad desde noviembre de 2017 hasta abril de 2021 para la mejora barrial y espacios públicos con enfoque de cambio climático, derechos humanos y corresponsabilidad ciudadana.

El libro está estructurado en tres capítulos que se detallan a continuación.

El primero, denominado *Participación ciudadana e innovación social*, recoge tres procesos:

- La elaboración de planes barriales participativos con enfoque de derechos humanos en diez barrios de la ciudad. Este trabajo, que inició en diciembre de 2019, contó con la participación de aproximadamente 1.500 personas de los barrios que fueron parte de las encuestas, los mapeos, los talleres con los niños y los talleres virtuales. Incluyó el acompañamiento de la Defensoría del Pueblo y como resultado se fortalecieron capacidades sobre el enfoque de derechos humanos en la planificación barrial y se implementaron herramientas participativas para la elaboración de un diagnóstico compartido, la construcción de la visión barrial y de un plan de acción que permita a los ciudadanos contar con una hoja de ruta para resolver sus necesidades territoriales.
- La creación de la Red de Emprendimientos Locales: Emprendedora. Esta iniciativa se desarrolló en dos fases y buscó fortalecer las capacidades de las emprendedoras de los barrios periféricos de la ciudad, para mejorar sus estrategias de comercialización, modelos de negocio y difusión de productos. Al mismo tiempo, a través de la conformación de la red, se motivó el intercambio y fortalecimiento

del tejido barrial, impulsando procesos de activación del espacio público con ferias y actividades culturales. La segunda fase, en el contexto de emergencia sanitaria por COVID-19, desarrolló herramientas adaptadas a las necesidades de los emprendedores, principalmente en competencias digitales y reactivación de los negocios.

- El Reto Ciudadano para la Reactivación Económica, Social y Ambiental de los barrios de Loja. Este reto fue organizado en el marco de la pandemia por COVID-19 como una iniciativa para generar ideas desde la ciudadanía que aporten a la reactivación de la ciudad. Se logró generar alianzas con diversos actores a nivel nacional, como la Alianza para el Desarrollo Urbano Sostenible (ADUS), y a nivel local, como Emprendec, que permitió amplificar el alcance de la convocatoria y generar procesos de mentorías a las propuestas semifinalistas y finalistas del reto. Como resultado se obtuvieron tres propuestas ganadoras que recibieron un fondo semilla y un proceso de acompañamiento técnico para la implementación e impulso de sus proyectos.

El segundo, denominado *Acciones frente al cambio climático*, también recopila tres iniciativas:

- Los resultados del proceso de asistencia técnica brindado al Municipio de Loja para incorporar el enfoque de cambio climático en las herramientas de planificación. Como parte

de esta asesoría se generó un documento de insumos que se compone de la caracterización climática del cantón y la ciudad de Loja, la estimación de los riesgos climáticos, y la definición de medidas y proyectos de adaptación y mitigación al cambio climático. Estos resultados, generados a partir de un trabajo conjunto con el equipo técnico municipal, permitieron desarrollar un proceso de reflexión y análisis a partir de los mapas de escenarios climáticos. Los aportes que se presentan sirven como punto de arranque para seguir profundizando en la temática para la ciudad y para la toma de decisiones sobre el territorio.

- El III Seminario Urbano Internacional: Acciones frente al cambio climático, fue desarrollado en la primera semana de octubre de 2020. Este Seminario tuvo como objetivo compartir experiencias entre ciudades del país y del mundo sobre acciones realizadas en torno a temas como: planificación verde, datos ambientales, corredores verdes urbanos, espacios públicos verdes y agricultura urbana; acciones que aportan a mejorar las condiciones de las ciudades para hacer frente al cambio climático. Durante el evento se invitaron a expositores de España, Colombia y México; y del Ecuador, participaron conferencistas de Loja, Quito, Cuenca, Portoviejo, Lago Agrio y Latacunga. Los aprendizajes y conocimientos compartidos permitieron mostrar soluciones que pueden inspirar nuevas actuaciones para las ciudades.

- Recomendaciones para el diseño de espacios públicos con soluciones basadas en la naturaleza. Esta guía fue un desafío planteado dentro del Laboratorio Urbano de Loja que busca aportar, de manera sintética, con varios conceptos y reflexiones que se han ido abordando en diferentes espacios de trabajo a lo largo de los tres años del Programa Ciudades Intermedias Sostenibles. En esta guía se plantean soluciones prácticas para el diseño de espacios públicos de infraestructura verde y azul para las ciudades, y se brindan soluciones a partir de la integración de la naturaleza. Estos planteamientos iniciales constituyen una base para que profesionales, académicos y personas interesadas puedan seguir profundizando y aportando en esta temática que poco a poco se va cristalizando en el país.

El tercero, denominado *Activación de las infraestructuras verdes urbanas*, incorpora tres procesos:

- El Plan del Sistema Verde Urbano y la estrategia educacional. El Sistema Verde Urbano es la política de espacios públicos impulsada por el Laboratorio Urbano en articulación con el Municipio, la UTPL y otros actores locales. En este apartado se realiza una síntesis de algunos elementos que contiene el plan pero, sobre todo, sistematiza el proceso participativo desarrollado para su elaboración. De manera adicional, se presenta parte de los resultados de la estrategia educacional que fue diseñada con el propósito de generar material

didáctico y educativo que permita sensibilizar a la población sobre la importancia de los recursos naturales de la ciudad y, por otra, motivar a la ciudadanía a formar parte activa de este proyecto de ciudad.

- El desarrollo de tecnología cívica para la medición de datos ambientales en el espacio público de Loja. Esta iniciativa que se denominó TuData fue impulsada con el objetivo de contar con información, en tiempo real, sobre la calidad del ambiente urbano en la ciudad, que permitiese evidenciar en diferentes puntos estratégicos de la urbe –con mayor presencia del verde versus con mayor presencia de infraestructura gris y contaminación– diferentes variables vinculadas a contaminación, humedad, rayos UV, nivel de ruido y temperatura. Se utilizó la tecnología cívica con el propósito de involucrar a la ciudadanía a formar parte de la iniciativa, democratizar el uso de datos, hacer accesible la construcción de los sensores y ampliar la incidencia en el territorio.
- El diseño del Corredor Verde Urbano Oriental de Loja. Este proyecto urbano paisajístico buscó ser una medida innovadora de implementación del Sistema Verde Urbano que brindara soluciones concretas para la adaptación al cambio climático. Los diseños urbanos definitivos de este corredor han permitido contar con un referente de intervención en la ciudad que parte de la integración de diferentes espacios públicos, aprovechando la topografía que brinda el



territorio, potenciando las conexiones de biodiversidad y los servicios ecosistémicos, y generando espacios para la recreación aprovechando las visuales hacia la ciudad y la cordillera de los Andes. Este corredor se convierte en un espacio de transición que posibilita la conectividad y promueve formas de movilidad sostenibles.

Esta sistematización, que recopila diferentes experiencias implementadas en el marco del Laboratorio Urbano de Loja, refleja los aportes realizados desde una mirada integral de la ciudad, donde la articulación y el trabajo colaborativo entre diferentes actores locales: municipio, academia, sociedad civil y sector privado, han hecho posible cristalizar y aportar con acciones concretas que contribuyan hacia una ciudad verde y sostenible.

Para complementar lo presentado, se impulsó la creación de una página web denominada *Loja Verde y Sostenible*, eslogan de la estrategia educacional del Sistema Verde Urbano,

donde además de encontrar la política y los materiales educativos y comunicacionales, se puede acceder a información de proyectos e iniciativas impulsadas por el laboratorio. Este espacio, que se espera vaya creciendo en el tiempo, se abre para que siga nutriéndose de los aportes generados desde la ciudadanía, la academia y otros actores locales, permitiendo dar a conocer y visibilizar los esfuerzos que se están realizando en beneficio de los habitantes y de la ciudad.

Esperamos que estos resultados sirvan para seguir inspirando futuras acciones y que permitan profundizar en la búsqueda de soluciones comunes que aporten a mejorar la calidad de vida en la ciudad.

#### **Laura Cedrés**

Asesora en Mejora de barrios y espacio público  
Programa Ciudades Intermedias Sostenibles  
Cooperación Técnica Alemana (GIZ Ecuador)

# 2.1

Cambio climático  
en el cantón Loja

## LOJA: URBANIZACIÓN Y CAMBIO CLIMÁTICO

### 1. Los contextos nacionales

El crecimiento poblacional del Ecuador en las últimas seis décadas se cuadruplicó<sup>1</sup>, generándose en las ciudades. Recordemos que, hasta el año 1970, casi el 40% de la población vivía en las áreas urbanas y un 60% en las rurales. Según las proyecciones del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) la población total del país bordea los 17,5 millones de habitantes, siendo la urbana alrededor del 74,3% y la rural un 25,7%. En este contexto, los asentamientos humanos del país asisten a una progresiva concentración poblacional expresada en una creciente suburbanización, sobre todo en los centros mayores e intermedios urbanos del país.

Según Benabent (2016), la estructura funcional<sup>2</sup> del sistema de asentamientos en el Ecuador se consolida a partir de las dos aglomeraciones más importantes como Quito y Guayaquil. Luego, se ha generado un conjunto de “ciudades intermedias”<sup>3</sup> que poseen un importante

peso funcional articulando múltiples espacios territoriales que, en muchos casos, superan ámbitos provinciales. Y, finalmente, existe un conjunto de aglomeraciones y centros menores urbanos que por su potencial funcional o su papel articulador en el territorio lideran amplios espacios subregionales y rurales.

Sin bien es cierto que el crecimiento demográfico comentado -especialmente en las ciudades intermedias- ha traído beneficios económicos y sociales, también representa nuevas demandas y problemas a las funciones y estructura de las ciudades ecuatorianas: crecimientos dispersos, bajas densidades, vulnerabilidad y aumento de los riesgos de desastres, ocupación indebida de áreas de protección, entre otros. Los eventos naturales como terremotos, inundaciones, deslizamientos que se han dado en el país, han puesto de manifiesto, muchas veces con resultados mortales, el incremento de la vulnerabilidad de la población.

<sup>1</sup> CAF, CITE-FLACSO, ONU-Habitat, 2016. “La prosperidad en las ciudades de Ecuador. Primer reporte del Índice de Prosperidad Urbana (CPI) para 27 ciudades ecuatorianas”.

<sup>2</sup> Benabent, Manuel. Senplades “La delimitación de ámbitos funcionales para la aplicación de políticas públicas. Quito, 2016.” *Los asentamientos urbanos se estructuran y jerarquizan de acuerdo con las funciones que realizan. (...) De acuerdo con sus funciones es posible establecer el potencial funcional de cada ciudad y en base a ello efectuar la jerarquización del sistema de asentamientos.*”

<sup>3</sup> GIZ, 2017. Tipologías de Ciudades Intermedias para el Ecuador. Documento base no publicado. “Una ciudad intermedia es aquella que posee y provee infraestructura y servicios públicos que le permiten ser plataforma de integración de su territorio y a la vez garantiza la intermediación de flujos, sean estos de bienes o de personas...”



Además de lo mencionado, algunas de esas condiciones pueden verse incrementadas ante la presencia del cambio climático<sup>4</sup>, expresadas en la variabilidad de las temperaturas y precipitaciones en el país. Por tanto, el visibilizar los impactos climáticos en las ciudades del Ecuador se vuelve un imperativo -y una oportunidad a la vez- para abordar múltiples problemas territoriales y urbanos que se manifiestan en la gestión de las ciudades ecuatorianas.

## 2. El Programa Ciudades Intermedias Sostenibles y el cambio climático en la ciudad de Loja

En noviembre de 2014, en el marco de la cooperación internacional, la Nueva Agenda Urbana (NUA), los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y el Acuerdo de París; el Ecuador conjuntamente con Alemania acordaron llevar a cabo un programa de cooperación técnica para ciudades intermedias (CIS), implementado por la Cooperación Técnica Alemana (GIZ), que contempló como uno de sus ejes prioritarios el *“Crear laboratorios que implementen políticas de desarrollo urbano de enfoque integral y sostenible”*, en seis ciudades intermedias, siendo Loja, localizada al sur del país, una de las ciudades seleccionadas.

La ciudad de Loja es la capital del cantón y la provincia de Loja, con una extensión aproximada de 5.732,51 ha, una altitud de 2.060 m s.n.m, con una población de 170.280 habitantes (INEC, 2010), densidad poblacional baja y un crecimiento de la mancha urbana de los más elevados del país. El paisaje de la ciudad, marcado por la presencia de los ríos Zamora y Malacatos, meandros y cerca de 40 quebradas, denota una imagen territorial singular. Sin embargo, el poblamiento producido en el sector noroccidental tiene una ocupación dispersa y fragmentada. La suburbanización en los sectores periféricos urbanos evidencian: vulnerabilidad de la población, ocupación informal, deficiencia de servicios y equipamientos públicos, zonas de riesgos, morfología urbana irregular, carencia de espacios públicos, deforestación y deterioro ambiental.

El Programa Ciudades Intermedias Sostenibles a través del Laboratorio Urbano<sup>5</sup> de Loja y el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja (GADM Loja), enfocó su trabajo en la construcción de una política pública que reconoce a la naturaleza como eje estructurador de la planificación urbana y territorial, promueve el acceso equitativo de la población a los espacios públicos e implementa metodologías participativas para la mejora barrial. Las actividades impulsadas desde el Laboratorio Urbano permitieron, inicialmente,

<sup>4</sup>La Convención Marco de las Naciones Unidas define el Cambio Climático como *“un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante varios periodos”*.

<sup>5</sup>Concebido como un espacio creativo y multiactor, que promovió iniciativas concretas frente a problemas urbanos relevantes, en el marco de la planificación territorial y las agendas internacionales de desarrollo y cambio climático.



© Patricio Cuadrado

partir de una comprensión de las dinámicas en los sectores periféricos de la urbe, que revelaron la necesidad de generar procesos de apropiación y recuperación del espacio público por parte de los actores sociales.

Mejorar la accesibilidad a los espacios públicos permite reducir la inequidad espacial, potenciando su conectividad y reconociendo su contribución a la existencia y protección del sistema hídrico natural urbano de la ciudad, como acciones concretas para la adaptación y mitigación al cambio climático. Con este enfoque, se inició un proceso de aportes desde la ciudadanía y formulación de la política denominada Sistema Verde Urbano, que parte de un proceso participativo con diferentes actores locales, alimentado desde distintos espacios de diálogo y reflexión, y liderado técnicamente en un trabajo conjunto entre la UTPL, GIZ y el Municipio de Loja. Esta política integral de espacios públicos verdes se convierte también en una estrategia de adaptación al cambio climático para la ciudad.

A este proceso, se suma uno de los ejes de trabajo del programa enfocado en brindar asesoría técnica a las áreas de planificación del Municipio de Loja para incorporar el enfoque de cambio climático en la actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) y la formulación del Plan de Uso y Gestión de Suelo (PUGS). Este proceso se desarrolló a partir de un fortalecimiento de capacidades del equipo técnico municipal, que junto al trabajo de asistencia técnica, pudo realizar una caracterización y determinación de los riesgos climáticos del cantón y la ciudad de Loja, generando conocimiento para la adopción de normativas y

formulación de medidas de adaptación y mitigación en el combate al cambio climático. Los resultados constituyeron un insumo clave en el proceso de actualización de las herramientas de planificación que se presentan en este capítulo.

### 3. Resultados y retos futuros

Entre los resultados más relevantes logrados por las acciones del Laboratorio Urbano destaca la propuesta del Sistema Verde Urbano (SVU), como un conjunto de acciones que estructurarán la ciudad de Loja, reconociendo y valorando los elementos naturales de la ciudad con miras a configurarla como sostenible, conectada entre sus ecosistemas urbanos y periurbanos; con medidas adecuadas para la mitigación y adaptación al cambio climático; y espacios públicos verdes, equitativos, accesibles e inclusivos para toda la población.

En la formulación del SVU y el proceso de actualización y formulación del PDOT y PUGS, también se generaron condiciones para integrar estos resultados a los instrumentos de planificación territorial, logrando establecer una relación multiescalar de los elementos naturales urbanos, periurbanos y cantonales regionales del territorio lojano; otorgando a la vez pautas en la formulación de normativas para la protección del sistema hídrico natural del cantón y la ciudad; y creando condiciones en la estructuración de un futuro Sistema Verde Cantonal.

Entre las medidas de adaptación al cambio climático a escala cantonal adoptadas en el





© Patricio Cuadrado

PDOT, el GADM Loja en alianza con FORAGUA, identificó la necesidad de intervenir y recuperar los ecosistemas estratégicos cantonales para una gestión de las cuencas hídricas que proveen del líquido vital a la ciudad de Loja y el cantón. De esta propuesta de intervención se desprenden otras complementarias, como la protección de remanentes de bosques nativos y páramos que se encuentran en buen estado de conservación pero amenazados por la ampliación de la frontera agropecuaria.

A escala urbana, la propuesta para el SVU estableció tres objetivos estratégicos que están vinculados al PUGS y hacen referencia a: i) la gestión institucional, los tratamientos urbanísticos y lineamientos normativos; ii) la conexión ecosistémica integral con adaptación al cambio climático; y iii) la construcción del derecho a la ciudad mediante la integración de espacios públicos verdes bajo el concepto de soluciones basadas en la naturaleza, infraestructura verde y cambio climático. Cabe mencionar que esta propuesta también ha sido un referente en la construcción de la normativa secundaria nacional de la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo.

Durante el proceso mencionado, se promovieron múltiples espacios de reflexión y participación, recolección e implementación de información climática generada y la inclusión de actores sociales e institucionales entre los que destacan: la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL) que contribuyó notablemente con la producción de insumos, información y conocimiento para la gestión territorial y el cambio climático en la ciudad

y el cantón; el Instituto de Investigación Geológica y Energía (IIGE) en convenio con GIZ, generando información sobre proyecciones climáticas; así como la Corporación Andina de Fomento (CAF), que ha aportado con estudios de vulnerabilidad climática en la ciudad de Loja.

Finalmente, el proceso aquí mencionado no estuvo exento de problemas y limitaciones, por tanto, los retos o desafíos que tendrá el GADM Loja frente al combate del cambio climático implican nuevas acciones que apunten: al fortalecimiento técnico e institucional del GADM Loja para el financiamiento climático; a la consolidación de los espacios de participación social y corresponsabilidad ciudadana; a robustecer la relación entre la academia y sus aportes entorno a la investigación aplicada y la información climática del cantón; además de configurar una sólida voluntad política para lograr una relación multinivel que garantice la gobernanza climática del territorio.

### **César Valencia Zambrano**

Asesor en planificación territorial y cambio climático  
Programa Ciudades Intermedias Sostenibles  
Cooperación Técnica Alemana - GIZ  
Marzo 2021

## INTRODUCCIÓN

En el marco del Programa Ciudades Intermedias Sostenibles implementado por la Cooperación Técnica Alemana (GIZ) se generó un proceso de asesoría a las áreas de planificación territorial de los municipios de intervención del programa, siendo uno de ellos Loja. A partir del proceso de asistencia técnica se brindó apoyo en la incorporación del enfoque de cambio climático en la actualización de los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) y Planes de Uso y Gestión de Suelo (PUGS); al mismo tiempo en ir articulando el conocimiento y profundizando en el fortalecimiento de capacidades.

Los contenidos que se presentan a continuación recogen el trabajo colectivo de consultores, funcionarios municipales y el equipo técnico de GIZ, encargados de generar procesos e insumos para tomar decisiones en la incorporación de la temática de cambio climático en el marco de la actualización del PDOT y posteriormente en el PUGS del cantón Loja.

El presente acápite se estructura en tres partes: I) la caracterización climática del cantón, II) los riesgos climáticos identificados y III) las sugerencias de medidas de adaptación y mitigación de escala cantonal, así como algunas conclusiones generadas como consecuencia de la temática abordada.

También es necesario comentar que, en el análisis y generación de la información realizada para los fines mencionados, se hicieron múltiples consideraciones en la identificación de la estructura y funcionamiento del medio físico en relación con las actividades de los asentamientos humanos y el clima del cantón Loja. Adicionalmente, esto significó que el ámbito de análisis muchas veces no se circunscribiera al límite político administrativo, sino al conjunto de la cuenca hidrográfica que contiene el territorio cantonal.

Por tanto, se intentó tener una mirada integrada sobre los diversos cambios que pueden operar por efectos del cambio climático en las distintas escalas del territorio, para determinar sus impactos y acciones que puedan disminuirlo, en un entorno de comportamiento global. Esto implicó que, a partir de las proyecciones climáticas generadas por el Ministerio de Ambiente y Agua (MAAE) como ente rector de cambio climático en el Ecuador y facilitadas en su manejo por Instituto de Investigación Geológico y Energético (IIGE), se determinarían o aproximarían las consecuencias que a futuro bien pueden generarse por aumento o disminución de ciertas variables climáticas. Esta condición, de hecho, implicó también la consideración de la incertidumbre para determinar los posibles impactos mencionados.

CARACTERIZACIÓN  
CLIMÁTICA DEL  
CANTÓN LOJA

La caracterización climática se realizó sobre la base de los lineamientos de la Herramienta para la Integración de criterios de Cambio Climático en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (MAE, 2019), en cuya sección I se establece que “Los GAD cantonales y parroquiales rurales deberán ubicar el perfil de sus respectivos territorios sobre los mapas provinciales suministrados y ejercitar una descripción de las condiciones climáticas futuras, lo que constituye una caracterización climática de su territorio”.

La información climática que se usó provino de cuatro fuentes:

- El PDOT del cantón Loja del año 2014 vigente, donde se realiza una descripción general del clima del cantón.
- El Ministerio del Ambiente que contempla los datos y proyecciones climáticas de la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de Ecuador (MAE, 2017), disponible para su descarga en <http://suia.ambiente.gob.ec/documentos>. La información provista incluye mapas de las 23 provincias del territorio continental ecuatoriano y su respectiva interpretación para las 4 amenazas climáticas priorizadas (lluvias intensas, temperaturas muy altas, sequías y heladas), escenario actual/histórico (1981-2015), y escenarios RCP 4.5 y 8.5 para el período 2016-2040.
- La Cooperación Técnica Alemana (GIZ) y el Instituto de Investigación Geológico y Energético (IIGE), cuyo trabajo permitió

generar mapas que detallan las anomalías de precipitación y temperatura, resultantes del trabajo del MAE mencionado en el párrafo anterior, y preparados para la presente asistencia técnica, en el marco del Programa Ciudades Intermedias Sostenibles.

- El Municipio de Loja, a través del estudio del Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático de la Ciudad de Loja, que generó datos afinados para la ciudad. El estudio mencionado fue promovido, editado y revisado por CAF-Banco de Desarrollo de América Latina, siendo sus autores el Consorcio formado por la Fundación para la Investigación del Clima, Universidad Técnica Particular de Loja y LAVOLA S.A. en el 7 de noviembre de 2019.

Para este análisis se usó información climática proveniente exclusivamente de las fuentes secundarias mencionadas. Se estudiaron los datos de temperatura y precipitación para el cantón y ciudad de Loja (datos observados y proyecciones bajo los escenarios indicados) y el comportamiento de las amenazas climáticas priorizadas en los estudios de referencia (para los dos escenarios seleccionados RCP 4.5 y RCP 8.5). Como resultado se pudo identificar la tendencia que tendrá cada parámetro climático analizado en términos de aumento, mantenimiento o reducción con relación a los datos observados.

Con el nivel de información disponible, los resultados de la caracterización climática se formularon en dos niveles. El primero para el cantón Loja y el segundo para la ciudad de Loja. Para cada

una de esas escalas se presentan los datos del clima observado y del clima futuro (temperatura y precipitación) bajo los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 para el período 2016-2040, así como las amenazas que de ellas se deriven. En la presente sección se describe los resultados relevantes para los fines de la caracterización climática, por ende, se evita al máximo transcribir contenidos de los estudios fuente.

## RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL CANTÓN LOJA

El cantón Loja se ubica al sur del Ecuador y constituye la capital de la provincia que lleva el mismo nombre. Su superficie es de 1.892,27 km<sup>2</sup> que son ocupados por la cabecera cantonal y 13 parroquias rurales. Para fines de planificación se agrupan en 4 zonas conforme el siguiente detalle:

El territorio del cantón Loja presenta tres tipos de clima, tal como se indica en el siguiente cuadro:

**Cuadro 1** Tipos de clima del cantón Loja

Tipo de clima	Área	
	Hectáreas (ha)	Porcentaje (%)
Ecuatorial Mesotérmico Semi – Húmedo	164.137,76	86,59
Ecuatorial de Alta Montaña	18.547,02	9,78
Ecuatorial Mesotérmico Seco	6.865,67	3,62
Total	189.550,46	100,00

Fuente: PDOT Loja, 2014

**Cuadro 2** Zonas de planificación del cantón Loja

Zona	Parroquias
Uno	1. Santiago 2. San Lucas 3. Jimbilla
Dos	4. Gualiel 5. El Cisne 6. Chuquiribamba 7. Chantaco 8. Taquil
Tres	9. Malacatos 10. San Pedro de Vilcabamba 11. Vilcabamba 12. Yangana 13. Quinara
Cuatro	14. Loja (cabecera cantonal)

Fuente: PDOT Loja, 2014

### Clima ecuatorial mesotérmico semi-húmedo

Este tipo de clima es el predominante en el cantón (86,50% del territorio) y se caracteriza porque las temperaturas medias anuales están comprendidas entre 12 y 20 °C pero pueden ser inferiores en las vertientes menos expuestas al sol, las temperaturas mínimas descienden rara vez a menos de 0 °C y las máximas no superan los 30 °C. Variando en función de la altura y exposición, la humedad relativa tiene valores comprendidos entre el 65 y el 85% y la duración de la insolación puede ir de 1.000 a 2.000 horas anuales. Las precipitaciones anuales fluctúan entre 700 y 2.000 milímetros y están repartidas en dos estaciones lluviosas, de febrero a mayo y



de octubre a noviembre. La vegetación natural de esta zona ha sido ampliamente sustituida por pastizales y cultivos. Este tipo de clima se extiende por todo el cantón.

### Clima ecuatorial frío de alta montaña

Este tipo de clima está por encima de los 2.800 m s.n.m. Las temperaturas máximas rara vez sobrepasan los 20 °C, las mínimas tienen, sin excepción, valores inferiores a 0 °C y las medias anuales, aunque muy variables, fluctúan casi siempre entre 6 y 12 °C; en el cantón abarca el 9,78%. La gama de los totales pluviométricos anuales va de 800 a 2.000 milímetros y la mayoría de las precipitaciones son de larga duración pero de baja intensidad. La humedad relativa es siempre superior al 80%. Este tipo de clima es predominante en las partes altas de Gualiel así como también en Malacatos, San Pedro de Vilcabamba, Quinara, Vilcabamba y Yangana, observándose además la influencia de las áreas protegidas como el Parque Nacional Podocarpus (PNP) y el Parque Nacional Yacuri (PNY) donde existe abundante vegetación.

### Clima ecuatorial mesotérmico seco

Este tipo de clima está asociado a los valles interandinos calientes y de menor altura bajo los 800 m s.n.m., encontrándose en las parroquias Malacatos, San Pedro de Vilcabamba y Vilcabamba del cantón Loja, abarcando el 3,62%. Las temperaturas medias anuales son mayores a los 16 °C con muy poca diferencia entre los meses secos y lluviosos. Las lluvias anuales son inferiores a 500 milímetros y se producen en los períodos de febrero

a mayo y de octubre a noviembre. La acumulación de aire relativamente frío y consecuentemente más denso contribuye a crear condiciones climáticas estables: el cielo generalmente presenta poca nubosidad, la humedad relativa está comprendida entre el 50 y el 80% y la insolación siempre supera las 1.500 horas por año.

## CLIMA OBSERVADO DEL CANTÓN LOJA

El clima presente u observado del cantón Loja se analiza a partir de las series anuales de precipitación y temperatura.

### a. Precipitación

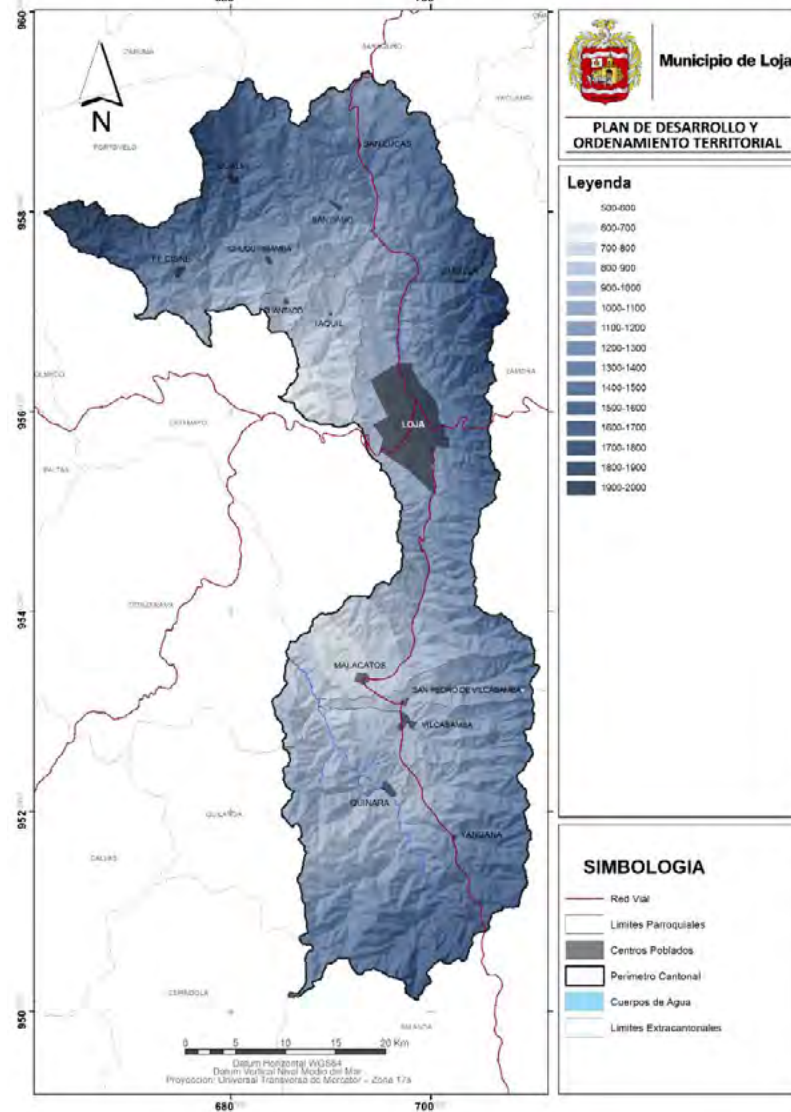
La precipitación del cantón Loja fluctúa entre un mínimo de 500 mm/año y un máximo de 2.000 mm/año. Los niveles máximos y mínimos de precipitación por parroquia se indican en el cuadro y figura siguientes.

**Cuadro 3** Precipitación máxima, mínima y promedio por parroquias y zonas del cantón Loja

Zona	Parroquias	Precipitación (mm/año)		
		Máxima	Mínima	Promedio
Uno	San Lucas	1500	900	1200
	Santiago	1400	900	1150
	Jimbilla	1800	1000	1400
Dos	Gualel	1800	1000	1400
	El Cisne	2000	700	1350
	Chuquiribamba	1300	700	1000
	Chantaco	1000	700	850
	Taquil	1000	500	750
Tres	Malacatos	1400	600	1000
	San Pedro de Vilcabamba	1300	700	1000
	Vilcabamba	1300	700	1000
	Quinara	1500	800	1150
	Yangana	1600	800	1200
Cuatro	Loja	1700	700	1200
<b>Promedio</b>		1471	764	1118

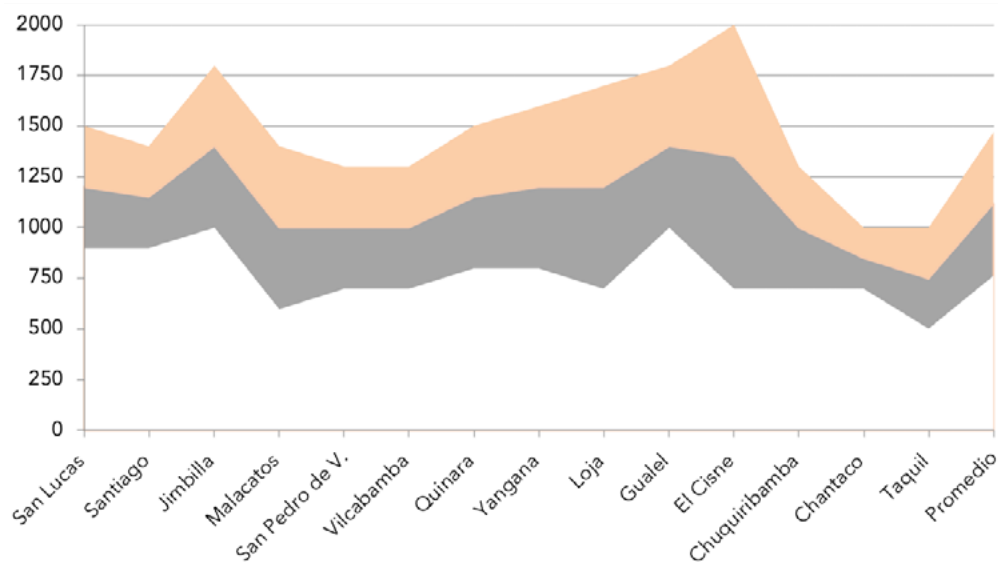
Fuente: PDOT Loja, 2014

Figura 1 Mapa de precipitación del cantón Loja



Fuente: PDOT Loja, 2014

Figura 2 Precipitación máxima, mínima y promedio según parroquias del cantón Loja (mm/año)

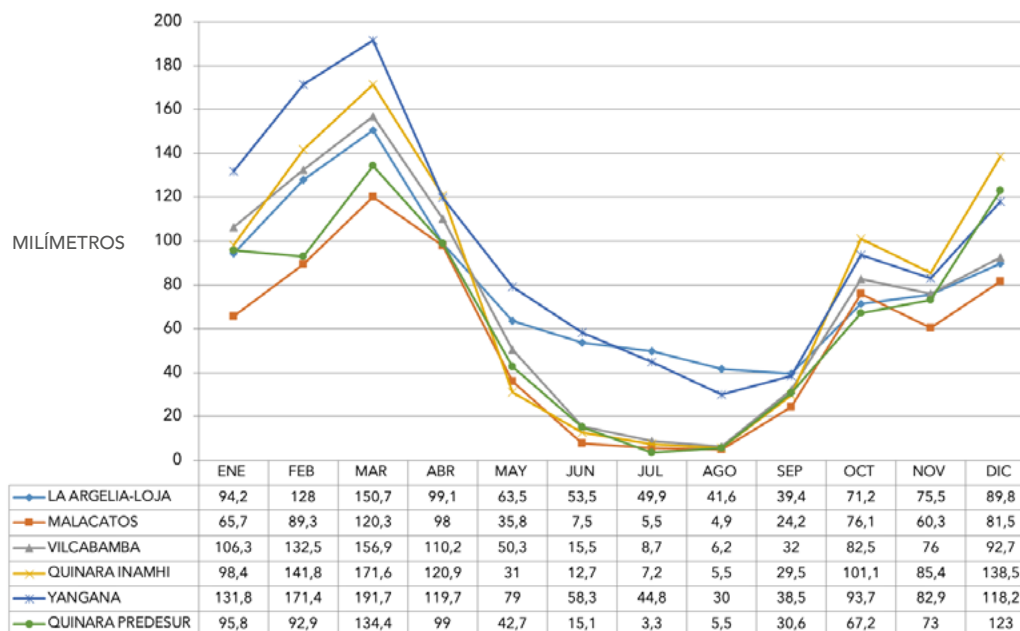


Fuente: PDOT Loja, 2014

De acuerdo a la precipitación promedio, los valores más altos se registran para El Cisne, Gualiel y Jimbilla; mientras que los valores más bajos corresponden a Taquil y Chantaco. Por su parte las parroquias con mayor rango de variación (diferencia entre el valor máximo y el mínimo) corresponden a El Cisne y Loja, mientras que es menor para Taquil y Chantaco. El resto de parroquias ocupa valores intermedios.

