

*Análisis de riesgo
y vulnerabilidad
climática con enfoque
ecosistémico*

MON TERIA

NaBa

Nature-Based Resilient Cities

*Análisis de riesgo
y vulnerabilidad
climática con enfoque
ecosistémico*

MON TERIA

Las ciudades son particularmente vulnerables a los impactos del cambio climático, como inundaciones, lluvias intensas, sequías y olas de calor, y es importante tomar medidas para adaptarse a estos riesgos.

Financiado por



Implementado por



WORLD
RESOURCES
INSTITUTE



El proyecto es implementado por **ICLEI Colombia**, en alianza con **ICLEI América del Sur**, el **World Resource Institute** y el **Instituto Alexander von Humboldt**.

ICLEI Colombia

Director Ejecutivo

Alejandro González Valencia

Equipo de trabajo

Maria Fernanda Esquivel Torrez
Roxana García Cienfuegos
Maria Camila Moreno Carvajal
Maria Alejandra Palacio Villa
Carlos Vicente Rey
Maria Fernanda Riveros Bustos
Leonardo Ruales
Edwin Uribe
Melissa Velásquez Zuleta
Juliana Vélez Duque

ICLEI América del Sur

Director Ejecutivo

Rodrigo Perpetuo

Equipo de trabajo

Leta Vieira
Isadora Buchala
Keila Ferreira
Íris Coluna
Tiago Mello
Sarah Gimenes
Lucas Rocha

Alcaldía de Montería

Diseño editorial

.Puntoaparte Editores

Un agradecimiento especial a todas las personas que con sus conocimientos aportaron en la creación de este producto:

Participantes de la alcaldía de Montería, instituciones públicas y privadas, representantes de las comunidades, academia, organizaciones no gubernamentales y sociedad civil.

Mayo, 2023

Copyright:

Todos los derechos reservados
ISBN: 978-628-7526-24-2

ICLEI - Gobiernos Locales por la Sustentabilidad es una organización no gubernamental internacional que actúa como una red global de gobiernos locales y subnacionales comprometidos con el desarrollo sostenible y la mitigación de los efectos de la emergencia climática en un contexto urbano. ICLEI América del Sur reúne a sus 130 miembros en este movimiento global, en ocho países de la región, se ha destacado en el desarrollo y ejecución de proyectos sobre los temas de clima y desarrollo bajo en carbono, resiliencia, residuos sólidos, biodiversidad urbana, entre otros.

El Análisis de Riesgo y Vulnerabilidad Climática señala los riesgos y vulnerabilidades del territorio ante el cambio climático, a partir de la verificación de datos actuales y proyección de escenarios futuros, enfocándose en la construcción colectiva y participativa. Este análisis se realiza mediante la caracterización de componentes de riesgo, identificando cómo los diferentes grupos sociales, ecosistemas y biodiversidad se ven afectados por los efectos del cambio climático, y cuál es su nivel de resiliencia para adaptarse y responder a dichos efectos.

Este informe recoge los principales hallazgos del Análisis de Riesgo y Vulnera-

bilidad Climática construido de manera participativa, en el marco del proyecto NaBa: Ciudades Resilientes basadas en la Naturaleza. Como parte del programa UK PACT en Colombia, NaBa apoya al país en la transición hacia un futuro más verde y resiliente, a través de soluciones basadas en la naturaleza para enfrentar la crisis climática y la pérdida de biodiversidad. El proyecto es implementado por ICLEI Colombia, en alianza con ICLEI América del Sur, el World Resource Institute y el Instituto Alexander von Humboldt.

Este resultado busca integrarse con los demás instrumentos de planificación urbana y con importantes caminos que hacen que las ciudades en el ámbito del proyecto NaBa caminen hacia el desarrollo sostenible.



Rodrigo Perpetuo

Secretario Ejecutivo
ICLEI América del Sur

CONTENIDO

p. 6

INTRODUCCIÓN

p. 8

Capítulo 1

METODOLOGÍA

p. 10

Fase 1. Lente climática

p. 11

Fase 2. Identificación de riesgos

p. 17

Fase 3. Identificación de la sensibilidad

p. 18

Fase 4. Mapeo participativo

p. 19

Fase 5. Geoprocesamiento de datos

p. 25

Fase 6. Análisis de cambio climático

p. 28

Fase 7. Validación y monitoreo

p. 32

Capítulo 2

DIAGNÓSTICO

p. 30

Diagnóstico inicial

p. 34

Riesgos asociados al cambio climático

p. 42

Priorización de riesgos

p. 46

Conclusiones y principales hallazgos

p. 48

Resultados Scorecard

p. 50

Capítulo 3

RESULTADOS ESPACIALES

p. 53

Delimitación del área de estudio

p. 54

Riesgo por Sequía

p. 62

Riesgo por Inundación

p. 74

Riesgo por Movimientos de remoción en masa

p. 88

Riesgo Crítico

p. 93

Escenarios de Cambio Climático

p. 101

Análisis de índices de Cambio Climático

p. 113

Capítulo 4

PRINCIPALES HALLAZGOS Y RECOMENDACIONES

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es resultado de la acción humana en los últimos 50 años, con la economía mundial y la urbanización como principales factores. Las ciudades son particularmente vulnerables a los impactos del cambio climático, como inundaciones, lluvias intensas, sequías y olas de calor, y es importante tomar medidas para mitigar y adaptarse a estos riesgos.

Colombia es un país altamente vulnerable al cambio climático, con efectos visibles en los ecosistemas, como el derretimiento de los nevados y el blanqueamiento de los corales. El aumento de la temperatura global debido a las actividades humanas ya ha alcanzado aproximadamente 1 °C con respecto a los niveles preindustriales, y es probable que aumente a 1,5 °C en las próximas décadas. Para enfrentar efectivamente los impactos del cambio climático, es necesario establecer estrategias técnicas, institucionales y políticas que integren a las comunidades y aumenten la resiliencia de los sistemas socioecológicos. El presente producto busca proporcionar información a los gobiernos locales para identificar los principales riesgos y el nivel de vulnerabilidad de las ciudades ante el cambio climático, y orientar los programas y planes de adaptación climática.

El concepto de riesgo en el contexto del cambio climático se integra con la práctica de reducción del riesgo de desastres, abordando los impactos generados por fenómenos naturales o antrópicos. El IPCC define el riesgo como el potencial de consecuencias adversas para los sistemas humanos o ecológicos, que surge de la interacción entre sus tres

componentes: las amenazas, la exposición y la vulnerabilidad de los sistemas socio-ecológicos afectados. La exposición se refiere a la presencia de elementos que pueden verse afectados negativamente, mientras que la vulnerabilidad se define como la propensión a ser afectado negativamente, involucrando los conceptos de sensibilidad y capacidad. El proceso de adaptación es clave para reducir la vulnerabilidad e inclusive la exposición al cambio climático. La evaluación del riesgo se enfoca en la interrelación entre el cambio climático y los sistemas socio-ecológicos.

El Análisis de Riesgo y Vulnerabilidad Climática (ARVC) se enfoca en evaluar y analizar los riesgos climáticos, y cómo estos pueden incrementar con el cambio climático. Este análisis se realiza mediante la caracterización de los componentes del riesgo, identificando cómo diferentes grupos sociales, ecosistemas y biodiversidad son afectados por los efectos del cambio climático, y cuál es su nivel de resiliencia para adaptarse y responder a dichos efectos. Incluir el análisis climático participativo en este proceso proporciona información adicional crucial y mejora la precisión del diagnóstico.

El diagnóstico del análisis climático participativo es una herramienta muy eficiente

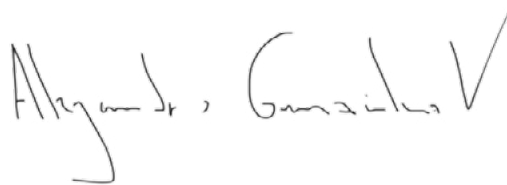
para la planificación urbana, ya que permite recoger información de las personas que viven directamente los eventos extremos y contribuye a la educación de las poblaciones. La interacción entre el gobierno local, la academia, el sector público, el sector privado y la sociedad civil genera insumos importantes para la toma de decisiones y el desarrollo de políticas públicas, considerando el cambio climático desde diferentes contextos.

La metodología propuesta para el ARVC abarca la integración de seis dimensiones propias de los sistemas socioecológicos propuestas por la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (TCNCC): recurso hídrico, seguridad alimentaria, biodiversidad, infraestructura, salud y hábitat humano, con base en la información disponible en las ciudades y con el fin de fortalecer los procesos de toma de decisión a nivel urbano-regional y la implementación de planes de adaptación al cambio climático que integren la Adaptación basada en Ecosistemas y Soluciones basadas en la Naturaleza.

A nivel nacional, existen dos políticas públicas que abordan la gestión del riesgo de desastres y el cambio climático. La primera es la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, que establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD). La segunda es la Política Nacional de Cambio Climático, que tiene como objetivo integrar la gestión del cambio climático en las decisiones públicas y privadas para avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono. Dentro de esta política surge el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), con el objetivo de reducir el riesgo y los impactos asociados a la variabilidad y al cambio climático. Se reconoce la necesidad de trabajar conjuntamente la gestión del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático para reducir la exposi-

ción y la vulnerabilidad ante los fenómenos climáticos y sus diferentes impactos. En el marco del proyecto y desarrollo del ARVC, es importante considerar las definiciones y comparar ambas políticas.

El alcance del ARVC estará limitado por la información disponible en cada ciudad y se representará por medio de cartografía detallada para contribuir en la toma de decisiones. Los territorios se interpretan como escenarios para estimar la interacción entre el clima y el riesgo en el futuro, y se representan por medio de mapas para evaluar y priorizar las acciones de intervención. Este producto hace parte de los resultados del proyecto NaBa en su año 1. El proyecto “NaBa: Ciudades Resilientes Basadas en la Naturaleza”, hace parte del portafolio del programa de UK-PACT en Colombia, que tiene como objetivo apoyar al país en una transición a un futuro más verde y resiliente. El foco de trabajo para el proyecto es la implementación y promoción de soluciones basadas en la naturaleza ante la crisis climática. Para lograr la formulación de estas soluciones, se considera necesario tener un diagnóstico de los riesgos climáticos que posee Montería. Este documento busca tener incidencia en planes, programas y políticas a nivel local, regional y nacional, y está dirigido a tomadores de decisión, incluyendo alcaldes, secretarios de ambiente y planeación, funcionarios públicos, sector privado, academia, entidades de investigación, ONG y sociedad civil.



Alejandro González

Director Ejecutivo
ICLEI Colombia

*Capítulo 1*

METODOLOGÍA

p. 10

Fase 1. Lente climática

p. 11

Fase 2. Identificación de riesgos

p. 17

Fase 3. Identificación de la sensibilidad

p. 18

Fase 4. Mapeo participativo

p. 19

Fase 5. Geoprocesamiento de datos

p. 25




Fase 6. Análisis de cambio climático

p. 28

Fase 7. Validación y monitoreo

Para desarrollar la metodología implementada se recurrió a distintos documentos nacionales e internacionales, así como a experiencias exitosas de Colombia y Brasil:

Tabla 1. Documentos y experiencias de base para el desarrollo de la metodología.

Internacionales	
	Sexto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (ARC6, IPCC, 2021)
	Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (ARC5, IPCC, 2014)
	Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook (GIZ, 2017)
	The Vulnerability Sourcebook (GIZ, 2014)
	Disaster Resilience Scorecard for Cities MCR2030
Nacionales	
	Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (TCNCC, 2017)
	Análisis del Riesgo al Cambio Climático, Manizales 2020 (URBAN-LEDS, 2022)
	Análisis del Riesgo al Cambio Climático, Cartago 2020 (URBAN-LEDS, 2022)
	Ley 1523 de 2012 sobre la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones
Experiencias exitosas de Brasil	
	Método Participativo de Análisis de Riesgo de Cambio Climático (MMA, 2018)
	La infraestructura verde como instrumento estratégico para la adaptación y el aumento de la resiliencia urbana: un estudio de caso en Belo Horizonte, MG (Buchala, 2022)

La metodología utiliza un modelo conceptual que se basa en tres elementos que componen el riesgo: amenaza climática, vulnerabilidad y exposición. Estos elementos interactúan entre sí y determinan el riesgo de impacto relacionado con el clima. Las amenazas climáticas se refieren a eventos extremos que van más allá de la variabilidad considerada normal, como sequías, fuertes lluvias y olas de calor, entre otros.

La vulnerabilidad se refiere a la susceptibilidad de un entorno a sufrir daños cuando se enfrenta a una amenaza, y es específica a las amenazas que afectan el territorio. Por lo tanto, un sistema puede ser vulnerable a ciertas perturbaciones en el territorio y no a otras. La exposición es la medida en que el sistema está sujeto al contacto con la amenaza climática.

Es importante destacar que los cambios en el sistema climático y en los procesos socioeconómicos son factores que impulsan las amenazas, la vulnerabilidad y la exposición en las ciudades. Por lo tanto, las acciones de mitigación y adaptación pueden interferir directamente en la relación entre el impacto, el riesgo y la ocurrencia.

La metodología ARVC sigue una serie de pasos para analizar el territorio y las ocurrencias climáticas locales. Estos pasos incluyen la aplicación de la lente climática, la identificación de riesgos y sensibilidades, el mapeo participativo, el geoprocésamiento de datos, y la evaluación de escenarios futuros. Estos pasos ayudan a guiar el proceso de análisis del territorio y a desarrollar estrategias para la adaptación de los impactos del cambio climático.

Fase 1.

LENTE CLIMÁTICA

En la primera etapa de la metodología para abordar la gobernanza climática a nivel municipal, fue fundamental evaluar los planes, políticas, proyectos y programas ya existentes en el municipio, para conocer cuál era la visión en cuanto a la gestión del cambio climático. Esto permite tener un punto de partida y comprender cómo se maneja el tema en la región. Además, fue importante aplicar la lente climática para sensibilizar a los actores involucrados en la importancia de la problemática y su impacto potencial en las políticas públicas municipales.

Para llevar a cabo esta evaluación, se recolectó información de diversas fuentes,

incluyendo instituciones gubernamentales a nivel nacional y municipal, organizaciones internacionales como la ONU y el IPCC, instituciones de enseñanza e investigación, organizaciones no gubernamentales y el sector privado. Con la información recolectada, se aplicó la lente climática en conjunto con el municipio para identificar los actores relevantes y así llevar a cabo el trabajo de manera colaborativa y coordinada.

Dentro de los actores relevantes se incluyeron las secretarías, investigadores de academias, organizaciones sociales, personas del sector privado y sociedad civil, para contar con la representación de grupos de poblaciones vulnerables.

Fase 2.

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

En esta segunda etapa, se procedió inicialmente con una evaluación cualitativa del riesgo al cambio climático, con el objetivo de identificar los riesgos e impactos presentes en Montería. En segunda instancia, se identificaron indicadores que permitieran evaluar desde cada uno de los componentes del riesgo (amenaza, exposición y vulnerabilidad), los impactos de los diferentes riesgos climáticos sobre las seis dimensiones de la TCNCC.

La evaluación cualitativa partió de determinar amenazas e impactos, vulnera-

bilidades y riesgos climáticos derivados del cambio climático presentes en la ciudad a través del conocimiento técnico y del territorio de los actores locales involucrados. Para el desarrollo de la herramienta, se tomó como base la *Guía para la elaboración de planes de adaptación al cambio climático para organizaciones* (Klima 2050), acorde con las afectaciones y las dimensiones del bienestar. Para esta evaluación se utilizaron las siguientes tablas:

Tabla 2. Probabilidad de ocurrencia de las amenazas.

Grado	Impactos
Muy probable	Es muy probable que suceda o puede ocurrir varias veces al año.
Bastante probable	Es probable que suceda o puede ocurrir una vez al año.
Probable	Es tan probable que suceda como que no o puede ocurrir una vez cada 10 años.
Poco probable	Es improbable que suceda o puede ocurrir una vez cada 25 años.
Improbable	Es muy improbable que suceda en los próximos 25 años.

Tabla 3. Grado de vulnerabilidad ante los impactos.

Grado	Recurso hídrico (RH)	Seguridad alimentaria (SA)	Biodiversidad
Muy grave	Afectaciones o daños al RH muy graves (afecta en totalidad las características de potabilidad del RH y escasea en gran parte del municipio la disponibilidad del mismo)	Repercusiones muy graves (poblaciones completas sin disponibilidad alimento por daños en cultivos y transporte de alimentos al municipio)	Repercusiones muy graves (pérdida del 80 % o más de las áreas protegidas del municipio y su EEP)
Grave	Afectaciones al RH graves (afecta en una parte importante las características de potabilidad del RH y escasea en gran parte del municipio la disponibilidad del mismo)	Repercusiones graves en SA (una parte importante de la población sin disponibilidad de alimento por daños en cultivos y transporte de alimentos al municipio)	Repercusiones graves (pérdida de entre el 60 y 80 % de las áreas protegidas del municipio y su EEP)
Importante	Afectaciones al RH importantes (afecta las características de potabilidad del RH y se presenta escasez en algunas zonas del municipio)	Repercusiones en la SA notables. (una parte importante de la población sin disponibilidad de alimentos locales por daños en cultivos)	Repercusiones notables (pérdida de entre el 40 y 60 % de las áreas protegidas del municipio y su EEP)
Moderado	Afectaciones al RH menores (afecta las características de potabilidad del RH de forma leve y se presenta escasez en algunas zonas del municipio)	Repercusiones en la SA asumibles (pérdida de cultivos locales en una zona específica del municipio)	Repercusiones asumibles (pérdidas de entre el 20 y 40 % de las áreas protegidas del municipio y su EEP)
Mínimo	Afectaciones al RH mínimas (afecta las características de potabilidad del RH de forma leve pero continua)	Repercusiones en la SA mínimas (pérdida parcial de cultivos locales en una zona específica del municipio)	Repercusiones mínimas (pérdidas menores del 20 % de las áreas protegidas del municipio y su EEP)
Nulo	Sin afectaciones al recurso hídrico	Sin repercusiones en la seguridad alimentaria de la población	Sin repercusiones

Grado	Salud	Infraestructura	Hábitat humano
Muy grave	Pérdidas o daños humanos muy graves (muchas personas heridas y fallecidas ante el riesgo climático)	Repercusiones muy graves (pérdida total de infraestructura de red vial, acueducto, alcantarillado, energía, centros de salud)	Pérdida total de viviendas, espacios públicos de esparcimiento, educación y recreación en un área significativa (barrio, urbanización, ciudadela)
Grave	Daños humanos graves (algunas personas heridas y fallecidas ante el riesgo climático)	Repercusiones graves (pérdida parcial de infraestructura de red vial, acueducto, alcantarillado, energía, centros de salud)	Pérdidas parciales de viviendas, espacios públicos de esparcimiento, educación y recreación en un área significativa (barrio, urbanización, ciudadela)
Importante	Daños humanos importantes (algunas personas heridas de gravedad)	Repercusiones notables (pérdida parcial de infraestructura de red vial, acueducto, alcantarillado)	Pérdidas parciales de viviendas
Moderado	Daños humanos menores (algunas personas heridas con poca gravedad)	Repercusiones asumibles (pérdida parcial de infraestructura de la red vial)	Pérdidas parciales de espacios públicos de esparcimiento, educación y recreación
Mínimo	Daños humanos mínimos (pocas personas heridas con leve gravedad)	Repercusiones mínimas (daños puntuales en algún tipo de infraestructura de servicios)	Daños puntuales a las de viviendas, espacios públicos de esparcimiento, educación y recreación a (barrio, urbanización, ciudadela)
Nulo	Sin daños humanos	Sin afección a ninguna infraestructura	Sin afección a ninguna infraestructura de hábitat urbano

A partir de esta relación entre probabilidad y grado de vulnerabilidad se obtuvo el nivel de consecuencia del riesgo climático. Para facilitar la comprensión de los riesgos climáticos más importantes para el análisis, se adoptaron valores para cada nivel de consecuencia (Tabla 4).

Tabla 4. Clasificación del riesgo climático.

		Consecuencia					
		Nulo	Mínimo	Moderado	Importante	Grave	Muy grave
Probabilidad	Improbable	Nulo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Medio
	Poco probable	Nulo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Medio	Alto
	Probable	Nulo	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Alto
	Bastante probable	Nulo	Bajo	Medio	Alto	Alto	Muy alto
	Muy probable	Nulo	Medio	Alto	Alto	Muy alto	Muy alto
	Muy probable	Nulo	Medio	Alto	Alto	Muy alto	Muy alto

Fuente: ihobe, Gobierno Vasco, 2019.

Tabla 5. Valor de las clases de riesgo.

Valor de Riesgo		
Valor según la clase de riesgo	Nulo	0
	Muy bajo	0,2
	Bajo	0,4
	Medio	0,6
	Alto	0,8
	Muy alto	1

Los riesgos analizados en el municipio de Montería fueron:



A continuación, se priorizaron los tres riesgos que requieren mayor gestión. Luego se evaluó cómo estos riesgos afectan las seis dimensiones de la TCNCC. Para cada dimensión, se presenta una definición y los criterios que se utilizaron para su evaluación.

1 Recurso hídrico: Esta dimensión hace referencia, por una parte, a la disponibilidad y acceso a agua potable por parte de la población. Por otra parte, considera el estado en el que se encuentran los cuerpos de agua. Para su evaluación, se con-

siderará la capacidad de los acueductos municipales, la eficiencia en el consumo y el acceso, con el fin de analizar la disponibilidad del recurso hídrico.

2 Seguridad alimentaria: Bajo esta dimensión, se considerarán las actividades agrícolas que se desarrollan en el municipio, las cuales representan un aporte significativo para la disponibilidad de alimentos en el mismo. Su evaluación integrará criterios para establecer las capacidades técnicas de las prácticas agrícolas.

- 3 **Biodiversidad:** Con esta dimensión se busca identificar los efectos de los impactos climáticos en los ecosistemas y la biodiversidad de las ciudades. En este sentido, se contemplarán las condiciones y capacidades de los hábitats naturales urbanos, considerando sus coberturas y las características de las especies que los habitan.
- 4 **Infraestructura:** En esta dimensión se incluirá la infraestructura asociada al transporte, como vías principales y aeropuertos, alcantarillado y acueducto, energía, centros de salud, y cómo esta puede verse afectada por los diferentes tipos de riesgo.
- 5 **Salud:** Dentro de esta dimensión se considerará la población más sensible, entre la cual se encuentran los niños menores de 10 años y los adultos mayores de 60 años. También se evaluará el acceso de la población a centros de salud, así como la capacidad instalada de estos centros.
- 6 **Hábitat humano:** Mediante esta dimensión se considerará la densidad y el tipo de viviendas presentes en la ciudad, así como las condiciones físicas en las que se encuentran los asentamientos. Además, se tomará en cuenta la infraestructura asociada a centros educativos y culturales, y las zonas de esparcimiento, como plazoletas y parques.

En cuanto a la caracterización de los componentes del riesgo, las amenazas se pueden identificar a través de señales climáticas y sus impactos físicos directos. Además, los impactos indirectos deben ser considerados para establecer la rela-

ción entre las señales climáticas y el riesgo de interés.

La exposición a los impactos del cambio climático está determinada por diversos factores que deben ser considerados. Entre ellos se encuentran elementos importantes como la presencia de población, ecosistemas, especies, infraestructura y medios de vida, entre otros. Es importante diferenciar los factores de exposición, como por ejemplo la presencia de personas en una zona afectada por inundaciones, de los atributos de dicha población, tales como edad, ingresos y condiciones de salud, los cuales están asociados al componente de vulnerabilidad.

A continuación, se identificaron los atributos que hacen a la ciudad vulnerable a riesgos climáticos, y los mecanismos necesarios para reducir dichos riesgos. Se identificaron factores de sensibilidad y capacidad y se analizaron aspectos físicos, económicos y culturales. Además, se consideraron las habilidades ecológicas de Montería y los indicadores asociados a las Contribuciones de la Naturaleza para las Personas (NCP, por sus iniciales en inglés).

Con la metodología de GIZ (2017) se desarrollaron indicadores de la condición de la ciudad en relación con los factores de cada componente de riesgo, a nivel municipal y nacional, para explicar la condición de los factores identificados para cada relación entre los riesgos prioritarios y las dimensiones.

Fase 3.

IDENTIFICACIÓN DE LA SENSIBILIDAD

En esta fase se profundizó en el proceso de diagnóstico de los atributos que reflejan la sensibilidad de la gobernanza de la ciudad con respecto a los riesgos climáticos. Para llevar a cabo esta tarea, se usó la herramienta Scorecard, desarrollada por la iniciativa Making Cities Resilient 2030 (MCR2030), liderada por la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR), junto con organizaciones globales como ICLEI, C40 y el Grupo del Banco Mundial.

El Scorecard es una herramienta que permite a los gobiernos locales evaluar su resiliencia ante los desastres, basándose en los diez fundamentos de UNDRR para hacer que las ciudades sean resilientes. Estos fundamentos incluyen evaluaciones de riesgos y amenazas múltiples, protección y mejora

de la infraestructura, protección de los servicios esenciales como la educación y la salud, construcción de reglamentos y planes de uso y ocupación de suelos, capacitación y concientización pública, protección ambiental y fortalecimiento de ecosistemas, preparación y respuesta ante emergencias, y recuperación y reconstrucción de la comunidad.

Para evaluar la resiliencia de los gobiernos ante los desastres, se aplicó el nivel 1 del Scorecard, que incluye la evaluación de diez aspectos esenciales. Esta evaluación ayuda a monitorear y revisar el progreso y los desafíos en la implementación del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres: 2015-2030 y apoya el análisis de referencia para la preparación de estrategias de resiliencia y reducción del riesgo de desastres.





Fase 4.

MAPEO PARTICIPATIVO

Los mapas participativos son una herramienta valiosa para representar la percepción de los participantes sobre los condicionantes de riesgo en un territorio determinado. El objetivo principal de los mapas participativos es fomentar la participación de los diferentes actores comunitarios que viven en la ciudad, de manera que su visión y percepción espacial del territorio se integren en el análisis de los riesgos y debilidades del lugar.

En el proceso de creación de los mapas participativos, se contó con un mapa detallado de algunos lugares vulnerables para permitir que los participantes del taller los identificaran correctamente. Además, los participantes identificaron los factores de riesgo asociados con el territorio. Estos factores de riesgo pueden ser clasificados en impacto, exposición, sensibilidad y capacidad.

El siguiente paso consistió en la creación de leyendas, donde se identificó cada factor de riesgo utilizando marcadores y bolígrafos de colores para hacer la leyenda. De esta manera, se creó un mapa para visualizar de forma clara los diferentes factores de riesgo presentes en el territorio.

Finalmente, los participantes identificaron en el mapa las zonas que tienen una mayor afectación por cada uno de los riesgos priorizados. El resultado del mapa refleja la opinión del grupo y se convirtió en un producto para la toma de decisiones relacionadas con la sostenibilidad y el urbanismo en el territorio.

Fase 5.

GEOPROCESAMIENTO DE DATOS

En el contexto de la sostenibilidad y el urbanismo, la medición y evaluación de los riesgos son fundamentales para tomar decisiones informadas y tomar medidas de adaptación. En este sentido, los indicadores son herramientas clave para cuantificar los riesgos y sus impactos en diferentes dimensiones.

En esta evaluación se analizó cómo las dimensiones de la TCNCC se ven afectadas por los riesgos climáticos priorizados. Una vez completada la evaluación, se espacializó la información base para

la construcción de cada indicador. Para ello, se utilizaron datos georreferenciados y herramientas de geoprocésamiento para analizar la información y construir los indicadores de cada componente de riesgo. La Tabla 6 muestra la información base que se utilizó para la construcción de los indicadores. Este proceso permitió identificar y priorizar los riesgos climáticos más importantes para la zona evaluada, lo que facilitará la toma de decisiones en materia de adaptación ante los riesgos climáticos.

Tabla 6. Información base por componente de riesgo para la construcción de los indicadores.

Amenaza

-
- 1 Series históricas de precipitación, temperatura y humedad relativa de las estaciones de monitoreo de la ciudad

 - 2 Registros o cartografía de ocurrencia de inundaciones

 - 3 Registros o cartografía de ocurrencia de deslizamientos

 - 4 Mapa hidrológico y/o hidrográfico

 - 5 Mapas de islas de calor y/o temperatura superficial

 - 6 Mapas de temperatura, humedad y precipitación total anual

 - 7 Imágenes satelitales y fotografías aéreas

Exposición

- 1 Censo poblacional

- 2 Mapa de asentamientos formales e informales

- 3 Mapa de vías principales

- 4 Mapa de construcciones

- 5 Mapas de usos del suelo y actividades

- 6 Modelo de elevación digital (DEM)

- 7 Mapas de suelos de protección, áreas protegidas y/o de importancia ecosistémica

- 8 Mapa de cultivos

Sensibilidad

- 1 Índice de pobreza multidimensional

- 2 Censo poblacional

- 3 Mapa o clasificación por edades

- 4 Mapa de asentamientos formales e informales y comunidades y/o barrios extremadamente afectados

- 5 Acceso a servicios públicos

- 6 Mapa de construcciones

- 7 Mapas de usos del suelo y actividades

- 8 Mapa de parques y zonas verdes públicas y privadas

- 9 Modelo de elevación digital (DEM, por sus iniciales en inglés)

- 10 Mapa de clasificación suelo permeable e impermeable (NDVI, por sus iniciales en inglés)

- 11 Mapa de cultivos

- 12 Mapa geológico

- 13 Mapa de tipo de suelo (pedología)

- 14 Imágenes satelitales y fotografías aéreas

Sensibilidad

- 15 Mapas de suelos de protección, áreas protegidas y/o de importancia ecosistémica

- 16 Áreas priorizadas para dragar, adecuación de rondas, jarillones, etc. y prevención de incendios

- 17 Inventarios de biodiversidad del municipio

- 18 Estructura ecológica principal

- 19 Mapa de arbolado e inventario forestal

- 20 Mapa de parques y zonas verdes públicas y privadas

- 21 Mapa de vías principales y tasas de flujo vehicular

- 22 Registro de muertes y casos de dengue, zika, chikungunya

Capacidad (adaptativa y de respuesta)

- 1 Planes de Manejo Ambiental de ecosistemas naturales, de siembra, silvicultura, restauración ecológica o relacionados

- 2 Proyectos de adaptación y sostenibilidad, incluyendo soluciones basadas en la naturaleza implementadas

- 3 Programas de seguridad alimentaria, vacunación y mejora de viviendas informales

- 4 Documento de mapeo de SE o NCP

- 5 Sistemas de alerta temprana para prevención de desastres

- 6 Mapa hidrológico y/o hidrográfico

- 7 Mapa o registro de la capacidad del sistema de drenaje de la ciudad

- 8 Mapa de vías principales

- 9 Equipamiento urbano (educación, cultura y centros de salud)

- 10 Mapa de arbolado e inventario forestal

- 11 Dotación de camas hospitalarias

- 12 Registros de sistemas de riego para cultivos en la ciudad

Por último, para determinar el indicador de un riesgo particular en relación con una dimensión específica, se utiliza una ecuación que pondera los componentes del riesgo. Esta ponderación requiere la determina-

ción de pesos asociados a cada componente de riesgo, donde se debe decidir si un componente influirá más que los demás. Para esta evaluación se asignó el mismo peso a los tres componentes del riesgo.

Ecuación 1

$$R_{kl} = \frac{(A_{kl} * W_A) + (E_{kl} * W_E) + (V_{kl} * W_V)}{W_A + W_E + W_V}$$

Donde:

R_{kl} representa el valor del indicador de riesgo | para la dimensión k.

A_{kl} representa el valor del indicador de amenaza del riesgo | para la dimensión k.

E_{kl} representa el valor del indicador de exposición del riesgo | para la dimensión k.

W representa el peso asociado a cada uno de los componentes del riesgo.

Para determinar el riesgo multidimensional, se realizó una ponderación para la cual se establecieron los pesos asociados a cada dimensión de la TCNCC. La ponderación se

llevó a cabo a través de la ecuación 2, que permite obtener los indicadores de riesgo asociados a cada uno de los riesgos prioritarios identificados.

Ecuación 2

$$R_l = \frac{\sum (R_{kl} * W_k)}{\sum W_k}$$

Donde:

R_l representa el valor del indicador del riesgo l.

R_{kl} representa el valor del indicador de riesgo l para la dimensión k.

W_k representa el peso asociado a cada dimensión k.

Finalmente, el proceso metodológico para la evaluación del riesgo crítico implica la ponderación de los indicadores asociados a los riesgos priorizados. Los pesos para cada riesgo fueron definidos por actores relevantes del municipio y por el equipo técnico de ICLEI, y se aplicaron para obtener el indicador de riesgo crítico.

En la evaluación de riesgos, se utiliza la Tabla 7 para determinar el nivel de riesgo asociado a cada riesgo priorizado, así como para el riesgo crítico. Esta tabla establece diferentes clases de riesgo, cada una con una escala de colores asociada que se utiliza para determinar fácilmente las zonas con mayor nivel de riesgo dentro de cada ciudad.

A partir de la clasificación de los indicadores obtenidos para cada dimensión evaluada, se pueden determinar los niveles de riesgo para cada uno de los riesgos priorizados. La evaluación de riesgos es fundamental para la implementación de medidas de adaptación basadas en ecosistemas, ya que permite priorizar las zo-

nas más críticas y enfocar los recursos en la implementación de medidas que sean más efectivas y eficientes.

La Figura 1 representa el proceso completo desde la recolección de información espacial hasta la obtención del indicador de riesgo crítico, el cual integra todos los riesgos priorizados en una sola medida. Este indicador permite identificar espacialmente las zonas con mayor nivel de riesgo dentro de una ciudad y así establecer medidas de adaptación basadas en ecosistemas.

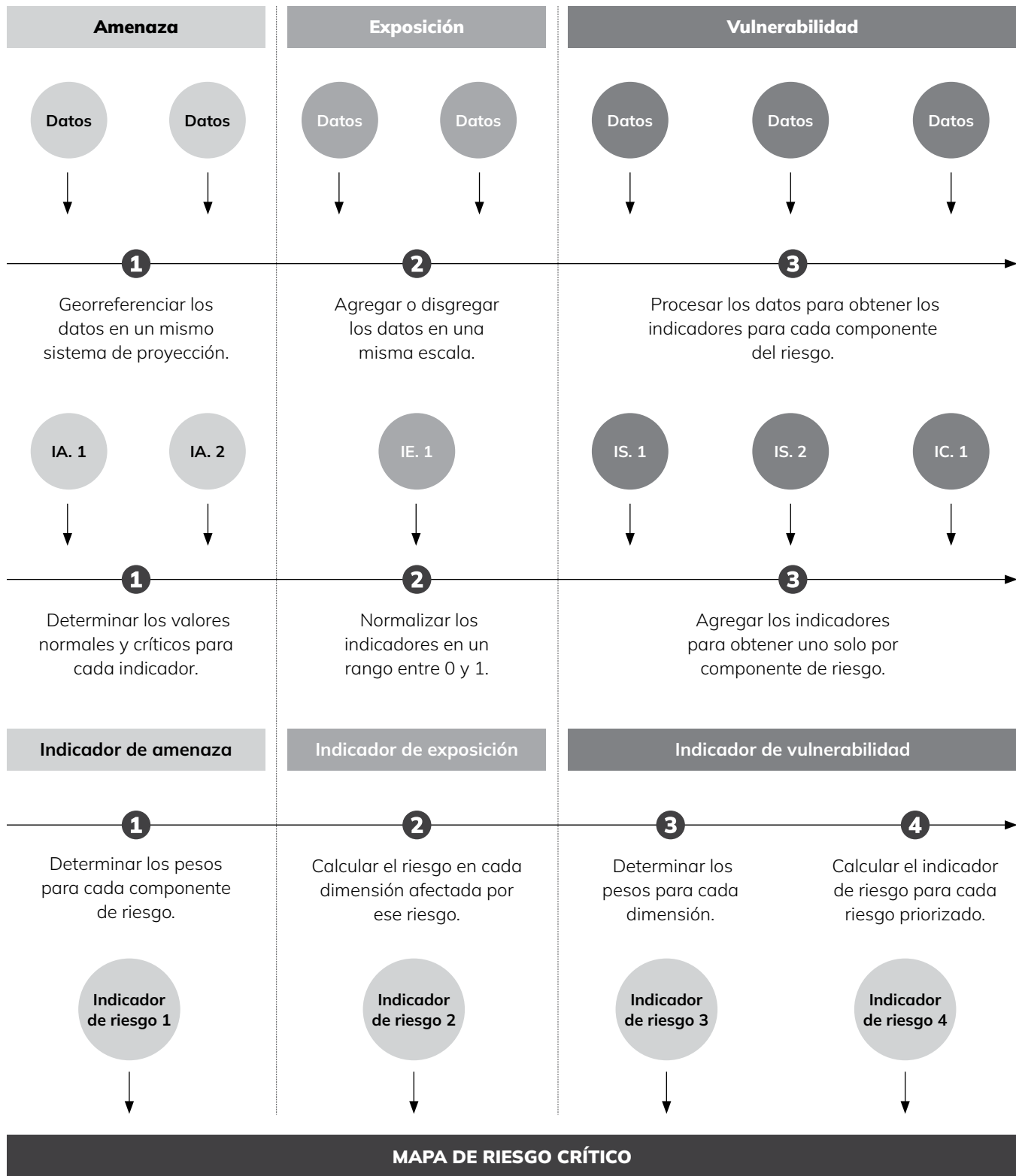
Es importante mencionar que, una vez obtenidos los mapas analíticos finales, su análisis contribuirá a que, en evaluaciones posteriores, se desarrollen consideraciones y recomendaciones para implementar medidas que permitan reducir el riesgo en las zonas prioritarias. Estas consideraciones pueden incluir la implementación de infraestructuras verdes, la promoción de prácticas sostenibles en la gestión del agua y la tierra, y la implementación de políticas de gestión de riesgos.

Tabla 7. Asociación entre métricas de riesgo con las clases según su magnitud.

Valor de la métrica de riesgo entre 0 y 1	Clase de riesgo	Descripción
0 - 0,2	1	Muy bajo
> 0,2 - 0,4	2	Bajo
> 0,4 - 0,6	3	Medio
> 0,6 - 0,8	4	Alto
> 0,8 - 1	5	Muy alto

Fuente: GIZ, 2017.

Figura 1. Modelo conceptual del flujo metodológico para el análisis espacial de riesgo y vulnerabilidad asociados al cambio climático. IA: indicador de amenaza, IE: indicador de exposición, IS: indicador de sensibilidad, IC: indicador de capacidad.



Fuente: elaboración propia.

Fase 6.

ANÁLISIS DE CAMBIO CLIMÁTICO

En esta etapa se evaluó cómo los riesgos asociados a eventos climáticos extremos pueden aumentar en el futuro. Para esto, se realizaron las proyecciones de cambio en la precipitación y temperatura, y además se calcularon los indicadores de riesgo, considerando estos pronósticos. Asimismo, se mantuvieron constantes los demás indicadores de riesgo para identificar si se necesitan medidas de adaptación para incrementar la resiliencia de las ciudades. Por otra parte, se calcularon índices de cambio climático para identificar tendencias en el comportamiento de la temperatura y la precipitación que puedan reforzar el impacto de los riesgos climáticos.

ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Las acciones realizadas para la consolidación y análisis espacial de los escenarios de cambio climático se describen a continuación:

- 1 **Revisión documental:** se revisó la información, documentos y recursos relacionados con la metodología y elaboración del downscaling estadístico, que fueron elaborados en la TCNCC y fuentes académicas.
- 2 **Recopilación y organización de los datos:** se llevaron a cabo procedimientos para organizar las series de datos extraídos de la TCNCC Colombia, la climatología base 1975-2005 complementada con la climatología

1980-2010, y los archivos de escenarios de cambio climático RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 y RCP 8.5 para los horizontes temporales 2011-2040, 2040-2070 y 2070-2100. Estos datos se organizaron en formato espacial shapefile y series de tiempo.

- 3 **Diagnóstico y selección de la información:** se realizó un diagnóstico espacial utilizando herramientas SIG y de programación para identificar las estaciones climáticas cercanas a las áreas de estudio. Esto permitió determinar las estaciones que se utilizarían para establecer las climatologías y los escenarios en los diferentes periodos y RCP.
- 4 **Consolidación de datos para las ciudades:** después de determinar la información disponible sobre climatología y escenarios, se utilizó técnicas de análisis espacial para establecer un área de influencia de 10 a 30 km y extraer las estaciones influyentes en cada una de las ciudades.
- 5 **Establecimiento de métodos de interpolación para salidas ráster:** con los datos seleccionados para cada ciudad, se establecieron métodos de interpolación para lograr una resolución espacial de 100 × 100 m. En el caso de la temperatura, se utilizó un método de interpolación basado en el gradiente altitudinal, mientras que en la precipitación se utilizó IDW.

Los indicadores establecidos dentro de los escenarios de cambio climático incluyen las variables de precipitación, temperatura media y temperatura máxima. El horizonte temporal se establece mediante la combinación de los tres periodos propuestos en la TCNCC (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100) para generar un periodo hasta el año 2100.

En cuanto a los escenarios (RCP) seleccionados como indicadores dentro de la metodología, se establecieron de dos maneras. Para la variable de precipita-

ción, se identificaron los RCP más críticos y con mayor variabilidad en los patrones de lluvia, tal como se describe en la tabla siguiente. En el caso de la temperatura, se seleccionaron los escenarios que reflejan un mayor aumento en la estimación del cambio de la variable. Este segundo criterio se infiere a partir de los resultados de la validación realizada por el IDEAM en 2023 de los últimos diez años, concordando con los RCP más críticos en términos de cambio de humedad, temperatura y precipitación.

Tabla 8. RCP más críticos y con mayor variabilidad en los patrones de lluvia.

Escenario RCP	Descripción	Condiciones de humedad	Cambios de temperatura	Cambios de precipitación
RCP2.6	Bajas emisiones, políticas de mitigación ambiciosas	Reducción de la disponibilidad de agua. Posibles cambios en patrones de precipitación y aumento de sequías en algunas regiones.	Aumento de la temperatura global limitado a aproximadamente 2 °C por encima de los niveles preindustriales.	Patrones de precipitación variables, con posibles aumentos en algunas regiones y disminuciones en otras.
RCP4.5	Aumento moderado de emisiones, implementación de políticas de mitigación	Condiciones de humedad relativamente estables en comparación con los escenarios de mayor emisión. Disponibilidad adecuada de agua en la mayoría de las regiones.	Aumento moderado de la temperatura global, con una estimación de alrededor de 2-3 °C por encima de los niveles preindustriales.	Posibles cambios en patrones de precipitación, con aumentos en algunas regiones y disminuciones en otras.
RCP6.0	Aumento moderado de emisiones, falta de políticas de mitigación significativas	Posible aumento de la demanda y escasez de agua. Mayor variabilidad en patrones de precipitación, con riesgo de sequías e inundaciones más frecuentes.	Aumento significativo de la temperatura global, con una estimación de alrededor de 3-4 °C por encima de los niveles preindustriales.	Mayor variabilidad en patrones de precipitación, con aumentos en algunas regiones y disminuciones en otras.
RCP8.5	Altas emisiones, sin medidas significativas de mitigación	Aumento significativo de la demanda y escasez de agua. Aumento de sequías en algunas regiones y mayor riesgo de eventos extremos relacionados con el agua.	Aumento sustancial de la temperatura global, con una estimación de más de 4 °C por encima de los niveles preindustriales.	Patrones de precipitación más variables, con aumentos en algunas regiones y disminuciones en otras. Mayor probabilidad de eventos extremos de precipitación.

DATOS UTILIZADOS

Se estableció que las variables de precipitación, temperatura máxima y temperatura media en periodicidad de 2011-2040, 2040-2070, 2070-2100 y la climatología del 1976-2005, complementada con la climatología 1980-2010 que se usaron en la TCNCC, establecieron la línea base de los escenarios RCP 4.5, 6.0 y 8.5 para complementar los análisis de vulnerabilidad y riesgo climático. Es importante mencionar que los datos se consultaron y extrajeron de la tercera comunicación nacional, liderada por

el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

ÍNDICES DE CAMBIO CLIMÁTICO

Con el objetivo de determinar tendencias en la precipitación y la temperatura para monitorear y detectar el cambio climático, y cómo este incrementa el riesgo de desastres asociados a los eventos climáticos que son de interés para el presente estudio, se seleccionaron siete índices recomendados por el equipo de expertos para la detección y monitoreo del cambio climático (ETCCDI, por sus iniciales en inglés) y avalados por el IPCC.

Tabla 9. Lista de índices de cambio climático.

Sigla	Nombre	Definición	Unidades
R25	Días con precipitación muy intensa	Número de días en un año con prec. diaria ≥ 25 mm	días
R95p	Días muy húmedos	Precipitación total anual en que la prec. diaria $>$ percentil 95	mm
CWD	Días húmedos consecutivos	Número máximo de días consecutivos con prec. diaria ≥ 1 mm	días
R5D	Precipitación máxima en 5 días	Cantidad máxima de precipitación en 5 días consecutivos	mm
CDD	Días secos consecutivos	Número máximo de días consecutivos con prec. diaria < 1 mm	días
TX90p	Días calientes	Porcentaje de días en que la temp. Max. diaria $>$ percentil 90	%
WSDI	Duración del periodo cálido	Número de días en un año con al menos 6 días consecutivos con temp. Max. diaria $>$ percentil 90	días

Fuente: adaptado de Zhang *et al.* (2018).

De los índices presentados en la tabla anterior, R25 y R95p se asocian al riesgo por inundaciones, ya que representan características de la frecuencia y la intensidad de eventos de precipitación extremos. Por otra parte, los índices CWD y R5D fueron asociados al análisis de movimientos de remoción en masa, ya que estos permiten identificar zonas con lluvias prolongadas que pueden incrementar el riesgo. En cuanto al riesgo de sequía, este fue asociado al índice CDD, que permite identificar los extremos relacionados con ausencia de precipitación. Finalmente, los índices Tx90p y WSDI se asocian al aumento de temperatura en las zonas urbanas.

Para el cálculo de estos índices, se seleccionaron las estaciones meteorológicas del IDEAM más cercanas al área de estudio con disponibilidad de información para el periodo comprendido entre 1993 y 2022. Para cada estación se realizó el cálculo de cada índice utilizando el paquete

RCLimDex (Zhang et al., 2018). Para la espacialización de cada indicador y de su tendencia en los últimos 30 años se utilizó la herramienta de interpolación *Inverso de la Distancia Ponderada* (IDW), que ofrece buena precisión para este tipo de análisis (Aragón-Moreno & Lerma-Lerma, 2019).

REFERENCIAS

- Zhang, X., Feng, Y., & Chan, R. (2018). User's manual: Introduction to RCLimDex v1.9 Climate Research Division Environment Canada Downsview. *Ontario Canada December, 12, 2018*.
- Aragón-Moreno, J. A., & Lerma-Lerma, B. D. (2019). Análise espaço temporal (1981-2010) da precipitação na cidade de Bogotá: avanços na geração de índices extremos. *Revista Facultad de Ingeniería, 28(51)*, 51-71.

Fase 7.

VALIDACIÓN Y MONITOREO

Este último paso de la metodología se divide en dos etapas. La primera consiste en validar los resultados del ARVC mediante la revisión de los mapas de riesgo generados para cada ciudad. En esta etapa, es importante realizar talleres con el GTR y los diferentes actores de la sociedad civil para determinar si las zonas de mayor riesgo identificadas en la cartografía coinciden con las áreas que históricamente han experimentado los mayores impactos derivados de los eventos climáticos extremos.

En la segunda etapa, se propone, como parte de la metodología, llevar a cabo un monitoreo continuo del ARVC a mediano

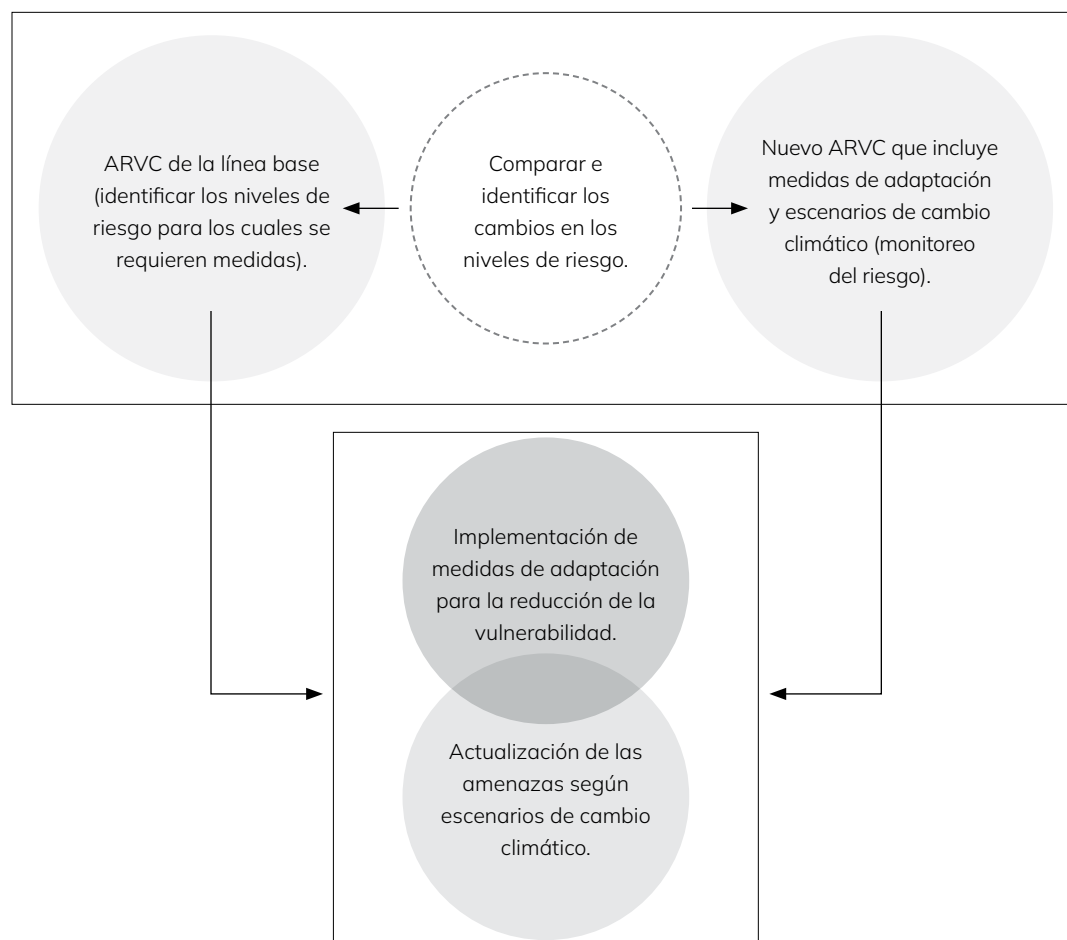
plazo (5-10 años). Este monitoreo implica que el municipio actualice las cadenas de impacto identificadas, incluyendo los efectos del cambio climático para ese periodo de evaluación, así como los beneficios obtenidos a través de la implementación de medidas de adaptación (por ejemplo, soluciones basadas en la naturaleza). También se recalculan los indicadores establecidos en la línea base. En la Figura 2 se muestra el proceso metodológico para realizar el monitoreo y poder identificar, en los ejercicios de monitoreo, en qué medida han cambiado los niveles de riesgo en las diferentes zonas de las ciudades.

Además, el municipio debe desarrollar indicadores que permitan medir el éxito en la implementación de programas de reducción de riesgos climáticos. Estos indicadores deben ser desarrollados por las diferentes secretarías de la alcaldía en base a una planificación estratégica, preferiblemente de manera transversal, para que se acerquen lo más posible a la realidad. La planificación estratégica para la adecuación del municipio debe considerar algunos criterios como las prioridades identificadas por el ARVC, las prioridades de la gobernanza local, el contexto político actual y el presupuesto municipal que estará disponible. Tomando lo anterior como base, los

municipios pueden desarrollar planes de acción climática y de biodiversidad que les permitan implementar las recomendaciones generadas por el ARVC y cuyo desarrollo se pueda monitorear mediante indicadores de éxito.

Mediante estos indicadores las ciudades podrán tener una trazabilidad del uso que se le dan a los resultados del ARVC dentro de los diferentes programas y proyectos, y la calidad de sus contribuciones a la adaptación urbana. Los indicadores de éxito acompañarán todo el proceso de implementación de las recomendaciones del ARVC, ya sea en políticas públicas o en obras de infraestructura para el municipio.

Figura 2. Modelo conceptual para el monitoreo del ARVC considerando escenarios de cambio climático y medidas de adaptación.



Fuente: Adaptado de GIZ, 2017.

BIBLIOGRAFÍA

- BUCHALA, I. C. F. (2022). Infraestructura verde como instrumento estratégico de adaptación e aumento da resiliência urbana: estudo de caso em Belo Horizonte, MG. (Tesis de maestría). Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- DNP, MADS, IDEAM, SNGRD, UNGRD. (2012). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Colombia.
- FRITZSCHE, K., SCHNEIDERBAUER, S., BUBECK, P., KIENBERGER, S., BUTH, M., ZEBISCH, M.,... KAHLENBORN, W. (2014). The Vulnerability Sourcebook. Concepts and guidelines for standardized vulnerability assessments. Bonn e Eschborn: GIZ.
- GIZ and EURAC. (2017). Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook. Guidance on how to apply the Vulnerability Sourcebook's approach with the new IPCC AR5 concept of climate risk. Bonn: GIZ.
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLELÍA. (2017). Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático (CMNUCC). IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLELÍA, FMAM. Bogotá D.C., Colombia.
- IPCC. (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C. B., Barros, V.R., Dokken, D. J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T. E.,... White, L. L. (Eds.)]. Cambridge University Press.
- IPCC. (2018). Resumen para responsables de políticas. En: Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza [Masson-Delmotte V., P. Zhai, H.-O. Pörtner,... T. Waterfield (eds.)].
- IPCC. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan,... B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press.
- IPCC. (2022). Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría,... B. Rama (eds.)]. In: Climate Change 2022: Impacts,

Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts,... B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press.

- Ley 1523 de 2012. (24 de abril de 2012). Por la cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. D. O. No. 48411.
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. (2017). Política Nacional de Cambio Climático. Puntoparte. Colombia.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. (2018). Método de análise participativa de risco à mudança do clima. Brasília, DF: MMA. Recuperado de https://cooperacaobrasil-alemanha.com/Mata_Atlantica/Analise_Risco_Mudanca_Clima/Analise_Risco_%20Mudanca_Clima.pdf
- UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, POPULATION DIVISION. (2019). World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420). New York: United Nations.
- Vélez-Duque, J. (2020). Social vulnerability as a key element in climate adaptation: The case of New York City.





Capítulo 2

DIAGNÓSTICO

p. 34

Diagnóstico inicial

p. 36

Riesgos asociados al cambio climático

p. 42

Priorización de riesgos

p. 46

Conclusiones y principales hallazgos

p. 48

Resultados Scorecard

Montería es la capital del departamento de Córdoba y está situada al noroeste del país, a orillas del río Sinú, en la región Caribe Colombiana. El municipio tiene una extensión total de 3,142 km² y su topografía es principalmente plana, con algunas elevaciones menores. En la parte occidental se encuentra la serranía de Las Palomas, y numerosos caños y riachuelos atraviesan la ciudad, siendo el río Sinú la principal fuente hídrica. Con una altitud de 18 metros sobre el nivel del mar, Montería presenta un clima cálido seco con una estación seca y otra lluviosa a lo largo del año. Aunque la temperatura media es de 28°C, en ocasiones puede superar los 40°C (Alcaldía de Montería, 2011).

Montería se ha consolidado alrededor del río Sinú, el cual desempeña un papel clave en la estructura urbana y ambiental, así como en la actividad agropecuaria de las zonas rurales. Gracias a su ubicación estratégica, la ciudad promueve la comercialización de productos y facilita el movimiento y la conectividad regional. Su localización geográfica y sus condiciones socioeconómicas desempeñan un papel destacado en todos los niveles de desarrollo (SPM, 2021).

El municipio es uno de los principales centros de producción agropecuaria del país y desempeña un papel fundamental en la estrategia de soberanía y seguridad alimentaria, al formar parte del sistema policéntrico de ciudades de la Región Caribe. El fortalecimiento de las potencialidades y oportunidades de cada aglomeración genera un territorio de oportunidades con capacidad para integrarse y competir en el mercado global. La fertilidad de los suelos, la disponibilidad de recursos hídricos y la diversidad de ecosistemas convierten a Montería en el epicentro base de la economía rural y en la puerta de entrada a una nueva oferta de turismo patrimonial y ecológico.

Montería se consolida de manera positiva como centro de gobierno y como centro económico especializado en la prestación de bienes y servicios. Aspira a convertirse en una ciudad modelo en políticas públicas de ordenamiento territorial sostenible. En este sentido, la ciudad ha desarrollado estrategias en los siguientes ejes del ordenamiento:

VISIONARIO

- 1 Reconocimiento de los desafíos ambientales presentes en el territorio.
- 2 Adecuada gestión del riesgo de desastres.

SOSTENIBLE

- 1 Reducción de la huella ambiental mediante el uso de energías sostenibles.
- 2 Promoción del turismo y la movilidad sostenibles.
- 3 Fomento de la arquitectura bioclimática.
- 4 Promoción de prácticas agrícolas y ganaderas sostenibles que respeten el medio ambiente.

VERDE

- 1 La Estructura Ecológica Principal y la movilidad de la ciudad deben estar en armonía.

FUNCIONAL

- 1 Integración de los componentes de movilidad.
- 2 Uso diversificado, resiliente y productivo del suelo rural.

FLEXIBLE

- 1 Modelo de movilidad que integre y potencie servicios de proximidad para los componentes del Plan de Ordenamiento Territorial (POT), a través de una estrategia de Desarrollo Orientado por el Transporte Sostenible (DOTS).
- 2 Espacios resilientes que permitan una mitigación efectiva del riesgo.

En cuanto a la gestión de riesgos y cambio climático, los estudios básicos de riesgo identificaron la inundación por encharcamiento como la principal amenaza. Además, se reconoce que la temperatura de Montería afecta en cierta medida la vida urbana, y se busca reducir el impacto ambiental de las soluciones artificiales de climatización. Montería cuenta con el Plan Maestro de Cambio Climático (2011-2019) y el Plan Municipal para la Gestión del Riesgo de

Desastres (2012-2019), los cuales establecen lineamientos para gestionar los riesgos y abordar los desafíos del cambio climático. Entre las metas a corto plazo se encuentra la actualización de ambos documentos (Findeter, 2019).