Con respecto al comportamiento de la precipitación a nivel mensual existen temporadas marcadas de precipitación que inician en septiembre y se extienden hasta su pico máximo en marzo para culminar en mayo. De acuerdo a datos de algunas estaciones meteorológicas de los entes oficiales, se registra la situación que se indica en la siguiente figura.

Figura 3 Comportamiento de la precipitación en algunas estaciones del cantón Loja



Fuente: PDOT Loja, 2014

El período sin lluvias se acentúa de junio a agosto. La presencia de muy baja precipitación es marcada en Malacatos, Vilcabamba y Quinara donde se

registran cercanos a cero; mientras que en La Argelia y Yangana estos valores son notablemente superiores.

## b. Temperatura

La temperatura media anual a nivel del cantón Loja es de 15 °C, el valor más alto registrado es de 23 °C en la parroquia El Cisne; mientras que los valores más bajos se registran en las parroquias

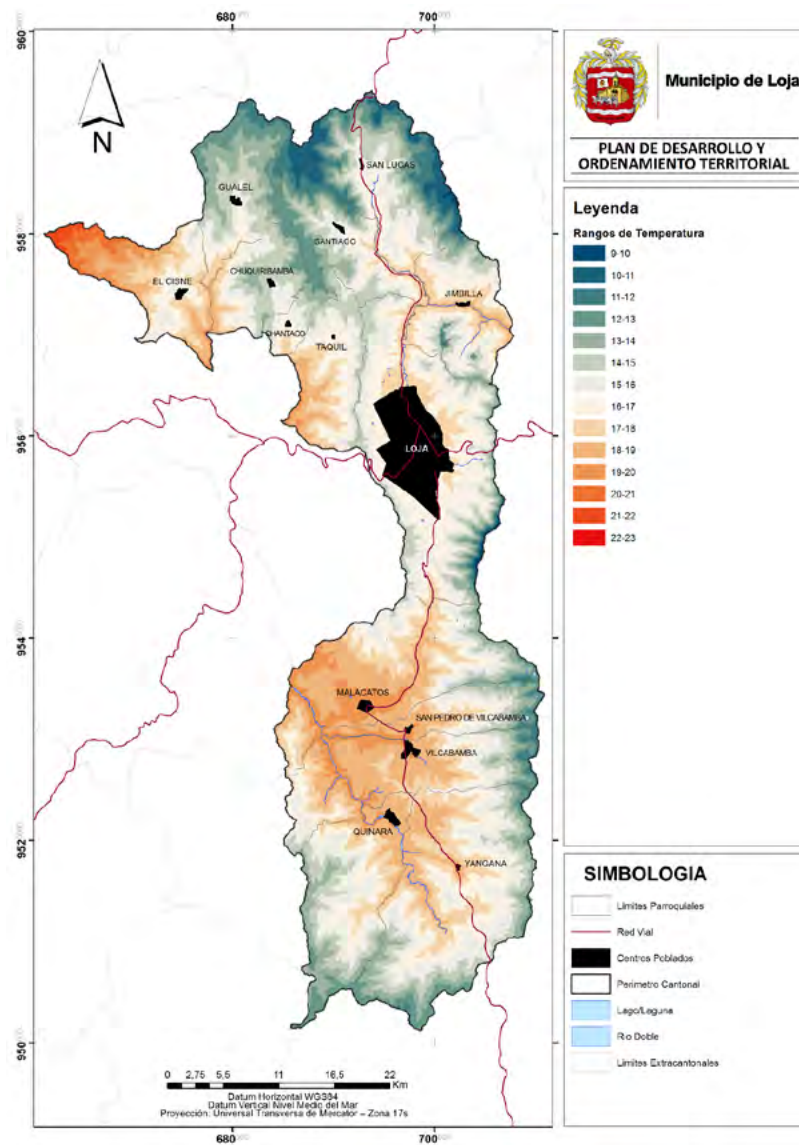
de San Lucas, Jimbilla y en la ciudad de Loja con 9 °C. Esto se da principalmente por la topografía predominante y por la presencia de la cordillera de los Andes.

**Cuadro 4** Temperatura máxima, mínima y promedio por parroquias y zonas del cantón Loja

Zona	Parroquias	Temperatura (°C)		
		Máxima	Mínima	Promedio
Uno	San Lucas	19	9	14
	Santiago	19	10	14,5
	Jimbilla	20	9	14,5
Dos	Gualel	19	10	14,5
	El Cisne	23	14	18,5
	Chuquiribamba	20	12	16
	Chantaco	18	12	15
	Taquil	20	12	16
Tres	Malacatos	20	11	15,5
	San Pedro de Vilcabamba	20	11	15,5
	Vilcabamba	20	11	15,5
	Quinara	20	11	15,5
	Yangana	19	11	15
Cuatro	Loja	19	9	14
Promedio		19,7	10,9	15,3

Fuente: PDOT Loja, 2014

Figura 4 Mapa de temperatura media anual del cantón Loja

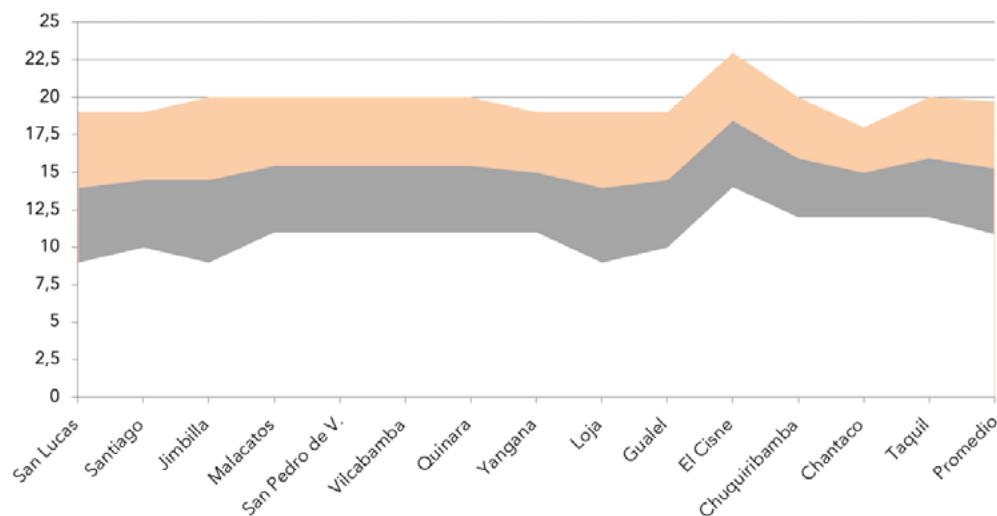


Fuente: PDOT Loja, 2014

La figura siguiente permite establecer que de acuerdo a la **temperatura promedio**, los valores más altos se registran para El Cisne; mientras que el valor más bajo en Loja. Por su parte las parroquias

con mayor **rango de variación** (diferencia entre el valor máximo y el mínimo) corresponden a Jimbilla, San Lucas y Loja; y las de menor, Chantaco y Taquil. El resto de parroquias ocupa valores intermedios.

**Figura 5** Temperatura máxima, mínima y promedio según parroquias del cantón Loja (grados centígrados)



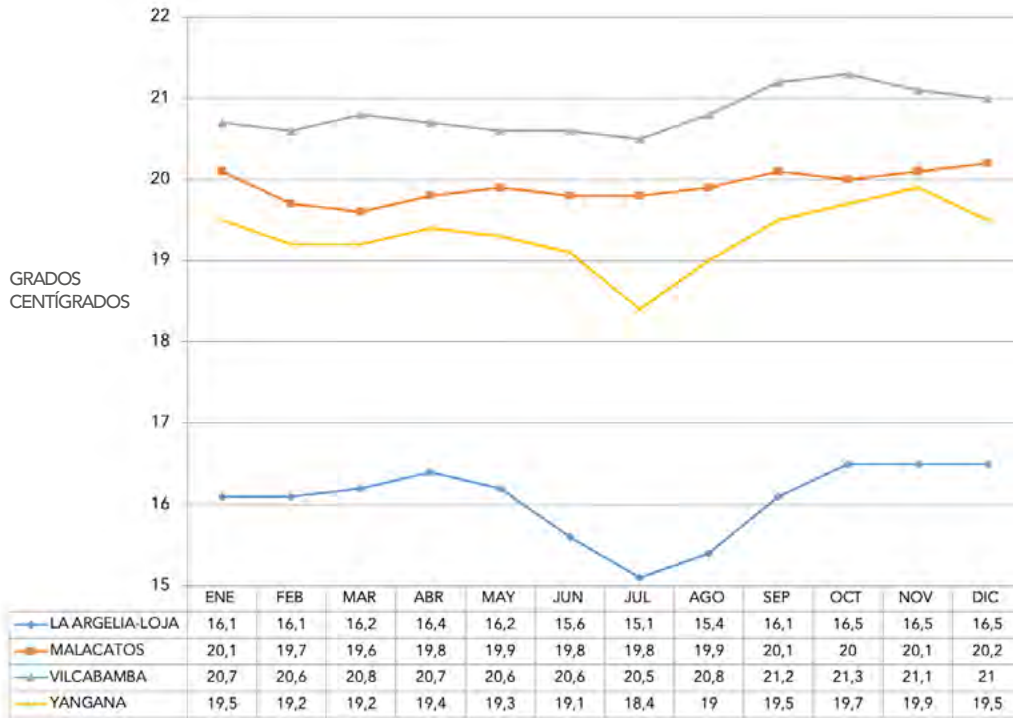
Fuente: PDOT Loja, 2014

Las zonas del cantón que presentan temperaturas más altas se encuentran claramente identificados en los valles del cantón, como son: Loja, Malacatos y Vilcabamba, y la zona de veda de la parroquia El Cisne; por otro lado, las zonas más frías se encuentran

al norte en las parroquias Santiago, Gualal y San Lucas. Con respecto al comportamiento de la temperatura media a nivel mensual y de acuerdo a datos de algunas estaciones meteorológicas de los entes oficiales, se registra la siguiente situación:



Figura 6 Comportamiento de la temperatura en algunas estaciones del cantón Loja



Fuente: PDOT Loja, 2014

## CLIMA FUTURO DEL CANTÓN LOJA

Esta sección analiza el escenario climático intermedio y pesimista (RCP 4.5 y RCP 8.5) y el período más reciente (2010-2040), para centrar la atención en la información más relevante para las políticas locales de los próximos años.

### a. Precipitación

Los escenarios de clima futuro muestran que en el territorio del cantón Loja se producirán los siguientes cambios o anomalías<sup>6</sup> con respecto a la precipitación anual observada.

Los dos escenarios climáticos de precipitación muestran igual rango de variación o anomalía con respecto al valor anual observado; sin embargo, difieren en el área que cubren y la distribución a lo largo del territorio. Para entender tales diferencias, en la siguiente figura se presenta el área en hectáreas que sería afectada por cada anomalía y escenario.

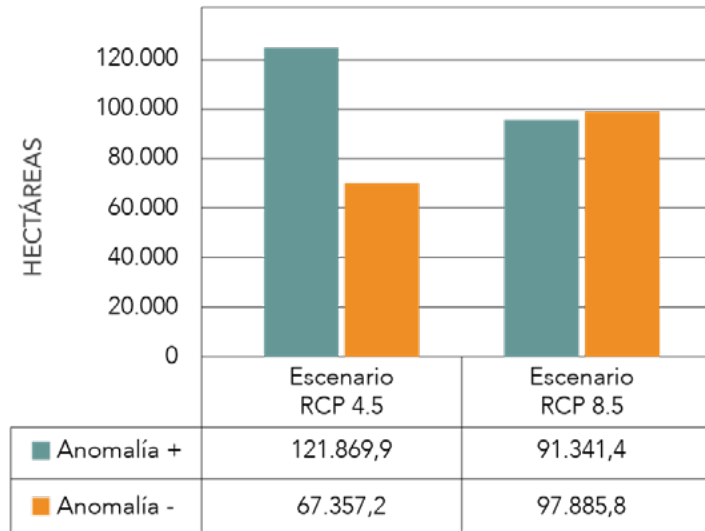
**Cuadro 5** Anomalía de precipitación según escenarios climáticos para el cantón Loja

Rango de variación		
Variable climática	Escenario RCP 4.5 2011-2040	Escenario RCP 8.5 2011-2040
Precipitación	De 50 a - 80 mm/año	De 50 a - 80 mm/año

Fuente: MAE, 2017

<sup>6</sup> Anomalía: La diferencia en más (+) o en menos (-) que se observa en un lugar, respecto al valor normal o típico de una variable climática (normal climática).

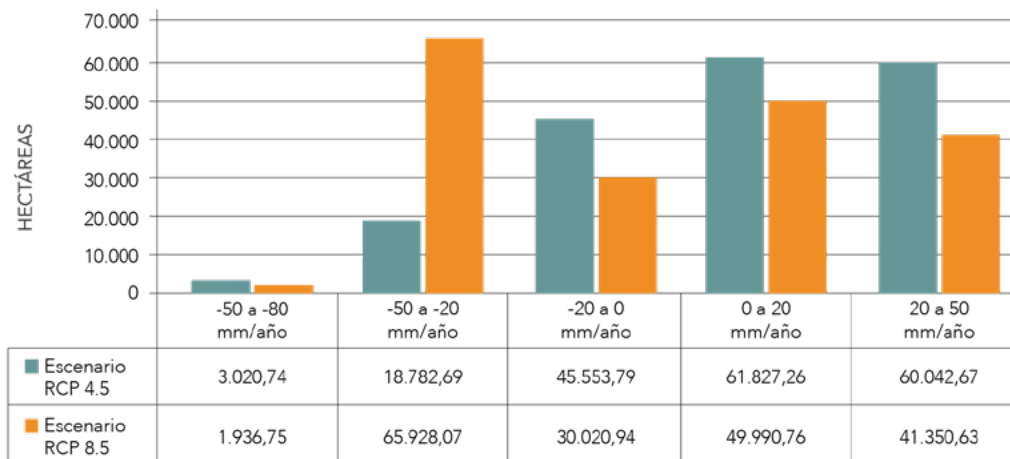
**Figura 7** Área del cantón Loja bajo anomalía de precipitación para diferentes escenarios climáticos



Fuente: GIZ-IIGE, 2019

1. Bajo el escenario RCP 4.5 existe un marcado predominio de la anomalía positiva pues se presentaría en el 64,4% del territorio; mientras que la negativa se presentaría en el 35,6% restante donde la anomalía es negativa y por ende habría disminución de la precipitación.
2. Bajo el escenario RCP 8.5 existe un ligero predominio de las anomalías negativas, pues se presentarían en el 51,7% del territorio, donde habría disminución de la precipitación; por su parte la anomalía positiva se presentaría en el 48,3% del territorio donde la precipitación aumentaría.

**Figura 8** Área del cantón Loja bajo diferentes anomalías de precipitación para diferentes escenarios climáticos



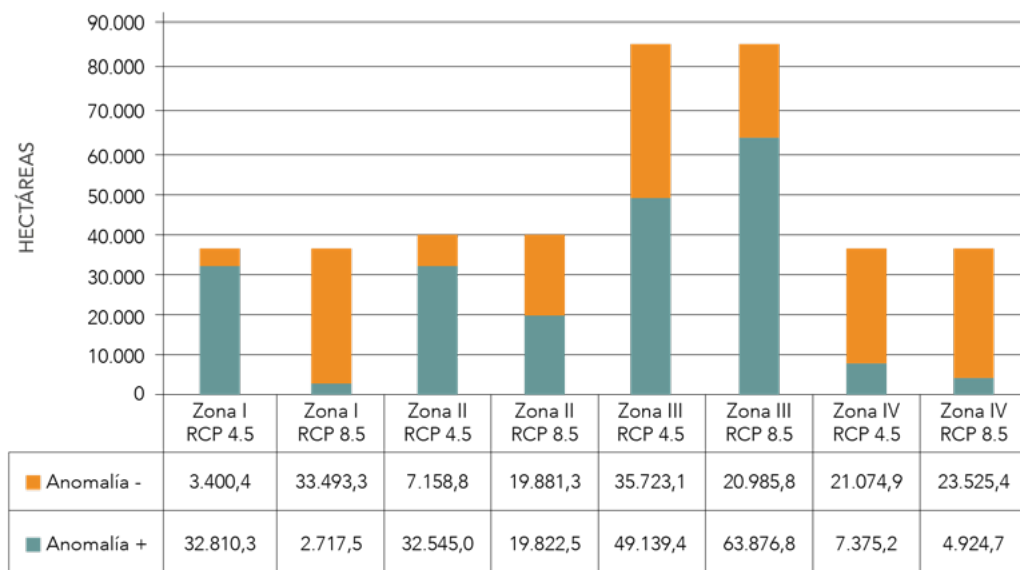
Fuente: GIZ-IIGE, 2019

1. Bajo el escenario RCP 4.5, donde predomina la anomalía positiva (64,4%), se registra que corresponde a los valores de 0 a 20 mm/año para el 32,67% del territorio del cantón y de 20 a 50 mm/año para el 31,73%; es decir, que se distribuye de forma casi igualitaria para los dos rangos. En cuanto a la anomalía negativa (35,6%) se concentra especialmente en el rango de 0 a -20 para el 24,07% del territorio, y de -20 a -50 para el 10%; mientras que el rango de máxima disminución ocuparía tan solo el 1,6% del territorio.
2. Bajo el escenario RCP 8.5, donde hay un ligero predominio de la anomalía negativa (51,7% del cantón), se registra que esta se concentra en el rango de -20 a -50 mm/año que se presentaría en el 34,5% del territorio cantonal; luego en el rango de 0 a -20 mm/año para el 15,9% del territorio; mientras que el rango de -50 a -80 mm/año se presentaría tan solo en el 1% del territorio. Por su parte, la anomalía positiva que se espera en el 48,3% del territorio se distribuye para los rangos de 0 a 20 mm/año y 20 a 50 mm/año, el primero ocupará el 21,9% del territorio cantonal y el segundo el 26,4%.

Con la finalidad de aportar información relevante para la planificación del ordenamiento y desarrollo territorial, se ha caracterizado la distribución de la anomalía de precipitación en las zonas

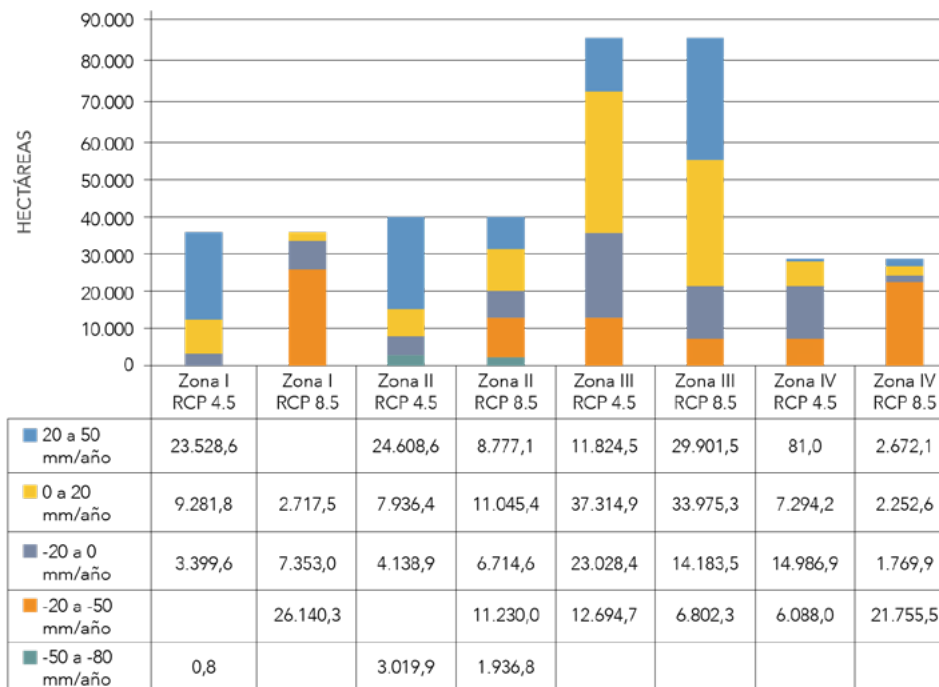
de planificación. La siguiente figura presenta la distribución de la anomalía positiva y negativa bajo cada escenario en cada una de ellas, luego las detalla según los rangos de variación.

**Figura 9** Anomalía de precipitación por zonas de planificación y bajo diferentes escenarios climáticos



Fuente: GIZ-IIGE, 2019

**Figura 10** Detalle de la anomalía de precipitación por zonas de planificación y bajo diferentes escenarios climáticos



Fuente: GIZ-IIGE, 2019

- Zona I:** comprende las parroquias Santiago, San Lucas y Jimbilla. Bajo el escenario RCP 4.5 habría predominio de la anomalía positiva por cubrir el 91% del territorio, especialmente, la del rango de 20 a 50 mm/año. En el 9% restante habrá anomalía negativa y únicamente del rango de -20 a 0 mm/año. Esta situación se invierte bajo el escenario RCP 8.5, pues la anomalía negativa pasa a cubrir el 92% del territorio, con predominio del rango de -50 a 20 mm/año; mientras que la positiva se presentaría en tan solo el 8% con el rango de 0 a 20 mm/año. La situación entre los escenarios es totalmente opuesta.
- Zona II:** comprende las parroquias Gualal, El Cisne, Chuquiribamba, Chantaco y Taquil. Bajo el escenario RCP 4.5 se espera predominio de la anomalía positiva por cubrir el 82% del territorio; mientras que la negativa se espera

para el 18% restante. Bajo el escenario RCP 8.5, la incidencia de la anomalía positiva y negativa es igual ya que cada una cubriría el 50% del territorio de esta zona.

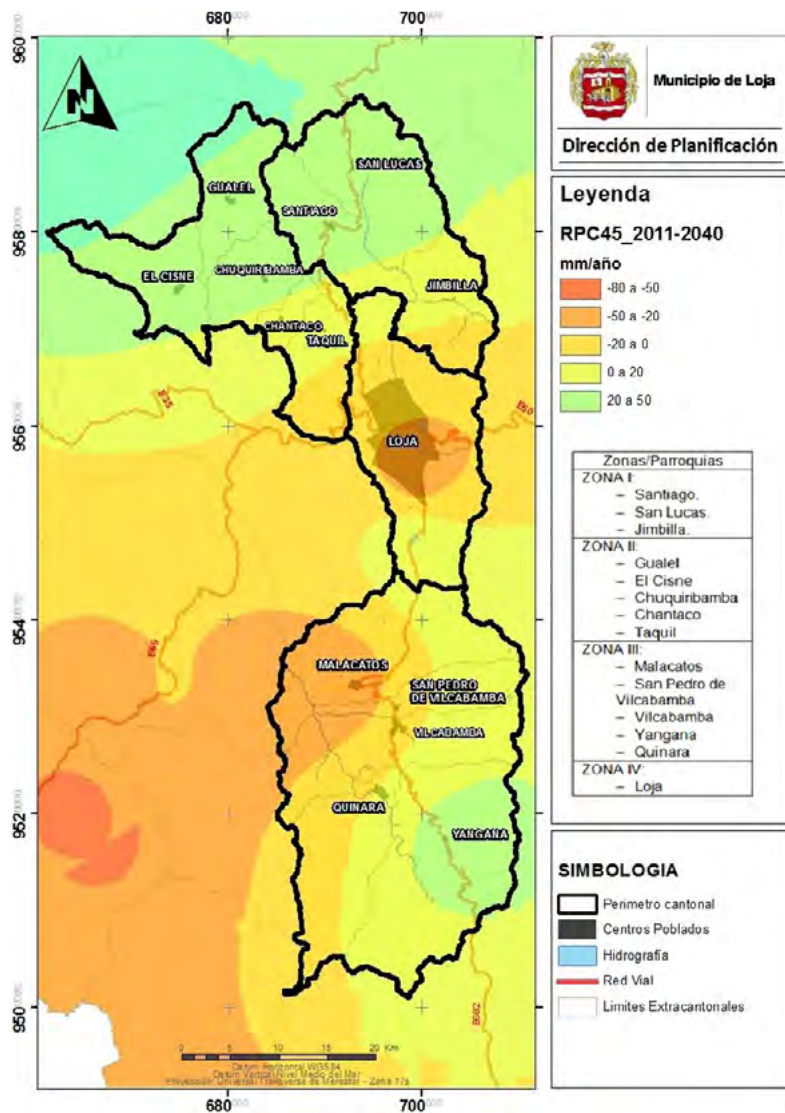
- **Zona III:** comprende las parroquias Malacatos, San Pedro de Vilcabamba, Vilcabamba, Yangana y Quinara. Bajo el escenario RCP 4.5 se espera el predominio de la anomalía positiva por cubrir el 58% de su territorio, especialmente del rango de 0 a 20 mm/año; mientras que la negativa se espera para el 42% restante y para los rangos de 0 a -20 y -50 a -20 mm/año. Bajo el escenario RCP 8.5 este patrón se mantiene con la diferencia de que la anomalía positiva se amplía al 75% y la negativa se reduce al 25% del territorio de esta zona.
- **Zona IV:** comprende la ciudad de Loja como cabecera cantonal. Bajo el escenario RCP 4.5 se espera predominio de la anomalía negativa por cubrir el 74% de su territorio; y la positiva

para el 26% restante. Bajo el escenario RCP 8.5 este patrón se mantiene con la diferencia que la anomalía negativa pasa a cubrir el 83% del territorio y la mayor parte en el rango de -20 a 0 mm/año, por su parte la negativa se reduce al 17% de esta zona.

De forma general se establece que los dos escenarios climáticos generan patrones similares de anomalías para las Zonas III y IV; por su lado, la Zona II genera patrones diferentes para cada escenario y en el caso de la Zona I genera patrones totalmente opuestos entre ellos.

Como particularidades se establece que la mayor anomalía negativa (-50 a -80 mm/año) se espera únicamente en la Zonas I y II donde ocupa superficies poco significativas por ser inferior al 0% para el primer caso y bajo el escenario RCP 4.5; y del 8% (RCP 4.5) y 5 % (RCP 8.5) para el segundo caso. Otro tema a destacar es que la mayor anomalía positiva (20 a 50 mm/año) no se presentará en la Zona I bajo el escenario RCP 8.5.

Figura 11 Mapa de anomalía de precipitación para el cantón Loja bajo el escenario RCP 4.5



Fuente: GIZ-IIGE, 2019



A nivel global se establece que bajo el escenario RCP 4.5, la anomalía de precipitación que ocupará la mayor parte del territorio del cantón Loja es la de 0 a 20 mm/año y podría presentarse en el 32,7% del territorio, concentrándose en la Zona III y, en menor proporción, para el resto de zonas.

La segunda anomalía en importancia, de acuerdo a la superficie que ocupará, corresponde al rango de 20 a 50 mm/año y se espera para el 31,7% del territorio del cantón (un punto menos que la anterior) siendo las Zonas I y II las que concentrarán la mayor parte, y el resto en la Zona III.

La tercera anomalía en importancia corresponde al rango -20 a 0 mm/año que se presentaría en el

24,1% del territorio que estará en todas las áreas, especialmente en las Zonas III y IV afectando buena parte de la ciudad de Loja y de las áreas de cultivo de Malacatos y Quinara. Las tres anomalías en su conjunto cubrirán el 88,5% del territorio y por superficie constituyen las principales. El 11,5% restante se divide entre el 9,9% para el rango de -50 a -20 mm/año (dos tercios estarían en la Zona III y el otro en la Zona IV, las otras no la presentarán) y tan solo el 1,6% para el rango -50 a -80 mm/año que se espera únicamente en la Zona II.

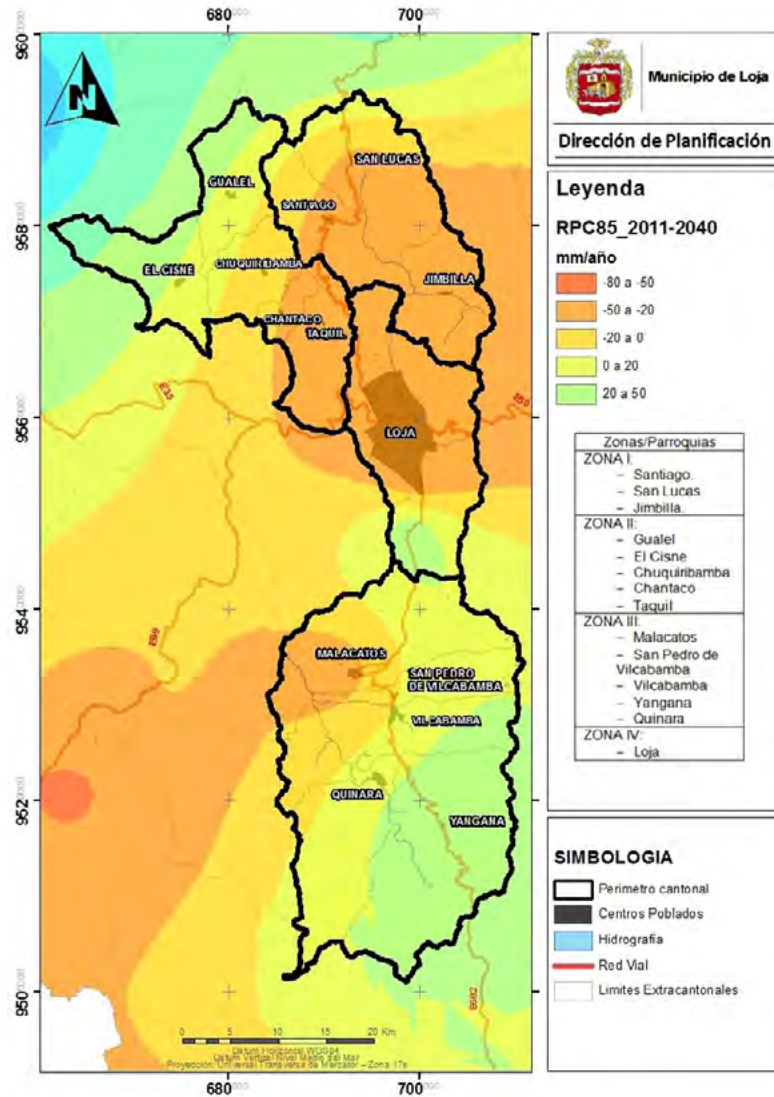
Para complementar lo expuesto, en el siguiente cuadro se presentan los datos consolidados de la anomalía de precipitación para el escenario RCP 4.5, en las zonas de planificación y los rangos de variación.