A través de la implementación de los diferentes planes y programas, se busca garantizar un desarrollo territorial seguro, preservando los derechos e intereses colectivos. Se pretende reducir la cantidad de población en riesgo por movimientos en masa en el suelo urbano, así como por fenómenos de inundación pluvial en el suelo urbano y rural, y por desbordamiento del río Sinú. También se busca controlar el avance de desarrollos informales en zonas de riesgo y promover la construcción de un territorio resiliente ante el cambio climático. Además, se incorporan medidas para mitigar los procesos de socavación lateral en las márgenes del río Sinú y se fomenta la construcción de un territorio resiliente ante el cambio climático.

DIAGNÓSTICO INICIAL

El municipio de Montería, al igual que todo el departamento de Córdoba, presenta una alta vulnerabilidad al cambio climático. Según el informe sobre cambio climático del IDEAM (2010), se ha determinado que la temperatura está aumentando a una tasa de 0.13 °C por década en comparación con el período 1971-2000. Además, se proyecta que esta tendencia continuará, con incrementos previstos de 1.4 °C para el período 2011-2040, 2.4 °C para 2041-2070 y 3.2 °C para 2071-2100. Estos aumentos en la temperatura media resultarán en un cambio climático en la región, pasando de un clima semihúmedo a uno semiárido y finalmente a uno árido a fines del siglo XXI (Alcaldía de Montería, 2011).

En cuanto a la precipitación, se espera un incremento del 5 % en la precipitación anual para el período 2011-2040, un incremento del 9 % para 2041-2071 y un incremento del 30 % para 2071-2100 en comparación con el periodo de referencia (1971-2000) (Geo-Adaptive, 2014). Según la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático de Colombia (TCNCC) del IDEAM (2017), que actualizó los análisis anteriores, se determinó que el departamento de Córdoba enfrenta un riesgo considerable debido al cambio climático en la mayoría de sus municipios. Los temas de biodiversidad, salud y recursos hídricos presentan los mayores índices de riesgo en la región, y en conjunto contribuyen de manera moderada al valor total de riesgo de los municipios.

Figura 3. Análisis de riesgo por cambio climático para el Departamento de Córdoba.

CÓRDOBA

5 municipios del departamento presentan riesgo alto por cambio climático. Los tres primeros en el ranking departamental corresponden a San Bernardo del Viento, Lorica y Cereté.

31.5 %

Seguridad alimentaria: presenta riesgo muy bajo y medio al cambio climático para la mayoría de los municipios.

7.6 %

Recurso hídrico: presenta riesgo medio al cambio climático para gran número de municipios.

11.3 %

Biodiversidad: presenta riesgo alto al cambio climático para gran número de municipios.

5.9 %

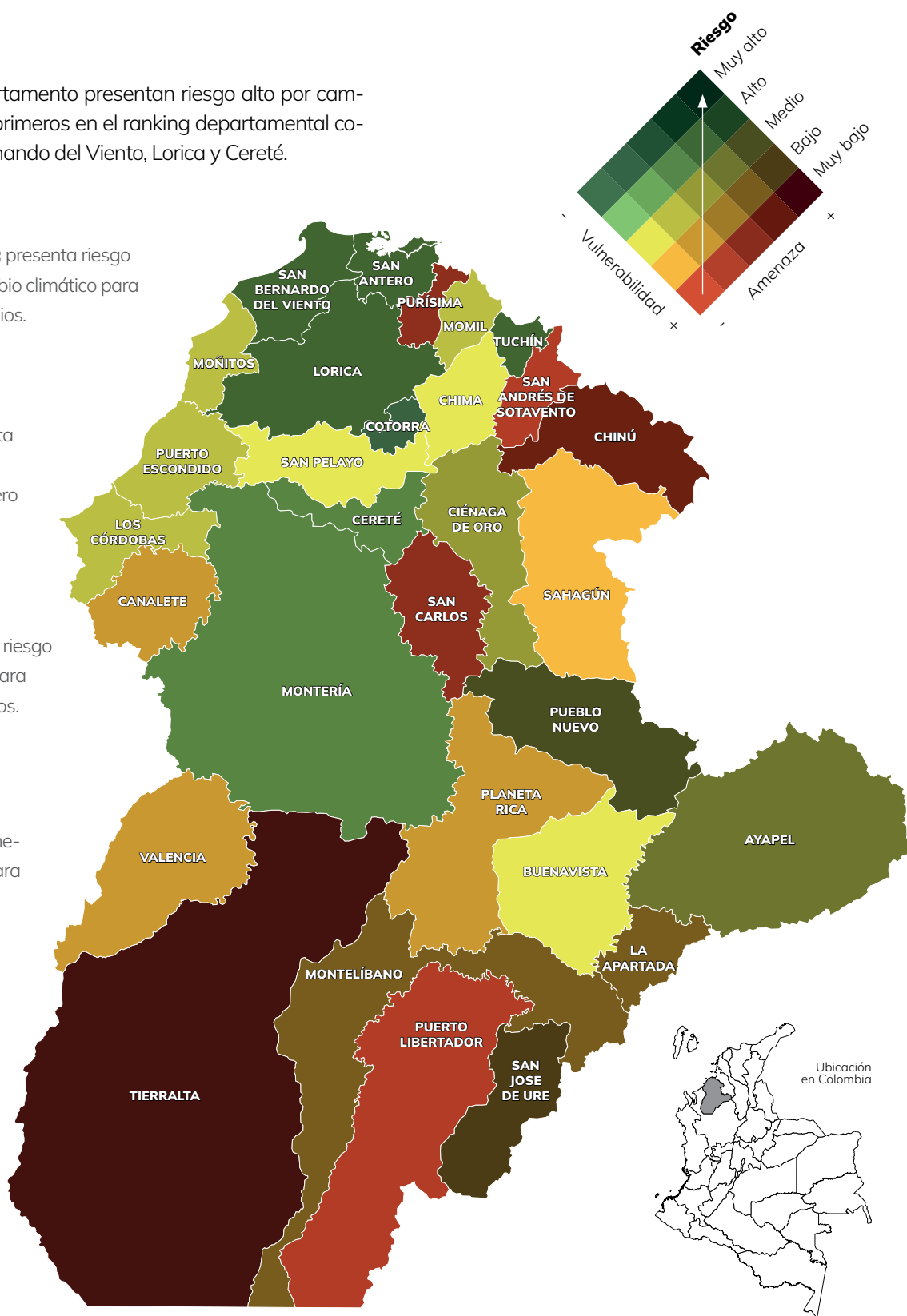
Salud: presenta riesgo medio al cambio climático para la mayoría de municipios.

25.8 %

Habitat humano: presenta riesgo muy bajo al cambio climático para la mayoría de municipios.

17.9 %

Infraestructura: presenta riesgo muy bajo al cambio climático para casi todos los municipios.

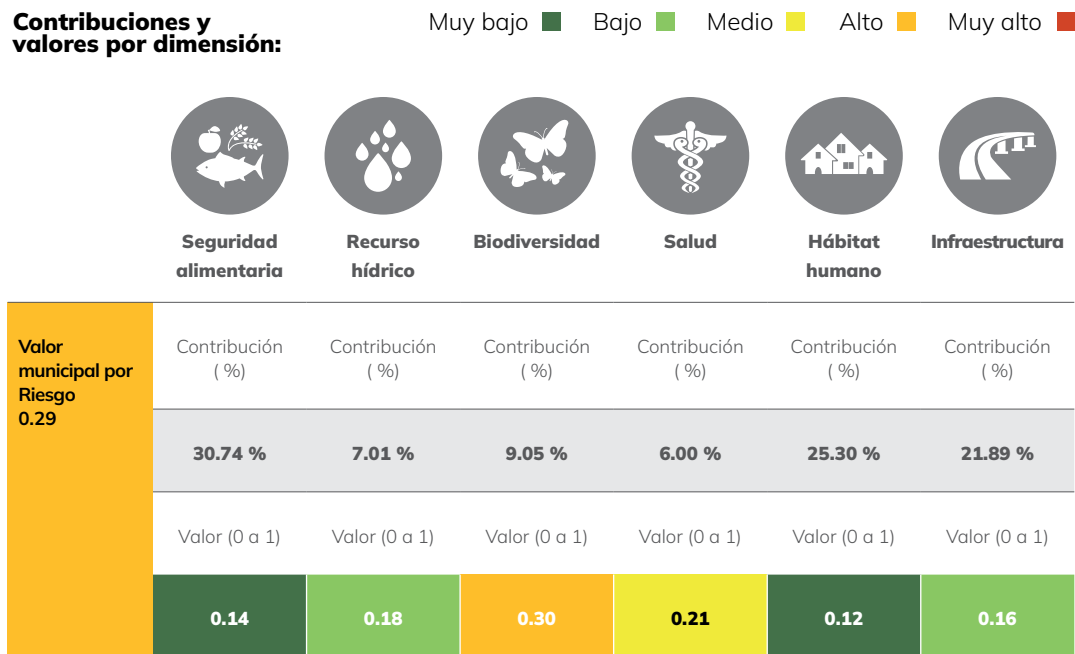


Fuente: IDEAM (2017).

En la misma línea que el departamento, Montería se caracteriza por ser un municipio con niveles de riesgo alto y medio en las dimensiones de biodiversidad y salud

respectivamente. Además, el municipio ocupa la cuarta posición en el ranking municipal en términos de riesgo.

Figura 4. Riesgo y contribuciones por dimensiones para Montería.



Fuente: IDEAM (2017).

RIESGOS ASOCIADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático presenta uno de los mayores retos en materia de gestión de reducción de riesgos de desastres, ya que los impactos asociados a estos riesgos pueden incrementarse por cambios en el comportamiento de variables climáticas como la temperatura y la precipitación.

En línea con la metodología propuesta para desarrollar el ARVC, se realizó una revisión sobre los riesgos que fueron abordados en la metodología (i.e. inundaciones, sequía, movimientos de remoción en masa, islas de calor y enfermedades transmitidas por vectores), determinando de qué mane-

ra estos afectan las diferentes dimensiones del bienestar, e identificando los estudios que ha adelantado el municipio para evaluar y gestionar dichos riesgos.

La Tabla 10 presenta los riesgos que serán abordados dentro de la revisión y la forma en que cada uno de estos afectan las dimensiones del bienestar. Algunas relaciones riesgo-dimensión se encuentran vacías, ya que se considera que algunas dimensiones no se ven particularmente afectadas por un determinado riesgo, o porque no hay información disponible ni estudios que permitan realizar dicho análisis.

Tabla 10. Consecuencias de los riesgos en las dimensiones de la TCNCC.

Dimensión	Riesgo				
	Inundación	Sequía	Deslizamientos	Isla de calor	Enfermedades transmitidas por vectores
Recurso hídrico	-	Falta de acceso a agua potable	Afectación en las características fisicoquímicas de los cuerpos de agua	-	-
Seguridad alimentaria	Daños en producción agrícola	Daños en producción agrícola	Daños en producción agrícola	-	-
Biodiversidad	Daños en áreas protegidas y especies de fauna y flora	Daños en áreas protegidas y especies	Daños en áreas protegidas y especies de fauna y flora	Cambios en la distribución de especies	-
Infraestructura	Daños en infraestructura de servicios públicos	-	Daños en infraestructura de servicios públicos	-	-
Salud	Personas heridas y/o fallecidos	-	Personas heridas y/o fallecidos	Personas afectadas	Personas enfermas y/o fallecidas
Hábitat humano	Daños en viviendas, y equipamiento urbano	-	Daños en viviendas, y equipamiento urbano	-	-

Fuente: elaboración propia. ICLEI (2022).

REGISTROS HISTÓRICOS

Como parte de la identificación de los riesgos climáticos que afectan al municipio de Montería, es fundamental considerar los registros de los eventos históricos que se han presentado y con qué frecuencia (Figura 5). A partir de los registros recopilados entre 1998 y 2017 por parte de la UNGRD, se pudo determinar que las inundaciones son el principal riesgo en el municipio, presentándose anualmente y con una mayor frecuencia que los demás riesgos. A lo largo del periodo evaluado, las inundaciones han afectado a cerca de 120 000 personas y 5455 viviendas.

El evento más antiguo del cual se tiene registro ocurrió en 1963, cuando se presentó una inundación de gran intensidad que generó el desbordamiento del cauce del río Sinú, afectando las llanuras de inundación circundantes, así como viviendas e infraestructura crítica (GeoAdaptive, 2014).

Según el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD), desde el año 2007 no se habían registrado inundaciones de la magnitud de las que ocurrieron durante los años 2010 y 2011, debido a precipitaciones constantes que afectaron a más de 30 barrios en la zona urbana y corregimientos en la zona rural. En julio de 2010, se produjo la peor inundación registrada en el barrio Villa Jiménez, dejando a 720 familias damnificadas y causando importantes pérdidas materiales y la proliferación de enfermedades debido al estancamiento del agua.

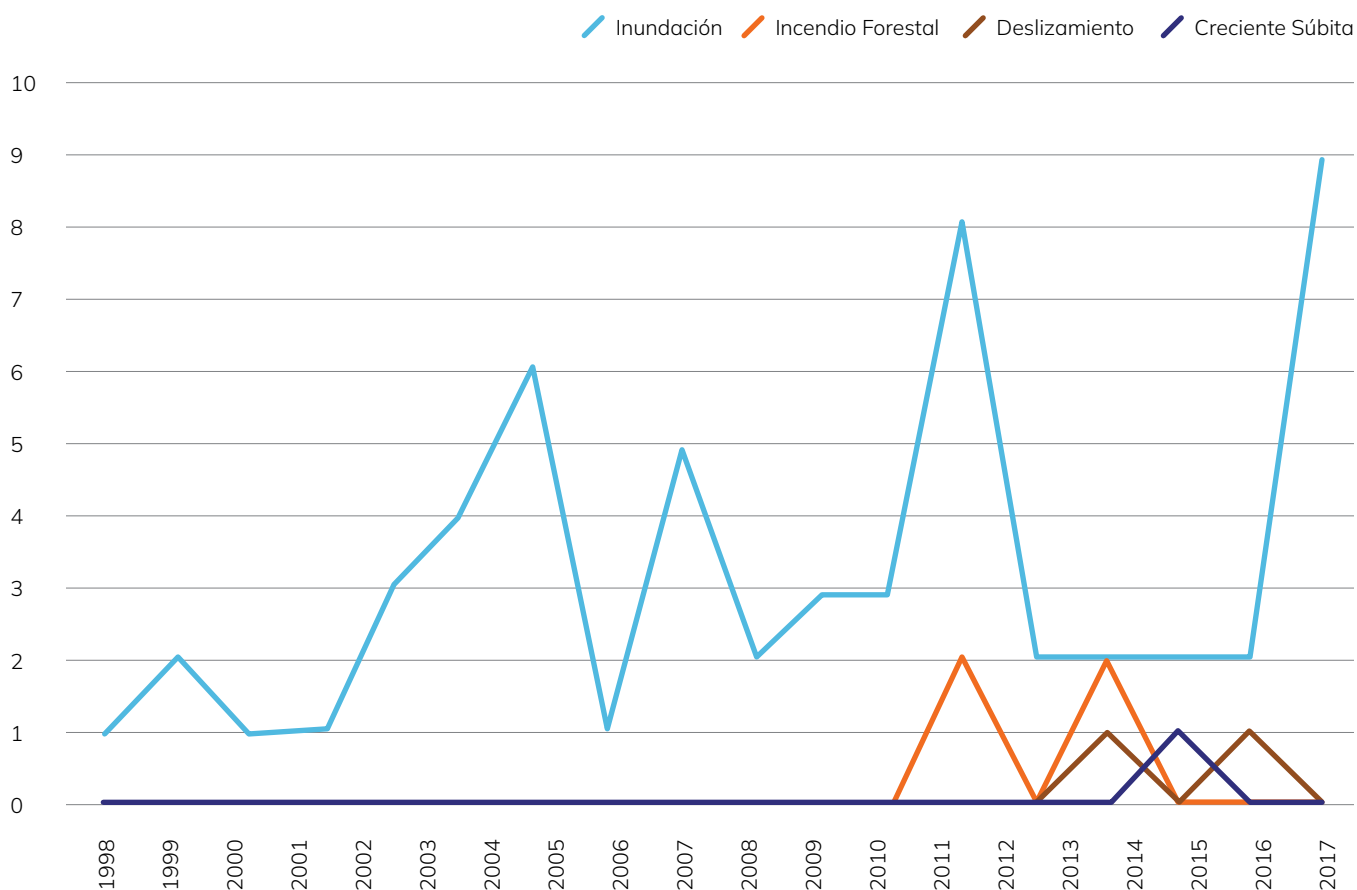
En diciembre de 2010, la represa de Urrá perdió capacidad de regulación del embalse debido a las intensas y persistentes lluvias en la parte alta de la cuenca, lo que provocó un desbordamiento repentino del río Sinú, inundando numerosas familias

en los corregimientos de Leticia, Martinica, Garzones, Boca la Ceiba, Arenal y muchos barrios de la zona urbana, dejando un total de 2979 familias afectadas y más de 500 ganaderos y agricultores damnificados.

En el año 2011, en el mes de diciembre, se vivió la peor tragedia ocasionada por los desbordamientos de caños y quebradas, conocida como “creciente de pie de monte”, arrasando viviendas y pertenencias, y afectando a más de 1000 familias en las zonas de Caño Viejo, Palotal, Las Cruces, Los Cedros y Agua Viva, entre otras. Estas áreas permanecieron inundadas durante más de 8 días, alcanzando un nivel promedio del agua de 1 metro.

Por otra parte, se han presentado deslizamientos en la zona conocida como “El Cerro” (Sierra Chiquita - Zona Urbana), ubicada al sur de la ciudad, causados principalmente por la erosión antrópica y las fuertes lluvias en el sector. Aproximadamente, hay 453 familias que residen en esta zona y se ven afectadas por este fenómeno (Alcaldía de Montería, 2012). Durante el periodo de análisis (1998-2017), se han registrado tres eventos de deslizamiento. La mayor emergencia ocurrió en septiembre de 2010, cuando 60 familias tuvieron que ser evacuadas de forma urgente bajo una lluvia torrencial en horas nocturnas. El segundo evento, ocurrido en 2014, afectó los asentamientos del Cerro, y el evento de 2016 generó daños en un oleoducto en la vereda Vijagual.

En cuanto a las crecientes súbitas, dentro del periodo evaluado, se tiene registro de un evento en 2015 que afectó a las viviendas de 30 familias en los corregimientos de Santa Clara y Las Iguanas. En los años 2012 y 2014, se tiene registro de incendios forestales que ocurrieron entre febrero y mayo, los cuales afectaron a 17 familias y un área que supera las 3 hectáreas.

Figura 5. Registro histórico de eventos de desastres climáticos en el municipio de Montería.

Fuente: UNGRD (1998-2017).

Tabla 11. Causas, zonas afectadas y medidas de reducción por riesgo.

Inundaciones

Causas	Zonas afectadas	Medidas de reducción del riesgo
<p>Recurso hídrico denso con ciénagas, humedales, lagunas y drenajes sencillos y dobles.</p> <p>Topografía de pendientes muy bajas que dificultan el drenaje y la escorrentía, y falta de capacidad de los canales del sistema de drenaje pluvial de la ciudad.</p>	<p>Llanura aluvial del río Sinú: corregimientos de Las Palomas, El Cerrito, Jaraquiel, Leticia, Martinica, Palotal, Sabanal y Tres Piedras.</p>	<p>En el año 2000 se inauguró la presa Urrá, para controlar el caudal del río Sinú y prevenir inundaciones.</p> <p>Plan de Drenaje Sostenible: busca recuperar y ampliar el sistema de drenaje actual de la ciudad, extendiendo su cobertura a las zonas de expansión urbana y asentamientos rurales cercanos.</p>

Inundaciones

Causas	Zonas afectadas	Medidas de reducción del riesgo
Presión que genera la urbanización.	Zonas bajas de la ciudad. Suroccidente de la ciudad: La Pradera, Can Claro, La Granja, El Dorado y la urbanización Villa Cielo, entre otros.	<p>Recuperación y ampliación de canales existentes: se pretende renaturalizar los bordes de los canales mediante el uso de superficies permeables y franjas arboladas.</p> <p>Recuperación de humedales periurbanos: los Planes de Manejo Ambiental (PMA) de la CVS incluyen la creación de viveros y huertas comunitarias, y senderos de observación para consolidar el borde urbano y evitar ocupaciones informales.</p> <p>Creación de lagunas de amortiguación, que puedan acumular el exceso de escorrentía urbana y actuar como reservorios para épocas de déficit hídrico, con fines ecológicos y agrícolas.</p> <p>Control urbanístico con enfoque de resiliencia, con medidas de gestión para evitar desarrollos en áreas de alta amenaza no mitigable por fenómenos naturales.</p> <p>Urbanismo y construcción sostenibles para adaptación al cambio climático, con la implementación de medidas de drenaje sostenible que fomenten la infiltración y evaporación, y aumenten la permeabilidad del espacio público mediante sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS), áreas inundables y cubiertas verdes.</p>

Sequía

Causas	Zonas afectadas	Medidas de reducción del riesgo
Fenómeno del Niño.	Casco urbano de la ciudad y zona rural dispersa: Martini-ca, Leticia, Nuevo Paraíso, El Cerrito, San Anterito, Los Pericos, Los Corales).	<p>Modelaciones de sequías, incendios forestales y/o vendavales con el fin de contar con mejores herramientas que apoyen la gestión del riesgo y la toma de decisiones.</p> <p>Mantenimiento del sistema de riego para la agricultura sostenible.</p> <p>Realización de talleres de educación ambiental que destaquen la importancia de conservar los humedales.</p> <p>Estudio de viabilidad para la implementación de tecnologías de captación de aguas pluviales para reducir flujos que puedan causar inundaciones y, al mismo tiempo, destinar dichas aguas para riego durante los periodos de sequía.</p>

Movimientos de remoción en masa

Causas	Zonas afectadas	Medidas de reducción del riesgo
Deslizamientos y avenidas torrenciales por fuertes corrientes de agua.	Este de Montería, cerca del corregimiento del kilómetro 12.	Construcciones y procesos de estabilización que atacan la vulnerabilidad física: rectificación de forma geométrica, drenajes, protección superficial, muros de contención.
	Oeste del municipio, en las áreas montañosas Búho y Loma Verde.	Instalación de equipos e instrumentos para el monitoreo y la generación de alertas tempranas, reduciendo la vulnerabilidad física y funcional: piezómetros, inclinómetros, sismógrafos y acelerómetros.
	Corregimiento de Moridó Central y sector de El Cerro.	Difusión de información, análisis de amenaza, vulnerabilidad, riesgo, y reglamentación de usos y medidas de construcción en el POT: fortalecimiento mediante la capacitación de la comunidad, planificación y legislación para mitigar el impacto de la actividad humana en el medio ambiente, participación comunitaria y gestión del riesgo a nivel local, regional, nacional o internacional.

Islas de calor

Causas	Zonas afectadas	Medidas de reducción del riesgo
Aumento de la temperatura relacionado con el cambio climático.	Comunas 4 y 6 desde el noroeste hacia el sureste.	N/A

Enfermedades transmitidas por vectores

Causas	Zonas afectadas	Medidas de reducción del riesgo
Pozos sépticos, inadecuada disposición de las aguas servidas, lo que propicia la aparición del dengue.	Montería y en general el departamento de Córdoba.	N/A

PRIORIZACIÓN DE RIESGOS

Para realizar la evaluación cualitativa de Montería, se identificaron amenazas, impactos, vulnerabilidades y riesgos derivados del cambio climático presentes en la ciudad, utilizando el conocimiento técnico y territorial de los actores locales involucrados.

Con el objetivo de comprender las amenazas e impactos, se planteó la siguiente pregunta de investigación: **¿Qué amenazas o eventos climáticos han afectado su territorio?** En el caso de Montería, se identificaron principalmente las amenazas de aumento de temperatura y cambios en las precipitaciones, ya sea en forma de aumento o disminución de las mismas. Además, se identificaron los siguientes impactos y su frecuencia de ocurrencia:

- 1 **Inundaciones (fluviales y pluviales):** ocurren varias veces al año.
- 2 **Sequías:** se presentan una vez al año.
- 3 **Movimientos de remoción en masa (deslizamientos y avenidas torrenciales):** han ocurrido dos eventos entre 1999 y 2017.
- 4 **Islas de calor:** se observan a lo largo del año, pero especialmente durante la época de verano.
- 5 **Enfermedades transmitidas por vectores:** ocurren varias veces al año.

Para comprender las vulnerabilidades, se adoptaron criterios que demuestran por qué los impactos hacen a la ciudad más vulnerable:

- 1 **Inundaciones (fluviales y pluviales):** debido a la ubicación de los sistemas urbanos en áreas cercanas a los cuerpos de agua y la falta de sistemas de captación, manejo y tratamiento de los recursos hídricos.
- 2 **Sequías:** su efecto se agrava debido a la deforestación excesiva, la falta de campañas de educación en gestión del riesgo y la falta de capacidad de los agricultores de la región para hacer frente a ellas.
- 3 **Movimientos de remoción en masa (deslizamientos y avenidas torrenciales):** debido a las condiciones geomorfológicas del territorio y la falta de campañas de educación en gestión del riesgo.
- 4 **Islas de calor:** debido a la infraestructura poco resiliente, la deforestación excesiva y la densificación urbana.
- 5 **Enfermedades transmitidas por vectores:** debido a la deforestación excesiva y la falta de sistemas de captación, manejo y tratamiento de los recursos hídricos.

Tabla 12. Evaluación cualitativa de riesgos climáticos.

	Riesgo						Valor promedio del riesgo
	Recurso hídrico	Seguridad alimentaria	Biodiversidad	Infraestructura	Hábitat humano	Salud	
Inundaciones (encharcamiento, desbordamiento)	NA	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	0,76
Sequías (Desabastecimiento)	Alto	Alto	Bajo	NA	NA	NA	0,67
Movimientos de remoción en masa (Av. torrenciales, deslizamientos)	Alto	Nulo	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	0,37
Islas de calor	NA	NA	Nulo	NA	NA	Medio	0,3
Enfermedades transmitidas por vectores	NA	NA	NA	NA	NA	Muy alto	1

CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN

A partir de la información recopilada y analizada, se seleccionaron diferentes criterios para evaluar los cinco riesgos abordados en el análisis y así priorizar los tres con la calificación más alta. Los criterios utilizados fueron los siguientes:

- 1 Disponibilidad de información:** se consideró la disponibilidad de información como el principal insumo para realizar la cartografía de riesgo.
- 2 Diagnóstico cualitativo:** se realizó una evaluación cualitativa inicial para determinar el nivel de riesgo de cada dimensión frente a los riesgos evaluados.
- 3 Percepción del grupo de trabajo sobre el riesgo climático:** se tomó en cuenta la percepción de los diferentes actores institucionales de la ciudad sobre cada riesgo.
- 4 Percepción del grupo de trabajo de actores comunitarios:** se identificaron los riesgos que son más relevantes para los grupos comunitarios y que generan un mayor impacto.

- 5 Percepción del impacto en la biodiversidad:** se evaluó la percepción de los actores sobre el impacto de los riesgos en la dimensión de biodiversidad, considerando el enfoque ecosistémico del proyecto.
- 6 Importancia para la generación de nuevos productos:** se consideró importante identificar los riesgos que requieren análisis adicionales debido

a que Montería tiene su Plan de Ordenamiento Territorial (POT) actualizado y ha recibido varias consultorías recientes en vulnerabilidad y riesgo.

A cada criterio se le asignó un peso según su importancia para el desarrollo de las etapas posteriores del proyecto. El desglose completo de la evaluación se presenta en la Tabla 13, donde se detalla cada criterio y la información base utilizada para la priorización.

Figura 6. Diagramas de radar para cada criterio de priorización, parte 2.

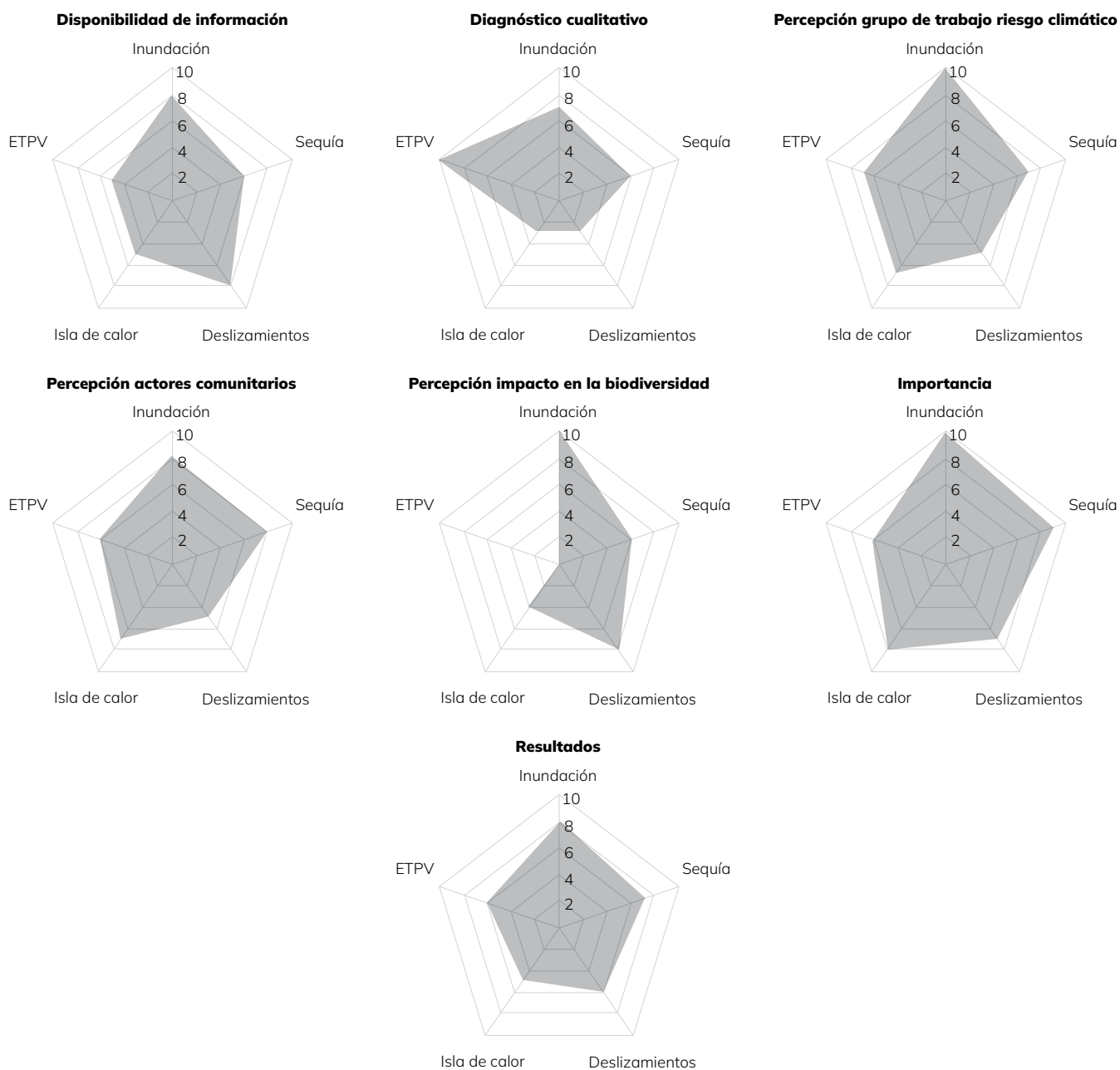


Tabla 13. Descripción y evaluación de los criterios para la priorización de riesgos.

Priorización de riesgos							
Criterio	Descripción	Valor	1	2	3	4	5
Disponibilidad de información	Se evalúa qué porcentaje del total de indicadores requeridos para analizar el riesgo tienen información completa para determinarlos (4. Disponibilidad de info)	30 %	0,82	0,67	0,82	0,59	0,50
Diagnóstico cualitativo	A partir de la evaluación cualitativa de los riesgos (3. Riesgo climático)	20 %	0,76	0,67	0,37	0,30	1,00
Percepción Grupo de Trabajo Riesgo Climático	A partir de la pregunta 1 de la encuesta de percepción de riesgo	15 %	1,00	0,70	0,56	0,70	0,70
Percepción Grupo de Trabajo Actores Comunitarios	A partir de la pregunta 1 de la encuesta de percepción de riesgo	15 %	0,86	0,86	0,50	0,70	0,66
Percepción Impacto en la Biodiversidad Grupo de Trabajo Riesgo Climático	A partir de la pregunta 3 de la encuesta de percepción de riesgo	10 %	1,00	0,60	0,80	0,40	0,00
Importancia para la generación de nuevos productos Grupos de Trabajo Riesgo Climático	A partir de la pregunta 4 de la encuesta de percepción de riesgo	10 %	1,00	0,94	0,74	0,86	0,66
Total			0,88	0,72	0,63	0,57	0,62

CONCLUSIONES Y PRINCIPALES HALLAZGOS

A través de la recopilación y análisis de información realizada en el municipio de Montería, se pudo identificar que cuenta con estudios relevantes en materia de cambio climático, gestión del riesgo y desarrollo sostenible. Estos estudios contribuyeron a generar un diagnóstico completo sobre el estado de los proyectos, programas y políticas implementados por el municipio para aumentar su resiliencia.

Es importante destacar que algunos estudios, como el Plan Municipal de Gestión del Riesgo y Desastres (PMGRD) y el Plan Municipal de Cambio Climático (PMCC), deben actualizarse prioritariamente, ya que aún no incluyen los escenarios más recientes de cambio climático evaluados en la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (TCNCC) (IDEAM, 2017). Esta actualización puede revelar cambios en los riesgos a los que se enfrenta la ciudad y, por lo tanto, cambios en la priorización y formulación de medidas de adaptación ante estos riesgos.

Se identificaron los principales riesgos que afectan a la ciudad, siendo las inundaciones, la sequía y los movimientos de remoción en masa. El riesgo de inundación debe priorizarse sobre los demás debido a su alto impacto potencial en diversas dimensiones del bienestar, especialmente la seguridad alimentaria, la biodiversidad, la infraestructura y el hábitat humano. Este riesgo está asociado principalmente a las características topográficas de la ciudad,

que no favorecen el drenaje debido a su baja pendiente, y a la insuficiente capacidad del sistema de alcantarillado para manejar la escorrentía generada. Además, las dinámicas del río Sinú y la represa de Urrá representan un riesgo potencial de crecientes súbitas que afectan a las comunidades asentadas en las orillas del río.

En segundo lugar, la sequía es uno de los riesgos con mayor potencial de incremento bajo los escenarios de cambio climático, ya que se espera un considerable aumento de las temperaturas en todo el departamento de Córdoba, lo que podría llevar a una transición de un clima húmedo a uno semihúmedo e incluso semiárido. Esto afectaría significativamente la disponibilidad de recursos hídricos para la población, así como su seguridad alimentaria debido al alto porcentaje de predios rurales alrededor de la ciudad dedicados a la producción agropecuaria.

En tercer lugar, el diagnóstico permitió priorizar el riesgo de movimientos de remoción en masa, que están asociados principalmente a la zona de El Cerro, donde los asentamientos informales y las condiciones geomorfológicas representan un riesgo potencial, especialmente para la biodiversidad y el recurso hídrico.

Aunque se reconoce que eventualmente el municipio, especialmente la zona urbana y de expansión, pueda verse afectado por el Efecto de Isla de Calor y las enfermedades transmitidas por vectores, estos riesgos aún

se presentan en menor medida y se dispone de un mayor margen para abordarlos y reducirlos en comparación con los riesgos que se han priorizado. La urgencia de implementar medidas de adaptación para aumentar la resiliencia de la ciudad de Montería frente a eventos climáticos extremos es mayor en relación a los riesgos priorizados.

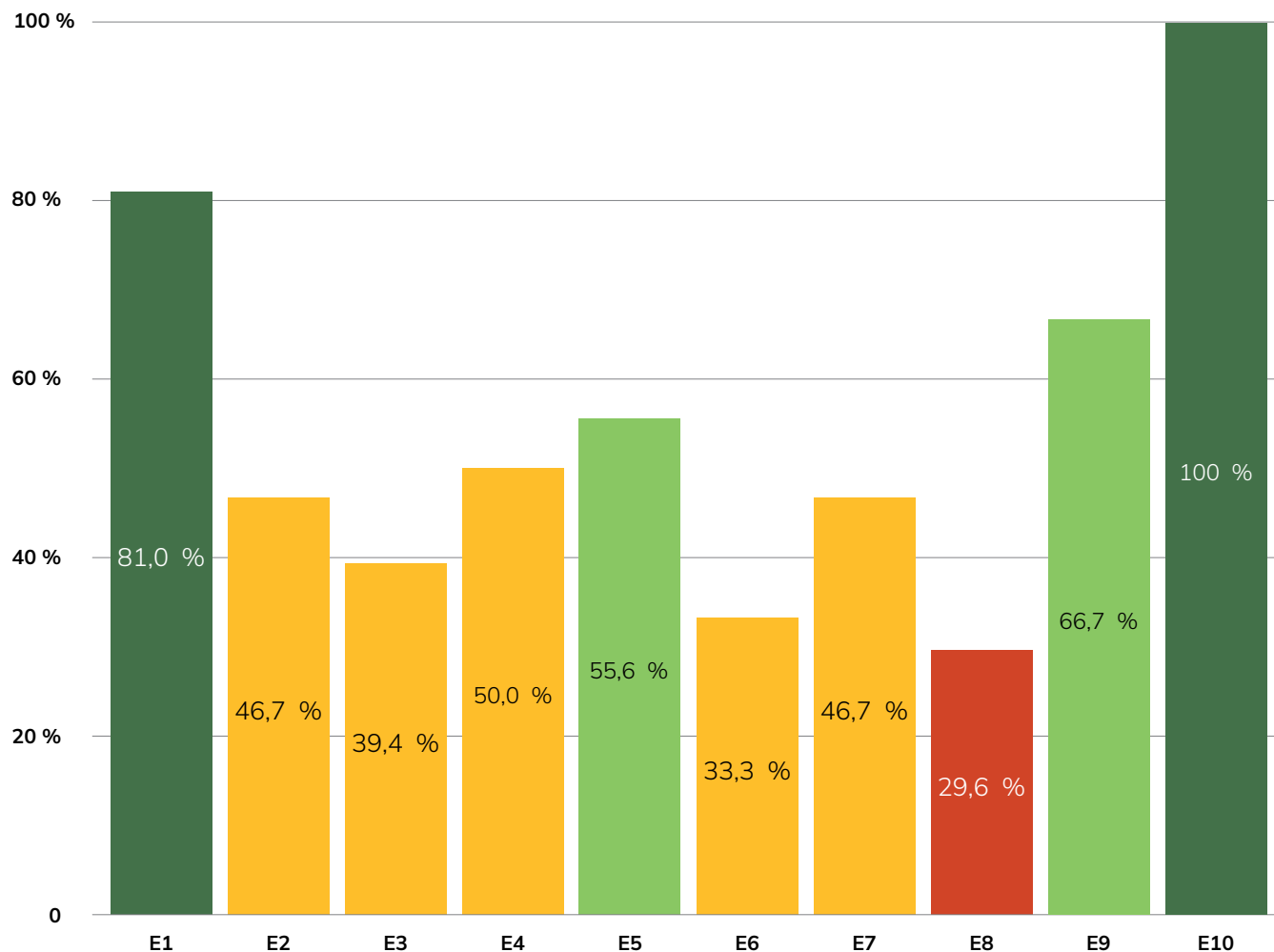
REFERENCIAS DEL DIAGNÓSTICO

- Alcaldía de Montería. (2011). Plan Maestro de Cambio Climático Montería: Ciudad Verde 2019. Montería, Colombia.
- Alcaldía de Montería, Consejo Municipal de Gestión de Riesgos de Desastres. (2012). Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres. Montería, Colombia.
- Caracol. (2021, abril 15). Más de 40 veredas han reportado desabastecimiento de agua en Montería. Recuperado de https://caracol.com.co/emisora/2021/04/15/monteria/1618484911_487668.html
- Caracol. (2022, febrero 16). Por temporada seca se decreta calamidad pública en Montería. Recuperado de https://caracol.com.co/emisora/2022/02/16/monteria/1645027277_746350.html
- Chakraborty, T., & Lee, X. (2019). A simplified urban-extent algorithm to characterize surface urban heat islands on a global scale and examine vegetation control on their spatiotemporal variability. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 74, 269-280.
- El Tiempo. (2021, febrero 8). Montería se enfrenta a una calamidad pública por la fuerte sequía. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/monteria-esta-en-calamidad-publica-por-fuerte-sequia-565411>
- El Universal. (2022, noviembre 17). Se disparan casos de dengue en Montería. Recuperado de <https://www.eluniversal.com.co/regional/cordoba/se-disparan-casos-de-dengue-en-monteria-FY7515711>
- Findeter. (2019). Ruta de Desarrollo Sostenible. Montería, Colombia.
- Geoadaptive, Findeter. (2014). Estudios de Desarrollo Urbano y Vulnerabilidad Ambiental. Módulo 2: Estudio Probabilístico de Evaluación de Vulnerabilidad y Riesgos. Montería, Colombia.
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, Cancillería. (2017). Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, Cancillería, FMAM. Bogotá D.C., Colombia.
- La Razón. (2022, mayo). Casos de dengue en Montería aumentaron en un 68 % frente al 2021. Recuperado de <https://larazon.co/monteria/casos-de-dengue-en-monteria-aumentaron-en-un-68-frente-al-2021/>
- Secretaría de Planeación Municipal. (2021). Plan de Ordenamiento Territorial (POT) Montería. Componentes General, Urbano y Rural. Montería, Colombia.