**Cuadro 6** Superficie bajo diferentes anomalías de precipitación según zonas de planificación del cantón Loja bajo el escenario RCP 4.5

Zona	Anomalía de Precipitación Bajo Escenario RCP 4.5 (mm/año)										Total		
	-50 a -80		-50 a -20		-20 a 0		0 a 20		20 a 50		Hectáreas (ha)	%	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%			
I	ha	0,8	0,0%			3.399,6	7,5%	9.281,8	15,0%	23.528,6	39,2%	36.210,8	19,1%
	%	0,0%				9,4%		25,6%		65,0%			
II	ha	3.019,9	100,0%			4.138,9	9,1%	7.936,4	12,8%	24.608,6	41,0%	39.703,8	21,0%
	%	7,6%				10,4%		20,0%		62,0%			
III	ha			12.694,7	67,6%	23.028,4	50,6%	37.314,9	60,4%	11.824,5	19,7%	84.862,5	44,8%
	%			15,0%		27,1%		44,0%		13,9%			
IV	ha			6.088,0	32,4%	14.986,9	32,9%	7.294,2	11,8%	81,0	0,1%	28.450,1	15,0%
	%			21,4%		52,7%		25,6%		0,3%			
Total	ha	3.020,7	100,0%	18.782,7	100,0%	45.553,8	100,0%	61.827,3	100,0%	60.042	100,0%	189.227,2	100,0%
	%	1,6%		9,9%		24,1%		32,7%		31,7%			

Fuente: GIZ-IIGE, 2019

Figura 12 Mapa de anomalía de precipitación para el cantón Loja bajo el Escenario RCP 8.5



Fuente: GIZ-IIGE, 2019

A nivel global se establece que bajo el escenario RCP 8.5, la anomalía de precipitación que ocupará la mayor parte del cantón Loja es negativa y se encuentra en el rango de -50 a -20 mm/año, esta cubrirá el 34,8% del territorio, especialmente en las Zonas I y IV donde ocupará las tres cuartas partes de cada una configurando un escenario de disminución de lluvia que se contrapona a lo que el escenario RCP 4.5 genera para ellas.

La segunda anomalía en importancia, de acuerdo a la superficie que ocupará, corresponde al rango de 20 a 50 mm/año y se espera para el 31,7% del territorio del cantón (un punto menos que la anterior) siendo las Zonas I y II las que concentrarán la mayor parte, y el resto en la Zona III.

La tercera anomalía en importancia corresponde al rango -20 a 0 mm/año que se presentaría

en el 24,1% del territorio en todas las zonas, especialmente en las Zonas III y IV afectando buena parte de la ciudad de Loja y de las áreas de cultivo de Malacatos y Quinara.

Las tres anomalías en su conjunto cubrirán el 88,5% del territorio y por superficie constituyen las principales. El 11,5% restante se divide entre el 9,9% para el rango de -50 a -20 mm/año (dos tercios estarían en la Zona III y el otro en la Zona IV, las otras no la presentarán) y tan solo el 1,6% para el rango -50 a -80 mm/año que se espera únicamente en la Zona II.

Para complementar lo expuesto, en el siguiente cuadro se presentan los datos consolidados de la anomalía de precipitación para el escenario RCP 8.5, en las zonas de planificación y los rangos de variación.

**Cuadro 7** Superficie bajo diferentes anomalías de precipitación según zonas de planificación del cantón Loja bajo el escenario RCP 8.5

Zona	Anomalía de Precipitación Bajo Escenario RCP 8.5 (mm/año)										Total		
	-50 a -80		-50 a -20		-20 a 0		0 a 20		20 a 50		Hectáreas (ha)	%	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%			
I	ha		26.140,27	39,6%	7.353,0	24,5%	2.717,5	5,4%			36.210,8	19,1%	
	%		72,2%		20,3%		7,5%				100,0%		
II	ha	1.936,8	100,0%	11.229,99	17,0%	6.714,6	22,4%	11.045,4	22,1%	8.777,1	21,2%	39.703,8	21,0%
	%	4,9%		28,3%		16,9%		27,8%		22,1%	100,0%		
III	ha		6.802,3	10,3%	14.138,5	47,2%	33.975,3	68,0%	29.901,5	72,3%	84.862,5	44,8%	
	%		8,0%		16,7%		40,0%		35,2%		100,0%		
IV	ha		21.755,5	33,0%	1.769,9	5,9%	2.252,6	4,5%	2.672,1	6,5%	28.450,1	15,0%	
	%		76,5%		6,2%		7,9%		9,4%		100,0%		
Total	ha	1.936,8	100,0%	65.928,1	100,0%	30.020,9	100,0%	49.990,8	100,0%	41.350,6	100,0%	189.227,2	100,0%
	%	1,0%		34,8%		15,9%		26,4%		21,9%		100,0%	

Fuente: GIZ-IIGE, 2019

## b. Temperatura

Los escenarios de clima futuro muestran que en el territorio del cantón Loja se producirán los siguientes cambios o anomalías<sup>7</sup> de temperatura con respecto al valor medio anual observado. Los escenarios climáticos tienen en común que ambos prevén únicamente anomalías positivas y por debajo

de 1 °C, como diferencia presentan una décima de grado para el límite superior, también difieren en el área que cubren y la distribución territorial. Para entender tales diferencias, a continuación se presenta el área en hectáreas que sería afectada por cada anomalía y escenario.

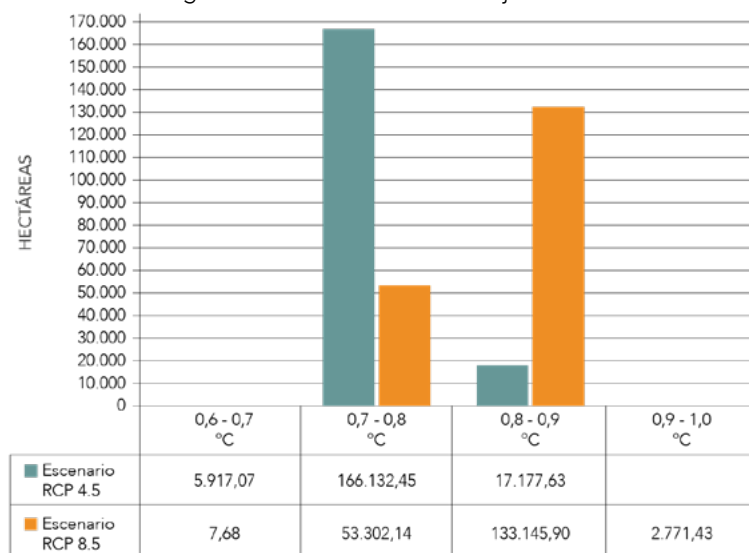
**Cuadro 8** Anomalía de temperatura según escenarios climáticos para el cantón Loja

Rango de variación		
Variable climática	Escenario RCP 4.5 2011-2040	Escenario RCP 8.5 2011-2040
Temperatura	De 0,6 a 0,9 °C	De 0,6 a 1,0 °C

Fuente: MAE, 2017

<sup>7</sup> Anomalía: La diferencia en más (+) o en menos (-) que se observa en un lugar, respecto al valor normal o típico de una variable climática (normal climática).

**Figura 13** Presencia de las anomalías de precipitación según rangos de variación a lo largo del territorio del cantón Loja

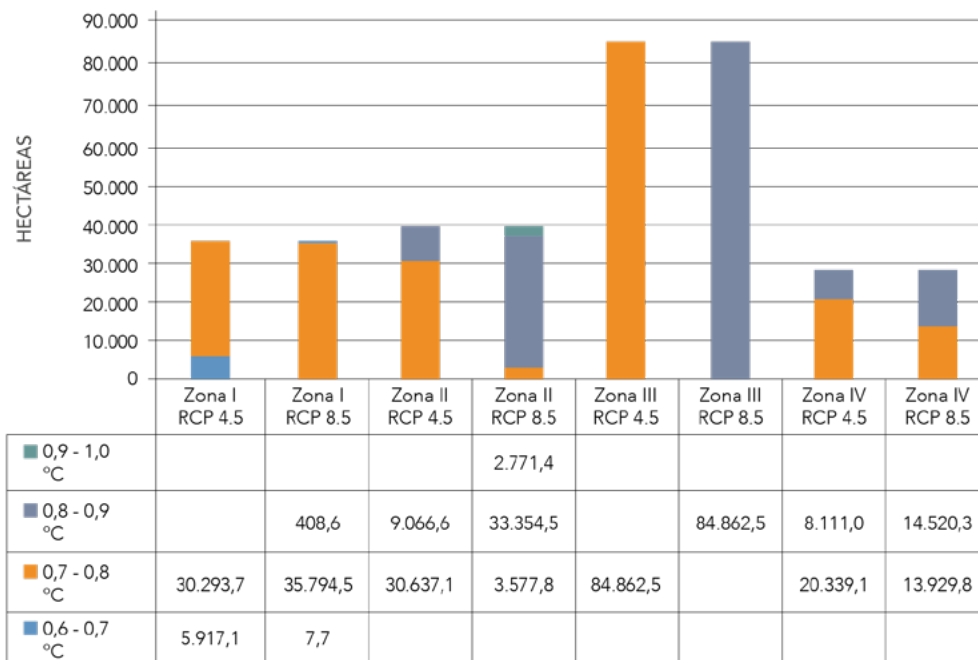


Fuente: GIZ-IIGE, 2019

- Bajo el escenario RCP 4.5, predominaría la anomalía de 0,7 a 0,8 °C que se espera para el 88% del territorio cantonal, en el 10% del territorio se espera la anomalía de 0,8 a 0,9 °C; mientras que el resto (3%) para el rango 0,6 - 0,7 °C.
- Bajo el escenario RCP 8.5, predominaría la anomalía de 0,8 a 0,9 °C que se espera para el 70% del territorio cantonal; la anomalía de 0,7 a 0,8 °C se espera para el 28% del territorio; y el resto se distribuye entre el 1% para el rango de 0,9 a 1,0 °C y un valor inferior al 0% para el rango de 0,6 a 0,7 °C.
- A nivel global se puede establecer que de acuerdo a la extensión que ocupan, las principales anomalías de temperatura se encuentran entre 0,7 y 0,9 °C. Bajo el escenario RCP 4.5 los mayores cambios se encuentran en el rango 0,7 - 0,8 °C y bajo el RCP 8.5 en el rango siguiente (0,8 - 0,9 °C). Si bien el RCP 8.5 genera un rango más de anomalía (0,9 - 1,0 °C.) es poca la superficie que ocupa.

Con la finalidad de aportar información relevante para la planificación del ordenamiento y desarrollo territorial, se ha caracterizado la distribución de la anomalía de precipitación en las zonas de planificación, presentándola en la siguiente figura.

**Figura 14** Distribución de las anomalías de temperatura en las zonas de planificación y bajo diferentes escenarios climáticos



Fuente: GIZ-IIGE, 2019

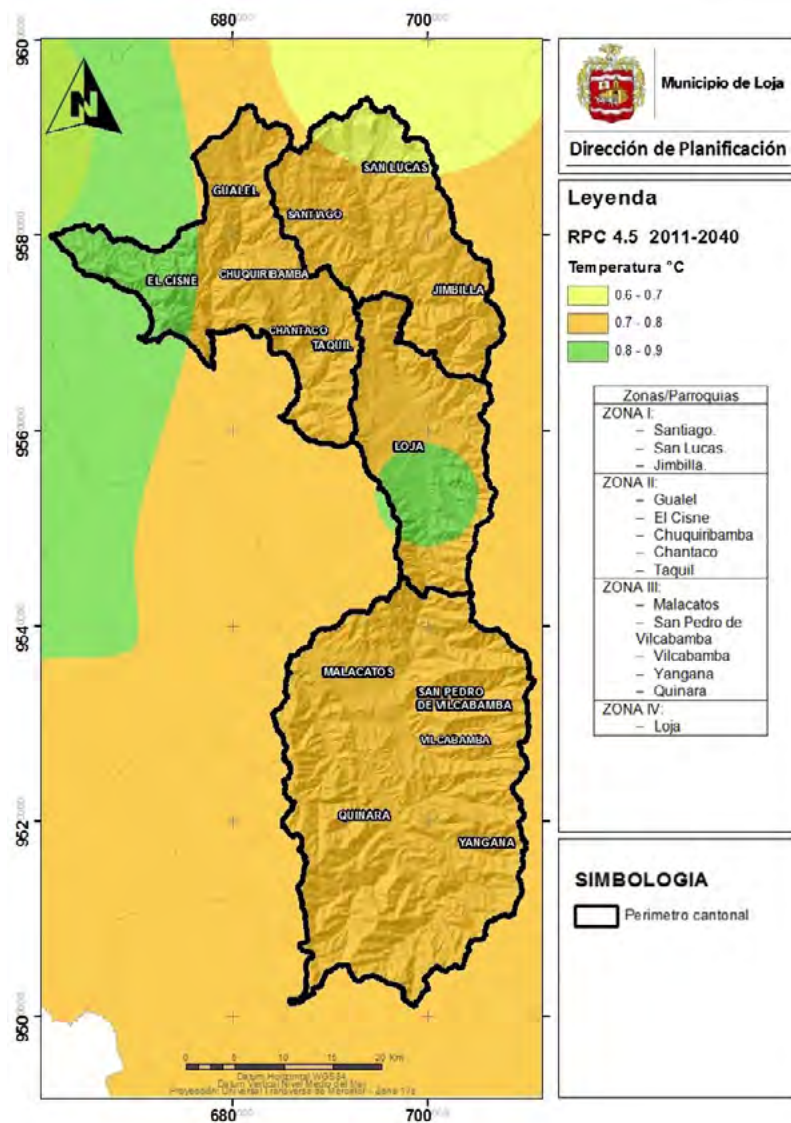
- **Zona I:** comprende las parroquias Santiago, San Lucas y Jimbilla. Bajo el escenario RCP 4.5. habría predominio de la anomalía de 0,7 - 0,8 °C por cubrir el 84% de su territorio, el 16% restante será ocupada por la anomalía precedente de 0,6-0,7 °C. Con el escenario RCP 8.5, la anomalía predominante sigue siendo la del rango 0,7-0,8 °C pero su cobertura aumenta al 98,9% del territorio, el resto será ocupado por la anomalía de 0,6 - 0,7 °C en una superficie no significativa inferior al 0% y lo demás por la anomalía superior de 0,8 - 0,9 °C.
- **Zona II:** comprende las parroquias Gualel, El Cisne, Chuquiribamba, Chantaco y Taquil. Bajo el escenario RCP 4.5 se espera predominio de la anomalía 0,7 - 0,8 °C por cubrir el 77,2% del territorio; mientras que en el 22,8% se espera la anomalía siguiente de 0,8 - 0,9. Bajo el escenario RCP 8.5, la incidencia de la anomalía 0,7-0,8 °C se incrementa al 84%, la anomalía 0,7 - 0,8 °C se reduce al 9% del territorio y aparece la anomalía máxima de este escenario (0,9 - 1,0 °C) que se espera para el 7% del territorio.
- **Zona III:** comprende las parroquias Malacatos, San Pedro de Vilcabamba, Vilcabamba, Yangana y Quinara. Bajo el escenario RCP 4.5 se espera que el 100% del territorio sea cubierto por la anomalía 0,7- 0,8 °C; mientras que bajo el escenario RCP 8.5, todo el territorio será cubierto por la siguiente anomalía 0,8 - 0,9 °C.
- **Zona IV:** comprende la ciudad de Loja como cabecera cantonal. Bajo el escenario RCP 4.5. se espera predominio de la anomalía 0,7 - 0,8 °C por cubrir el 71,5 % de su territorio, el área restante (28,5%) presentará la incidencia de la anomalía superior cuyo rango es 0,7 - 0,8 °C. La cobertura de esta última anomalía, bajo el escenario RCP 8.5, se ampliará al 51% del territorio y predominará; y el 49% restante corresponderá a la anomalía anterior que es de 0,7 - 0,8 °C.

De forma general se establece que los escenarios climáticos considerados generan patrones de anomalías específicos para cada zona, por lo que no pueden establecer similitudes entre ellos. Un aspecto que llama la atención es que en la Zona III, que es la más extensa, existe una marcada diferencia entre los escenarios.

Como particularidades se establece que la mayor anomalía de temperatura media anual (0,8 - 0,9 °C) se espera únicamente para la Zona II bajo el escenario RCP 8.5; sin embargo, ocupa una superficie muy pequeña. De forma similar, la menor anomalía (0,6 - 0,7 °C) se podría presentar únicamente en la Zona I bajo los dos escenarios, cubriendo una superficie pequeña con el RCP 4.5 y poco significativa con el RCP 8.5. Con la finalidad de apreciar la distribución específica de lo indicado en el territorio del cantón Loja se presenta el mapa correspondiente.



Figura 15 Mapa de anomalía de temperatura bajo escenario RCP 4.5



Fuente: GIZ-IIGE, 2019

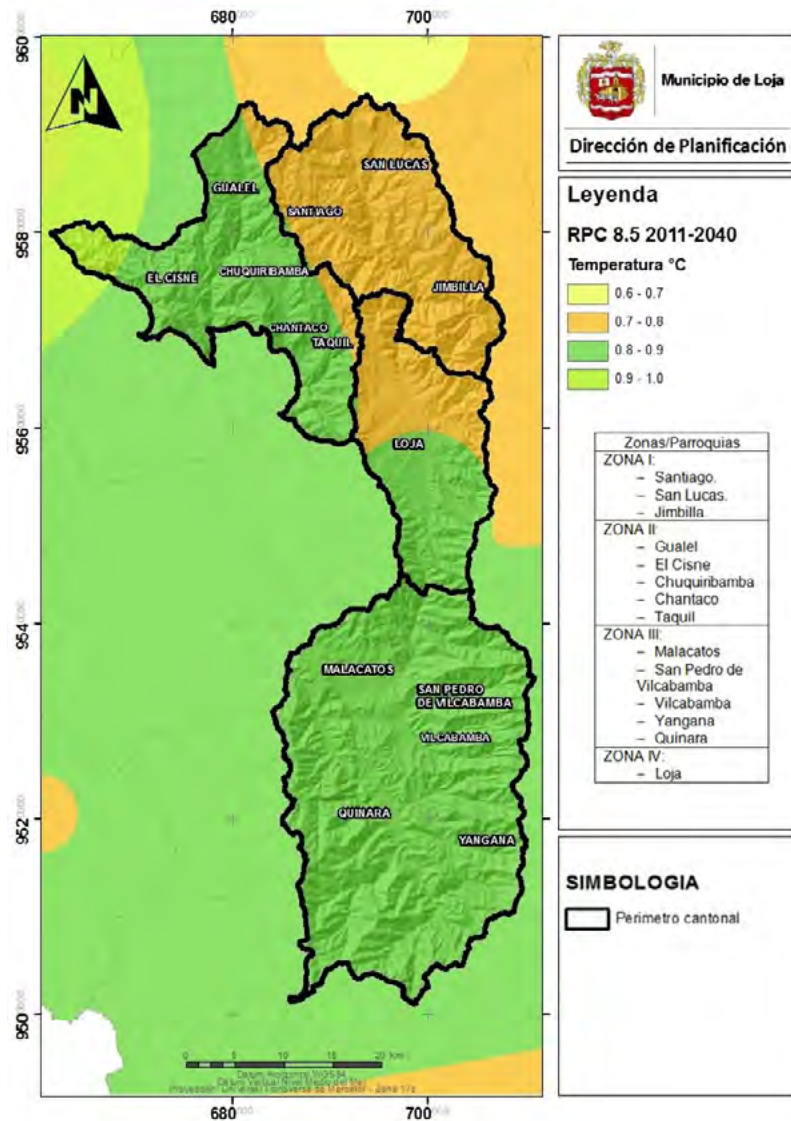
Para complementar lo expuesto, en el siguiente cuadro se presentan los datos consolidados de la anomalía de temperatura para el escenario RCP 4.5, para las zonas de planificación y los rangos de variación.

**Cuadro 9** Superficie bajo diferentes anomalías de temperatura según zonas de planificación del cantón Loja bajo el escenario RCP 4.5

Zona		Anomalía de Temperatura Bajo Escenario RCP 4.5 (°C)						Total	
		0,6 - 0,7		0,7 - 0,8		0,8 - 0,9		Hectáreas (ha)	%
		ha	%	ha	%	ha	%		
I	ha	5.917,1	100,0%	30.293,7	18,23%			36.210,8	19,1%
	%	16,34%		83,66%				100,0%	
II	ha			30.637,1	18,44%	9.066,6	52,78%	39.703,8	21,0%
	%			77,16%		22,84%		100,0%	
III	ha			84.862,5	51,08%			84.862,5	44,8%
	%			100,0%				100,0%	
IV	ha			20.339,1	12,24%	8.111,0	47,22%	28.450,1	15,0%
	%			71,49%		28,51%		100,0%	
Total	ha	5.917,1	100,0%	166.132,5	100,0%	17.177,6	100,0%	189.227,2	100,0%
	%	3,13%		87,80%		9,08%		100,0%	

Fuente: GIZ-IIGE, 2019

Figura 16 Mapa de anomalía de temperatura bajo escenario RCP 8.5



Fuente: GIZ-IIGE, 2019

En el siguiente cuadro se presentan los datos consolidados de la anomalía de temperatura para el escenario RCP 8.5, para las zonas de planificación y los rangos de variación.

**Cuadro 10** Superficie bajo diferentes anomalías de temperatura según zonas de planificación del cantón Loja bajo el escenario RCP 8.5

Zona	Anomalía de Temperatura Bajo Escenario RCP 8.5 (°C)								Total		
	0,6 - 0,7		0,7 - 0,8		0,8 - 0,9		0,9 -1,0		Hectáreas (ha)	%	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%			
I	ha	7,7	100,0%	35.794,5	67,2%	408,6	0,3%			36.210,8	19,1%
	%	0,02%		98,9%		1,13%				100,0%	
II	ha			3.577,8	6,7%	33.354,5	25,1%	2.771,4	100,0%	39.703,8	21,0%
	%			9,0%		84,01%		6,98%		100,0%	
III	ha					84.862,5	63,7%			84.862,5	44,8%
	%					100,0%				100,0%	
IV	ha			13.929,8	26,1%	14.520,3	10,9%			28.450,1	15,0%
	%			49,0%		51,04%				100,0%	
Total	ha	7,7	100,0%	53.302,1	100,0%	133.145,9	100,0%	2.771,4	100,0%	189.227,2	100,0%
	%	0,0%		28,2%		70,36%		1,46%		100,0%	

Fuente: GIZ-IIGE, 2019

## AMENAZAS CLIMÁTICAS IDENTIFICADAS

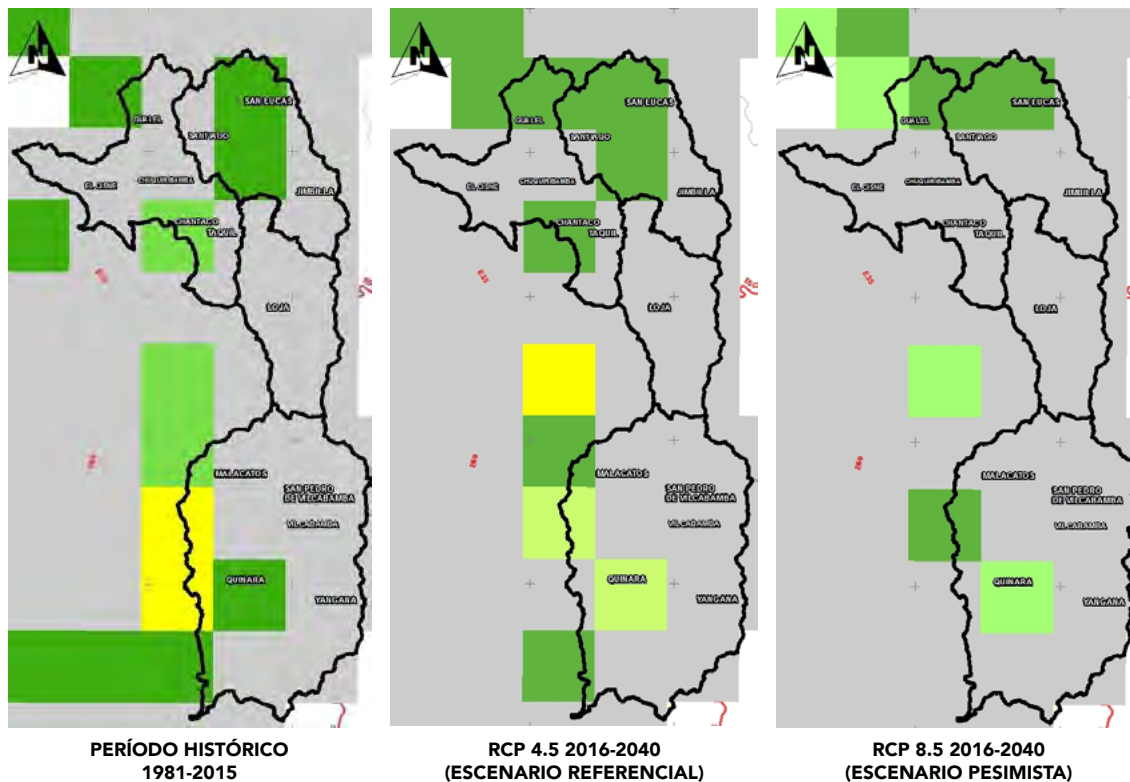
De acuerdo a lo indicado, en las consideraciones metodológicas se analizaron las 4 amenazas climáticas priorizadas en la Herramienta para la Integración de criterios de Cambio Climático en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (MAE, 2019).

Estas son: *Lluvias intensas*, *Temperaturas muy altas*, *Sequías*, *Heladas*.

Para cada una se considera el escenario actual/histórico (1981-2015), escenarios RCP 4.5 y 8.5 para el período 2016-2040.

a. Sequía

Figura 17 Nivel de amenaza para sequías, según tendencia de aumento del Nro. de días secos consecutivos al año, bajo escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5 en el período 2016-2040, comparados al clima histórico período 1981-2015



CATEGORÍA NORMALIZACIÓN	INTERPRETACIÓN
0 - NULA	La tendencia es hacia la reducción del número de días secos consecutivos al año (Es decir habrá más días con lluvias y las sequías serían más cortas. Por lo tanto el nivel de amenaza es nulo)
1 - MUY BAJA	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 10 o más años (Las sequías más fuertes se extenderían en un día y medio más hacia el año 2030, y se extenderían en 3 días más hacia el año 2040)
2 - BAJA	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 5 o 10 años (Las sequías más fuertes se extenderían en 3 días más hacia el año 2030, y se extenderían en 6 días más hacia el año 2040)
3 - MODERADA	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 2 o 5 años (Las sequías más fuertes se extenderían en 6 días más hacia el año 2030, y se extenderían en 15 días más hacia el año 2040)
4 - ALTA	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 1 o 2 años (Las sequías más fuertes se extenderían en 15 días más hacia el año 2030, y se extenderían en 30 días más hacia el año 2040)
5 - MUY ALTA	La tendencia es hacia el aumento de más de 1 día cada año (Las sequías más fuertes se extenderían en 20 días más hacia el año 2030, y se extenderían en más de 30 días más hacia el año 2040)

En el cantón Loja, el clima histórico ha mostrado una tendencia a la reducción de las sequías en la mayor parte de su territorio, de ahí que el grado de amenaza predominante es nulo pues la tendencia es hacia la reducción del número de días secos consecutivos; por fuera de esta situación se encuentran pocas áreas que presentan un grado de amenaza muy bajo (San Lucas, Santiago, Chantaco y Taquil), bajo (Malacatos y Quinara) y moderado (Quinara); sin embargo, ocupan un bajo porcentaje y todas se mantienen en un umbral bajo de amenaza.

Bajo el escenario RCP 4.5 se mantiene la predominancia del grado de amenaza nulo para gran parte del territorio. Este escenario, con respecto al histórico, trae la particularidad de no incluir el grado de amenaza moderado, en el resto del territorio existen pocas áreas bajo la categoría baja (especialmente al norte del cantón) y muy baja (al sur del cantón); por ello se establece que bajo este escenario la sequía

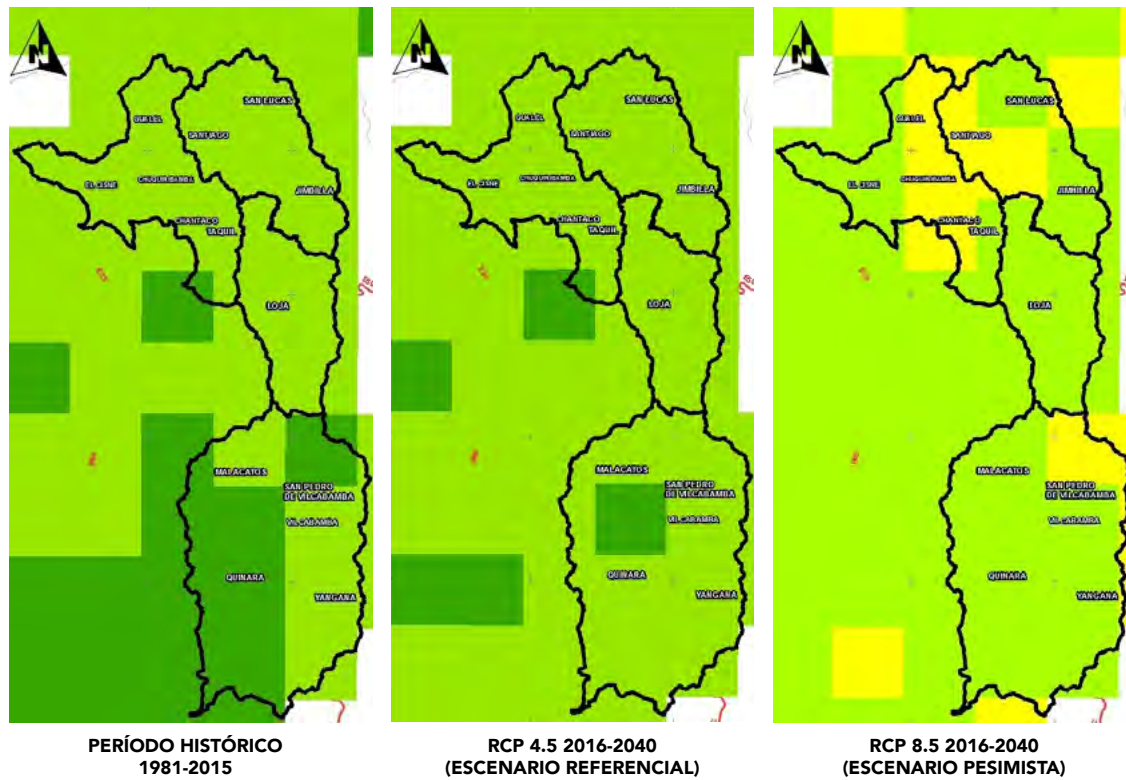
a partir del índice de número de días secos consecutivos al año no representa peligro. En caso de considerar acciones deben focalizarse en las áreas de amenaza baja que se encuentran entre Malacatos, Quinara y Yangana.

Bajo el escenario RCP 8.5 persiste la predominancia del grado de amenaza nulo para gran parte del territorio, su cobertura se amplía porque algunas áreas del norte del cantón que bajo el escenario RCP 4.5 tenían amenaza muy baja han cambiado a nulo; en este mismo sector se observa que un área junto al límite cantonal ha cambiado el grado de amenaza de muy bajo a bajo. En el sur del cantón, un pixel que bajo el escenario RCP 4.5 presentaba categoría baja ha cambiado a muy baja, el resto del área expuesto a grado de amenaza bajo se mantiene igual. En caso de considerar acciones deben focalizarse en las áreas de amenaza de nivel bajo que se encuentran en las parroquias Quinara y Yangana.



b. Lluvias intensas

**Figura 18** Nivel de amenaza para lluvias intensas, según la tendencia de aumento del número de días al año con lluvias extremas, bajo escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5 en el período 2016-2040, comparados al clima histórico período 1981-2015





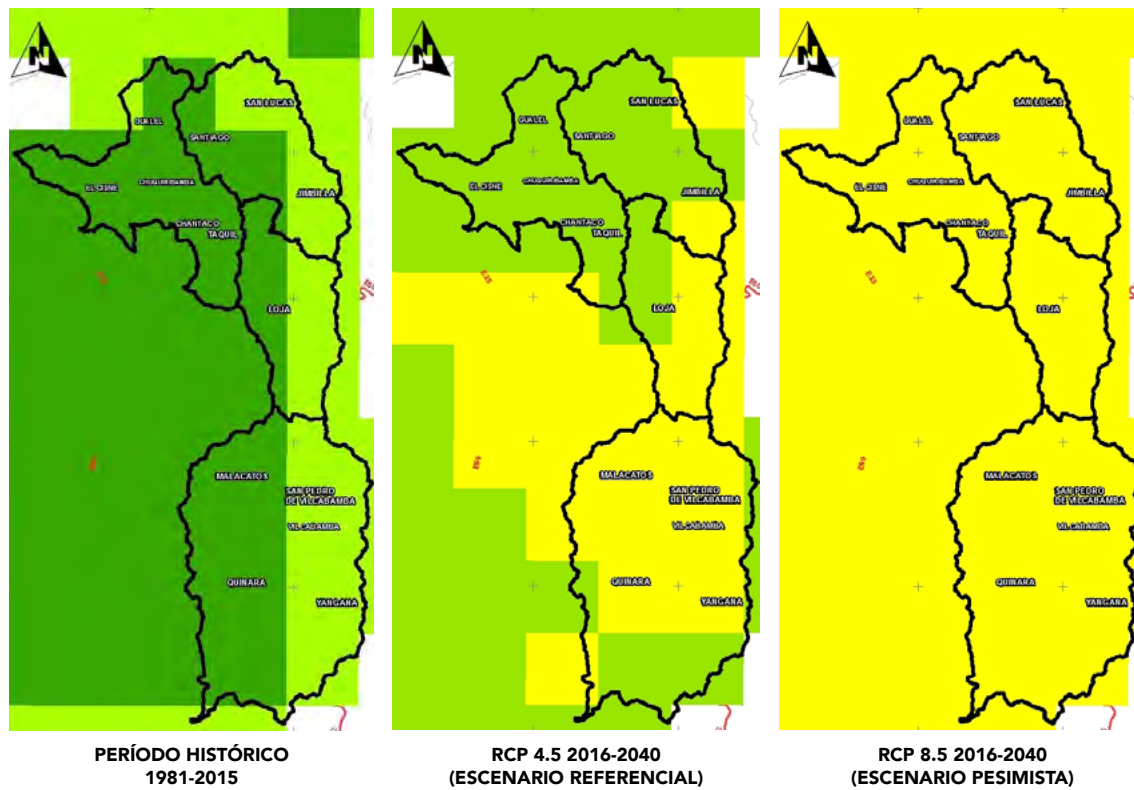
CATEGORÍA NORMALIZACIÓN	INTERPRETACIÓN
0 - NULA	La tendencia es hacia la reducción del número de días al año con lluvias extremas (Es decir que cada año habrá menos días con lluvias extremas. Por lo tanto el nivel de amenaza es nulo)
1 - MUY BAJA	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 10 o más años (Habrá un día y medio más con lluvias extremas hacia el año 2030, y 3 días más con lluvias extremas hacia el año 2040)
2 - BAJA	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 5 o 10 años (Habrá 3 días más con lluvias extremas hacia el año 2030, y 6 días más con lluvias extremas hacia el año 2040)
3 - MODERADA	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 2 o 5 años (Habrá 6 días más con lluvias extremas hacia el año 2030, y 15 días más con lluvias extremas hacia el año 2040)
4 - ALTA	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 1 o 2 años (Habrá 15 días más con lluvias extremas hacia el año 2030, y 30 días más con lluvias extremas hacia el año 2040)
5 - MUY ALTA	La tendencia es hacia el aumento de más de 1 día cada año (Habrá 20 días más con lluvias extremas hacia el año 2030, y más de 30 días más con lluvias extremas hacia el año 2040)

En el cantón Loja el clima histórico ha mostrado que el nivel de amenaza predominante para las lluvias intensas es bajo, se exceptúan algunas áreas del sur donde es muy bajo. Bajo el escenario RCP 4.5 se mantiene la predominancia del nivel de amenaza bajo para gran parte del territorio. La superficie con amenaza muy baja se reduce y queda únicamente un área entre Vilcabamba, Quinara y Malacatos. Bajo este escenario la amenaza de lluvias intensas, a partir del índice de número de días al año con lluvias extremas, no representa peligro significativo. Bajo el escenario RCP 8.5 surgen algunas áreas

que presentarán un nivel de amenaza medio, especialmente en la zona norte del cantón y un área hacia el extremo sur oriental. El resto (la mayor parte del territorio) mantiene el grado de amenaza bajo; las pocas áreas que presentaban grado de amenaza muy bajo en el escenario RCP 4.5 ahora han cambiado a grado de amenaza bajo. En este escenario la amenaza de lluvias intensas, a partir del índice de número de días al año con lluvias extrema, merece atención en las zonas indicadas en amarillo que corresponde a grado moderado.