RESULTADOS SCORECARD

	Aspectos esenciales	Puntuación	Resiliencia
E1	Organizarse para la resiliencia	81,0 %	Alta
E2	Identificar, comprender y utilizar los escenarios de riesgos actuales y futuros	46,7 %	Media baja
E3	Fortalecer la capacidad financiera para la resiliencia	39,4 %	Media baja
E4	Promover el diseño y desarrollo urbano resiliente	50,0 %	Media baja
E5	Proteger las zonas naturales de amortiguación para mejorar las funciones de protección de los ecosistemas	55,6 %	Media alta
E6	Fortalecer la capacidad institucional para la resiliencia	33,3 %	Media baja
E7	Comprender y fortalecer la capacidad social para la resiliencia	46,7 %	Media baja
E8	Aumentar la resiliencia de la infraestructura vital	29,6 %	Baja
E9	Asegurar una respuesta efectiva ante los desastres	66,7 %	Media alta
E10	Acelerar el proceso de recuperación y reconstruir mejor	100,0 %	Alta
	Total	50,3 %	Media alta

Puntaje Scorecard - MCR2030



A partir de la aplicación del Scorecard, se determinó que el municipio de Montería presenta una resiliencia media-alta en cuanto a la gobernanza sobre la gestión del riesgo de desastres. Para aumentar su resiliencia, es importante mejorar los siguientes aspectos:

- 1 Reglamentar el fondo de financiación para la gestión del riesgo de desastres y sus subcuentas.
- 2 Generar mayores capacidades para que no solo los expertos puedan acceder a los productos técnicos.
- 3 Fomentar una participación más activa de la comunidad en las discusiones sobre riesgo.
- 4 Tener en cuenta que los canales de comunicación eficientes en la ciudad no necesariamente lo son en el contexto rural.
- 5 Mejorar el conocimiento sobre los riesgos que afectan la infraestructura vital e incrementar la implementación de medidas de reducción del riesgo, especialmente en infraestructuras de energía, transporte, comunicaciones, educación y salud,
- 6 Aumentar los recursos destinados a la respuesta inicial frente a eventos de desastres climáticos

Capítulo 3

RESULTADOS ESPACIALES

p. 53

Delimitación del área
de estudio

p. 54

Riesgo por Sequía

p. 62

Riesgo por Inundación

p. 74

Riesgo por Movimientos de
remoción en masa

p. 88

Riesgo Crítico

p. 93

Escenarios de Cambio Climático

p. 101

Análisis de índices de
Cambio Climático



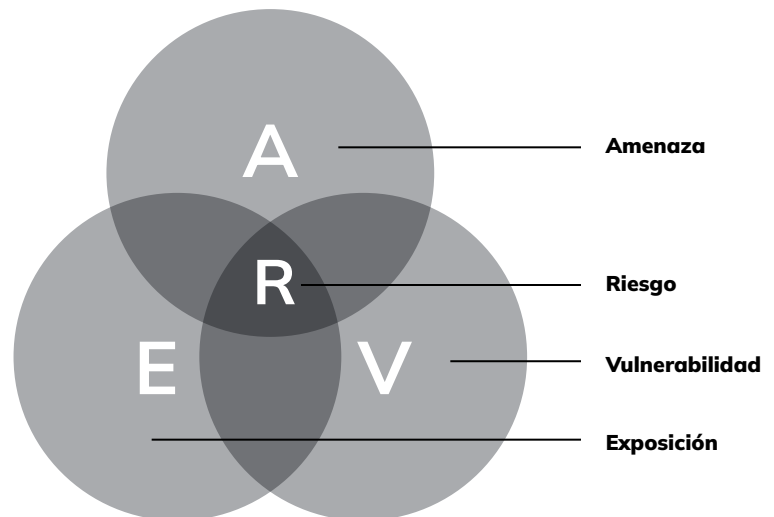
Tabla 14. Definición de las dimensiones del bienestar y elementos expuestos incluidos dentro del análisis de riesgo y vulnerabilidad climática..

Dimensión	Definición	Elementos expuestos
Recurso hídrico	Esta dimensión hace referencia, por una parte, a la disponibilidad y acceso al agua potable para la población. Por otra parte, se evalúa el estado de los cuerpos de agua. Para su evaluación, se tomará en cuenta la capacidad de los acueductos municipales, la eficiencia en el consumo y el acceso, a fin de analizar la disponibilidad del recurso hídrico.	<ol style="list-style-type: none"> 1 Cuerpos de agua 2 Pozos profundos, bocatomas y PTAP 3 Acueducto 4 Personas
Seguridad alimentaria	Bajo esta dimensión, se considerarán las actividades agrícolas que se desarrollan en el municipio, que son un aporte significativo para la disponibilidad de alimentos. Su evaluación integrará criterios para establecer las capacidades técnicas de las prácticas agrícolas.	<ol style="list-style-type: none"> 1 Uso agrícola 2 Uso pecuario
Biodiversidad	Con esta dimensión se busca identificar los efectos de los impactos climáticos en los ecosistemas y la biodiversidad de las ciudades. En este sentido, se tomarán en cuenta las condiciones y capacidades de los hábitats naturales urbanos, incluyendo sus coberturas y las características de las especies que los habitan.	<ol style="list-style-type: none"> 1 EEP/Áreas protegidas 2 Bosques 3 Humedales 4 Ríos
Infraestructura	Para esta dimensión, se incluyó la infraestructura asociada al transporte, como vías principales y aeropuertos, alcantarillado y acueducto, energía, y centros de salud, y cómo esta puede verse afectada por los diferentes tipos de riesgo.	<ol style="list-style-type: none"> 1 EEP/Áreas protegidas 2 Bosques 3 Humedales 4 Ríos

Dimensión	Definición	Elementos expuestos
Salud	En esta dimensión se considerará la población más vulnerable, incluyendo niños menores de 10 años y adultos mayores de 60 años, el acceso de la población a centros de salud, así como la capacidad instalada de estos centros.	<ol style="list-style-type: none"> 1 Personas
Hábitat humano	A través de esta dimensión se analizará la densidad y el tipo de viviendas presentes en la ciudad, así como las condiciones físicas en las que se encuentran los asentamientos. También se tomará en cuenta la infraestructura asociada a centros educativos y culturales, y zonas de recreación como plazas y parques.	<ol style="list-style-type: none"> 1 Viviendas 2 Parques que no están en la EEP 3 Plazoletas 4 Centros educativos y culturales

Considerando la visión del último informe del IPCC (2022)¹, en el cual se establece que el riesgo se compone de amenaza, exposición y vulnerabilidad, los modelos de riesgo se basan en el uso de indicadores para cada uno de estos componentes. El indicador de amenaza considera el comportamiento de variables climáticas como la precipitación y la temperatura, con el fin de identificar las zonas donde pueden ocurrir los riesgos climáticos evaluados. Por otra parte, el indicador de exposición tiene en cuenta los elementos mencionados en la Tabla 14. Este indicador permite ubicar espacialmente estos elementos en las zonas de amenaza. Finalmente, el indicador de vulnerabilidad se divide en dos subindicadores: el primero caracteriza la sensibilidad de los elementos expuestos y el segundo evalúa su capacidad de respuesta.

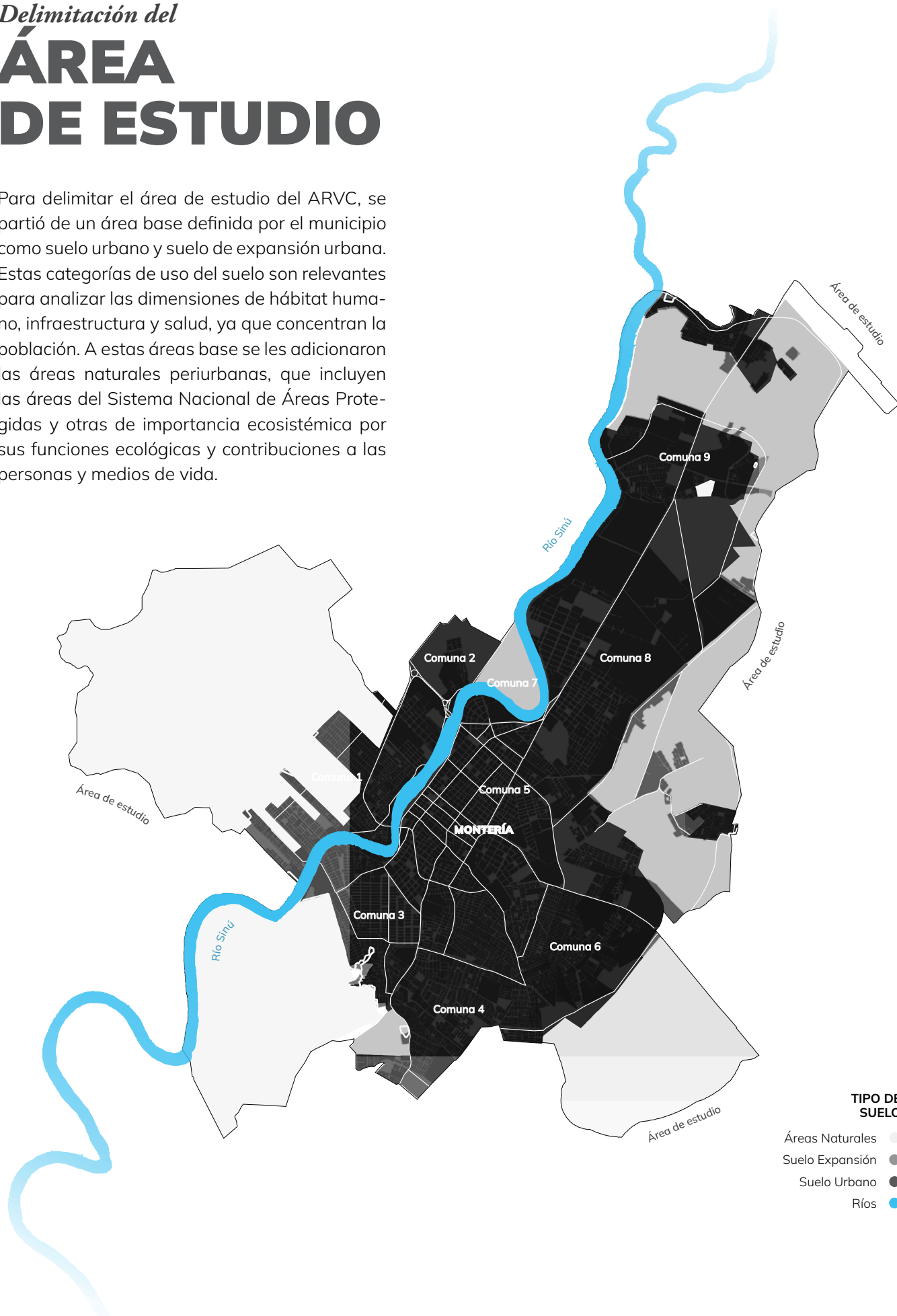
Para obtener información más detallada sobre los indicadores utilizados en el modelo de riesgo para cada dimensión, consulte el material en la sección Anexos.



1. IPCC, 2022: Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösche, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösche, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3–33, doi:10.1017/9781009325844.001.

Delimitación del ÁREA DE ESTUDIO

Para delimitar el área de estudio del ARVC, se partió de un área base definida por el municipio como suelo urbano y suelo de expansión urbana. Estas categorías de uso del suelo son relevantes para analizar las dimensiones de hábitat humano, infraestructura y salud, ya que concentran la población. A estas áreas base se les adicionaron las áreas naturales periurbanas, que incluyen las áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y otras de importancia ecosistémica por sus funciones ecológicas y contribuciones a las personas y medios de vida.





Riesgo por

SEQUÍA

Es un período de tiempo en el cual hay escasez de recursos hídricos, ya sea debido a la falta de precipitaciones, una disminución en la cantidad promedio de lluvias o un aumento anormal de la temperatura. Esto conlleva a la reducción del caudal de los ríos y/o a la reducción de la humedad en el suelo. Este fenómeno puede provocar un desequilibrio hidrológico importante en los ecosistemas, alterando sus funciones ecológicas².

AMENAZA POR SEQUÍA

La amenaza de sequía se analizó teniendo en cuenta la distribución espacial de la precipitación total anual y las zonas donde se presentan períodos prolongados de sequía, medidos a través del indicador CDD (días consecutivos de sequía en inglés). Las

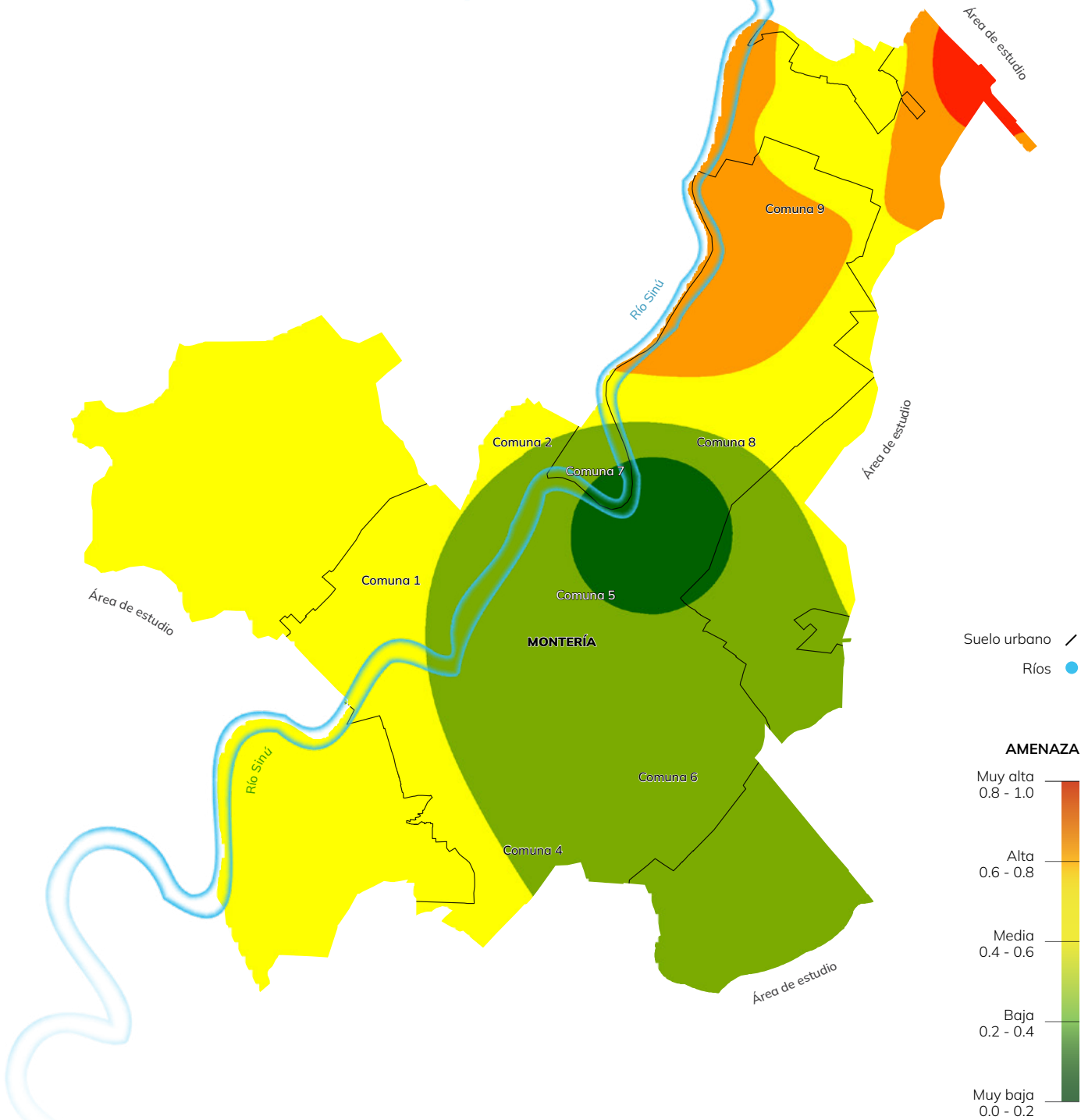
zonas con menor precipitación anual se encuentran en el norte de la ciudad, coincidiendo con los períodos más prolongados sin lluvia. Por lo tanto, los valores más críticos de amenaza por sequía se presentan en la zona rural al norte, donde se encuentra el aeropuerto, y en menor medida hacia el sur en Sierra Chiquita y el humedal Berlín, donde los períodos secos no son tan prolongados en comparación con el norte de la ciudad.

2. IDEAM. (2023). GLOSARIO. IDEAM. <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/glosario#S>



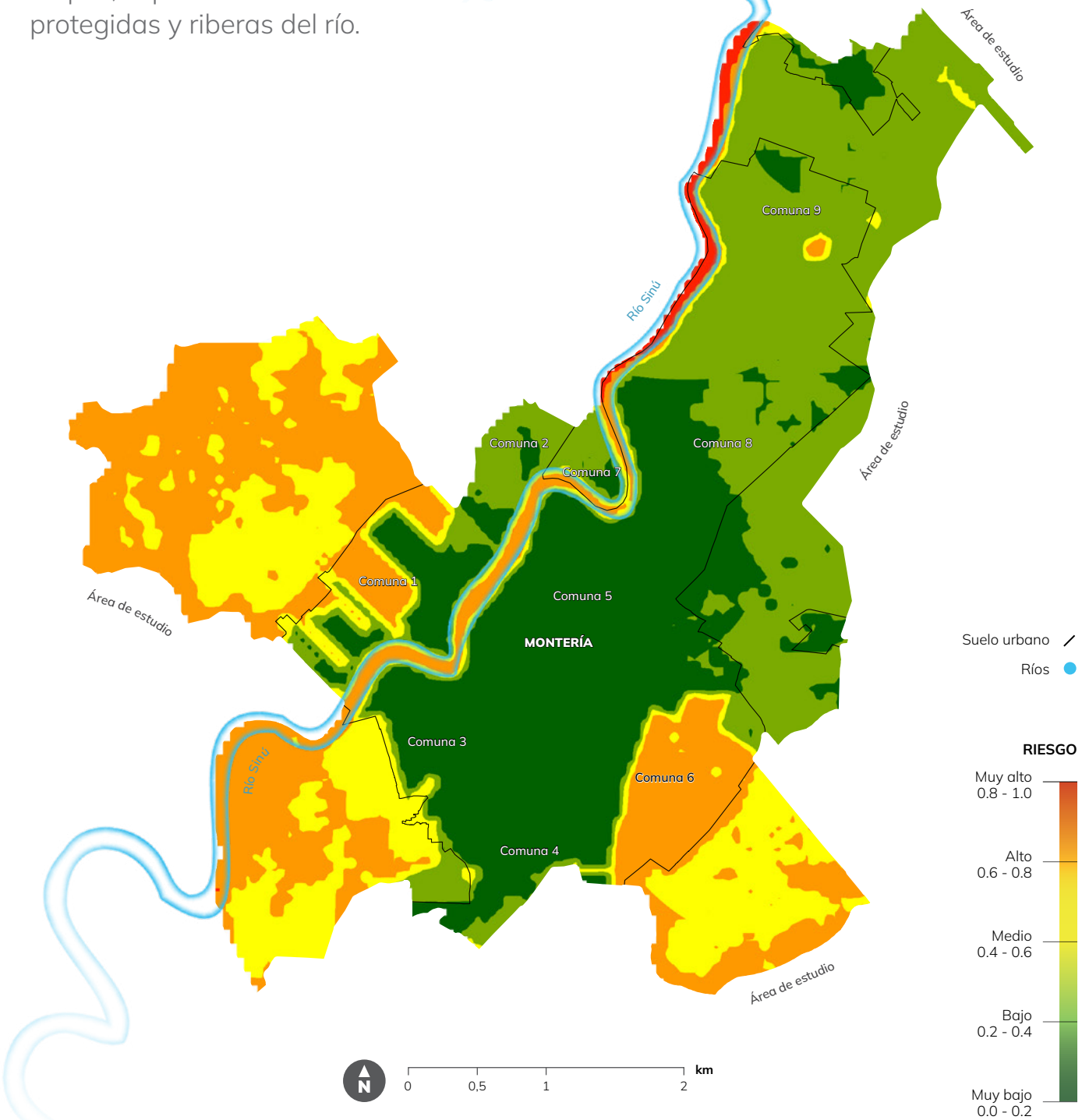
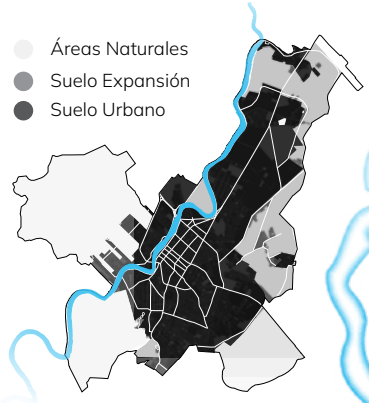
Durante la sequía, escasea el agua debido a la falta de lluvias y altas temperaturas. Esto afecta los ríos y el suelo, desequilibrando los ecosistemas.

- Áreas Naturales
- Suelo Expansión
- Suelo Urbano

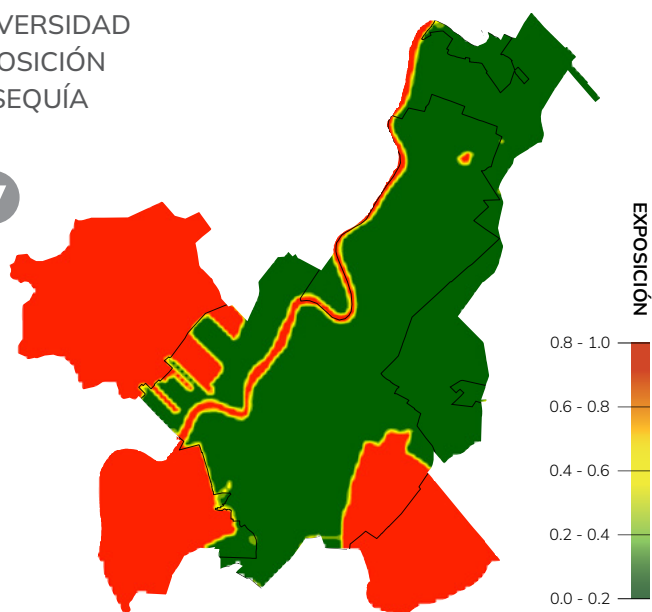


BIODIVERSIDAD Y RIESGO POR SEQUÍA

La biodiversidad de Montería está altamente expuesta a la sequía, especialmente en áreas protegidas y riberas del río.



BIODIVERSIDAD Y EXPOSICIÓN A LA SEQUÍA

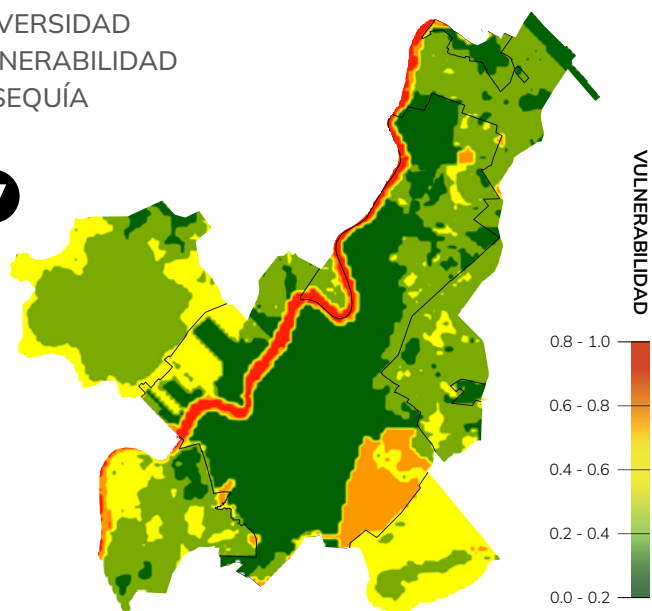


Para evaluar el nivel de exposición a la sequía en la dimensión Biodiversidad, se empleó el porcentaje de áreas protegidas como indicador. Como resultado, se identificó que las áreas naturales y las riberas del río presentan un nivel muy elevado de exposición a la sequía.

En la dimensión Biodiversidad, el riesgo por sequía afecta a los humedales periurbanos (como Berlín, Furatena y Sierra Chiquita), donde se presentan zonas con riesgos medios y altos. Al igual que los cultivos y pastizales, durante la temporada seca, las coberturas naturales experimentan bajos niveles de humedad, lo que, sumado al aumento de las temperaturas, las vuelve más vulnerables a incendios o quemas intencionadas.

Por otro lado, el río Sinú y su entorno representan el ecosistema más amenazado por la sequía en la ciudad de Montería. La disminución del nivel del río afecta la distribución de peces, mamíferos, aves y reptiles que dependen de él, y debido a las grandes presiones por minería y urbanización, se considera altamente vulnerable según la lista roja de ecosistemas.

BIODIVERSIDAD Y VULNERABILIDAD A LA SEQUÍA

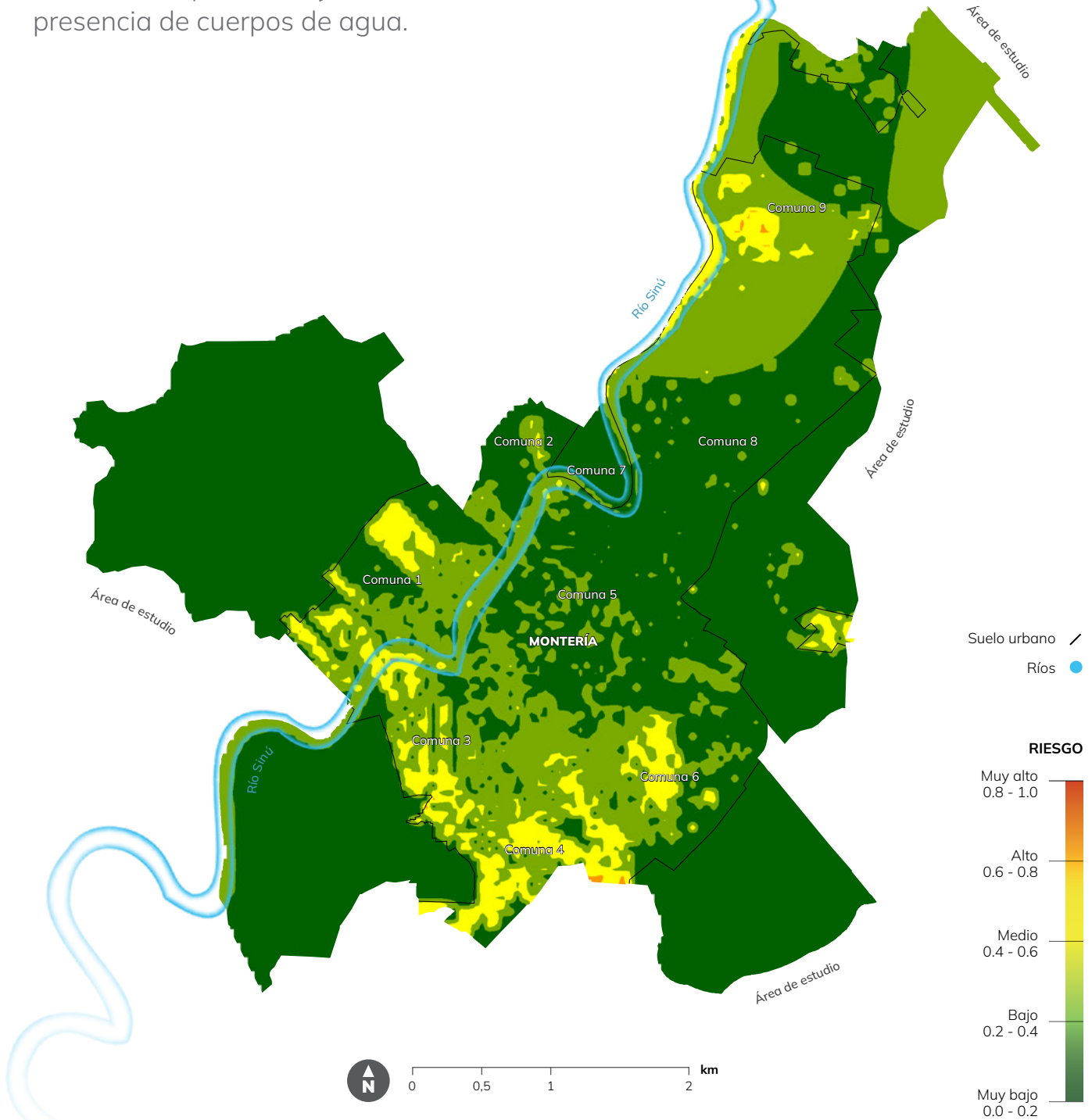
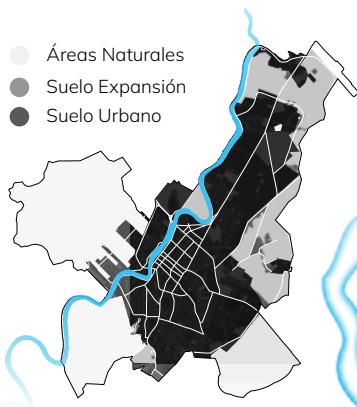


La humedad y la vulnerabilidad de los ecosistemas fueron consideradas para el modelamiento de la vulnerabilidad de la biodiversidad de Montería frente al riesgo de sequía. Se otorga una mayor importancia a los ecosistemas acuáticos, ya que serían los más afectados por este tipo de riesgo. Asimismo, se destacan las zonas naturales más húmedas.

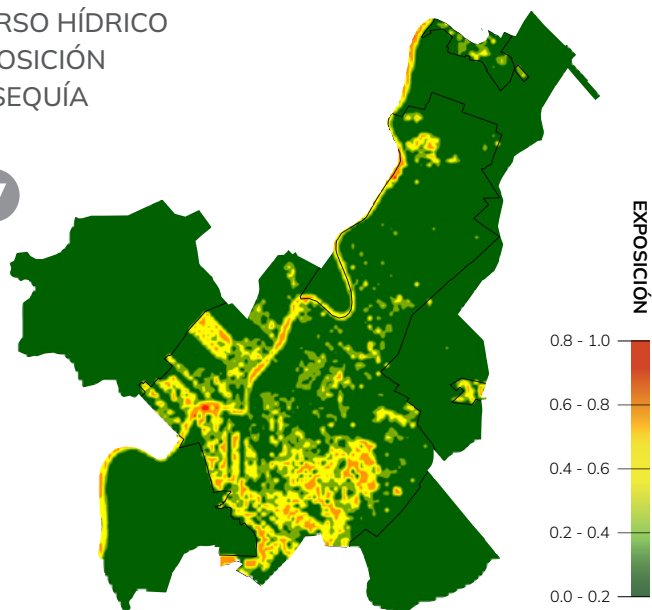
RECURSO HÍDRICO Y RIESGO POR SEQUÍA

La exposición a la sequía en Montería varía según la densidad de población y la presencia de cuerpos de agua.

- Áreas Naturales
- Suelo Expansión
- Suelo Urbano

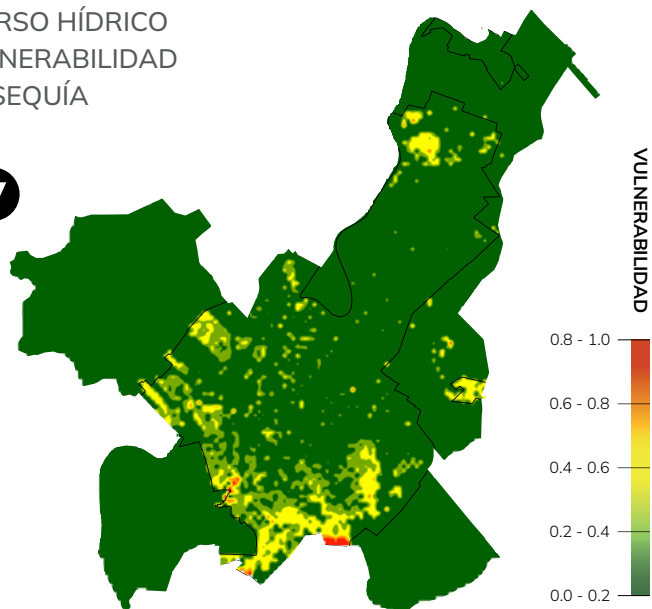


RECURSO HÍDRICO Y EXPOSICIÓN A LA SEQUÍA



En esta dimensión, se consideró la superposición de dos indicadores: la densidad de población (caracterizado por género) y la presencia de cuerpos de agua. Los resultados revelaron una exposición que abarcaba desde niveles muy bajos hasta altos. Cabe resaltar el área situada al este de la zona urbana, caracterizada por una mayor densidad de población, la cual presentó una exposición alta al riesgo de sequía en la dimensión de los cursos de agua.

RECURSO HÍDRICO Y VULNERABILIDAD A LA SEQUÍA



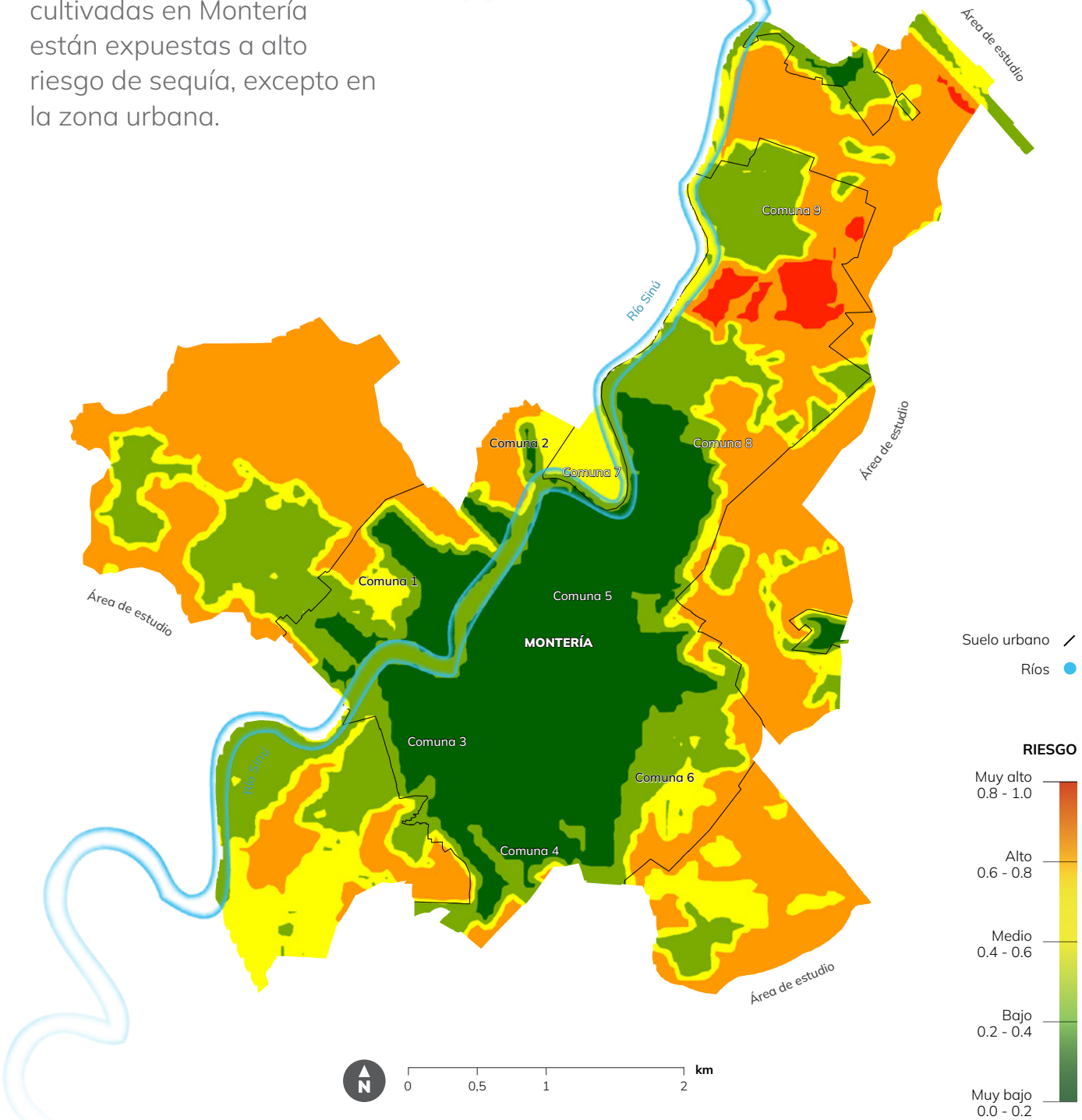
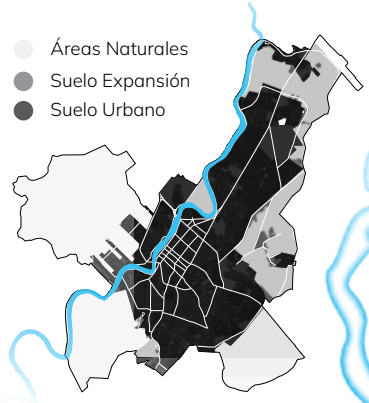
Para evaluar la vulnerabilidad de Montería al riesgo por sequía para la dimensión del recurso hídrico se utilizaron como criterios el IPM y la tasa de hogares sin acceso a servicio de acueducto, evidenciando que los barrios más vulnerables en este sentido son los ubicados al sur de la ciudad.