### c. Temperaturas muy altas

Figura 19 Nivel de amenaza de temperaturas muy altas, según tendencia de aumento del número de días con temperaturas máximas extremas, bajo escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5 en el período 2016-2040, comparados al clima histórico período 1981-2015



CATEGORÍA NORMALIZACIÓN	INTERPRETACIÓN
0 - NULA	La tendencia es hacia la reducción del número de días al año con temperaturas muy altas (Es decir que cada año habrá menos días con temperaturas extremas. Por lo tanto el nivel de amenaza es nulo)
1 - MUY BAJA	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 10 o más años (Habrá un día y medio más con temperaturas muy altas hacia el año 2030, y 3 días más con temperaturas muy altas hacia el año 2040)
2 - BAJA	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 5 o 10 años (Habrían 3 días más con temperaturas muy altas hacia el año 2030, y 6 días más con temperaturas muy altas hacia el año 2040)
3 - MODERADA	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 2 o 5 años (Habrían 6 días más con temperaturas muy altas hacia el año 2030, y 15 días más con temperaturas muy altas hacia el año 2040)
4 - ALTA	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 1 o 2 años (Habrían 15 días más con temperaturas muy altas hacia el año 2030, y 30 días más con temperaturas muy altas hacia el año 2040)
5 - MUY ALTA	La tendencia es hacia el aumento de más de 1 día cada año (Habrían 20 días más con temperaturas muy altas hacia el año 2030, y más de 30 días más con temperaturas muy altas hacia el año 2040)

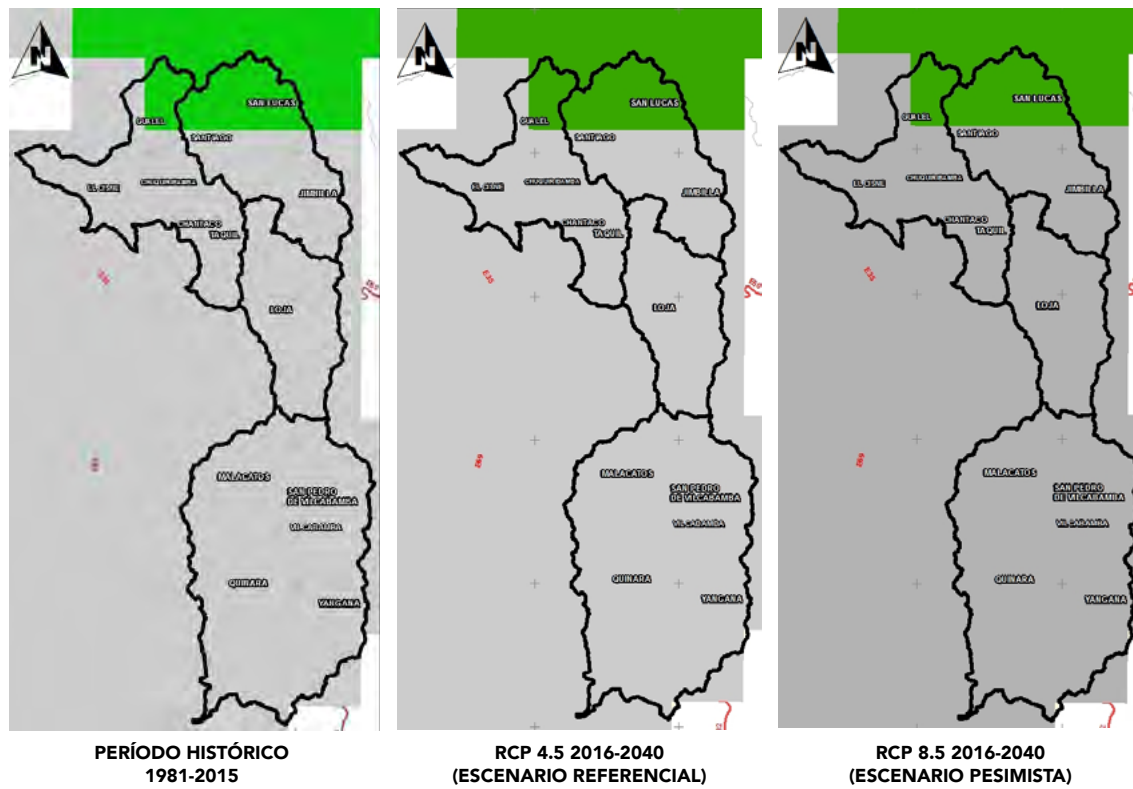
En el cantón Loja el clima histórico ha mostrado que el nivel de amenaza predominante para temperaturas altas es bajo y muy bajo, en proporciones relativamente similares. Bajo el escenario RCP 4.5 surge un cambio significativo ya que una gran parte del cantón presentará un grado o nivel de amenaza medio, especialmente en la zona centro-sur y un área hacia el nororiente. El resto presentará un grado de amenaza bajo. A diferencia de las amenazas anteriores, en esta y a partir del índice de número de días al año con temperaturas máximas extremas, se establece que

surgen aspectos de consideración en sectores de color amarillo que afectaría especialmente a la Zona III que es la más extensa y a la Zona IV donde se encuentra la ciudad de Loja.

Bajo el escenario RCP 8.5 se remarca el cambio indicado en el anterior debido a que todo el cantón presentará nivel de amenaza medio. A diferencia de las amenazas anteriores, en ésta y a partir del índice de número de días al año con temperaturas máximas extremas, se establece que surgen aspectos de consideración para todo el cantón.

d. Heladas

**Figura 20** Nivel de amenaza de las heladas, según tendencia de aumento del número de días al año con temperaturas mínimas por debajo de 3°C, bajo escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5 en el período 2016-2040, comparados al clima histórico período 1981-2015



CATEGORÍA NORMALIZACIÓN	INTERPRETACIÓN
0 - NULA	La tendencia es hacia la reducción del número de días al año con heladas (Es decir habrá menos eventos de heladas al año. Por lo tanto el nivel de amenaza es nulo)
1 - MUY BAJA	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 10 o más años (Habrá un día y medio más con heladas hacia el año 2030, y 3 días más con heladas hacia el año 2040)
2 - BAJA	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 5 o 10 años (Habrían 3 días más con heladas hacia el año 2030, y 6 días más con heladas hacia el año 2040)
3 - MODERADA	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 2 o 5 años (Habrían 6 días más con heladas hacia el año 2030, y 15 días más con heladas hacia el año 2040)
4 - ALTA	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 1 o 2 años (Habrían 15 días más con heladas hacia el año 2030, y 30 días más con heladas hacia el año 2040)
5 - MUY ALTA	La tendencia es hacia el aumento de más de 1 día cada año (Habrían 20 días más con heladas hacia el año 2030, y más de 30 días más con heladas hacia el año 2040)

En el cantón Loja el clima histórico ha mostrado la predominancia de un grado o nivel de amenaza nula para las heladas, por fuera de ésta se encuentra una pequeña área del extremo norte del cantón donde se ha presentado una tendencia muy baja al aumento de los días al año con heladas (en las zonas donde se presentan), con un máximo de 3 días más con heladas en el año 2015, con respecto al año 1981. Bajo los escenarios de cambio climático, tanto en el RCP 4.5 como en el RCP 8.5 se mantendrían

las tendencias históricas en las zonas donde se presentan las heladas. Por lo tanto, la amenaza de heladas a partir del índice de número de días al año con temperaturas mínimas por debajo de 3°C no representa peligro significativo para el cantón Loja. No obstante, al ser una amenaza difícil de monitorear, debido a lo poco predecible, no debe ser descartada o desatendida ya que los daños más graves lo sufre el sector agropecuario del cantón.

## CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE LA CIUDAD DE LOJA<sup>8</sup>

### CLIMA OBSERVADO DE LA CIUDAD DE LOJA

La ciudad de Loja se encuentra enclavada en el valle de Cuxibamba a una altitud media de 2.065 m y bañada por los ríos Malacatos y Zamora. La ciudad está flanqueada por montañas tanto hacia el oeste como hacia el este. La cordillera occidental alcanza altitudes de 2.800 m y la separa de la hoya y del cantón de Catamayo, mientras que la cordillera oriental alcanza altitudes de hasta 3.400 m y separa las provincias de Loja y Zamora Chinchipe. Debido a estas características geográficas, el clima de Loja posee rasgos típicos del clima mesotérmico semihúmedo. Tiene dos estaciones húmedas: la primera entre los meses de enero y abril, y la segunda entre octubre y diciembre. Presenta una estación seca y ligeramente más fresca que el resto del año entre mayo y septiembre. La precipitación media anual asciende a 950 mm y la temperatura media anual se sitúa en 17 °C.

#### a. Precipitación

Durante 40 años, los valores de lluvia anual de la ciudad de Loja se han mantenido sin variaciones significativas, fluctuando alrededor de los 900 mm/año y con un régimen de distribución

bastante homogéneo. Sin embargo, un análisis más detallado indica que llueve más en el período enero–abril y menos de la mitad de ese cuatrimestre en el período junio–septiembre. Los meses extremos de precipitación son marzo (más húmedo) y septiembre (más seco).

La humedad relativa media del aire de la ciudad de Loja es de 75%, con fluctuaciones extremas entre 69% y 83%. Hay mayor humedad atmosférica de diciembre a junio, entre ellos febrero, marzo y abril como los meses con mayores cifras (78%) y menor humedad relativa de julio a noviembre, con agosto como el mes con cifras más bajas (71%).

#### b. Temperatura

La oscilación anual de la temperatura media del clima de la ciudad de Loja es de 1.5 °C, pero las temperaturas extremas fluctúan entre 0.3 °C y 28 °C. El período con menor temperatura media se extiende de junio a septiembre, siendo julio el mes más frío (14.9 °C); en cambio, en el último trimestre del año se presentan las mayores temperaturas medias y, por contraste, también las temperaturas mínimas absolutas.

En las últimas cuatro décadas de registros térmicos realizados al sur de la ciudad (estación La Argelia–

<sup>8</sup> Sección tomada y adaptada del *Estudio Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático en la Ciudad de Loja*, CAF, FIC-LAVOLA-UTPL (2019)

Loja), a una altitud fluctuante entre 2.135 y 2.160 m s.n.m., por cambio de sitio de las plataformas meteorológicas, se observa de forma clara el ascenso sostenido de la temperatura media y de las temperaturas máximas absolutas que, en los años 2003 y 2004, llegaron en dos ocasiones a la cifra récord de 28 °C. Este cambio climático produce en

40 años una elevación de la temperatura media de 0.7 °C, cifra realmente elevada. Las temperaturas mínimas se observan generalmente justo antes del amanecer; mientras que las temperaturas máximas, entre las 14:00 y 16:00 horas de la tarde. Los meses extremos son abril (más caliente) y julio (más frío) en el valle de Loja.

## CLIMA FUTURO DE LA CIUDAD DE LOJA

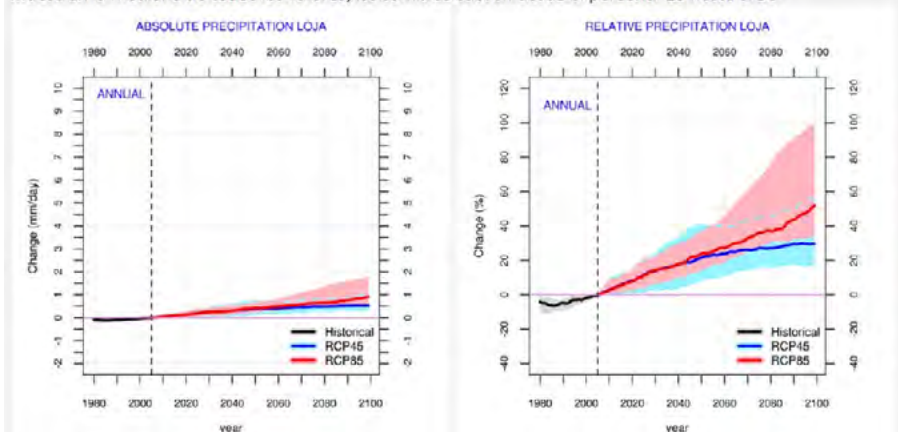
### a. Precipitación

Como se puede apreciar en la figura siguiente, se espera que la precipitación anual media diaria ascienda entre un 30 y un 55%, según el

RCP considerado; en ningún caso se observa disminución. Estos incrementos de precipitación suponen una variación de entorno a 1 mm/día.

**Figura 21** Incremento absoluto y relativo de precipitación en la ciudad de Loja para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 hasta finales del siglo XXI

Incrementos absolutos anuales esperados para la precipitación durante la época húmeda para el siglo XXI, representados como medias móviles de 30 años, según los RCPs representados (4.5 y 8.5) con respecto al promedio del periodo 1971 – 2000 (tomado como referencia). La línea discontinua marca el fin del experimento Histórico y el comienzo de los RCPs. Simulaciones de todos los modelos sobre el observatorio M0033. Las líneas muestran la mediana de todos los valores; las sombras cubren desde el percentil 10 hasta el 90



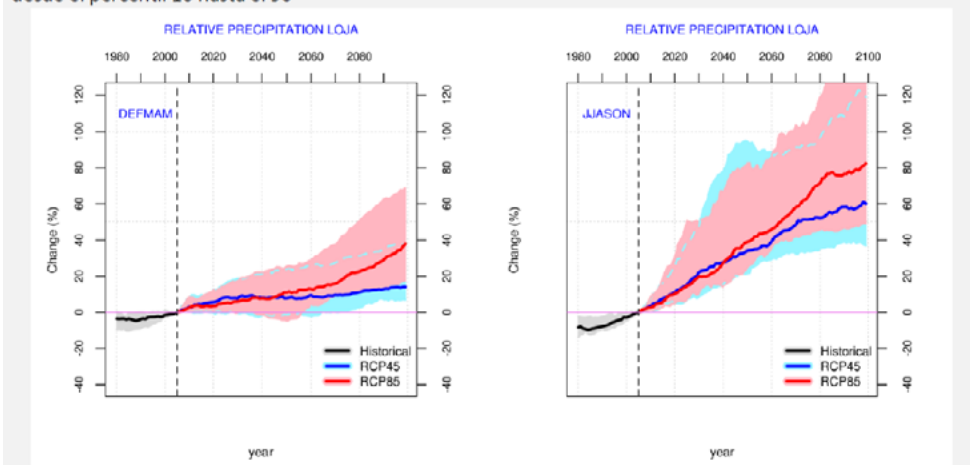
Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL, 2019

Aunque en términos absolutos, se espera que la precipitación aumente en torno a 1 mm/día, este incremento no tendrá la misma repercusión si ocurre en una época del año u otra. Si nos fijamos, en la Figura 23, un incremento de 1 mm/día supondrá en la época más lluviosa del año, un cambio relativo de

entre el 20% y el 40%; mientras que para la época menos lluviosa, la misma variación absoluta supondrá una variación en términos relativos de entre un 60% y 80%. Estos cambios se esperan también de forma variada en los diferentes puntos de la región de Loja, tal como lo muestra la figura siguiente.

**Figura 22** Incrementos absolutos anuales esperados para la precipitación durante el período más lluvioso y menos lluvioso

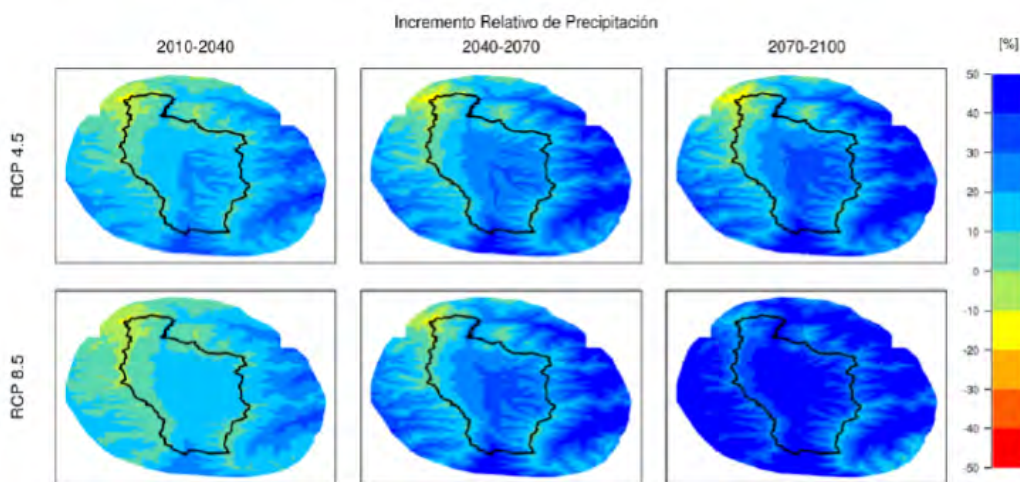
Incrementos absolutos anuales esperados para la precipitación durante el periodo DEFMAM (izquierda) y JJASON (derecha) para el siglo XXI, representados como medias móviles de 30 años, según los RCPs representados (4.5 y 8.5) con respecto al promedio del periodo 1971 – 2000 (tomado como referencia). La línea discontinua marca el fin del experimento Histórico y el comienzo de los RCPs. Simulaciones de todos los modelos sobre el observatorio M0033. Las líneas muestran la mediana de todos los valores; las sombras cubren desde el percentil 10 hasta el 90



Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL, 2019



**Figura 23** Distribución de los cambios esperados de precipitación en términos relativos respecto al período histórico para los períodos 2010-2040, 2040-2070 y 2070-2100



Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL, 2019

Como eventos extremos de precipitación, se han estudiado los episodios de lluvias extremas, esperando que estos aumenten de forma progresiva

a lo largo del todo el siglo XXI en casi toda la región, a excepción de la zona noroeste donde se espera que estos episodios se vean levemente reducidos.

## b. Temperatura

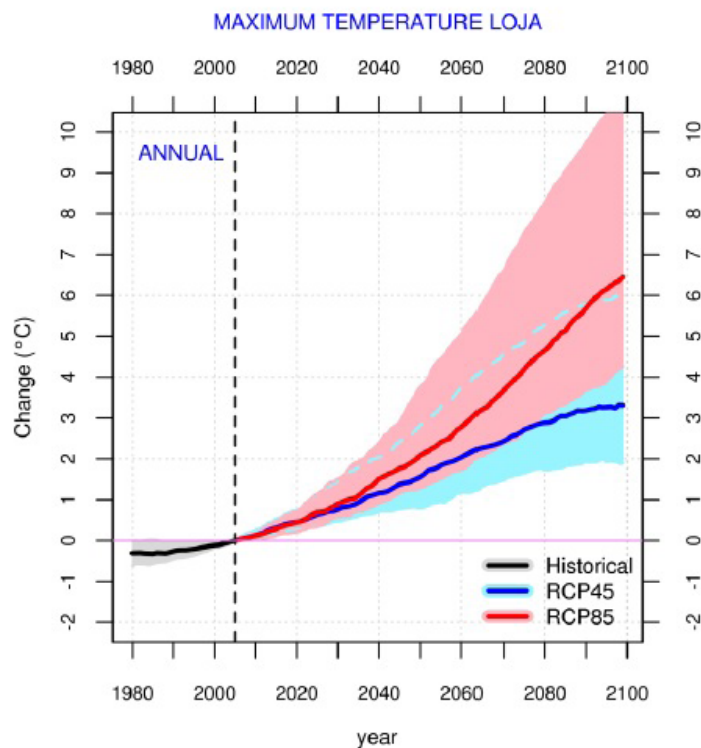
En esta sección se analizan los escenarios de temperatura máxima y temperatura mínima para la ciudad de Loja.

## Temperatura máxima

Los escenarios de clima futuro muestran un ascenso progresivo de las temperaturas máximas a lo largo de todo el siglo XXI tal como lo indica la figura siguiente:

**Figura 24** Incrementos anuales esperados de la temperatura máxima para el siglo XXI

Incrementos anuales esperados de la temperatura máxima para el siglo XXI, representados como medias móviles de 30 años, según los RCPs representados (4.5 y 8.5) con respecto al promedio del periodo 1971 – 2000 (tomado como referencia). La línea discontinua marca el fin del experimento Historical y el comienzo de los RCPs. Simulaciones de todos los modelos sobre todos los observatorios. Las líneas muestran la mediana de todos los valores; las sombras cubren desde el percentil 10 hasta el 90.

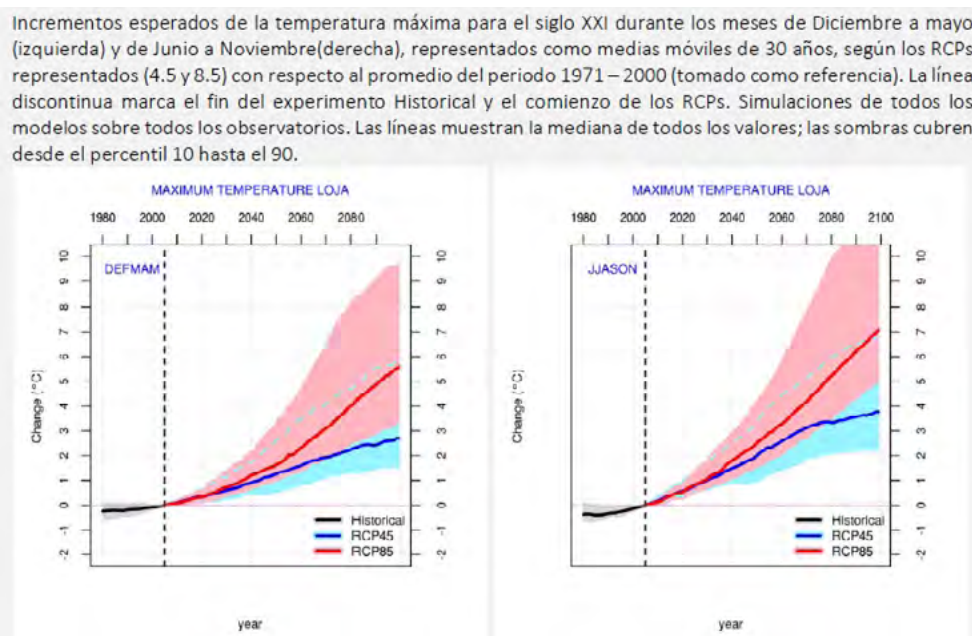


Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL, 2019

Los valores anuales medios esperados, considerando toda la región en conjunto, varían entre 3.1 °C (RCP 4.5) y 6.5 °C (RCP 8.5). Al analizar los resultados por épocas del año, se observa como para el período

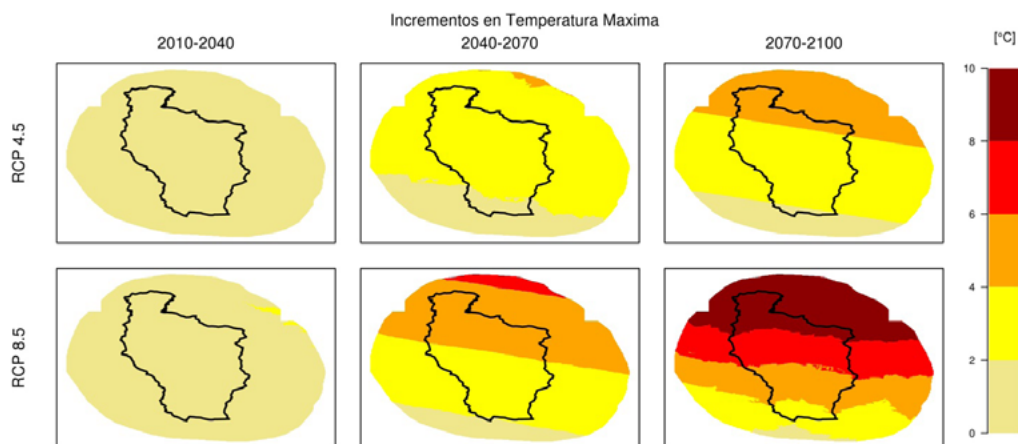
más lluvioso, los ascensos de temperatura máxima se espera que sean menos acusados que aquellos esperados para los meses donde la precipitación es más leve.

**Figura 25** Incrementos absolutos anuales esperados para la temperatura máxima durante el período más lluvioso y menos lluvioso



Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL, 2019

**Figura 26** Distribución espacial de los incrementos esperados de temperatura máxima respecto al período histórico (figura superior) para los períodos 2010-2040, 2040-2070 y 2070-2100



Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL, 2019

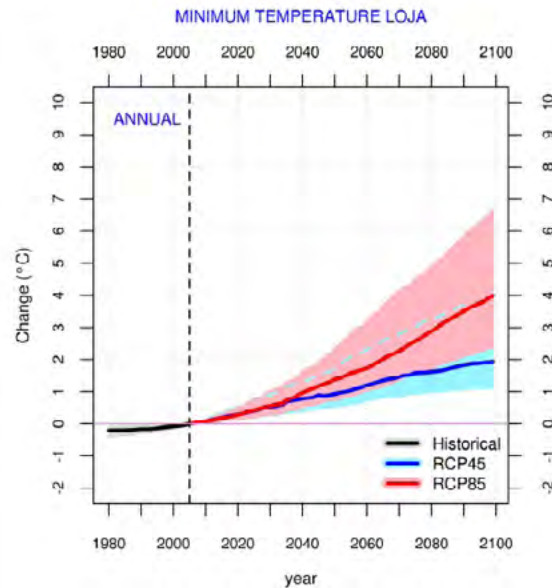
La figura permite establecer que para el período inmediato, en el escenario RCP 8.5 se prevé un incremento de la temperatura máxima entre 0 y 2 °C. Para el período 2040-2070 el escenario RCP 4.5 agrega el incremento del rango 2 - 4 °C; mientras

que el RCP 8.5 agrega dos rangos más 4 - 6 °C y 6 - 8 °C. Este patrón se mantiene para el período 2070-2100, en los dos escenarios se generan incrementos mayores de hasta 10 °C para el RCP 8.5 y hasta 6 °C para el escenario RCP 4.5.

## Temperatura mínima

**Figura 27** Incrementos anuales esperados de la temperatura media para el siglo XXI

Incrementos anuales esperados de la temperatura mínima para el siglo XXI, representados como medias móviles de 30 años, según los RCPs representados (4.5 y 8.5) con respecto al promedio del periodo 1971 – 2000 (tomado como referencia). La línea discontinua marca el fin del experimento Histórico y el comienzo de los RCPs. Simulaciones de todos los modelos sobre todos los observatorios. Las líneas muestran la mediana de todos los valores; las sombras cubren desde el percentil 10 hasta el 90.



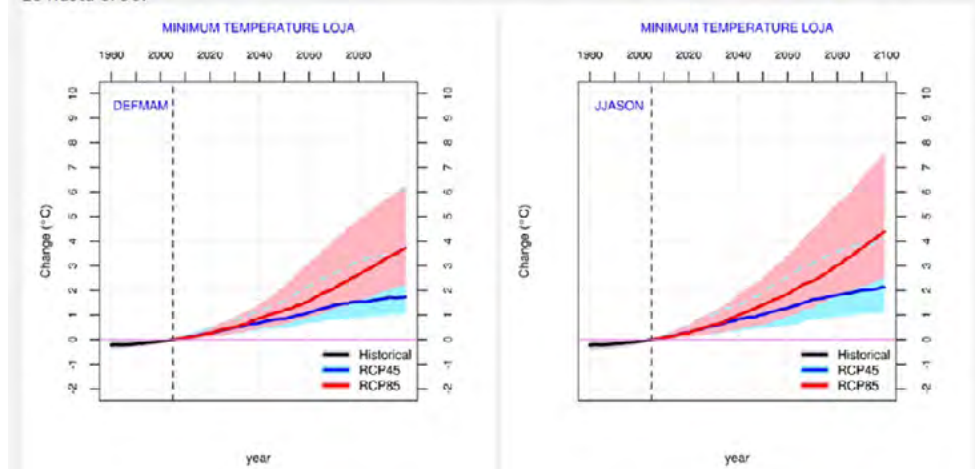
Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL, 2019

En el caso de la temperatura mínima, se aprecia una tendencia similar a la que se obtuvo en la simulación de la temperatura máxima, pero con incrementos menos acusados. Los valores anuales

medios esperados, considerando toda la región en conjunto, varían entre 2 °C (RCP 4.5) y 4 °C (RCP 8.5) tal como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 28** Incrementos anuales esperados de la temperatura mínima para el período más lluvioso y menos lluvioso

Incrementos anuales esperados de la temperatura mínima durante el periodo DEFMAM y el periodo JJASON para el siglo XXI, representados como medias móviles de 30 años, según los RCPs representados (4.5 y 8.5) con respecto al promedio del periodo 1971 – 2000 (tomado como referencia). La línea discontinua marca el fin del experimento Historical y el comienzo de los RCPs. Simulaciones de todos los modelos como promedio de todos los observatorios. Las líneas muestran la mediana de todos los valores; las sombras cubren desde el percentil 10 hasta el 90.



Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL, 2019

Si se analizan los resultados por épocas del año, a diferencia de lo que se apreciaba en el caso de las temperaturas máximas, se espera que el aumento de las temperaturas mínimas sea el mismo independientemente de la época lluviosa del año.

Para complementar el estudio, se han evaluado eventos extremos relacionados con las temperaturas, en este caso las noches tropicales y las olas de calor. Según los datos obtenidos, se espera una variación en el número de días (considerando que al menos tres de ellos sean consecutivos) cuya temperatura mínima sea lo

suficientemente alta como para superar el umbral establecido como crítico y que da lugar a que las noches sean catalogadas como tropicales. Este incremento se espera más acusado en la zona norte de la región, especialmente a finales de siglo y bajo el escenario RCP 8.5.

Respecto a los episodios catalogados como ola de calor, se espera que aumenten a lo largo del siglo XXI; es decir, habrá más ocasiones en las que al menos durante tres días consecutivos se supere el umbral establecido, y se espera que la duración media de dichos episodios también aumente, especialmente



a finales de siglo y bajo el escenario RCP 8.5. La intensidad media (es decir, la temperatura máxima media) se espera que aumente levemente (menos de 1 °C) en la mayor parte de la región bajo el escenario RCP 4.5; mientras que según el escenario RCP 8.5, y a finales de siglo, la zona noroeste puede presentar episodios de ola de calor cuya intensidad media aumente hasta 4 °C respecto a la observada en la actualidad.

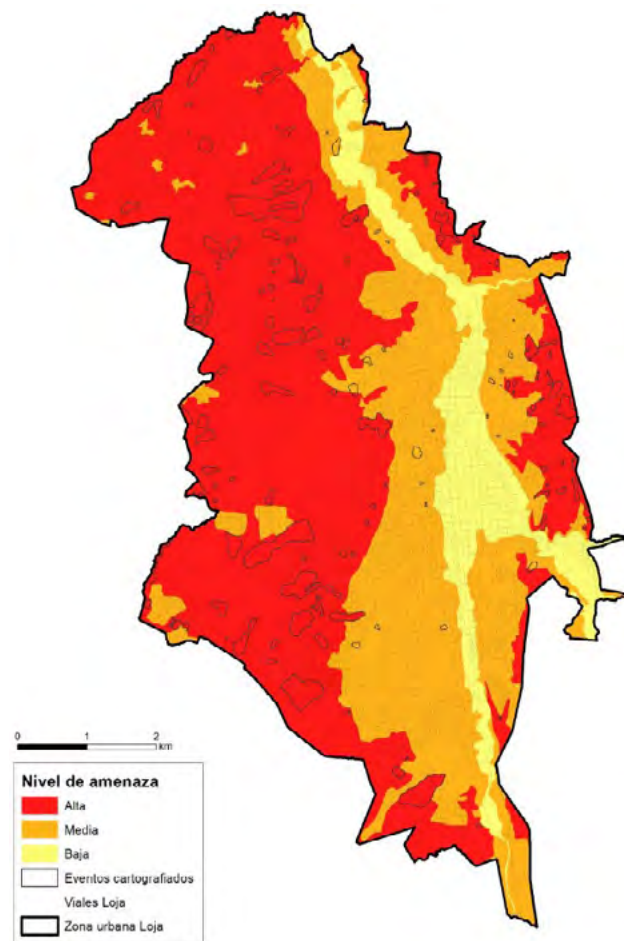
## AMENAZAS HIDROMETEOROLÓGICAS

Las amenazas derivadas del cambio climático que se presentarán sobre la ciudad de Loja son movimientos en masa (deslizamientos) e inundaciones.

### a. Movimientos en masa

El mapa que se presenta permite identificar, a escala 1:25.000, las áreas de amenaza que no deben ser aptas para urbanizar o que deben ser manejadas técnicamente, así como aquellas más favorables para el desarrollo de asentamientos humanos. La amenaza alta<sup>9</sup> es la predominante y se concentra principalmente en la mitad oeste de la zona urbana de Loja, siendo las parroquias urbanas Sucre y Carigán las más afectadas en extensión (casi su totalidad) y en menor proporción la parroquia Punzara.

Figura 29 Mapa del grado de amenaza a los movimientos en masa para la ciudad de Loja



Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL, 2019

<sup>9</sup> **Amenaza Alta:** Corresponde a zonas en las que se detonan abundantes deslizamientos y flujos de tierra, así como extensas zonas de reptación del suelo que pueden evolucionar a deslizamientos o flujos especialmente en episodios de intensas lluvias. Se trata de una Zona de construcción NO recomendada e intervención inmediata.

De forma más localizada se encuentran sectores con susceptibilidad alta en la franja más oriental de las parroquias El Valle y El Sagrario.

La amenaza media<sup>10</sup> ocupa el segundo lugar de importancia por la superficie que ocupa, se concentra en la franja central de la zona urbana de Loja. Prácticamente la totalidad de su extensión corresponde a la zona ya urbanizada de la ciudad de Loja.

Las zonas de amenaza baja<sup>11</sup> son las que menor extensión ocupan y corresponden principalmente a las áreas próximas al cauce de los ríos Zamora y Malacatos, así como la extensa llanura que se forma entre ambos. Actualmente toda esta zona está ocupada con elevada densidad.

Las proyecciones climáticas obtenidas en el estudio del *Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático en la Ciudad de Loja* indican aumentos de la precipitación que, en el escenario más negativo, serían del 110% a finales de siglo XXI. Es de esperar, ante ello, un aumento de la frecuencia de ocurrencia de deslizamientos y, por lo tanto, un aumento de la amenaza. La ciudad de Loja está

creciendo sobre laderas muy susceptibles a la existencia de deslizamientos. Es necesario que el crecimiento sea ordenado y planificado para evitar catástrofes. Actualmente existen asentamientos en zonas de elevada amenaza, es decir con elevado riesgo. Se deben identificar estas zonas y aplicar soluciones para disminuir el riesgo a niveles aceptables.

La cartografía de amenaza debe entenderse como un mapa dinámico, elaborado a partir de la información y conocimiento actual, que debe ir actualizándose a medida que se disponga de más datos y que avance el conocimiento científico.

## b. Inundaciones

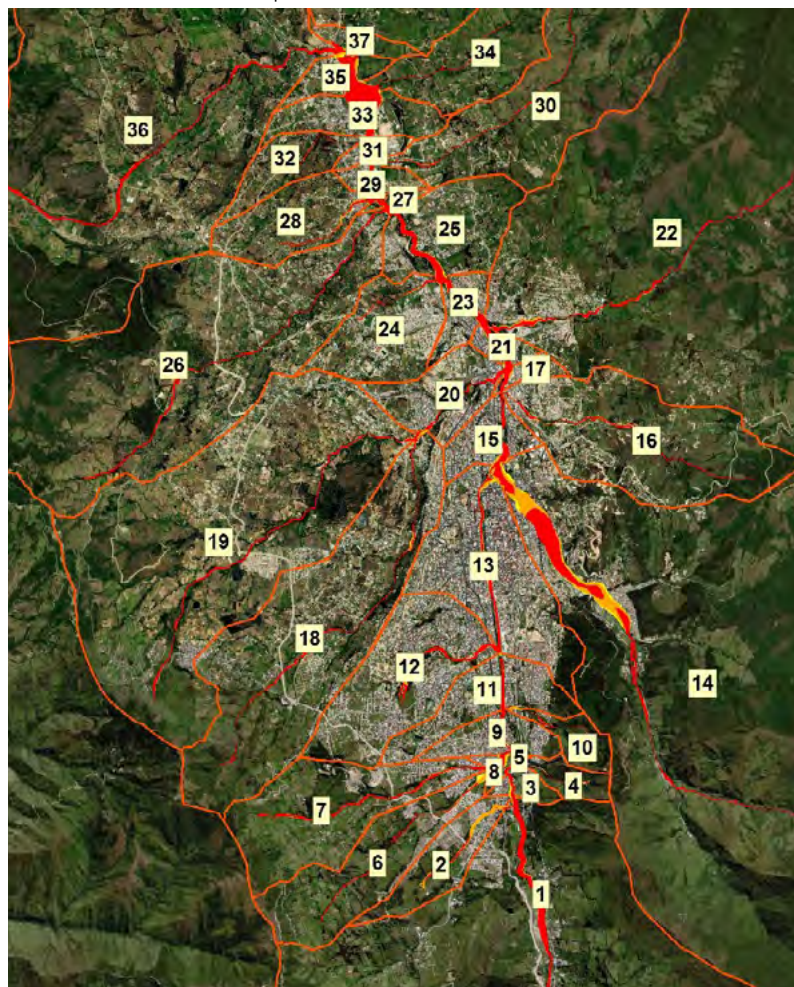
De acuerdo con la información recopilada se establece que la ciudad de Loja es propensa a inundaciones en algunas zonas. Su nivel de amenaza se clasifica en tres niveles: baja, moderada y elevada. En el siguiente mapa se presenta la distribución de la amenaza de inundaciones para un período de retorno de 100 años para la condición a corto, medio y largo plazo.

<sup>10</sup> **Amenaza Media:** Corresponde a zonas en las que se han registrado deslizamientos y flujos de tierra de magnitud baja o media, así como zonas de reptación. Se trata de una Zona de alta restricción.

<sup>11</sup> **Amenaza Baja:** Corresponde a zonas en las que actualmente no se han registrado deslizamientos o flujos, pero, debido a las condiciones del terreno analizadas, se considera la existencia de amenaza con una probabilidad de ocurrencia débil o muy débil. Se trata de una zona de baja restricción y sensibilización.

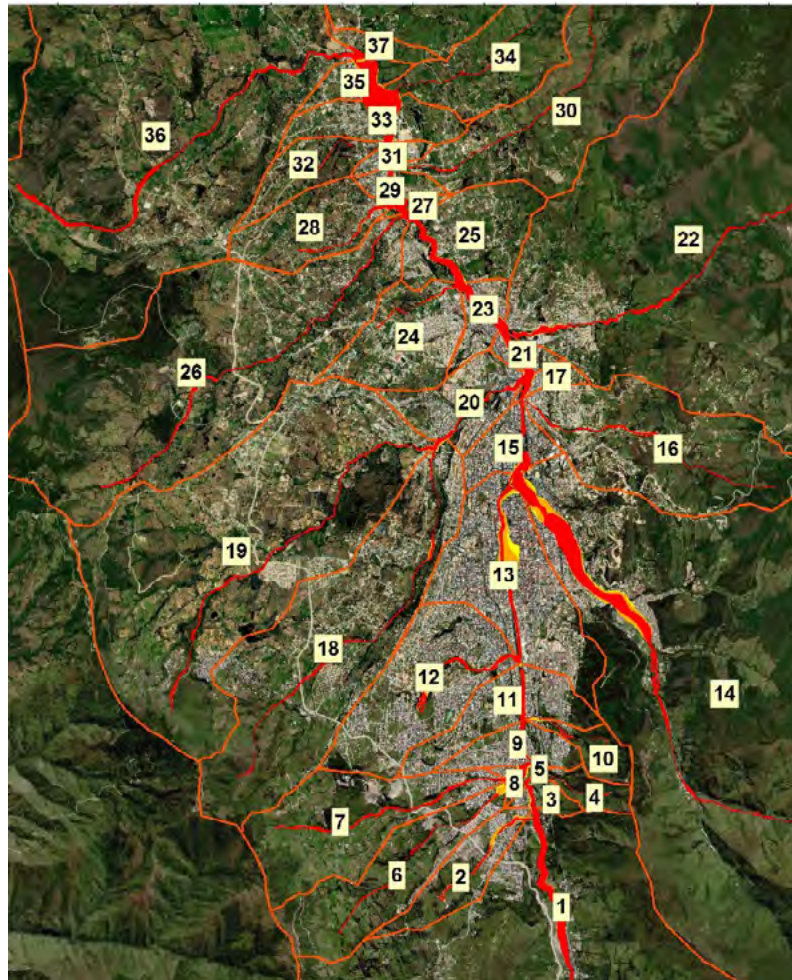


**Figura 30** Mapa de amenaza para un período de retorno de 100 años para las condiciones de corto plazo (2019-2040)



Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL, 2019

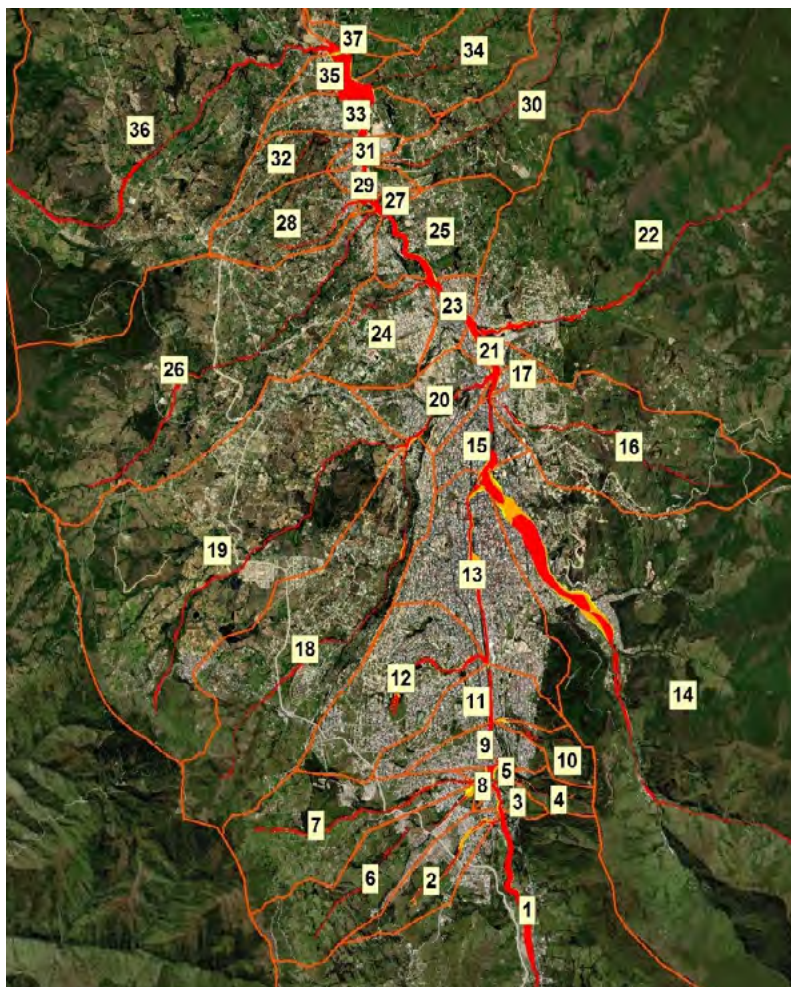
Figura 31 Mapa de amenaza para un período de retorno de 100 años para las condiciones de medio plazo (2040-2070)



Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL, 2019



Figura 32 Mapa de amenaza para un período de retorno de 100 años para las condiciones de largo plazo (2070-2100)



Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL, 2019

En los mapas se puede observar que las manchas de inundación no tienen una variación considerable para las tres condiciones que fueron presentadas en el informe, esto quiere decir que no se proyecta gran variación en la precipitación. Cabe aclarar que se debe tener en cuenta que el gran cambio presentes en las ciudades es el paso de zonas verdes a zonas urbanizadas, por lo que este factor podría provocar un incremento en los caudales a futuro.

De acuerdo con la mancha de inundación generada para corto, medio y largo plazo, se puede observar que las zonas más afectadas son los barrios que se encuentran ubicados en la margen del río Zamora y en las desembocaduras de las quebradas y ríos que confluyen en este. De acuerdo con los resultados de la simulación hidráulica es evidente que las secciones transversales de las corrientes en los sitios de estudio no son adecuadas para contener los eventos de crecienta, por lo cual se deben tener en cuenta medidas de mitigación para el control de procesos de inundación.

Se debe tener en cuenta que el presente estudio se realizó con los datos existentes en la documentación previa y a partir de MDT de resolución de pixel de 3.0 x 3.0 metros. No se han realizado levantamientos de estructuras hidráulicas, como puentes, pontones alcantarillas que atraviesen las corrientes en estudio, por esta razón los resultados obtenidos hay que considerarlos como estimativos y como un orden de magnitud.

## CONCLUSIONES DE LA CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

### Para el cantón Loja

- Los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 para el período 2016-2040 muestran una tendencia de cambio para las variables precipitación y temperatura en el territorio del cantón Loja. En el primer caso se esperan anomalías positivas y negativas en el rango global de 50 a -80 mm/año, y en el segundo únicamente anomalía positiva en el rango global de 0,6 a 1,0 °C.
- Bajo el escenario RCP 4.5, la anomalía de precipitación que ocupará la mayor parte del territorio del cantón Loja es la de 0 a 20 mm/año y podría presentarse en el 32,7% del territorio, concentrándose en la Zona III y, en menor proporción, para el resto de zonas. La segunda anomalía en importancia, de acuerdo a la superficie que ocupará, corresponde al rango de 20 a 50 mm/año esperado para el 31,7% del territorio del cantón (un punto menos que la anterior) siendo las Zonas I y II las que concentrarán la mayor parte, y el resto en la Zona III. La tercera anomalía en importancia corresponde al rango -20 a 0 mm/año que se presentaría en 24,1% del territorio que estará en todas las zonas, especialmente en las Zonas III y IV afectando buena parte de la ciudad de

Loja y de las áreas de cultivo de Malacatos y Quinara. Las tres anomalías en su conjunto cubrirán el 88,5% del territorio y por superficie constituyen las principales. El 11,5% restante se divide entre el 9,9% para el rango de -50 a -20 mm/año (dos tercios estarían en la Zona III y el otro en la Zona IV, las otras no la presentarán) y tan solo el 1,6% para el rango -50 a -80 mm/año que se espera únicamente en la Zona II.

- Bajo el escenario RCP 8.5, la anomalía de precipitación que ocupará la mayor parte del cantón Loja es negativa y se encuentra en el rango de -50 a -20 mm/año. Esta cubrirá el 34,8% del territorio, especialmente en las Zonas I y IV donde ocupará las tres cuartas partes de cada una, configurando un escenario de disminución de lluvia que se contrapone a lo que el escenario RCP 4.5 genera para ellas. La segunda anomalía en importancia, de acuerdo a la superficie que ocupará, corresponde al rango de 20 a 50 mm/año esperada para el 31,7% del territorio del cantón (un punto menos que la anterior) siendo las Zonas I y II las que concentrarán la mayor parte, y el resto en la Zona III. La tercera anomalía en importancia corresponde al rango -20 a 0 mm/año que se presentaría en 24,1% del territorio que estará en todas las zonas, especialmente en las Zonas III y IV afectando buena parte de la ciudad de Loja y de las áreas de cultivo de Malacatos y Quinara. Las tres anomalías en su conjunto cubrirán el 88,5% del territorio y por superficie constituyen las principales. El 11,5% restante se divide entre el 9,9% para el rango de -50 a -20 mm/año (dos tercios estarían en la zona III y el

otro en la zona IV, las otras no la presentarán) y tan solo el 1,6% para el rango -50 a -80 mm/año que se espera únicamente en la zona II.

- Bajo el escenario RCP 4.5, la anomalía de temperatura que ocupará la mayor parte del territorio del cantón Loja es la del rango 0.7 - 0.8 °C y podría presentarse en el 87,8 % del territorio, y a su vez será predominante en todas las zonas; de esta extensión un poco más de la mitad estará en la Zona III que es la más extensa (zona sur oriental alrededor de Vilcambamba). Las otras anomalías en conjunto ocuparán el 12,21% del territorio, la del rango 0.8 - 0.9 °C (9,08%) se presentará en la Zona II hacia el Cisne y la Zona IV alrededor de la ciudad de Loja; mientras que la de rango 0.6 - 0.7 °C únicamente en la Zona I hacia el norte de San Lucas (3,13%).
- Bajo el escenario RCP 8.5, la anomalía de temperatura que ocupará la mayor parte del territorio del cantón Loja será un rango superior a la del anterior escenario; es decir del rango 0.8 - 0.9 °C y se presentará en el 70,36 % del cantón, a la vez será predominante en las Zonas III (100%), II (84%) y IV (51,04%). La segunda anomalía en importancia por la superficie que ocupa es la del rango 0.7 - 0.8 °C que se espera para el 28,2% del cantón, ocupará la mayor parte de la Zona I (98,9%) y cerca de la mitad de la Zona IV (49%), de la Zona II habrá una mínima extensión; mientras que en la Zona III no se la espera. Si bien este escenario contempla el mayor rango de anomalía de precipitación 0.9 - 1.0 °C este ocupará una mínima superficie del cantón (1,46%) dentro de la Zona II.

- A nivel global se establece que de acuerdo a la extensión que ocuparán las anomalías de temperatura, las principales se encuentran entre 0.7 y 0.9 °C. Bajo el escenario RCP 4.5 la superficie bajo mayores cambios se encuentra en el rango 0.7 - 0.8 °C y bajo el RCP 8.5 en el rango siguiente (0.8 – 0.9 °C). Si bien el RCP 8.5 genera un rango más de anomalía (0.9 – 1.0 °C) es poca la superficie que ocupa.
- La amenaza climática que plantea el mayor reto de adaptación para el cantón Loja corresponde a temperaturas muy altas, pues su nivel de amenaza en el período histórico (1981-2015) fue baja y muy baja; sin embargo, se prevé que con el escenario RCP 4.5 cambie a baja y moderada y con en el escenario RCP 8.5 cambie a moderada para todo el territorio del cantón. No existen amenazas climáticas de nivel alto y muy alto.
- En contraste, la amenaza climática que plantea el menor reto de adaptación para el cantón corresponde a heladas, pues el clima histórico ha mostrado predominancia del nivel de amenaza nula, más una pequeña área del extremo norte del cantón con nivel de amenaza muy baja al aumento de los días al año con heladas. Bajo los escenarios de cambio climático, tanto en el RCP 4.5 como en el RCP 8.5 se mantendrían las tendencias históricas en las zonas donde se presentan las heladas. Por lo tanto, la amenaza de heladas no representa peligro significativo para el cantón Loja; no obstante, esta puede ser relevante para el sector agropecuario y no debe descartarse la adopción de medidas como sistemas de alerta temprana de heladas.
- En el caso de la amenaza a sequía, tanto para el período referencial como para los escenarios RCP 4.5 y 8.5 para el período 2016-2040, existe predominio del nivel de amenaza nulo con tendencia hacia la reducción del número de días secos consecutivos al año. Adicionalmente, se encuentran pocas áreas que presentan un grado de amenaza muy bajo (San Lucas, Santiago, Chantaco y Taquil), bajo (Malacatos y Quinara) y moderado (Quinara); sin embargo, ocupan un bajo porcentaje y todas se mantienen en un umbral bajo de amenaza. En caso de considerar acciones deben focalizarse alrededor de Quinara, Yangana y Gual el tomando en cuenta que son las zonas que muestran un nivel de amenaza diferente y bajo.
- En el caso de la amenaza a lluvias intensas, tanto para el período referencial como para los escenarios RCP 4.5 y 8.5 para el período 2016-2040, existe predominio del nivel de amenaza bajo. Por fuera de esta situación se encuentran áreas puntuales que presentan un grado de amenaza muy bajo (entre Malacatos-Quinara más un extremo de Gual el para el RCP 4.5) y moderado (entre Gual el, Chuquiribamba, Chantaco Taquil, Santiago, y San Lucas, alrededor de San Pedro de Vilcabamba); sin embargo, ocupan un reducido porcentaje de territorio. En caso de considerar acciones deben focalizarse alrededor de las áreas indicadas tomando en cuenta que son las zonas que muestran un nivel de amenaza diferente y moderado.

## Para la ciudad de Loja

- Los escenarios de clima futuro muestran un ascenso de las precipitaciones anuales medias diarias de entre un 30 y un 55%, según el RCP 4.5 y 8.5 respectivamente. Estos incrementos de precipitación suponen una variación de entorno a 1mm/día. Asimismo, se esperan aumentos en la intensidad de los eventos meteorológicos de precipitación extrema, que tienden a ser más notables sobre el costado oriental de la hoya de Loja. Atendiendo a las tendencias de precipitación analizadas para final de siglo es previsible un aumento en la frecuencia de deslizamientos y en la magnitud asociada a posibles inundaciones, hecho que merece especial atención por tomadores de decisiones dada su potencialidad para afectar los sistemas humanos expuestos.
- Los escenarios de clima futuro evidencian un previsible aumento progresivo de las temperaturas máximas a lo largo de todo el siglo XXI. Los valores anuales medios esperados, considerando toda la región en conjunto, varían entre 3.1 °C (RCP 4.5) y 6.5 °C (RCP 8.5). En el caso de la temperatura mínima, se aprecia una tendencia similar a la que se obtuvo en la simulación de la temperatura máxima pero con incrementos menos acusados. Los valores anuales medios esperados, tomando en cuenta toda la región en conjunto, varían entre 2 °C (RCP 4.5) y 4 °C (RCP 8.5). Los cambios esperados en las temperaturas a finales de siglo serán causantes de aumentos de intensidad o duración de eventos meteorológicos extremos por olas de calor o noches cálidas cuya incidencia tendrá mayor notoriedad sobre el sector norte y noroeste de la ciudad de Loja.
- Las manchas de inundación no tienen una variación considerable para las tres condiciones que fueron presentadas en el informe, esto quiere decir que no se proyecta gran variación en la precipitación. Cabe aclarar que se debe tener en cuenta que el gran cambio que presentan las ciudades es el paso de zonas verdes a zonas urbanizadas, por lo que este factor podría provocar un incremento en los caudales a futuro.
- El sector noroccidental de la ciudad de Loja tiene una probabilidad alta de ocurrencia de movimientos en masa, además los aumentos de temperatura a finales de siglo serán más notorios, lo que conlleva una previsión en el aumento de eventos meteorológicos extremos por intensificación de olas de calor o noches tropicales. Amenazas que en su conjunto tendrán incidencia sobre la población y sobre el sistema ambiental y productivo que circunda la ciudad. Las amenazas por deslizamientos e inundaciones son confluyentes especialmente sobre algunos barrios, dando valores de exposición final altos. En tal situación se encuentra Orillas del Zamora, Ciudad Alegría, La Alborada o Sauces Norte.
- Los barrios más consolidados de la ciudad presentan bajas probabilidades de ocurrencia de deslizamientos y menor incidencia de los eventos meteorológicos extremos por aumento

de temperatura, a excepción del barrio 18 de Noviembre, ubicado sobre áreas de medio-alto peligro por inundaciones en el medio y largo plazo. En los barrios de Chinguilanchi, La Paz o La Estancia, ubicados al este de la parroquia de El Valle, los deslizamientos también podrán ser notorios aunque de manera más moderada, así como los eventos meteorológicos extremos derivados del aumento de precipitación o temperatura.

- El sur de la ciudad notará cambios leves en lo que respecta a la ocurrencia de eventos derivados de temperatura extrema, los deslizamientos tienen probabilidad menor y las inundaciones se pueden presentar con menor magnitud.



# RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DEL RIESGO CLIMÁTICO

La estimación del riesgo climático se realizó siguiendo los lineamientos de la *Herramienta para la Integración de criterios de Cambio Climático en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial* (MAE, 2019), en cuya sección 2.1. establece que

La inclusión de la dimensión climática en el proceso de formulación/actualización del PDOT, en lo relativo a la adaptación... se centra en la realización de una “estimación de riesgo climático” que se ejecuta a partir de los programas/proyectos identificados y priorizados por el GAD...

Para los fines del presente trabajo, el análisis se ejecutó a partir los problemas jerarquizados que se relacionan con cambio climático y no en función de los programas y proyecto del PDOT, tal como propone la guía en mención, esto se hizo para que el análisis considere la situación territorial y no se limite a propuestas que pueden responder a otro enfoque o prioridad.

La descripción del proceso metodológico consta en la herramienta del MAE (2019) y no es el propósito de este documento transcribirla; no obstante, a continuación, se incluye la representación gráfica del procedimiento seguido para la estimación del riesgo climático para los fines mencionados.

Figura 33 Representación gráfica del procedimiento para la estimación del riesgo climático



Fuente: MAE, 2019

Para seleccionar los problemas del Diagnóstico climático, así como las amenazas relacionadas, se utilizó la siguiente matriz: Estratéxico del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) que se relacionan con cambio

**Cuadro 11** Matriz de relacionamiento de problemas y potencialidades con cambio climático

Tema clave e indicador		
Problema/Potencialidad		
Línea Base		
RELACIÓN CON EL CAMBIO CLIMÁTICO	Adaptación	¿El Problema o Potencialidad se relaciona con el clima?
		¿Con qué amenaza climática?
		Breve descripción de la afectación del problema o potencialidad en el contexto de adaptación al cambio climático
		Grado de afectación de la amenaza al problema (Alto, Medio o Bajo)
	Mitigación	¿El Problema o Potencialidad contribuye a la generación de emisiones de GEI? (Si/No)
		¿El Problema o Potencialidad afecta reservas naturales de carbono? (Si/No)
		Breve descripción de la afectación del problema en el contexto de mitigación al cambio climático
	Ponderación Adap.+Mit.	

Una vez que se seleccionaron los problemas y amenazas, se aplicó la Matriz de Estimación del Riesgo Climático que es parte de la *Caja de Herramienta para la Integración de criterios de Cambio Climático en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial* (MAE, 2019). Se adoptó la matriz en su totalidad, con la variante de que el análisis se realizó por problemas del territorio en lugar de programas y proyectos del PDOT como originalmente plantea. Para aplicarla se realizó una capacitación sobre Riesgo Climático al equipo del GAD Municipal y se acordó conformar un equipo para que trabaje con la misma. En el proceso

se usó la información secundaria disponible, el conocimiento del equipo sobre los problemas y la asesoría sobre análisis e interpretación de la información climática. De esta forma se concluyó la primera etapa de *Estimación general del riesgo climático para el conjunto de problemas relacionados a cambio climático*.

La aplicación de la matriz de estimación del riesgo climático generó una síntesis de los problemas seleccionados, la amenaza relacionada y los resultados globales que se presentan a continuación:

**Cuadro 12** Síntesis del análisis global de riesgo climático para el cantón Loja

Problemas relacionados con cambio climático	Amenaza climática vinculada	Variables de Riesgo Climático				Riesgo Climático Global
		Nivel de Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Capacidad de Adaptación	
1. Asentamientos humanos en zonas de riesgo por movimientos en masa.	Lluvias intensas	3	3	3	2	3
2. Predominancia de sistemas de producción de tipo marginal.	Lluvias intensas	3	2	3	2	2
3. Movimientos en masa en la vialidad	Lluvias intensas	3	3	3	2	3
4. Desarrollo de cultivos en zonas que no corresponden al uso potencial del suelo.	Lluvias intensas	3	3	3	2	3
5. Susceptibilidad del cantón a ocurrencia de movimientos en masa.	Lluvias intensas	3	2	3	2	2
6. Inundaciones recurrentes en zonas frágiles.	Lluvias intensas	3	3	3	3	3
7. Débil conservación y conectividad de áreas de interés ecosistémico a nivel urbano y rural.	Temperaturas altas	4	4	3	3	3
8. Incendios forestales.	Temperaturas altas	3	4	4	2	3
9. Predominio de sistemas agropecuarios de secano con bajo nivel de tecnificación frente a la	Sequía	3	3	4	2	3
10. Fugas y pérdidas de agua en el sistema de distribución de agua potable a nivel cantonal.	Sequía	3	2	3	2	2

1. Muy Bajo      2. Bajo      3. Moderado      4. Alto      5. Muy Alto

Fuente: Elaboración propia

El cuadro permitió establecer que de todos los problemas identificados en el Diagnóstico Estratégico, 10 tenían relación directa con las amenazas climáticas. A nivel global, el grado de riesgo climático predominante es medio, pues lo presentan el 70% de los problemas; mientras que para el resto el nivel de riesgo es bajo, es decir, no se identifica una situación extrema con respecto al riesgo climático.

Con la finalidad de priorizar los problemas para el análisis territorial, se tomaron los de mayor riesgo climático y se analizaron en función de tres criterios que son: disponibilidad de mapas actualizados, relación con las competencias del GAD Municipal, y relación con la propuesta política del alcalde. El análisis se muestra en la siguiente matriz.

**Cuadro 13** Priorización de problemas para la estimación territorial del riesgo climático

Problemas relacionados con cambio climático	Amenaza climática vinculada	Criterios de Priorización			Prioridad
		Disponibilidad de mapas actualizados	Relación con las competencias municipales	Relación con la Propuesta de Gobierno	
<b>Asentamientos humanos en zonas de riesgo por movimientos en masa.</b>	<b>Lluvias intensas</b>	5	5	5	5
Movimientos en masa en la vialidad rural.	Lluvias intensas	3	3	3	3
Desarrollo de cultivos en zonas que no corresponden al uso potencial del suelo.	Lluvias intensas	3	1	1	2
<b>Inundaciones recurrentes en zonas frágiles.</b>	<b>Lluvias intensas</b>	5	5	5	5
<b>Debil conservación y conectividad de áreas de interés ecosistémico a nivel urbano y rural.</b>	<b>Temperaturas altas</b>	5	5	5	5
Incendios forestales.	Temperaturas altas	3	1	1	2
Predominio de sistemas agropecuarios de secano con bajo nivel de tecnificación frente a la incertidumbre climática.	Sequía	3	1	1	2

1. Muy Bajo      2. Bajo      3. Moderado      4. Alto      5. Muy Alto

Fuente: Elaboración propia

En base a la matriz se priorizaron los siguientes problemas:

- a. Asentamientos humanos en zonas de riesgo por movimientos en masa, en adelante, Movimientos en Masa.
- b. Inundaciones recurrentes en zonas frágiles, en adelante, Inundaciones.
- c. Débil conservación y conectividad de áreas de interés ecosistémico a nivel urbano y rural, en adelante Pérdida e intervención de ecosistemas estratégicos.

Se destaca que el primer y segundo problema también resultaron prioritarios en el estudio *Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático en la Ciudad de Loja* (FIC-LAVOLA-UTPL, 2019).

La estimación del riesgo climático para los problemas priorizados se realizó mediante la combinación en un Sistema de Información Geográfica (SIG) del mapa temático de cada problema (previamente elaborados por el equipo del GAD Municipal) con el mapa de las amenazas climáticas relacionadas bajo el escenario RCP 8.5, asumiendo el peor escenario esperado. Pese a esto, los cambios esperados no son significativos conforme se indica en el apartado de *Caracterización Climática del cantón Loja*. Las variables de análisis y combinación de categorías se definieron con anterioridad a fin de homologarlas, de esta forma se obtuvieron los mapas de riesgo climático en función de los problemas priorizados.

En vista que la *Caracterización Climática* demostró que en el cantón Loja ninguna amenaza climática

supera el grado medio, ante la posibilidad de que su incidencia en la generación de riesgos sea de media a baja y para complementar el análisis, se decidió combinar en un SIG los mapas temáticos de cada problema con los de las anomalías de precipitación y temperatura, según corresponda. Las implicaciones de cada caso se detallan en la sección resultados.

Los resultados de la estimación del riesgo climático fueron socializados en el taller organizado por la Cooperación Técnica Alemana (GIZ) "Apoyo al proceso de actualización del PDOT y PUGS" que se realizó en Loja los días 11 y 12 de febrero de 2020, con la participación de los Asesores de Alcaldía, el Director de Planificación del Municipio y todo el equipo a cargo del PDOT y PUGS, además de otros directores y técnicos de diferentes áreas.

A continuación, se exponen los resultados de la estimación del riesgo climático para los problemas priorizados a nivel cantonal. Para el caso de movimientos en masa e inundaciones se incluye el análisis a nivel urbano (ciudad de Loja) el cual es tomado del estudio FIC-LAVOLA-UTPL (2019).

Para el análisis se usó información climática y temática proveniente exclusivamente de fuentes secundarias, mencionadas en la introducción de este documento. En el presente trabajo se describen los resultados relevantes para los fines de la Estimación del Riesgo Climático, por ende se evita al máximo transcribir contenidos de los estudios fuente.

## RIESGO CLIMÁTICO A MOVIMIENTOS EN MASA

El objetivo del presente análisis es la identificación de zonas riesgo a deslizamientos y su categorización por niveles de peligrosidad, de acuerdo con las implicaciones de la amenaza climática de lluvias intensas, lo cual podría afectar al cantón Loja y la zona urbana de la ciudad de Loja.

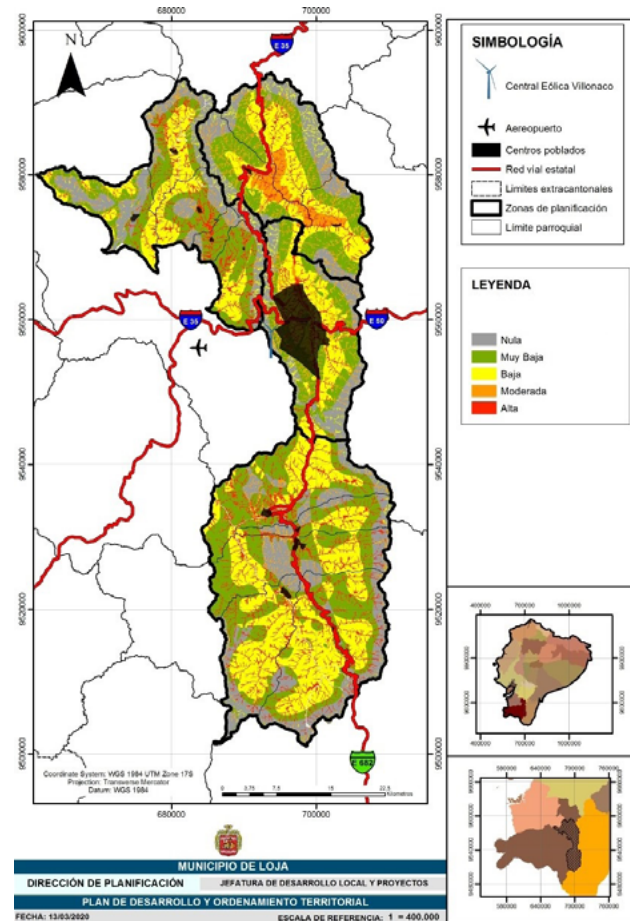
### SITUACIÓN A NIVEL CANTONAL

#### a. Susceptibilidad territorial

El mapa de susceptibilidad a movimientos en masa, elaborado por el equipo del PDOT del GAD Municipal de Loja, trata de representar de forma espacial el grado de propensión del terreno a deslizarse a partir de los eventos registrados en el pasado.

Los resultados permiten establecer que la susceptibilidad predominante a movimientos en masa en el cantón es nula y muy baja con el 54%, y en segundo lugar se encuentra la susceptibilidad baja con el 29%. El tercer lugar en importancia por la extensión que ocupa corresponde a la susceptibilidad alta en el 9,78%, distribuida a lo largo de todo el cantón; finalmente, la moderada con el 7,15% se concentra especialmente en la Zona I, parroquias Santiago, San Lucas y Jimbilla. En el territorio no se identifica la presencia de la categoría de susceptibilidad muy alta. La cartografía resultante del análisis de susceptibilidad refleja valores bajos en los fondos del valle, llano,

Figura 34 Mapa de susceptibilidad del cantón Loja a los movimientos en masa



Fuente: Municipio de Loja, 2020

por donde discurren los ríos y quebradas. La susceptibilidad aumenta gradualmente a medida que se asciende por las laderas a ambos lados de los tributarios de los diferentes ríos.

#### b. Amenaza climática asociada

La amenaza climática con relación directa a los movimientos en masa es la de lluvias intensas. En el cantón Loja, el clima histórico ha mostrado que el nivel de amenaza predominante para las lluvias intensas es bajo, se exceptúan algunas áreas del sur donde es muy bajo. Bajo el escenario RCP 4.5, se mantiene la predominancia del nivel de amenaza bajo para gran parte del territorio. La superficie con amenaza muy baja se reduce a un área entre Vilcabamba, Quinara y Malacatos. Bajo este escenario la amenaza de lluvias intensas, a partir del índice de número de días al año con lluvias extremas, no representa peligro significativo. Bajo el escenario RCP 8.5, surgen algunas áreas que presentarán un nivel de amenaza medio, especialmente en la zona norte del cantón y un área hacia el extremo sur oriental. El resto (la mayor parte del territorio) mantiene el grado de amenaza bajo; las pocas áreas que presentaban un grado de amenaza muy bajo en el escenario RCP 4.5 ahora han cambiado a grado de amenaza bajo. Según este escenario la amenaza de lluvias intensas, a partir del índice de número de días al año con lluvias extremas, merece atención en las zonas indicadas en amarillo, que corresponde a grado moderado. Para mayor referencia se presenta el mapa de la amenaza a lluvias intensas.



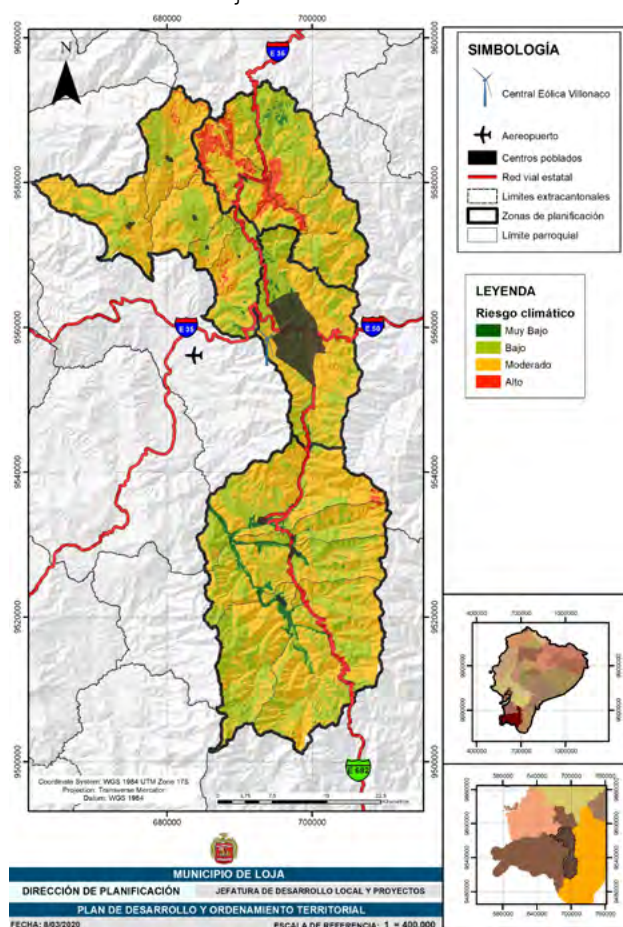
### c. Riesgo climático por movimientos en masa

A continuación, se presenta el mapa de riesgo climático por movimientos en masa. El mismo se genera a partir del cruce de los mapas anteriores y permite establecer que la categoría de riesgo predominante es moderado, pues cubre el 52% del territorio; en segundo orden se encuentra la categoría de riesgo bajo por cubrir el 42% del territorio cantonal. El 6% restante corresponde a las categorías de riesgo alto y muy bajo.

En perspectiva a la gestión del riesgo climático sobre los movimientos en masa es importante destacar que la categoría de riesgo alto se prevé para 5.722,83 hectáreas del cantón Loja, estas se encuentran especialmente en la Zona I (80%) en las parroquias Santiago (54%) y San Lucas (25%). Por ende, los esfuerzos para gestionar este riesgo deberían enfocarse en esta zona, no obstante, también debe ponerse atención en las Zonas I y II, donde se encuentra el 14 y el 6% (respectivamente) del área con potencial afectación. La decisión de actuar en estas zonas depende si existen elementos o poblaciones expuestas.

Bajo la misma lógica, debe tenerse en cuenta que la categoría de riesgo moderado se prevé para 98.134,00 hectáreas del cantón Loja, estas se encuentran especialmente en la Zona III (44%) y dentro de esta en las parroquias de Yangana, Malacatos y Vilcabamba. La distribución en el resto de las zonas es del 23% para la Zona II, 17% para la Zona 1 y 16% para la Zona IV.

Figura 35 Mapa de riesgo climático por movimientos en masa en el cantón Loja

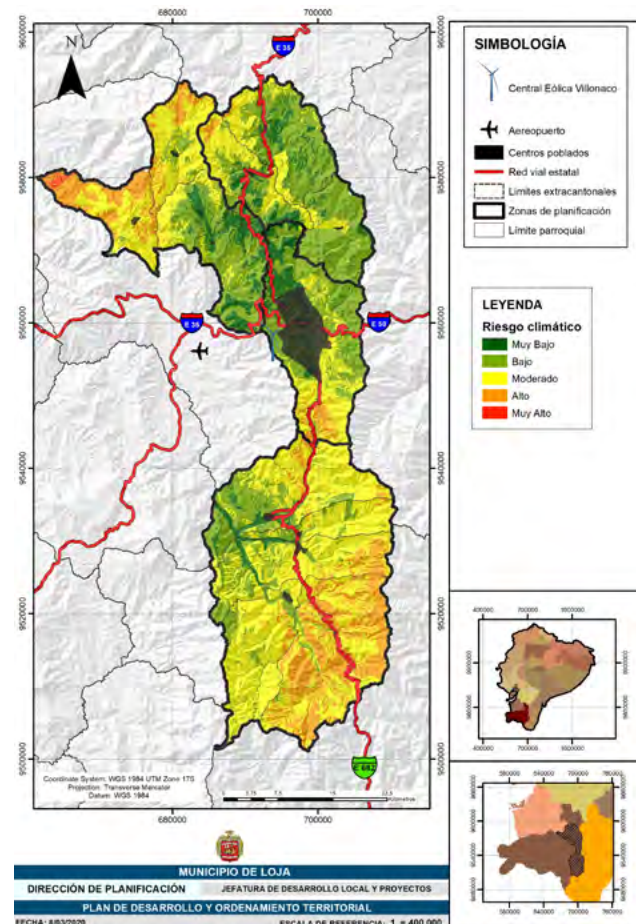


Fuente: Municipio de Loja, 2020

#### d. Incidencia de la anomalía de precipitación sobre la susceptibilidad a los movimientos en masa

En vista que el mapa de amenaza por lluvias intensas es de bajo nivel de detalle y prevé cambios poco significativos, a continuación, se presenta el mapa de incidencia de la anomalía de precipitación sobre la susceptibilidad del territorio a los movimientos en masa. Los resultados permiten establecer que el grado de incidencia predominante es moderado, pues cubre el 41% del territorio; en segundo orden se encuentra la categoría de incidencia baja por cubrir el 35% del territorio cantonal. El 23% restante corresponde a las categorías de incidencia alta (14%), muy baja (9%) y muy alta (menos del 1%).

Figura 36 Mapa de Incidencia de la anomalía de precipitación sobre la susceptibilidad del territorio a los movimientos en masa

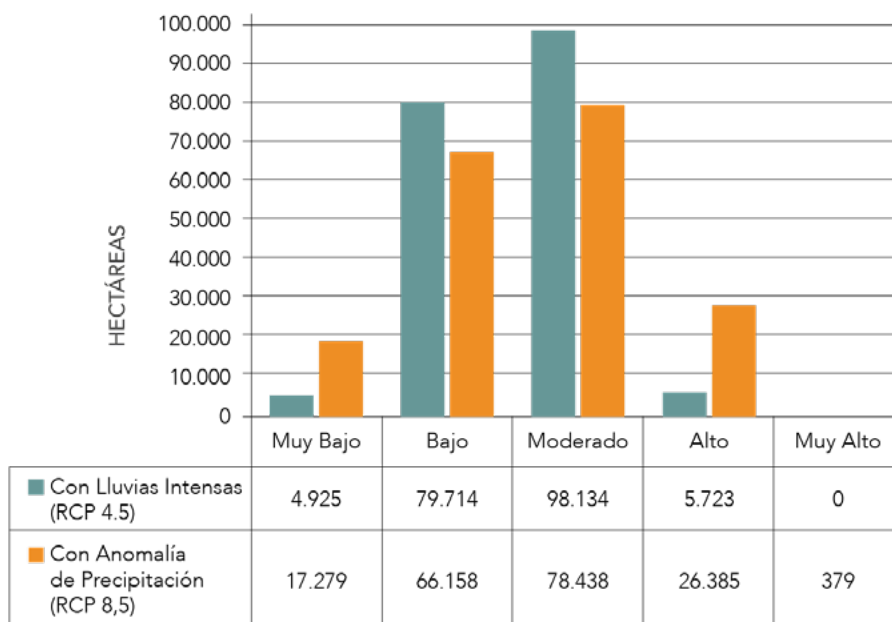


Fuente: Municipio de Loja, 2020

Al analizar las diferencias de esta forma de estimación (a partir de la anomalía de precipitación) con la anterior (a partir de la amenaza climática

lluvias intensas), se obtienen los datos que indica la siguiente figura.

**Figura 37** Comparación de las categorías de riesgo climático generados con la amenaza climática y la anomalía de precipitación bajo el escenario RCP 8.5



El gráfico permite establecer que la proporción de las áreas bajo las diferentes categorías de riesgo mantiene similitudes para las dos formas de análisis; no obstante, con la anomalía de precipitación se aumenta significativamente la superficie de la categoría alta. Esto se da porque el mapa de la anomalía es de mayor detalle y muestra variaciones significativas a lo largo del territorio. Sin embargo, sus resultados deben ser

referenciales puesto que aún cuando su detalle es mejor, el mapa de la amenaza climática integra múltiples criterios y al analizar la anomalía existe el riesgo de reducir un proceso complejo a una sola variable causal, asumiendo que la cantidad de mayor precipitación automáticamente significa mayor intensidad y por lo tanto puede desencadenar problemas de deslizamientos.

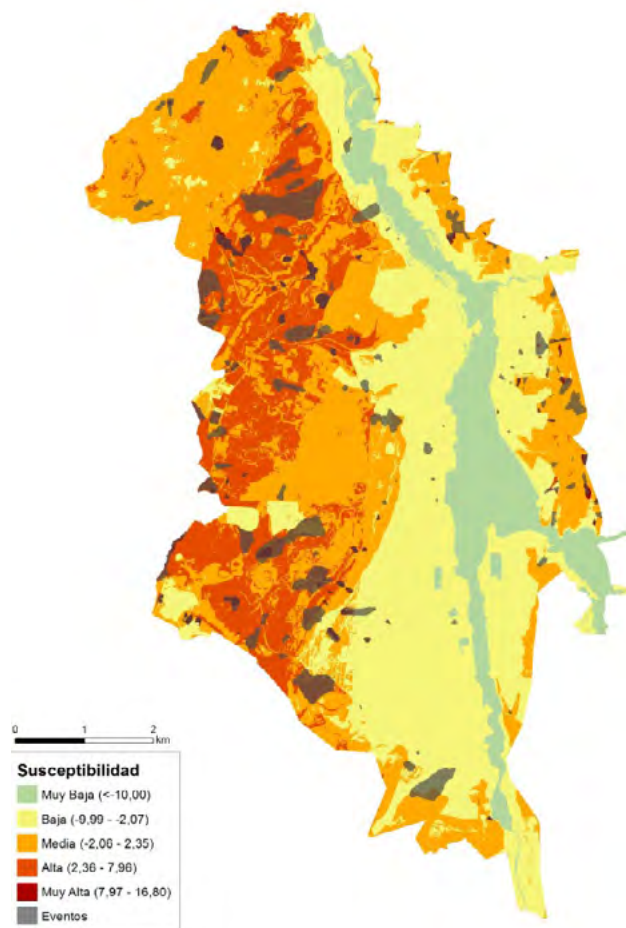
## SITUACIÓN A NIVEL DE LA CIUDAD DE LOJA

### a. Susceptibilidad territorial

De acuerdo al estudio FIC-LAVOLA-UTPL (2019), la cartografía resultante del análisis de susceptibilidad en la zona urbana refleja valores bajos en el fondo del valle, llano, por donde discurre el río Zamora en dirección sur-norte, y donde se asienta el núcleo histórico de la ciudad de Loja. La susceptibilidad aumenta gradualmente a medida que se asciende a este y oeste por las laderas a ambos lados del valle. Es en estas zonas donde la susceptibilidad es mayor, y también donde se identifican la mayor parte de deslizamientos. Por el contrario, en el perímetro de la parroquia, donde se identifican flujos rápidos, la susceptibilidad obtenida ha resultado baja.

Los rangos predominantes en el área de estudio son los de susceptibilidad baja y media, ocupando un 35% (1.825 ha) cada uno de la superficie total analizada; es decir en conjunto representan el 70%. Un 19% de la superficie se encuentra en el rango de susceptibilidad alta o muy alta (1.020 ha); mientras que el 11% de la superficie total se considera de susceptibilidad muy baja (584 ha). La distribución territorial se indica en el mapa siguiente:

Figura 38 Mapa de susceptibilidad a escala urbana por movimientos de masa



Fuente: FIC, LAVOLA, UTPL, 2019

## RIESGO CLIMÁTICO A INUNDACIONES

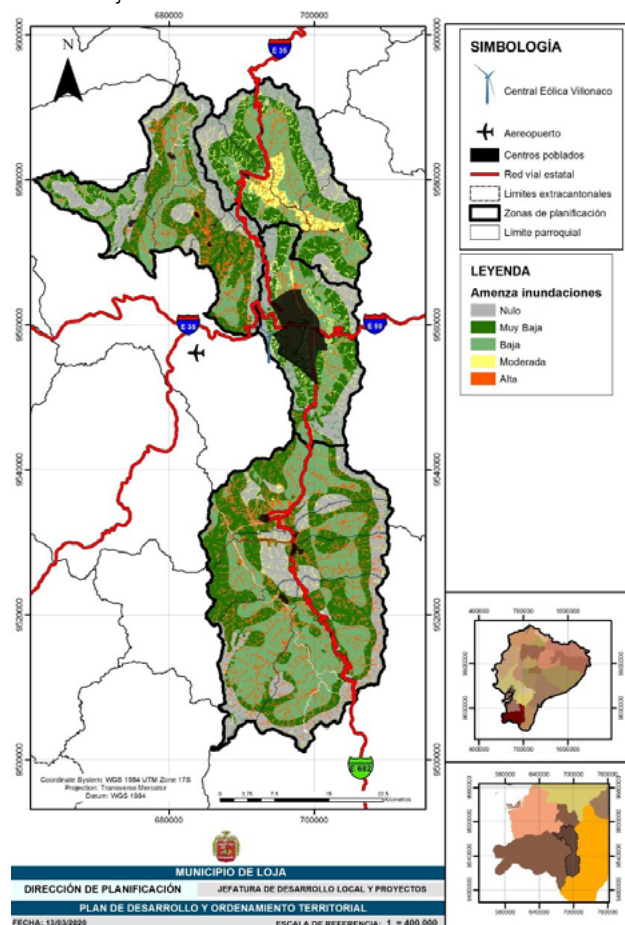
En esta sección se identifica zonas con riesgo a inundaciones y su categorización por niveles de peligrosidad de acuerdo con las implicaciones de la amenaza climática de lluvias intensas, lo cual podría afectar al cantón Loja y la zona urbana de la ciudad de Loja.

### SITUACIÓN A NIVEL CANTONAL

#### a. Susceptibilidad territorial

El mapa de susceptibilidad a inundaciones, elaborado por el equipo del PDOT del GAD Municipal de Loja, representa de forma espacial el grado de propensión del terreno a sufrir inundaciones. Los resultados demuestran que en el cantón Loja existe un nivel de riesgo alto y moderado a inundaciones en el 17% de su territorio. De este, el 10% corresponde a la categoría alta y amerita la mayor atención para gestionar medidas de adaptación, pues se encuentra a lo largo del cantón, especialmente en las áreas aledañas a los cursos de agua de las Zonas I, II y III. En cuanto a la categoría moderada que ocupa el 7% del territorio, la mayor parte se encuentra en la Zona I donde se destaca por su concentración.

Figura 40 Mapa de susceptibilidad a inundaciones en el cantón Loja



Fuente: Municipio de Loja, 2020



## b. Amenaza climática relacionada

La amenaza climática con relación directa a las inundaciones es la de lluvias intensas. En el cantón Loja el clima histórico ha mostrado que el nivel de amenaza predominante para las lluvias intensas es bajo, se exceptúan algunas áreas del sur donde es muy bajo. De acuerdo al escenario RCP 4.5, se mantiene la predominancia del nivel de amenaza bajo para gran parte del territorio. La superficie con amenaza muy baja se reduce a un área entre Vilcabamba, Quinara y Malacatos. Bajo este escenario la amenaza de lluvias intensas, a partir del índice de número de días al año con lluvias extremas, no representa peligro significativo. Según el escenario RCP 8.5, surgen algunas áreas que presentarán un nivel de amenaza medio, especialmente en la zona norte del cantón y un área hacia el extremo sur oriental. El resto, la mayor parte del territorio, mantiene el grado de amenaza bajo; las pocas áreas que presentaban grado de amenaza muy bajo en el escenario RCP 4.5 ahora han cambiado a grado de amenaza bajo. De acuerdo a este escenario la amenaza de lluvias intensas, a partir del índice de número de días al año con lluvias extrema, merece atención en las zonas indicadas en amarillo correspondientes a grado moderado.

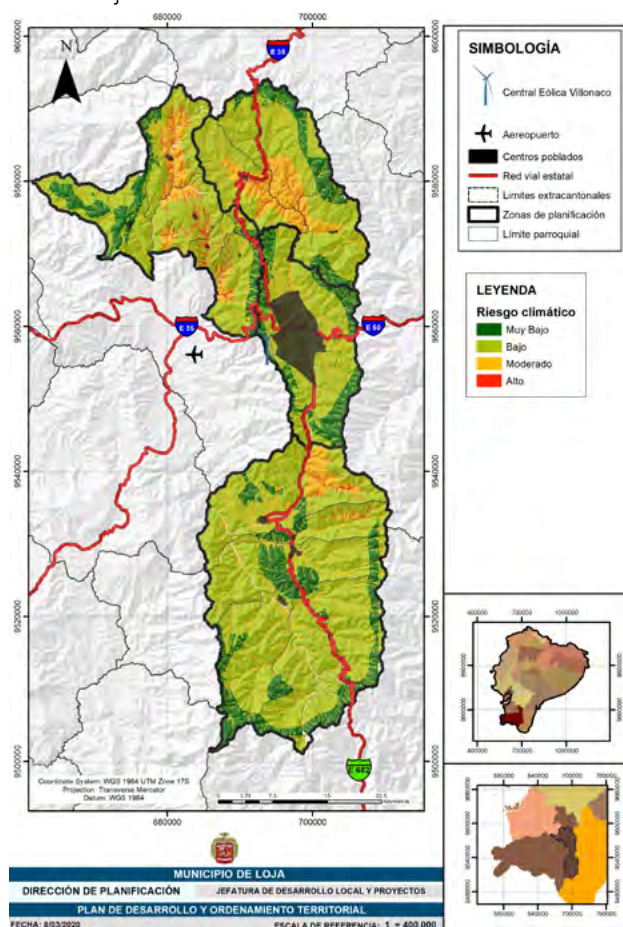
### c. Riesgo climático por inundaciones

El mapa de riesgo climático por inundaciones se genera a partir del cruce de los mapas anteriores y permite establecer que las categorías de riesgo predominante son el bajo y muy bajo, pues cubre el 77,2% del territorio; en segundo orden se encuentra la categoría de riesgo moderado por cubrir el 20,6% del territorio cantonal. El 2,1% restante corresponde a la categoría de riesgo alto.

En perspectiva a la gestión del riesgo climático sobre las inundaciones, es importante destacar que la categoría de riesgo alto se prevé para 4.020,4 hectáreas del cantón Loja (2,1% de su territorio), correspondiente a la Zona II (58%) y dentro de esta en las parroquias Chuquiribamba (19%) y Gualiel (19%). Por ende, los esfuerzos para gestionar este riesgo deberían enfocarse en esta zona; no obstante, también debe prestarse atención a las Zonas I y III, donde se encuentra el 19 y 23% (respectivamente) del área con potencial afectación. La decisión de actuar en estas zonas depende si existen elementos o poblaciones expuestas.

Bajo la misma lógica, debe tenerse en cuenta que la categoría de riesgo moderado se prevé para 38.682,6 hectáreas del cantón Loja (20,6% del territorio). Estas se encuentran especialmente en la Zona III (38%), en las parroquias de Yangana, Malacatos y Vilcabamba. La distribución en el resto de las zonas es del 28% para la Zona I, 21% para la Zona II y 13 % para la Zona IV.

Figura 41 Mapa de riesgo climático por inundaciones en el cantón Loja

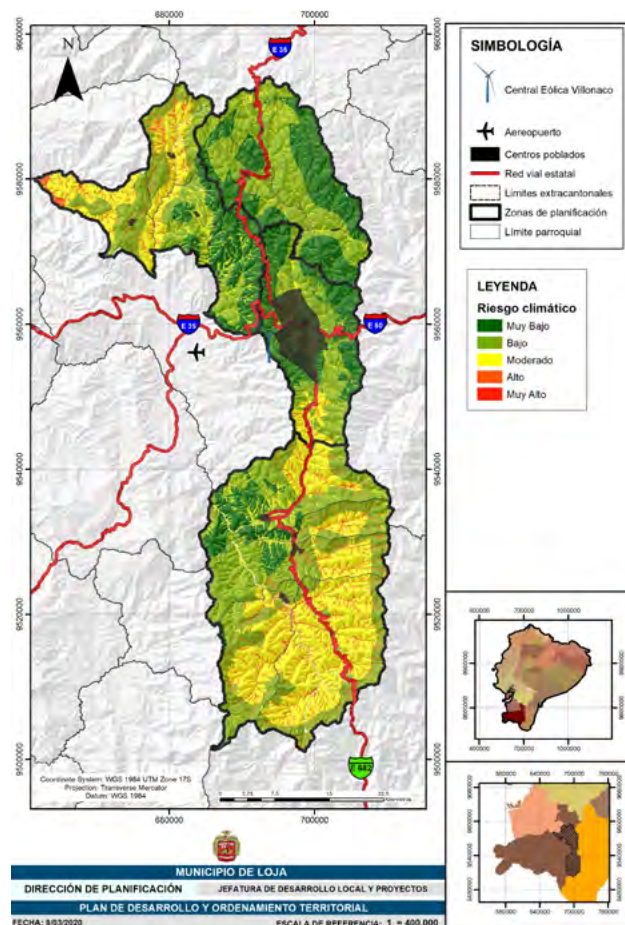


Fuente: Municipio de Loja, 2020

#### d. Incidencia de la anomalía de precipitación sobre la susceptibilidad a inundaciones

En vista que el mapa de amenaza por lluvias intensas es de bajo nivel de detalle y prevé cambios poco significativos, a continuación, se presenta el mapa de incidencia de la anomalía de precipitación sobre la susceptibilidad del territorio a inundaciones. Los resultados permiten establecer en primera instancia que el grado de incidencia predominante es bajo pues cubre el 43% del territorio; en segundo orden se encuentra la categoría de incidencia moderada por cubrir el 30% del territorio cantonal; y en tercer lugar, la categoría de incidencia muy baja con el 22%. El 6% restante corresponde a las categorías de incidencia alta y muy alta (menos del 1%).

Figura 42 Mapa de incidencia de la anomalía de precipitación sobre la susceptibilidad a inundaciones



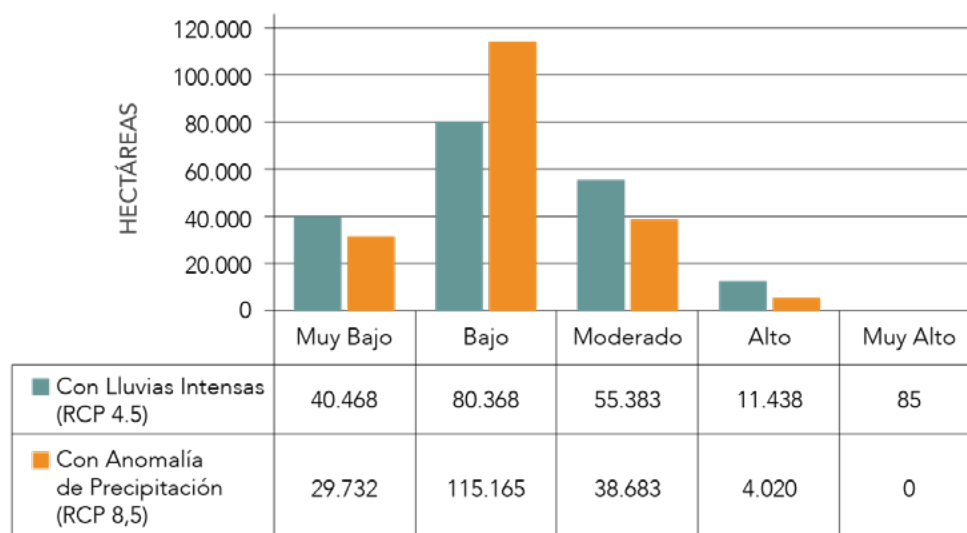
Fuente: Municipio de Loja, 2020



Al analizar las diferencias de esta forma de estimación (a partir de la anomalía de precipitación) con la anterior (a partir de la amenaza climática

lluvias intensas), se obtienen los datos que indica la figura siguiente.

**Figura 43** Comparación de las categorías de riesgo climático generados con la amenaza climática y la anomalía de precipitación bajo el escenario RCP 8.5



El gráfico permite establecer que la tendencia de las áreas bajo las diferentes categorías de riesgo mantiene similitudes para las dos formas de análisis; no obstante, con la anomalía de precipitación se aumenta significativamente la superficie de la categoría baja mientras que la categoría alta disminuye a un 30%. Esto puede atribuirse a que el mapa de la anomalía es de mayor detalle y muestra variaciones significativas a lo largo del territorio. Sin embargo, sus

resultados deben ser referenciales puesto que aún cuando su detalle es mejor, el mapa de la amenaza climática integra múltiples criterios y al analizar la anomalía existe el riesgo de reducir un proceso complejo a una sola variable causal y asumir que la cantidad de mayor precipitación automáticamente significa mayor intensidad y por lo tanto puede desencadenar problemas de inundaciones.

## SITUACIÓN A NIVEL DE LA CIUDAD DE LOJA

Tal como fue presentado en el apartado de Caracterización climática, en los mapas de amaneza hidrológica se puede observar que las manchas de inundación no tienen variación considerable para las tres condiciones que fueron presentadas en el informe, esto quiere decir que no se proyecta gran variación en la precipitación. Cabe aclarar que se debe tener en cuenta que el gran cambio que presentan las ciudades es el paso de zonas verdes a zonas urbanizadas, por lo que este factor podría provocar un incremento en los caudales a futuro.

De acuerdo con la mancha de inundación generada para corto, medio y largo plazo, se puede observar que las zonas más afectadas son los barrios que se encuentran ubicados en la margen del río Zamora y también en el Malacatos, así como en las desembocaduras de las quebradas y ríos que llegan a estos. De acuerdo con los resultados de la simulación hidráulica, es evidente que las secciones transversales de las corrientes en los sitios de estudio no son adecuadas para contener los eventos de crecida, por lo cual se deben tener en cuenta medidas de mitigación para el control de procesos de inundación.

Esto incluye procesos recurrentes de inundaciones que se presentan luego de lluvias torrenciales en puntos conocidos de la ciudad, entre ellos la unión de los ríos Zamora y Malacatos a la altura

del Mercado Mayorista y la Puerta de la Ciudad, el puente que une el edificio del Gobierno Zonal y el Hospital del IESS, áreas aledañas a la Zona Militar, Terminal terrestre, El Valle, Jipiro, La Tebaida, Sauces Nortes; así como el desborde los ríos al atravesar la ciudad. Todo esto ocasiona el colapso de alcantarillas, daños a viviendas y suspensión de servicios. El más reciente acontecimiento se dio a finales de febrero de 2020 y fue documentado por la prensa nacional<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> <https://www.elcomercio.com/actualidad/videos-desbordamiento-rio-malacatos-loja.html>

## RIESGO CLIMÁTICO SOBRE LA PÉRDIDA E INTERVENCIÓN DE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS

El objetivo del presente análisis es la identificación de zonas de riesgo a la pérdida e intervención de ecosistemas estratégicos y su categorización por niveles de peligrosidad de acuerdo con las implicaciones de la amenaza climática de temperaturas altas, lo cual podría afectar al cantón Loja.

Este problema se relaciona con las cuencas hídricas que proveen del líquido vital a la ciudad de Loja, las cabeceras parroquiales, algunos centros poblados y sistemas de riego. En ellas existen importantes remanentes de bosque nativo y páramo que se encuentran en buen estado de conservación pero están amenazados por la expansión de la frontera agropecuaria, además no cuentan con una figura de manejo y conservación que garantice su existencia y conectividad con visión cantonal. También incluye la denominada “Estrella Hídrica del Sur” que se ubica en el noroccidente del cantón Loja, en territorio de la parroquia Gualel, al límite con la provincia de El Oro, donde nacen tres ríos importantes (Jubones, Catamayo y Puyango), dos de ellos Binacionales (Catamayo - Chira y Puyango - Tumbes), ahí existe una amplia extensión de páramo y lagunas que constituyen la Reserva hídrica del sur alrededor

del cerro Fierro Urco. En este territorio existen concesiones para minería metálica.

Dado que conservar ecosistemas no intervenidos puede resultar menos costoso y más efectivo que restaurar aquellos ya intervenidos, el GAD Municipal de Loja se enfoca en ellos para garantizar su existencia. En alianza con FORAGUA se aspira realizar un manejo adaptativo<sup>13</sup> de estas áreas impulsando su conservación y conectividad para que a mediano plazo se constituyan en el Sistema Verde Cantonal orientado a una estrategia de adaptación basada en ecosistemas que se articule y complemente con el Sistema Verde Urbano.

### SITUACIÓN A NIVEL CANTONAL

#### a. Susceptibilidad territorial

El mapa de susceptibilidad a la pérdida e intervención de ecosistemas estratégicos ha sido elaborado por FORAGUA<sup>14</sup> a partir de un análisis multicriterio que toma en cuenta variables como: provisión de agua para consumo humano, estado de la cobertura vegetal, prioridades de

<sup>13</sup> Gestión adaptativa: Proceso continuo de mejora de un sistema de gestión mientras se va aplicando. Modelo de verificación de hipótesis conforme al enfoque de “aprendizaje por la práctica”. Se basa en la adaptación a los procesos naturales, observada mediante seguimiento y en acuerdos con todos los sectores implicados para ir variando condiciones, siempre en la línea de la auto-sostenibilidad.

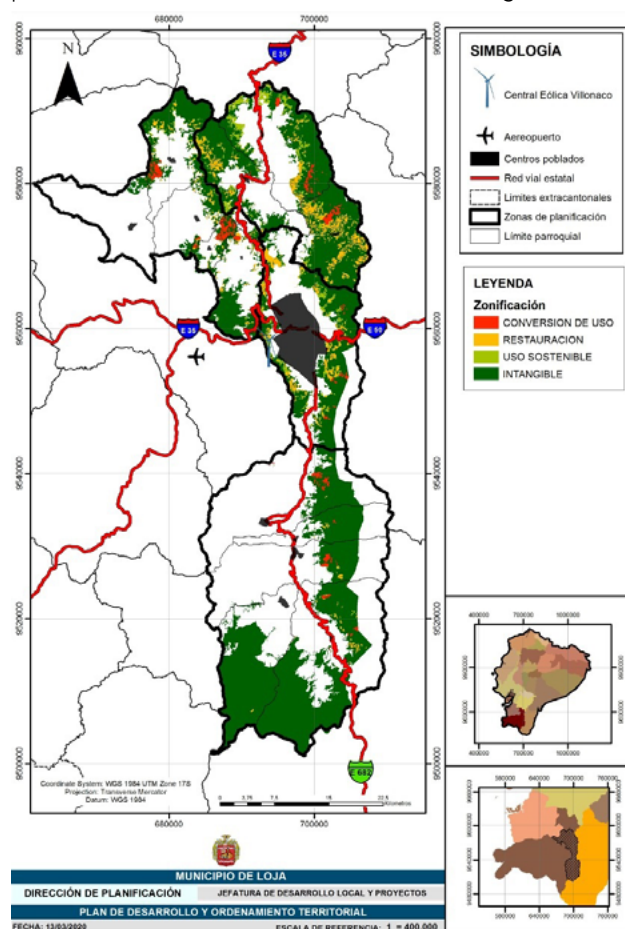
<sup>14</sup> FORAGUA. Fondo Regional del Agua, <http://www.foragua.org/>

conservación, vacíos de conservación, figuras de conservación existentes, conexión con las prioridades del PDOT.

Por lo expuesto, debe considerarse que aunque el título de esta sección hace mención a la susceptibilidad del territorio a la pérdida e intervención de ecosistemas estratégicos, realmente se enfoca en las prioridades de conservación y restauración a priorizarse para establecer un Sistema Verde Cantonal a partir de las áreas proveedoras de agua, sus áreas circundantes y las que permitirán generar conectividad entre ellas.

Los resultados permiten establecer que la prioridad de conservación y restauración con marcado predominio es muy alta por cubrir el 85% del área propuesta y se asienta en las partes altas de las cuencas hidrográficas con la finalidad de conservar la "infraestructura natural" que es determinante para mantener la provisión de agua y la biodiversidad de la zona. El 15% restante se distribuye entre la categoría moderada con el 7%, la categoría alta con el 6% y la categoría baja con el 2%. Definitivamente el reto de conservar áreas de páramo y bosque nativo que se encuentran en buen estado de conservación pero amenazadas es grande.

Figura 44 Mapa de susceptibilidad del cantón Loja a la pérdida e intervención de ecosistemas estratégicos



Fuente: Municipio de Loja, 2020

## b. Amenaza climática relacionada

La amenaza climática con relación directa a la pérdida e intervención de ecosistemas estratégicos es la de temperaturas muy altas. En el cantón Loja, el clima histórico ha mostrado que el nivel de amenaza predominante para temperaturas altas es bajo y muy bajo, en proporciones relativamente similares. Bajo el escenario RCP4.5, surge un cambio significativo ya que una gran parte del cantón presentará un grado o nivel de amenaza medio, especialmente en la zona centro-sur y un área hacia el nororiente. El resto presentará grado de amenaza bajo. A diferencia de las amenazas anteriores, en esta y a partir del índice de número de días al año con temperaturas máximas extremas, se establece que surgen aspectos de consideración en sectores de color amarillo que afectarían especialmente a la Zona III, que es la más extensa, y a la Zona IV donde se encuentra la ciudad de Loja.

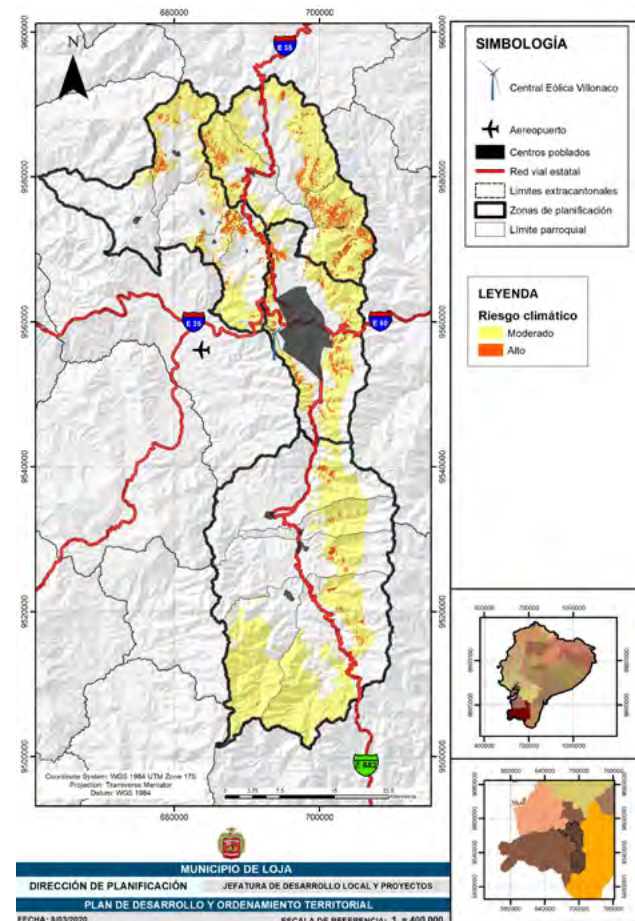
Bajo el escenario RCP 8.5, se remarca el cambio indicado debido a que todo el cantón presentará nivel de amenaza medio. A diferencia de las amenazas anteriores, en esta y a partir del índice de número de días al año con temperaturas máximas extremas, se establece que surgen aspectos de consideración para todo el cantón.

### c. Riesgo climático por pérdida e intervención de ecosistemas estratégicos

El mapa de riesgo climático por pérdida e intervención de ecosistemas estratégicos se genera a partir del cruce de los mapas anteriores y permite establecer que la categoría de riesgo predominante es moderada, pues cubre el 92% del área propuesta. En segundo orden se encuentra la categoría de riesgo alto por cubrir el 8% del área propuesta y corresponde a aquellas áreas intervenidas que son potenciales focos de ampliación de la frontera agropecuaria.

En perspectiva a la gestión del riesgo climático sobre la pérdida e intervención de ecosistemas estratégicos, es importante destacar que la categoría de riesgo moderado se prevé para 73.500,00 hectáreas a lo largo de todas las zonas del cantón Loja. Por ende, los esfuerzos para gestionar este riesgo deberían enfocarse en estas áreas; sin embargo, también debe ponerse atención en los sectores ocupados por la categoría alta que se encuentra en 6.300 hectáreas y corresponde al área intervenida con potencial ampliación de la frontera agropecuaria.

Figura 45 Mapa de susceptibilidad del cantón Loja a la pérdida e intervención de ecosistemas estratégicos

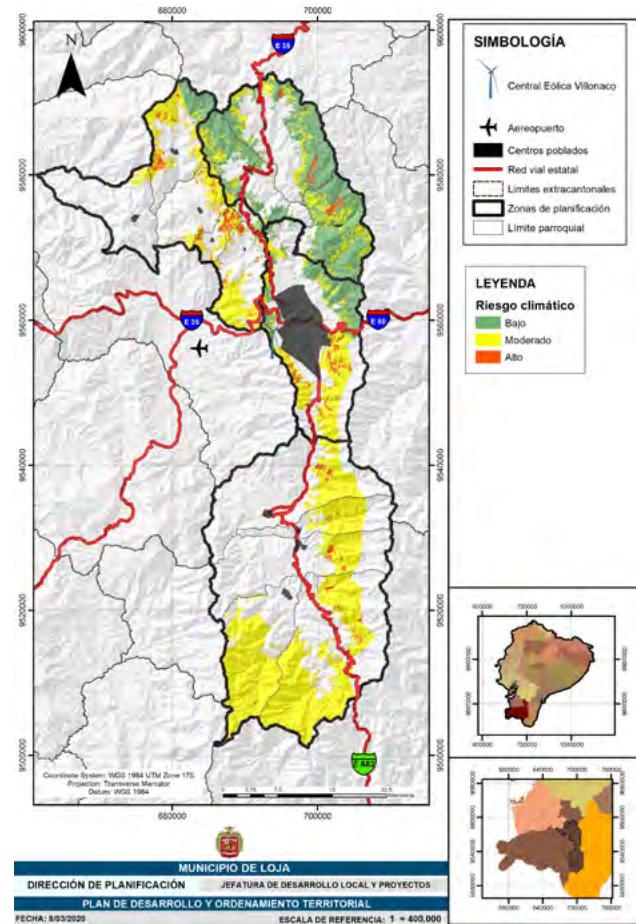


Fuente: Municipio de Loja, 2020

#### d. Incidencia de la anomalía de precipitación sobre la pérdida e intervención de ecosistemas estratégicos

El mapa de riesgo climático por pérdida e intervención de ecosistemas estratégicos se genera a partir del cruce de los mapas anteriores y permite establecer que la categoría de riesgo predominante es moderada, pues cubre el 92% del área propuesta. En segundo orden se encuentra la categoría de riesgo alto por cubrir el 8% del área propuesta y corresponde a aquellas áreas intervenidas que son potenciales focos de ampliación de la frontera agropecuaria.

Figura 46 Mapa de Incidencia de la anomalía de precipitación sobre la pérdida e intervención de ecosistemas estratégicos

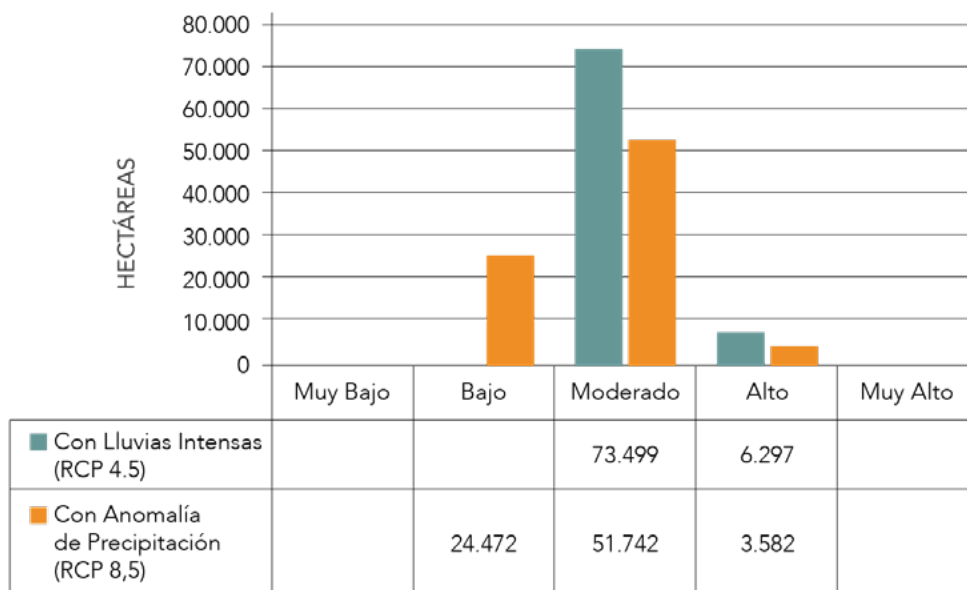


Fuente: Municipio de Loja, 2020



Al analizar las diferencias de esta forma de estimación (a partir de la anomalía de temperatura) con la anterior (a partir de la amenaza climática de temperaturas muy altas), se obtienen los datos que indica la figura siguiente.

**Figura 47** Comparación de las categorías de riesgo climático generados con la amenaza climática y la anomalía de temperatura bajo el escenario RCP 8.5



El gráfico permite establecer que el análisis según la anomalía de temperatura genera la categoría de riesgo bajo, mientras que el análisis de la amenaza climática de temperaturas muy altas únicamente genera las categorías de riesgo moderado y alto. Esto puede atribuirse a que el mapa de la anomalía es de mayor detalle y muestra variaciones significativas a lo largo del territorio. No obstante, sus resultados deben ser

referenciales puesto que aún cuando su detalle es mejor, el mapa de la amenaza climática integra múltiples criterios y al analizar la anomalía existe el riesgo de reducir un proceso complejo a una sola variable causal y asumir que el aumento de temperatura automáticamente significa que es muy alta, y por lo tanto puede agravar el proceso de regulación hidrológica que se da en los páramos y bosques nativos del área de interés.



## CONCLUSIONES DE LA ESTIMACIÓN DE RIESGO CLIMÁTICO

### Para el cantón Loja

- Los problemas prioritarios para analizar el riesgo climático en el cantón Loja son tres: movimientos en masa, inundaciones y pérdida e intervención de ecosistemas estratégicos.
  - La incidencia de las amenazas climáticas (lluvias intensas y temperaturas altas) sobre el grado de susceptibilidad del territorio a los problemas priorizados es de bajo impacto y no genera situaciones significativas de riesgo climático.
  - En la perspectiva de gestionar el riesgo climático sobre los problemas indicados y desde una mirada cantonal, sin considerar la parte urbana de la ciudad de Loja, debe tenerse en cuenta las siguientes particularidades:
    - El máximo nivel de riesgo climático que se obtuvo para los problemas priorizados es alto; sin embargo se presenta para superficies inferiores al 3,5% con respecto al territorio cantonal. De manera específica 2,1% para inundaciones, 3% para movimientos en masa y 3,4% para pérdida e intervención de ecosistemas estratégicos.
    - El nivel de riesgo climático que predomina, de acuerdo a la superficie que ocupa, es moderado para movimientos en masa y pérdida e intervención de ecosistemas estratégicos, para el primer caso se presentará en el 52% del territorio cantonal y para el segundo en el 92,11% del área priorizada. En lo referente a inundaciones, predomina la categoría de riesgo bajo puesto que ocupa el 61% del territorio cantonal.
- El área que a nivel cantonal amerita mayor atención por el riesgo climático a deslizamientos se encuentra en la Zona I (80%) y dentro de esta en las parroquias Santiago (55%) y San Lucas (25%). No obstante, también debe ponerse atención en las Zonas I y II, donde se encuentra el 14 y el 6% (respectivamente) del área con potencial afectación. La decisión de actuar en estas zonas depende si existen elementos o poblaciones expuestas.
  - El área que a nivel cantonal amerita mayor atención por el riesgo climático a inundaciones se encuentran especialmente en la Zona II (58%) y dentro de esta en las parroquias Chuquiribamba (19%) y Gualiel (19%). No obstante, también debe ponerse atención en las Zonas I y III, donde se encuentra el 19 y el 23% (respectivamente) del área con potencial afectación. La decisión de actuar en estas zonas depende si existen elementos o poblaciones expuestas.

- El área que a nivel cantonal amerita mayor atención por el riesgo climático a pérdida e intervención de ecosistemas estratégicos se encuentran dentro de las microcuencas que proveen del líquido vital a la ciudad de Loja, las cabeceras parroquiales, algunos centros poblados y sistemas de riego. En ellas existen importantes remanentes de bosque nativo y páramo que se encuentran en buen estado de conservación pero están amenazados por la expansión de la frontera agropecuaria, así como por la carencia de figura efectiva e innovadora para su manejo, conservación y conectividad con visión cantonal. También incluye la denominada “Estrella Hídrica del Sur” que se ubica en el noroccidente del cantón Loja, en territorio de la parroquia Gualiel, en el límite con la provincia de El Oro, desde ahí nacen tres ríos importantes (Jubones, Catamayo y Puyango), dos de ellos Binacionales (Catamayo - Chira y Puyango - Tumbes), ahí existe una amplia extensión de páramo y lagunas que constituyen la Reserva hídrica del Sur.
- Con respecto a movimientos en masa, el nivel de riesgo predominante es alto y se concentra principalmente en la mitad oeste de la zona urbana de Loja, siendo las parroquias urbanas Sucre y Carigán las más afectadas en extensión (casi su totalidad) y en menor proporción la parroquia Punzara. De forma más localizada se encuentran sectores con susceptibilidad alta en la franja más oriental de las parroquias El Valle y El Sagrario. La amenaza media, ocupa el segundo lugar de importancia por la superficie que ocupa, se concentra en la franja central de la zona urbana de Loja. Prácticamente la totalidad de su extensión corresponde a zona ya urbanizada de la ciudad de Loja.
- Las proyecciones climáticas obtenidas en el marco del *Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático en la Ciudad de Loja* indican aumentos de la precipitación que, en el escenario más negativo, serían del 110% a finales de siglo XXI. Es de esperar, ante ello, un aumento de la frecuencia de ocurrencia de deslizamientos y, por lo tanto, un aumento del riesgo.

### Para la ciudad de Loja

- En la perspectiva de gestionar el riesgo climático sobre los problemas de movimientos en masa e inundaciones en la ciudad de Loja, debe tenerse en cuenta las siguientes particularidades:
  - En lo referente a inundaciones y de acuerdo con la mancha de inundación generada para corto, medio y largo plazo, las zonas más afectadas serán los barrios que se encuentran ubicados en la margen del río Zamora y también en el Malacatos, así como en las desembocaduras de las

quebradas y ríos que llegan a estos. Las secciones transversales de las corrientes no son adecuadas para contener los eventos de creciente, por lo cual se deben tener en cuenta medidas de mitigación para el control de procesos de inundación.

- Especial atención debe ponerse a los procesos recurrentes de inundaciones que se presentan luego de lluvias torrenciales y en puntos conocidos de la ciudad, entre ellos la unión de los ríos Zamora y Malacatos a la altura del Mercado Mayorista y la Puerta de la Ciudad, el puente que une el edificio del Gobierno Zonal y el Hospital del IESS, áreas aledañas a la Zona Militar, Terminal terrestre, El Valle, Jipiro, La Tebaida, Saucos Norte, así como el desborde de los ríos al atravesar la ciudad. Todo esto ocasiona colapso de alcantarillas, daños a viviendas y suspensión de servicios.
- Las manchas de inundación para el corto, medio y largo plazo no presentan variación considerable, por lo tanto, no se proyecta gran variación en la precipitación. El gran cambio que presentan las ciudades es el paso de zonas verdes a zonas urbanizadas, por lo que este factor podría provocar un incremento en los caudales e inundaciones a futuro debido a la impermeabilización del suelo y la alteración de los drenajes naturales.

IDENTIFICACIÓN DE  
MEDIDAS, PROGRAMAS  
Y PROYECTOS DE  
ADAPTACIÓN Y  
MITIGACIÓN AL  
CAMBIO CLIMÁTICO

De acuerdo con la *Guía para la Formulación/ Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (STPE, 2019)*, la propuesta del PDOT comprende el conjunto de decisiones concertadas y articuladas entre los actores territoriales con el objeto de alcanzar una situación deseada para fomentar las potencialidades y resolver las problemáticas identificadas en el diagnóstico estratégico, a corto, mediano y largo plazo.

Con respecto al planteamiento de medidas de adaptación, la *Herramienta para la integración de criterios de Cambio Climático en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial* en su sección 2.1.5 establece que:

Una vez que se haya calculado la vulnerabilidad climática del elemento expuesto, y habiéndose identificado los impactos que las amenazas climáticas y sus efectos físicos, ... corresponde identificar la o las medidas de adaptación (respuestas para reducir o eliminar los impactos) que sean más adecuadas para el elemento expuesto seleccionado.

Por lo indicado, el objetivo de esta parte fue plantear medidas de adaptación para los problemas de mayor riesgo climático que se alinean con las prioridades del Plan de Gobierno Municipal de Loja.

La estimación del riesgo climático estableció que los problemas prioritarios son tres: (i) movimientos en masa, (ii) inundaciones, y (iii) pérdida e intervención de ecosistemas estratégicos; en todos, el nivel de riesgo predominante es medio. Para definir los problemas que se alinean con las prioridades

del Gobierno Municipal de Loja y para los cuales deben plantearse las medidas de adaptación, el Programa Ciudades Intermedias Sostenibles de la Cooperación Técnica Alemana (GIZ) realizó en Loja el taller "Apoyo a al proceso de actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) y el Plan de Uso y Gestión del Suelo (PUGS)", los días 11 y 12 de febrero de 2020. En el taller participaron los Asesores de Alcaldía, el Director de Planificación del Municipio, el Coordinador del PDOT y su equipo, la Coordinadora del PUGS y su equipo, así como representantes de otras instancias municipales como Agua Potable, Gestión Ambiental y Obras Públicas. Los resultados derivados del análisis conjunto establecieron que el problema prioritario es el de Pérdida e Intervención de Ecosistemas Estratégicos.

Como directrices adicionales surgieron las siguientes: (i) El abordaje del problema priorizado debe orientar el establecimiento del Sistema Verde Cantonal como eje vertebrador del desarrollo a partir de la adaptación basada en ecosistemas; (ii) Debe tener enfoque cantonal; no obstante, se complementará con la ciudad de Loja donde ya existe la propuesta del Sistema Verde Urbano; (iii) Debe generar sinergia con el trabajo de manejo de cuencas hidrográficas que se retomará con el Fondo Regional del Agua (FORAGUA); y (iv) El planteamiento de la medida debe reflejarse en el modelo territorial deseado, las categorías de ordenamiento del territorio y la propuesta del PUGS.

El contenido de esta parte es fruto del trabajo conjunto del consultor y del equipo de la Dirección de Planificación del Municipio de Loja, particularmente, en trabajo estrecho con la Especialista en Cambio Climático, Sustentabilidad

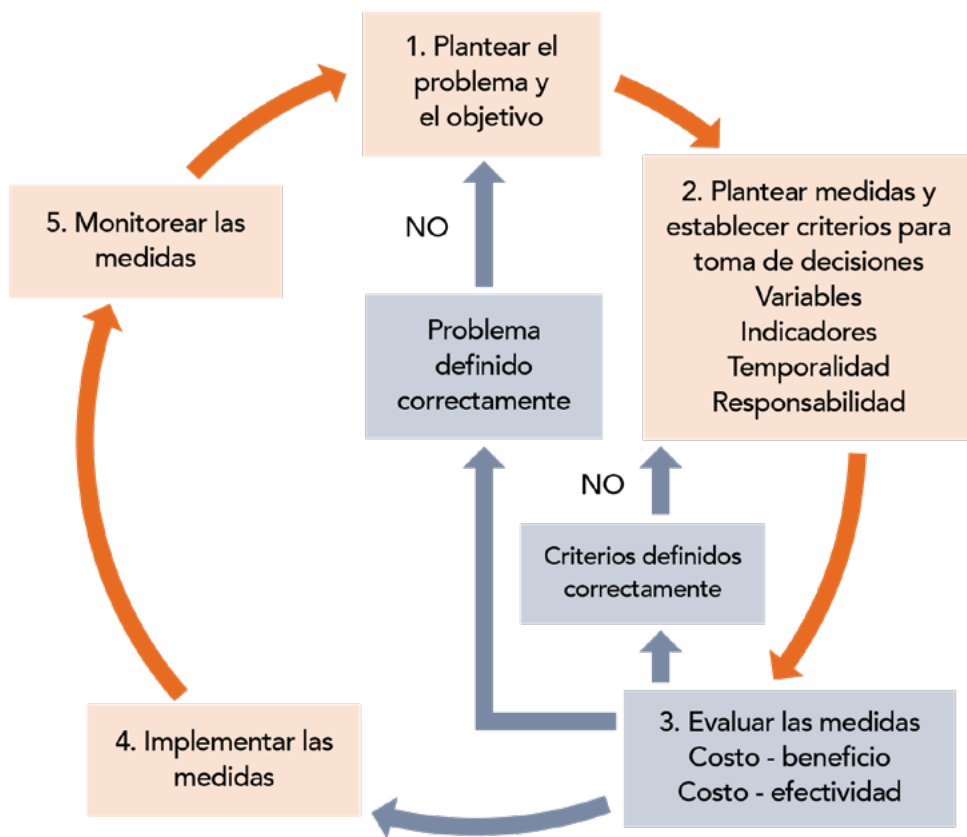
y Desarrollo con quien se generó y analizó los datos, mapas y propuestas. En el proceso también se mantuvo reuniones de coordinación con FORAGUA a fin de conocer la propuesta en marcha y articular con el planteamiento de la medida.

En términos metodológicos, la *Herramienta para la Integración de criterios de Cambio Climático en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial* (MAE, 2019), en su sección 2.1.5 establece que:

Las medidas de adaptación son acciones que tienen por finalidad reducir la vulnerabilidad al cambio climático de sistemas humanos, naturales y de infraestructura. Estas acciones contribuyen con los procesos de ajuste al clima actual o proyectado y sus efectos, tratando de moderar o evitar daños y aprovechar las oportunidades que pudiesen presentarse. Las medidas de adaptación responden y brindan soluciones frente a los impactos asociados a las amenazas climáticas que han sido identificadas. Es muy importante tener presente que las medidas deben adecuarse al contexto ambiental, económico y social del lugar donde se van a implementar, a fin de que ellas sean pertinentes, factibles y sostenible.

La descripción del proceso metodológico consta en la mencionada herramienta (MAE, 2019) y no es el propósito de este documento transcribirla; sin embargo, a continuación se incluye su representación gráfica.

Figura 48 Representación gráfica del ciclo de las medidas de adaptación





El planteamiento de la medida sigue el formato establecido por MAE (2019) y desarrolla los siguientes contenidos:

- Problema priorizado.
- Elemento expuesto.
- Amenaza climática vinculada.
- Vulnerabilidad y riesgo climático estimados.
- Impactos sobre el elemento expuesto.
- Nombre de la medida:
  - Objetivos de la medida.
  - Vínculo de la medida con la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC)
  - Ubicación de la medida.
  - Resultados esperados y listado de actividades necesarias para la implementación de la medida.
  - Número de beneficiarios de la medida.
  - Recursos necesarios para la implementación de la medida.
  - Barreras y oportunidades para la implementación de la medida.
  - Factibilidad (técnica, social, ambiental).

En vista que los otros problemas no responden a las prioridades del gobierno cantonal, no procede plantear medidas de adaptación bajo la misma lógica, pero se realiza un planteamiento general de directrices a considerar para un futuro desarrollo de las medidas (adaptación, mitigación y componente institucional) las mismas provienen en gran parte de FIC-LAVOLA-UTPL (2019) y se complementan con el análisis realizado por el equipo técnico que realizó el presente trabajo.

## MEDIDA DE ADAPTACIÓN PARA EL PROBLEMA PRIORIZADO: PÉRDIDA E INTERVENCIÓN DE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS

Este problema se relaciona con las cuencas hídricas que proveen del líquido vital a la ciudad de Loja, las cabeceras parroquiales, algunos centros poblados y sistemas de riego, además considera otras áreas que conectarían las microcuencas entre sí hasta conformar un cinturón que se extienda desde el Parque Nacional Podocarpus hasta el cerro Fierro Urco e incluye otras áreas de interés ecosistémico, que más adelante se detallan. En ellas existen importantes remanentes de bosque nativo y páramo que se encuentran en buen estado de conservación pero están amenazados por ampliación de la frontera agropecuaria.

Dado que conservar ecosistemas no intervenidos puede resultar menos costoso y más efectivo que restaurar aquellos ya intervenidos, el GAD Municipal de Loja se enfoca en ellos para garantizar su existencia. En alianza con FORAGUA se aspira realizar un manejo adaptativo de estas áreas impulsando su conservación y conectividad para que a mediano plazo se constituyan en el Sistema Verde Cantonal orientado a una estrategia de adaptación basada en ecosistemas que se articule y complemente con el Sistema Verde Urbano. En este contexto a continuación se presenta el planteamiento de la medida de acuerdo con los lineamientos de MAE (2019) complementada con elementos de GIZ, EURAC y UNU-EHS (2018).

Cuadro 14 Ficha de la medida de adaptación frente al problema priorizado

1. Problema priorizado	Pérdida e intervención de ecosistemas estratégicos.
2. Elemento expuesto	Ecosistemas de páramo y bosque andino que proveen bienes y servicios ambientales a los pobladores del sector urbano y rural del cantón Loja.
3. Amenaza climática vinculada	Temperaturas muy altas.
4. Vulnerabilidad y riesgo climático estimados	<p>El grado de vulnerabilidad, entendido como la predisposición que el elemento expuesto sea afectado negativamente por la amenaza climática es muy baja. Esto debido a que el 90% del área que ocupa dicho elemento expuesto se encuentra bajo la categoría de uso adecuado del suelo, mientras que las temperaturas muy altas proyectan un grado de amenaza moderada (escenario climático RCP 8.5).</p> <p>El riesgo climático, resultante de la interacción entre el elemento expuesto con la amenaza climática, los niveles de exposición y su vulnerabilidad climática, es moderado. En esto influye los siguientes factores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El 90 % del área ocupada por el elemento expuesto se encuentra bajo uso adecuado del suelo, no obstante, salvo algunas reservas privadas de poca extensión, en el territorio no existen figuras efectivas y sostenibles de conservación de los ecosistemas prioritarios.</li> <li>• El 100% del área considerada por la medida está ocupada por páramo y bosque andino, que estará expuesto a la amenaza climática de temperaturas altas en un grado de amenaza moderado.</li> <li>• Existe un lento pero progresivo proceso de ampliación de la frontera agropecuaria debido a deforestación y fragmentación que altera la estructura y composición de los ecosistemas y con esto su capacidad para proveer servicios de regulación que permiten contar con agua, aire puro, regulación del clima, entre otros.</li> <li>• El Municipio de Loja impulsa el restablecimiento de operaciones con el Fondo Regional del Agua (FORAGUA) para impulsar la conservación, restauración y uso sostenible de estas áreas.</li> </ul>

<p>5. Impactos sobre el elemento expuesto</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de la humedad del suelo.</li> <li>• Alteración de los procesos de sucesión y regeneración natural de flora y fauna.</li> <li>• Alteración de la composición, estructura y funcionamiento del páramo y bosque andino.</li> <li>• Afección de la capacidad de los ecosistemas para proveer servicios ambientales de soporte, regulación, provisión y culturales.</li> <li>• Mayor presión de los ecosistemas, ante el incremento de la demanda de servicios por crecimiento demográfico en los centros poblados.</li> </ul>
<p>6. Nombre de la medida</p>	<p>Conservación, restauración y manejo sostenible de fuentes de agua y ecosistemas estratégicos para la provisión de servicios ambientales en el cantón Loja.</p>
<p>6.1 Objetivos de la medida</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservar en estado natural los bosques nublados, páramos, humedales y otros ecosistemas estratégicos para la provisión de servicios ambientales, especialmente los relacionados al agua.</li> <li>• Restaurar la funcionalidad ecosistémica en las zonas alteradas prioritarias para la provisión de servicios ambientales, en especial el agua, la conectividad ecológica y la protección de la biodiversidad.</li> <li>• Realizar la reconversión productiva e implementar prácticas amigables de producción agropecuaria en áreas con aptitud y aledañas a las áreas de conservación y restauración.</li> <li>• Apoyar la conformación de un Sistema Verde Cantonal a partir de los objetivos anteriores.</li> </ul>
<p>6.2 Vínculo de la medida con la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC)</p>	<p>La medida se alinea con los siguientes sectores prioritarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para adaptación: Patrimonio Natural, Patrimonio Hídrico, Gestión de Riesgos, Asentamientos Humanos.</li> <li>• Para mitigación: Uso del Suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura.</li> </ul>

	<p>En cuanto a objetivos estratégicos aporta a las siguientes:</p> <p><b>Para adaptación</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Conservar y manejar sustentablemente el patrimonio natural y sus ecosistemas terrestres y marinos, para contribuir con su capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático.</li><li>• Incluir la gestión integral de riesgos frente a los eventos extremos atribuidos al cambio climático en los ámbitos y actividades a nivel público y privado.</li><li>• Implementar medidas para incrementar la capacidad de respuesta de los asentamientos humanos para enfrentar los impactos del cambio climático.</li></ul> <p><b>Para mitigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Implementar medidas que aporten a la integridad y conectividad de los ecosistemas relevantes para la captura y el almacenamiento de carbono y manejar sustentablemente los ecosistemas intervenidos con capacidad de almacenamiento de carbono.</li></ul>
<p>6.3. Ubicación de la medida</p>	<p>La medida se implementará en todas las microcuencas que abastecen de agua cruda a las plantas potabilizadores de la ciudad de Loja y sus 13 cabeceras parroquiales. En cada una cubrirá el área aguas arriba desde el sitio de la captación. Desde ellas se proyecta la conformación de un cinturón de conservación, restauración y producción sostenible que genere conectividad entre (i) las microcuencas en mención, (ii) el Parque Nacional Yacuri, (iii) el Parque Nacional Podocarpus, (iv) la “Estrella Hídrica del Sur”<sup>15</sup> y (v) las áreas que las interconectan, con lo cual se aspira a conformar un Sistema Verde Cantonal.</p> <p>La medida cubrirá 80.289,14 hectáreas que se ubican a lo largo de todas las parroquias y cubre el extremo limítrofe del cantón Loja con parte de Quilanga y parte de Catamayo (al oeste), con la provincia de Zamora (al sur y el este), con el cantón Saraguro (al norte) y parte del límite con el cantón Zaruma de la provincia de El Oro (al oeste). Es decir, se asienta principalmente en el extremo oriental de la provincia con pequeñas extensiones al norte, sur y oeste. La distribución por parroquia y microcuenca se indica en el cuadro siguiente:</p>

<sup>15</sup> Se denomina así área ubicada al noroccidente del cantón Loja, alrededor del cerro Fierro Urco, en territorio de la parroquia Gualiel, en el límite con la provincia de El Oro. Desde ahí nacen tres ríos importantes (Jubones, Catamayo y Puyango), dos de ellos Binacionales (Catamayo - Chira y Puyango - Tumbes), alberga una amplia extensión de páramo y

Parroquia	Área considerada por la medida			Total	
	Microcuencas		Corredores de Conectividad	Hectáreas	%
	Cantidad	Hectáreas	Hectáreas		
Loja	15	9.309,5	2.879,1	12.188,6	15,2%
Chantaco	3	843,0	506,4	1.349,4	1,7%
Chuquiribamba	3	33,2	1.599,5	1.632,7	2,0%
El Cisne	1	396,4	19,0	415,4	0,5%
Gualel	1	82,1	4.918,8	5.000,9	6,2%
Jimbillá	1	459,2	9.094,7	9.554,0	11,9%
Malacatos	1	1.696,7	1.823,6	3.520,3	4,4%
Quinara	1	2.028,1	7.105,2	9.133,3	11,4%
San Lucas	1	100,4	7.639,2	7.739,6	9,6%
San Pedro de V.	1	357,8	2.674,3	3.032,1	3,8%
Santiago	1	68,2	5.726,0	5.794,3	7,2%
Taquil	1	75,4	4.149,5	4.224,8	5,3%
Vilcabamba	1	1.487,2	1.140,0	2.627,2	3,3%
Yangana	1	391,4	13.685,2	14.076,6	17,5%
Total	32	17.328,7	62.960,5	80.289,1	100,0%
		21,6%	78,4%	100,0%	

En el anexo 1 se detalla el nombre y superficie de cada microcuenca. Los anexos 2 y 3 presentan el mapa e información del área considerada. Fuente: FORAGUA, 2019.

#### 6.4. Resultados esperados y listado de actividades necesarias para la implementación de la medida

Resultado 1. Marco institucional, legal y financiero creado.

Actividad 1.1. Aprobación definitiva de la Ordenanza para la protección y restauración de fuentes de agua, ecosistemas frágiles, biodiversidad y servicios ambientales del cantón Loja a través de la creación y gestión de áreas de conservación municipal y uso sostenible.

Actividad 1.2. Declaración de las Áreas de Conservación y Uso Municipal (ACMUS).

Actividad 1.3. Cobro de tasa ambiental en la planilla por consumo de agua y capitalización del Fondo.

Actividad 1.4. Transferencia de los recursos desde el Municipio de Loja a FORAGUA.

lagunas que constituyen la Reserva hídrica del Sur y por ende concita el interés de múltiples actores. Un tema crítico es que en este sector existen concesiones mineras y la población está dividida ante el dilema de agua o minería.

	<p>Resultado 2. Zonas de conservación, restauración y producción sostenibles priorizadas y con ejecución de acciones.</p> <p>Actividad 2.1. Análisis y priorización de las áreas de conservación, restauración y producción sostenibles.</p> <p>Actividad 2.2 Definición de alternativas técnicas, sociales, económicas y metodológicas a implementar.</p> <p>Actividad 2.3. Generación de plan plurianual de conservación, restauración y producción sostenible.</p> <p>Actividad 2.4. Acercamiento, promoción, establecimiento de acuerdos y asistencia técnica para acciones de conservación, restauración y producción sostenible.</p>
	<p>Resultado 3. Seguimiento, Evaluación y Sistematización definido e implementado.</p> <p>Actividad 3.1. Sistema de seguimiento, evaluación y sistematización definido e implementado.</p> <p>Actividad 3.2 Implementación del sistema y generación de reportes para los diferentes niveles y actores involucrados.</p> <p>Actividad 3.3. Adopción de medidas pertinentes bajo la lógica del mejoramiento continuo e innovación.</p> <p>Actividad 3.4. Sistematización y difusión de experiencias.</p>
	<p>Resultado 4. Formulación de la propuesta del del Sistema Verde Cantonal<sup>16</sup>.</p> <p>Actividad 4.1. Diagnóstico de los elementos estructuradores del sistema verde cantonal de Loja, a partir de sus ejes conectores naturales y ejes conectores construidos.</p> <p>Actividad 4.2 Estructuración el sistema verde cantonal de Loja que incluya: sus elementos, escalas, características y funcionalidad desde un enfoque de servicios ecosistémicos, de interconexión de la biodiversidad y de su rol en el sistema territorial cantonal; y el establecimiento de tratamientos, lineamientos normativos y de gestión para sus elementos integradores.</p> <p>Actividad 4.3. Formulación de proyectos basados en la naturaleza que contribuyan a la adaptación y mitigación al cambio climático.</p>

<sup>16</sup> Elementos tomados y adaptados de la Propuesta del Sistema Verde Urbano de Loja (GADML-GIZ-UTPL, 2019).



<p>6.5 Número de beneficiarios de la medida</p>	<p>El número de beneficiarios directos de la medida son 230.431 personas que habitan en la ciudad de Loja, las 13 cabeceras parroquiales y sus principales centros poblados, esto corresponde al 84% de la población cantonal. Ellos se benefician de los servicios ambientales que se generan desde los ecosistemas contemplados en la medida, especialmente agua para consumo humano y riego, regulación del clima y otros.</p>
<p>6.6 Recursos necesarios para la implementación de la medida</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Financiamiento:</b> Se requiere un presupuesto anual de \$ 400.000,00 que provendrán de la tasa ambiental a cobrarse en la planilla por consumo de agua.</li> <li>• <b>Estructura institucional:</b> Se requiere una estructura institucional que cuente con el personal, recursos y medios logísticos para asumir el trabajo en sus diferentes niveles (directivo, asesor, técnico, administrativo) y con visión de largo plazo. Esto se asegura con el mecanismo propuesto por el Fondo Regional del Agua (FORAGUA).</li> <li>• <b>Respaldo normativo y legal.</b> Es necesario contar con una ordenanza que habilite y regule la implementación del mecanismo, la alianza con FORAGUA, que se plasme de forma clara y consistente en el PDOT y PUGS en coherencia con la normativa vigente a nivel local y nacional.</li> <li>• <b>Visión de largo plazo y continuidad:</b> La conservación y restauración de ecosistemas requiere de procesos sostenidos, continuos y de baja vulnerabilidad por el cambio de gobiernos locales. El mecanismo propuesto en la alianza FORAGUA y GADML se proyecta para 80 años.</li> </ul>
<p>6.7 Barreras y oportunidades para la implementación de la medida</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El Municipio de Loja es parte de FORAGUA, si bien la administración anterior suspendió las labores y transferencias, la administración actual ha expresado su decisión política de retomarlo y adoptar las medidas para evitar que a futuro otras administraciones afecten o frenen el mecanismo.</li> <li>• La tasa ambiental está creada e implementada, los usuarios realizan el aporte mensual en proporción al consumo de agua potable.</li> <li>• Las áreas y prioridades de actuación se han definido, la mayor parte corresponden a áreas en buen estado de conservación, pero amenazadas, por ende, es una oportunidad de actuar bajo el principio de precaución.</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"><li>• FORAGUA es un mecanismo probado y en marcha que impulsa el trabajo en varios municipios del sur del país. A la fecha agrupa a 20 municipios que han declarado 136 mil hectáreas como reservas cantonales, de las cuales 67 mil hectáreas están comprometidas a la conservación de las fuentes de agua para consumo humano.</li><li>• Los recursos provenientes de la tasa ambiental son transferidos mensualmente a una cuenta especial del Banco Central del Ecuador y en subcuentas independientes se administra bajo la representación legal de la Corporación Financiera Nacional a través de una Secretaría Técnica con sede en la ciudad de Loja. De esta manera por primera vez los departamentos técnicos municipales encargados del manejo de las fuentes abastecedoras cuentan con recursos seguros, apoyo técnico y agilidad en los procesos de administración y conservación.</li><li>• Áreas de interés regional para la conservación, por ejemplo, la denominada "Estrella Hídrica del Sur" que se ubica en el noroccidente del cantón Loja, en territorio de la parroquia Gualiel y alrededor del cerro Fierro Urco, en el límite del cantón Loja con la Provincia de El Oro. Desde ahí nacen tres ríos importantes (Jubones, Catamayo y Puyango), dos de ellos Binacionales (Catamayo – Chira y Puyango- Tumbes), alberga una amplia extensión de páramo y lagunas que constituyen la reserva hídrica del Sur y por ende concita el interés de múltiples actores.</li><li>• El Municipio de Loja impulsa la implementación del Sistema Verde Urbano en la ciudad del mismo nombre, este se conectará con la franja de conservación que se propone con la medida y puede dar lugar a la conformación del Sistema Verde Cantonal.</li></ul>
<p>6.8 Factibilidad (técnica, social, ambiental) de la medida</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Factibilidad técnica.</b> La medida es coherente con lo planteado en el PDOT y PUGS en cuanto a las categorías de ordenamiento, clasificación y subclasificación del suelo; ahí las áreas consideradas por la medida se destinan a provisión de servicios ambientales y desarrollo sostenible lo cual se refleja en el modelo territorial deseado. Por otro lado, los resultados de caracterización climática y la estimación de riesgo demuestran que no habría situaciones alarmantes, lo cual genera incertidumbre de diversa índole y motiva actuar bajo el principio de precaución para impulsar la adaptación basada en ecosistemas entendida</li></ul>

como el uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos como parte de una estrategia general para ayudar a la población a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático. De esta manera se contribuye a mantener e incrementar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad de ecosistemas y de la población del cantón Loja.

- **Factibilidad social.** La implementación de la medida se hará bajo la hipótesis que la negociación es la principal herramienta para conciliar los intereses de los propietarios de la tierra en las áreas de interés con las entidades que impulsan la conservación, restauración y producción sostenible. Esto permitirá generar opciones ganar - ganar y de mutuo acuerdo. Adicionalmente, la mayor parte del área se encuentra en buen estado de conservación por lo que no será necesario impulsar cambios significativos en el uso del suelo.
- **Factibilidad ambiental.** El 95% del área considerada está ocupada por ecosistemas frágiles (páramos, humedales, bosques nublados) que según la constitución (Art. 406) están sujetos a conservación, manejo y uso sostenible, recuperación, y limitaciones de dominio para mantener la oferta de bienes y servicios ambientales de interés colectivo.
- **Factibilidad política e institucional.** La actual administración municipal tiene la firme voluntad y decisión para reactivar el mecanismo; además es uno de los municipios pioneros en impulsar la gestión del riesgo climático privilegiando medidas de reducción del riesgo a desastres basada en ecosistemas. Por su parte, FORAGUA es un ente solvente que cuenta con una propuesta clara de conservación para 80 años, ha demostrado capacidad para impulsarla, cuenta con resultados tangibles y ha generado credibilidad en su entorno local, nacional e internacional, lo que le posibilita gestionar recursos de cooperación para complementar los que generan las tasas ambientales.

Fuente: Elaboración propia

## LINEAMIENTOS PARA LA FORMULACIÓN DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN FRENTE A LOS OTROS PROBLEMAS PRIORIZADOS

### Lineamientos de adaptación frente a movimientos en masa

La ciudad de Loja y algunos centros poblados del cantón están creciendo sobre laderas muy susceptibles a la ocurrencia de deslizamientos. De momento la información disponible es general y debe afinarse. Ante ello, es necesario la adopción de una serie de medidas blandas que propicien el crecimiento ordenado y planificado para evitar catástrofes. Al respecto el estudio FIC-LAVOLA-UTPL (2019) propone lo siguiente:

- Mejora del conocimiento de la amenaza mediante:
  - Implementación de una base de datos de deslizamientos.
  - Actualización periódica de las cartografías de amenaza.
  - Estudio de detalle de casos específicos.
- Identificación y cuantificación en términos de pérdidas esperadas de las actuales zonas de riesgo.
- Aplicar soluciones en las zonas de riesgo identificado, con el objetivo de disminuirlo hasta niveles aceptables, priorizando las actuaciones en las zonas con mayor riesgo.

- Crecimiento ordenado y planificado de la ciudad, evitándose las zonas con mayor amenaza, estudiando y realizando proyectos de estabilización del terreno en aquellas áreas con posibilidades constructivas.
- Elaboración de planes de emergencia/ contingencia para gestionar las actuaciones en caso de emergencia por deslizamientos.
- Sensibilización de la población.

En relación con la erosión, se recomienda evitar la deforestación y sobrepastoreo para disminuir la pérdida de suelo y el aporte excesivo de sedimento a las quebradas. La aplicación de técnicas agrícolas adecuadas (cultivo en terrazas, dirección del labrado, sistemas de producción agroforestales y silvopastoriles, tecnificación del riego, entre otros) evita considerablemente la pérdida de suelo. La aplicación de técnicas de ingeniería forestal permite recuperar zonas erosionadas o con inestabilidad del terreno.

### Lineamientos de adaptación frente a inundaciones

A continuación, se presenta una descripción de las alternativas propuestas para la intervención, con el fin de seleccionar la más favorable y/o viable para

que se preste un adecuado servicio a la comunidad y se presente un riesgo menor al que se tiene actualmente:

- Permitir zonas de inundación. Esta alternativa consiste en dejar zonas en las que se permita la inundación de tal manera que los niveles de agua en las corrientes disminuyan y no se vean afectadas zonas de alta vulnerabilidad, como viviendas o zonas comerciales.
- Levantar diques o jarillones de protección y/o rectificación de cauces. Consiste en levantar diques de protección de tal manera que se proteja la ciudad de Loja y los centros poblados vulnerables contra inundaciones. Aparte de estos diques se propone rectificar los cauces en las zonas que sea necesario con el fin de mitigar las inundaciones.
- Implementación de sistemas de alerta temprana para alertar a la población y servicios de emergencia y protegerse ante un evento inminente.
- Sensibilización a la población del riesgo existente por fenómenos de deslizamiento y creciente.
- Planificación y control del crecimiento de las zonas urbanas y el cambio de zonas permeables a zonas no impermeables o construidas.
- Implementación de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS). Los SUDS son sistemas alternativos de drenaje que hacen parte

de la infraestructura urbana para el manejo de aguas pluviales. Su principio es el de mitigar los cambios en la hidrología, producto del desarrollo y las intervenciones antropogénicas mediante la emulación del ciclo hidrológico y las condiciones previas a la intervención, con el objetivo de hacer un régimen más natural del flujo.

## CONSIDERACIONES ADICIONALES PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO CLIMÁTICO

En este apartado se presentan algunas propuestas de adaptación y mitigación que fueron formuladas de manera conjunta con el equipo de planificación del Municipio. Estas propuestas quedaron como insumos a ser tomados en consideración como aporte al proceso de actualización del PDOT.

### Sobre adaptación

La adaptación es el ajuste de los sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes, implica ajustarse al clima descartando el hecho de si es por cambio climático, variabilidad climática o eventos puntuales. En este marco y tomando en cuenta que en el cantón Loja no se registran riesgos climáticos ni vulnerabilidad de nivel alto o muy alto, se considera importante incluir en el PDOT acciones que aporten a gestionar los otros problemas prioritarios que se relacionan con el cambio climático, más otras medidas blandas que aportan a la gestión del riesgo climático en general.

**Cuadro 15** Propuestas de proyectos del PDOT que aportan a la adaptación al cambio climático en el cantón Loja

Ámbito	Política	Programa	Proyecto
Vialidad	Fortalecimiento de la protección integral de la población ante riesgos de origen natural o antrópico.	Gestión de riesgos.	Identificación de zonas vulnerables a nivel cantonal y con riesgo potencial a movimientos en masa.
			Identificación de zonas vulnerables a nivel cantonal y con riesgo potencial a inundación.
			Estudios de factibilidad para reasentamiento de poblados ubicados en zonas de vulnerabilidad crítica y prioritaria en el cantón.
			Inventario cantonal de los movimientos en masa, con monitoreo y creación de un mapa de riesgos a escala 1:5.000.
			Planificación y monitoreo vial, tomando en cuenta los riesgos a movimientos en masa.
			Construcción de muros en zonas afectadas por movimientos en masa e inundaciones.
			Identificación de zonas vulnerables a nivel cantonal y con riesgo potencial a movimientos en masa.
Ordenamiento Territorial	Generación de un ordenamiento territorial que guíe la formación de asentamientos humanos urbanos y rurales sostenibles.	Sistema Verde Urbano.	Implementación de tres espacios verdes urbanos.

<b>Servicios básicos y saneamiento ambiental</b>	Provisión y control del acceso permanente y de calidad a los servicios básicos de agua, alcantarillado y recolección de basura en el cantón.	Alcantarillado sanitario y pluvial.	Construcción de redes de alcantarillado sanitario y pluvial Zona 4.
			Construcción del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial de la Zona 1, 2, 3.
			Construcción y mejoramiento de plantas de tratamiento de aguas residuales en áreas urbanas de las Zonas 1, 2 y 3.
	Gestión integral del manejo de desechos sólidos.	Proyecto de producción de abono orgánico con base al aprovechamiento de lodos producidos por la PTAR.	
<b>Gestión y manejo ambiental</b>	Conservación, fomento y manejo sustentable del patrimonio natural urbano y rural y su biodiversidad.	Cuencas hidrográficas.	Manejo de torrentes y limpieza de riveras de quebradas y ríos de la hoya de Loja.
		Cambio climático.	Conservación, restauración y manejo sostenible de fuentes de agua y ecosistemas estratégicos para la provisión de servicios ambientales en el cantón Loja (medida de adaptación desarrollada en el apartado 4.1)
			Manejo de sistemas agroforestales, alternativas para implementar la reforestación en las microcuencas.
			Proyecto de educación ambiental en el cantón Loja.
<b>Ordenamiento Territorial</b>	Integración del entorno natural con las actividades del ser humano.	Infraestructura	Implementación de conectores verdes peatonales ecológicos.

<b>Fomento productivo</b>	Fortalecimiento de las cadenas productivas para constituirse en una alternativa auto-sustentable de trabajo digno.	Producción limpia.	Elaboración de abonos orgánicos con materias primas locales en las parroquias de Malacatos, Taquil y Chuquiribamba.
	Promover la producción agroecológica a través de la asociatividad de los productores orgánicos.	Fomento productivo.	Mejoramiento de pastos y ganado vacuno en las parroquias rurales. Implementación de huertos familiares con enfoque agroecológico para la seguridad alimentaria de las comunidades rurales del cantón Loja.
<b>Comercialización</b>	Fomento de la asociatividad para mejorar la distribución y comercialización de alimentos interconectando la producción rural con los espacios urbanos.	Comercialización	Campaña de concienciación del consumo de productos agropecuarias limpios en la ciudad de Loja.

Fuente: Elaboración propia



## Sobre mitigación

De acuerdo a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, la mitigación hace referencia a las políticas, tecnologías y medidas tendientes tanto a limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero como a mejorar los sumideros de los mismos. Como las circunstancias difieren según los países y las regiones, y diversos obstáculos impiden actualmente el desarrollo y la implantación de esas tecnologías y prácticas, ninguna medida bastará por sí sola para la elaboración, adopción y difusión oportunas de opciones de mitigación. Se necesitará más bien una combinación de medidas

adaptadas a las condiciones nacionales, regionales y locales.

En el cantón Loja no se dispone de información sobre emisiones de gases de efecto invernadero, por lo tanto, una primera línea de trabajo debe abordar su generación a partir de fuentes secundarias e idealmente primarias. Hasta tanto, el GADM Loja ha identificado algunas acciones que aportan a limitar y reducir emisiones en sectores conocidos que están dentro de sus competencias. En el siguiente cuadro se presentan las propuestas definidas hasta la fecha.

**Cuadro 16** Propuestas de proyectos del PDOT que aportan a la mitigación del cambio climático en el cantón Loja

Ámbito	Política	Programa	Proyecto
Tránsito y transporte	Generación de un modelo de transporte público eficiente para la movilidad ordenada de las personas a nivel cantonal.	Transporte público y privado.	Fortalecimiento del Centro de Revisión Técnica Vehicular para controlar las emisiones del parque automotor del cantón.
Energía	Ampliación de la cobertura de energía eléctrica a través del empleo de tecnologías eficientes.	Mejoramiento de infraestructura para energía eléctrica.	Generación de energía eléctrica mediante el uso del gas metano producido por la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
			Implementación de sistema de iluminación LED en varios espacios públicos de las Zonas 1, 2, 3 y 4.

<b>Ordenamiento Territorial</b>	Generación de un ordenamiento territorial que guíe la formación de asentamientos humanos urbanos y rurales sostenibles.	Movilidad alternativa.	Estudios de fortalecimiento y ampliación de ciclo vías para la ciudad de Loja.
<b>Gestión y Manejo Ambiental</b>	Conservación, fomento y manejo sustentable del patrimonio natural urbano y rural y su biodiversidad.	Cambio climático.	Ordenanza que incluya parámetros energéticos en la construcción de edificaciones.

Fuente: Elaboración propia

### Aspectos institucionales

Uno de los retos de la gestión pública es lograr que los planes y acciones tengan una visión estratégica que esté guiada por un marco orientador consistente y de largo plazo, donde los planes, programas y procedimientos operativos converjan hacia un fin determinado. En el presente caso, hacia la gestión efectiva del riesgo climático en el cantón Loja.

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja (GADM-L) ha dado pasos importantes en esa dirección y es pionero en algunos temas como, por ejemplo: Transporte y Energía Sostenible (taxis

eléctricos, ciclovías, parque eólico), generación de estudios y propuestas como el Índice de Vulnerabilidad de la Ciudad de Loja y la propuesta del Sistema Verde Urbano.

En la parte institucional ha creado la Unidad de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático, la cual se encuentra en el organigrama institucional como una unidad operativa de Calidad Ambiental que es parte de la Subdirección de Gestión Ambiental que, a la vez, es parte de la Dirección de Gestión Territorial, tal como se muestra en la siguiente figura.

En función de lo anterior el equipo municipal a cargo del PDOT ha generado la siguiente propuesta:

**Cuadro 17** Propuestas de proyectos del PDOT que abordan la dimensión institucional del GADM-L sobre cambio climático

Ámbito	Política	Programa	Proyecto
<b>Tránsito y transporte</b>	Garantizar una estructura organizacional que permita el logro de resultados para el desarrollo local.	Desarrollo Institucional.	Incorporación de una unidad de cambio climático en la estructura municipal para transversalizar la gestión del riesgo climático en el accionar municipal.

La propuesta en mención busca que la Unidad de Cambio Climático sea una entidad adscrita a la Dirección de Planificación, lo que permitiría incidir en todas las Direcciones e Instancias del Municipio y, desde un rol de facilitación, asesoría y apoyo, impulsar que la Gestión del Riesgo Climático tenga un abordaje efectivo y transversal. De no darse este tratamiento se corre el riesgo que se mantenga como unidad operativa para los temas de Calidad Ambiental, lo que se quedaría desvinculado de procesos integrales.

Es importante tener en cuenta que la sola existencia de la Unidad de Cambio Climático no garantiza que cuente con las competencias, herramientas y estrategias para promover procesos o sistemas de gestión del riesgo climático. Por ello, se considera necesario apoyar a un proceso de fortalecimiento

de la Unidad de Cambio Climático en función de la dinámica que debe tener hacia adentro y hacia afuera de la organización. Para ello se debe considerar que su gestión puede expresarse en cuatro aspectos básicos:

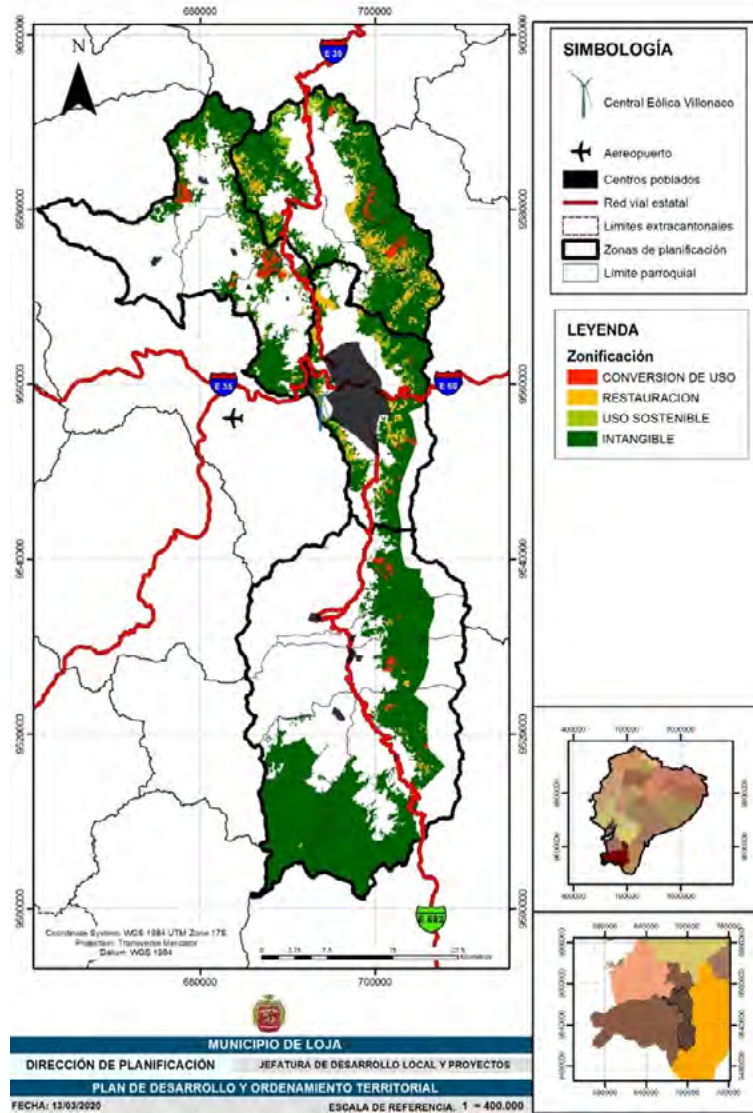
- Construir y compartir una visión de futuro.
- Identificar y consolidar elementos estratégicos y orientadores para el logro de los objetivos demandados por esta visión de futuro.
- Tomar decisiones coherentes con estos elementos de referencia, asociados a la visión de futuro.
- Establecer las condiciones para que la propuesta sea institucionalizada.

**ANEXOS**

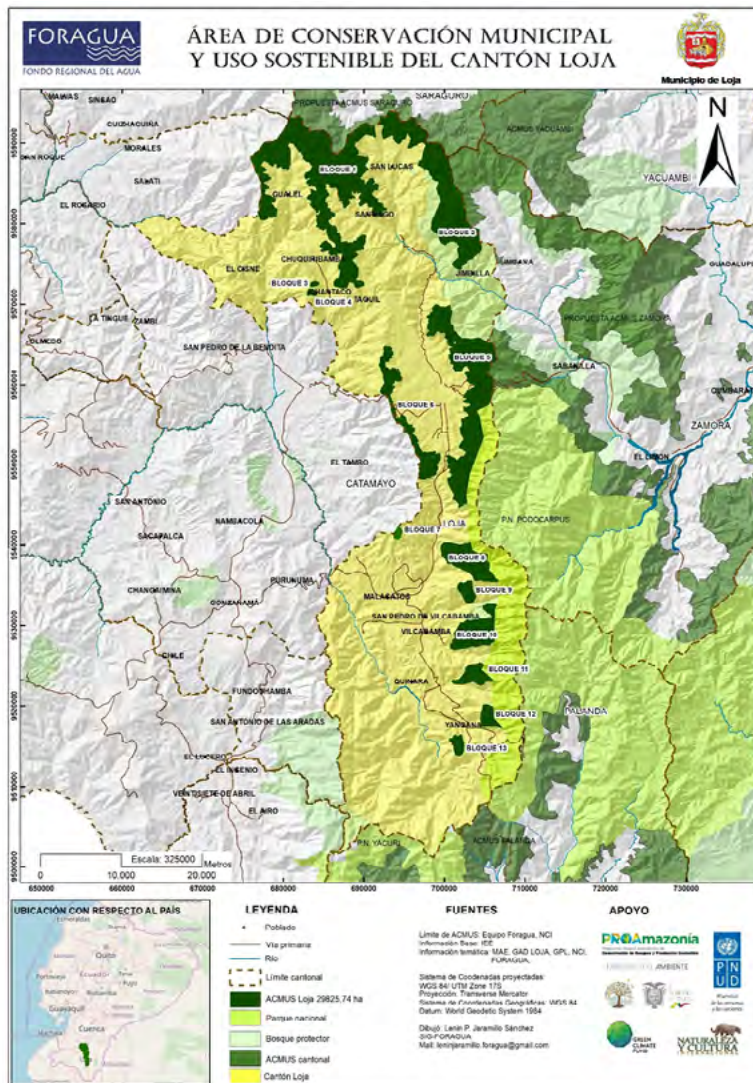
Anexo 1 Detalle de las microcuencas del cantón Loja consideradas por la medida de adaptación propuesta

Parroquia	Microcuencas		
	Nombre	Hectáreas	Porcentaje
Loja	Santiago	3.716,73	21,45%
	El Bunque	2.142,00	12,36%
	Jipiro	989,45	5,71%
	Shucos	627,86	3,62%
	Cenen	452,63	2,61%
	San Simón	308,66	1,78%
	El Carmen	258,60	1,49%
	Mónica	176,03	1,02%
	Namanda	161,12	0,93%
	Santa Urco	143,16	0,83%
	Pizarros	114,68	0,66%
	El Trigal	101,13	0,58%
	Samana	47,20	0,27%
	Curitroje	43,94	0,25%
Tambo Blanco	26,32	0,15%	
Chantaco	Shillipara	715,28	4,13%
	Shirilos	84,02	0,48%
	Huayrapamba	43,73	0,25%
Chuquiribamba	Santa Barbara 1	20,19	0,12%
	Santa Barbara 2	10,60	0,06%
	Piruro	2,39	0,01%
El Cisne	El Ari	396,43	2,29%
Gualiel	Tembladera	82,10	0,47%
Jimbilla	Shucos de Jimbilla	459,23	2,65%
Malacatos	Campana	1.696,70	9,79%
Quinara	Masanamaca	2.028,11	11,70%
San Lucas	Acacana	100,41	0,58%
San Pedro de Vilcabamba y otros barrios aledaños	Alizal	357,80	2,06%
Santiago	Aracuri	68,22	0,39%
Taquil	Saco, Tulpa, Rumi y Posin	75,37	0,43%
Vilcabamba	Yambala	1.487,18	8,58%
Yangana	Chiriguana	391,38	2,26%
<b>Total</b>		<b>17.328,66</b>	<b>100,00%</b>

**Anexo 2** Mapa del área considerada por la medida de adaptación: Conservación, restauración y manejo sostenible de fuentes de agua y ecosistemas estratégicos para la provisión de servicios ambientales en el cantón Loja



Anexo 3 Mapa de las áreas consideradas para la primera fase implementación de la medida: Conservación, restauración y manejo sostenible de fuentes de agua y ecosistemas estratégicos para la provisión de servicios ambientales en el cantón Loja





## REFERENCIAS

- Cooperación Técnica Alemana - GIZ & Instituto de Investigación de Investigación Geológico y Energético (IIGE). (2019). *Mapas de anomalías de precipitación y temperatura anual del cantón Loja para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5.*
- FIC-LAVOLA-UTPL (2019). *Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático en la Ciudad de Loja.*
- FORAGUA (2019). *Ordenanza para la protección y restauración de fuentes de agua, ecosistemas frágiles, biodiversidad y servicios ambientales del cantón Loja a través de la creación y gestión de áreas de conservación municipal y uso sostenible.* Documento Borrador.
- GIZ, EURAC & UNU-EHS (2018). *Evaluación de Riesgo Climático para la Adaptación basada en Ecosistemas - Una guía para planificadores y practicantes.* Bonn: GIZ.
- Ministerio del Ambiente - MAE (2012). *Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador (ENCC) 2012-2025.*
- Ministerio del Ambiente - MAE (2017). *Proyecciones climáticas de precipitación y temperatura para Ecuador, bajo distintos escenarios de cambio climático. Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de Ecuador.*
- Ministerio del Ambiente - MAE (2019). *Caja de Herramientas para la integración de criterios de Cambio Climático en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.*
- Municipio de Loja (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Loja.*
- Municipio de Loja (2019). *Reglamento orgánico para el período 2019-2013.*
- Municipio de Loja, UTPL & GIZ (2020). *Sistema Verde Urbano de Loja en Laboratorio Urbano de Loja 2019: Integrar la Naturaleza.* Disponible en <https://www.bivica.org/file/view/id/5666>
- STPE (2019). *Guía para la Formulación/Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) Cantonal.*