Las sequías en Montería pueden ocasionar impactos en la oferta de agua potable, lo que provoca interrupciones en el servicio, ya que las Plantas de Tratamiento de Agua Potable no logran captar suficiente caudal del río Sinú. Incluso, algunas comunas han experimentado cortes en el suministro debido a las sequías.

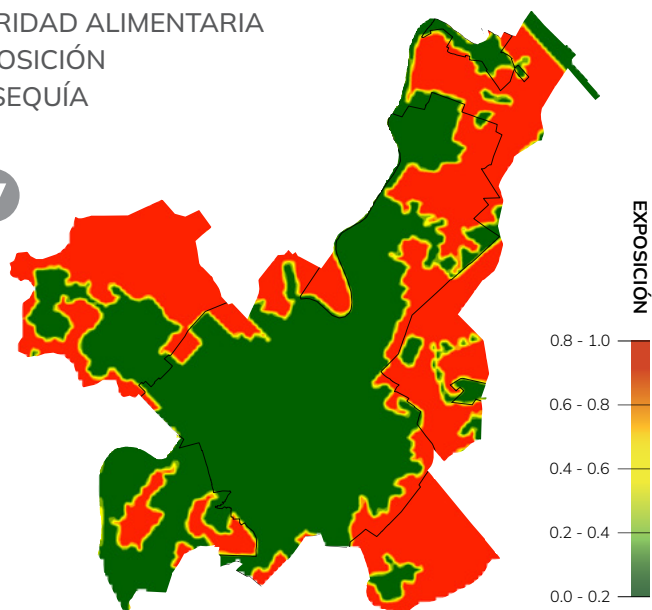
Teniendo en cuenta lo anterior, los barrios con mayor riesgo de sequías y, por lo tanto, con posibles limitaciones en el servicio de agua potable, son Camilo Torres, 20 de Julio, 7 de Mayo y Villa Sinú al norte de la ciudad, así como Villa Jimenez al sureste. Aunque el riesgo que se presenta es de nivel medio, en general, los barrios del sur que limitan con Sierra Chiquita pueden verse afectados por la falta de disponibilidad de agua potable durante las épocas de sequía.

SEGURIDAD ALIMENTARIA Y RIESGO POR SEQUÍA

La mayoría de las áreas cultivadas en Montería están expuestas a alto riesgo de sequía, excepto en la zona urbana.

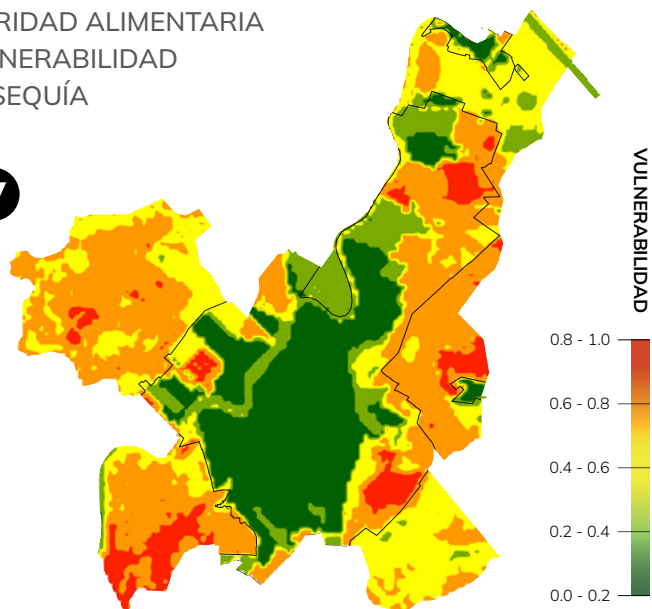


SEGURIDAD ALIMENTARIA Y EXPOSICIÓN A LA SEQUÍA



Al considerar el porcentaje de áreas cultivadas, se observó que casi la totalidad de estas áreas está expuesta a un alto riesgo de sequía. Sin embargo, al analizar únicamente las áreas destinadas al cultivo, se encontró que la zona urbana presenta un nivel de exposición muy bajo.

SEGURIDAD ALIMENTARIA Y VULNERABILIDAD A LA SEQUÍA



Para modelar la vulnerabilidad de Montería al riesgo de sequía en términos de seguridad alimentaria, se consideraron la aridez y la humedad del suelo para el mapeo de la sensibilidad del territorio. Dado que este tema se relaciona principalmente con áreas rurales, naturalmente, las zonas no urbanizadas presentan los mayores niveles de vulnerabilidad.

El modelo de riesgo por sequía considera dentro del componente de amenaza las zonas con menor precipitación anual, así como aquellas con más días consecutivos sin lluvia. Como resultado de esta amenaza, las áreas más afectadas por la sequía se encuentran al norte, cerca del aeropuerto Los Garzones en Aguas Negras, presentando un nivel de amenaza muy alto. También se observan niveles altos de amenaza hacia el noroeste, cerca del río Sinú, en las veredas Garzones y La Ceiba, así como en parte del casco urbano.

Al considerar el comportamiento de la precipitación, junto con la exposición y la vulnerabilidad a las sequías, se identifican mayores riesgos en la dimensión Seguridad Alimentaria en las zonas urbanas que todavía se utilizan para actividades agropecuarias. Esto ocurre en predios cercanos a Mocarí y El Ceibal. También se puede observar que en Aguas Negras, donde la amenaza es mayor, el nivel de riesgo es ligeramente menor debido a la presencia del distrito de riego en esta área, lo cual ayuda a reducir la vulnerabilidad de dichos predios.

En la zona rural, las áreas con alto riesgo por sequía se ubican en las veredas Los Piojos, Los Pericos, así como en las zonas de uso agropecuario dentro de los humedales de Berlín y Furatena, y en Sierra Chiquita. En Berlín y Sierra Chiquita, el riesgo se asocia principalmente a los bajos niveles de precipitación y al escaso contenido de humedad en los cultivos durante el verano, mientras que en Furatena, donde los niveles de precipitación son más altos, el riesgo se relaciona con la aridez del suelo y la falta de humedad en los cultivos.

Las sequías afectan la disponibilidad de agua para riego que proviene de caños y drenajes sencillos. Esto, a su vez, impacta la pesca al limitar la disponibilidad de especies como el bocachico, y aumenta los costos tanto de frutas como de productos cárnicos y lácteos, ya que la productividad del ganado para la producción de leche y carne disminuye durante estos eventos.



Riesgo por

INUNDACIÓN

Es un fenómeno natural que se produce debido a lluvias intensas y persistentes, lo cual eleva el nivel de agua en los cuerpos de agua, provocando desbordamientos y la dispersión del agua en áreas circundantes. Estas inundaciones suelen ser lentas y prolongadas, aunque también existen las inundaciones súbitas que ocurren en cuerpos de agua en zonas montañosas o en terrenos con pendientes pronunciadas, donde las crecidas son repentinas y de corta duración³.

AMENAZA POR INUNDACIÓN

La amenaza por inundación se modeló utilizando información de precipitación total anual y se consideró cómo se comporta en el área de estudio. Además, se tuvieron en cuenta los estudios de amenaza del Plan de Ordenamiento Territorial (POT), que identifican las zonas afectadas por inundaciones pluviales y fluviales.

En general, la mayor parte del área de estudio presenta riesgo de inundación, con valores de riesgo que van desde medio hasta muy alto. Esto se debe a las inundaciones por encharcamiento en muchas zonas del casco urbano, ya que

la ciudad está ubicada en una llanura inundable. Estas inundaciones afectan principalmente las zonas planas desarrolladas e impermeabilizadas, donde también se registra mayor precipitación, como el centro y el suroriente con el humedal Furatena.

Sin embargo, las condiciones geomorfológicas permiten la existencia de humedales en las zonas periurbanas, que presentan una amenaza alta, pero pueden gestionar adecuadamente la escorrentía pluvial debido a su función de humedal.

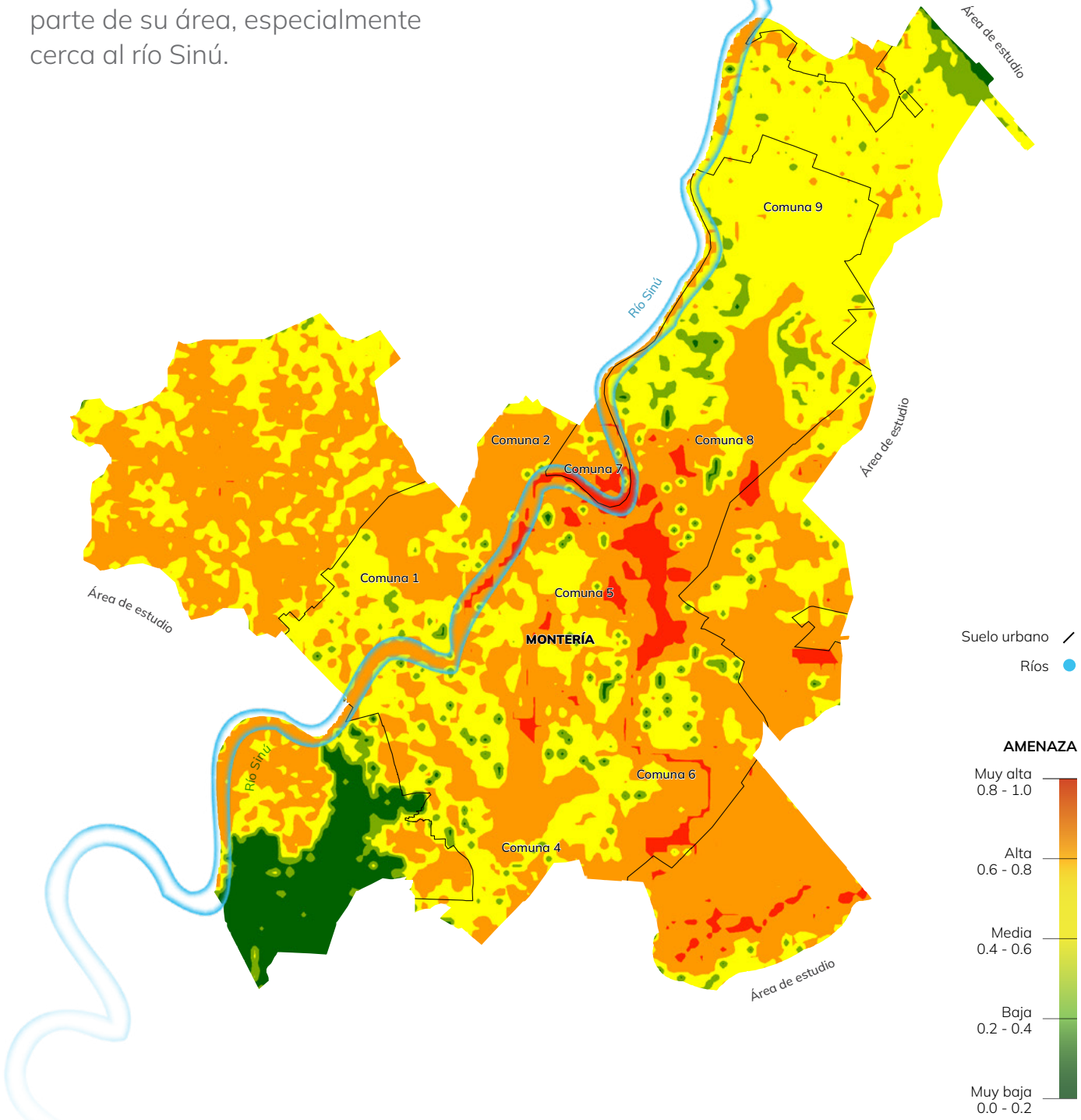
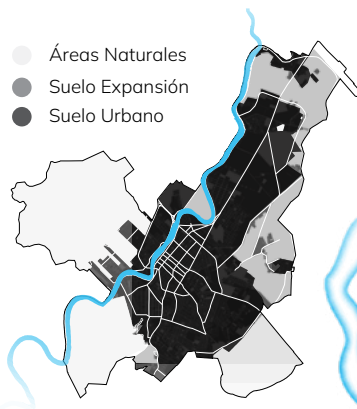
Además, la amenaza por inundación está relacionada con el comportamiento del río Sinú, que atraviesa la ciudad. A lo largo de su cauce y en la zona adyacente, se registran valores altos de amenaza debido a crecientes súbitas y desbordamientos.

3. IDEAM. (2023). GLOSARIO. IDEAM. <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/glosario#S>



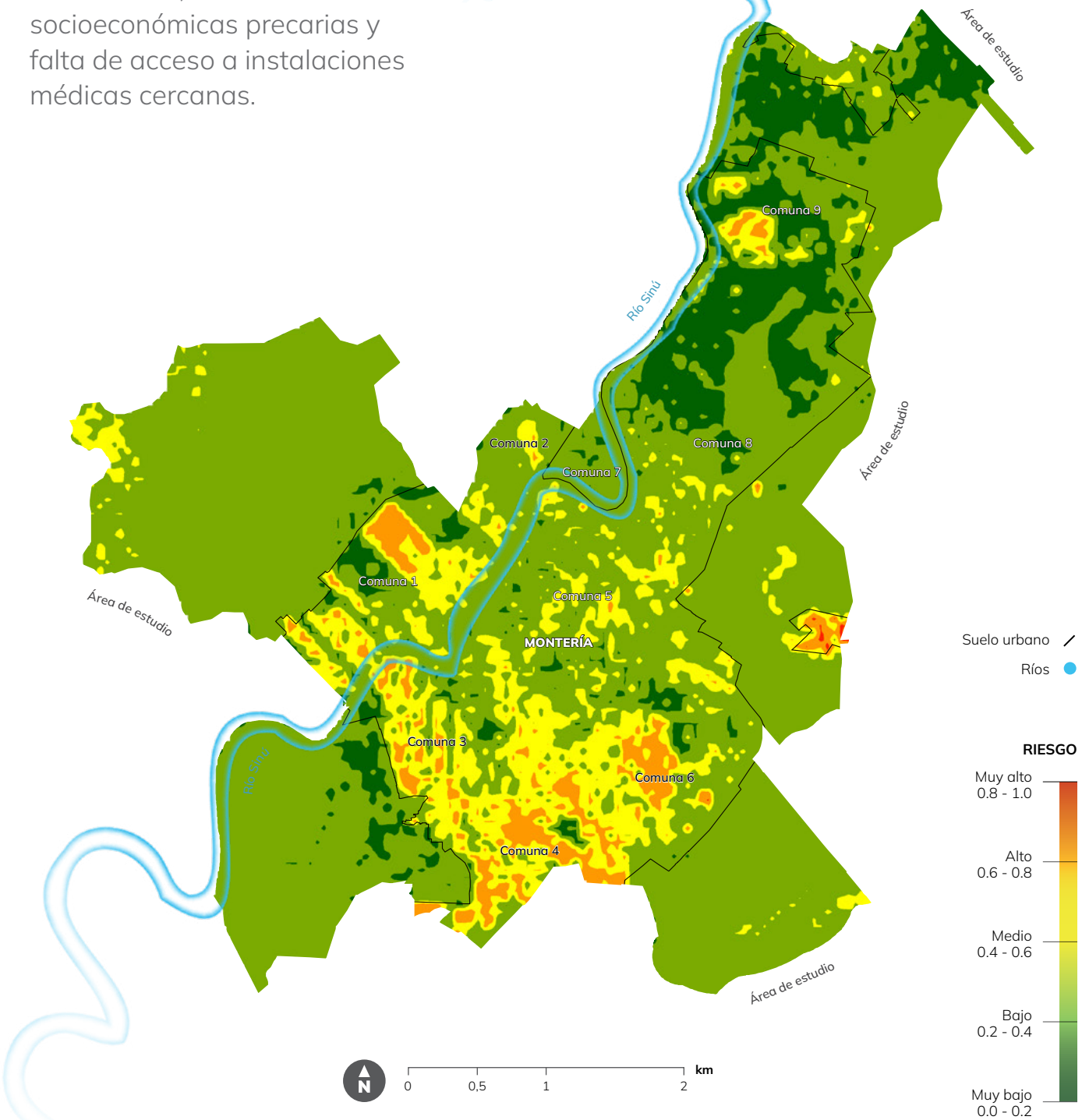
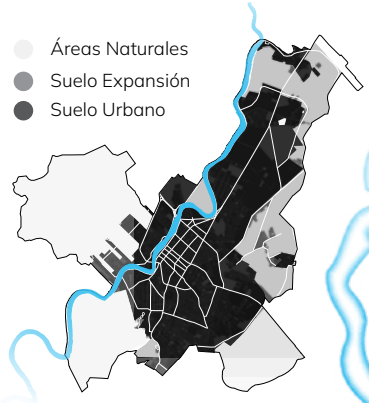
Las inundaciones pueden ser lentas y duraderas debido a lluvias intensas o repentinas y de corta duración en áreas montañosas. Montería presenta riesgo de inundación en gran parte de su área, especialmente cerca al río Sinú.

- Áreas Naturales
- Suelo Expansión
- Suelo Urbano

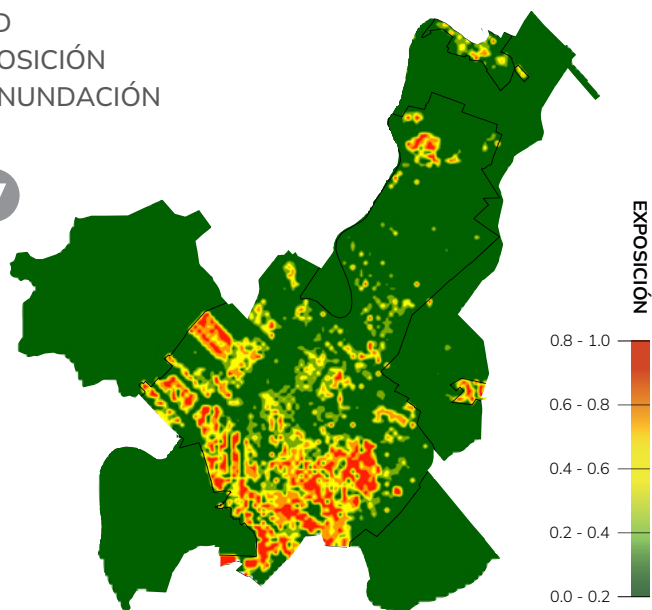


SALUD Y RIESGO POR INUNDACIÓN

La población vulnerable se encuentra en el sur y norte de la ciudad, con condiciones socioeconómicas precarias y falta de acceso a instalaciones médicas cercanas.



SALUD Y EXPOSICIÓN A LA INUNDACIÓN

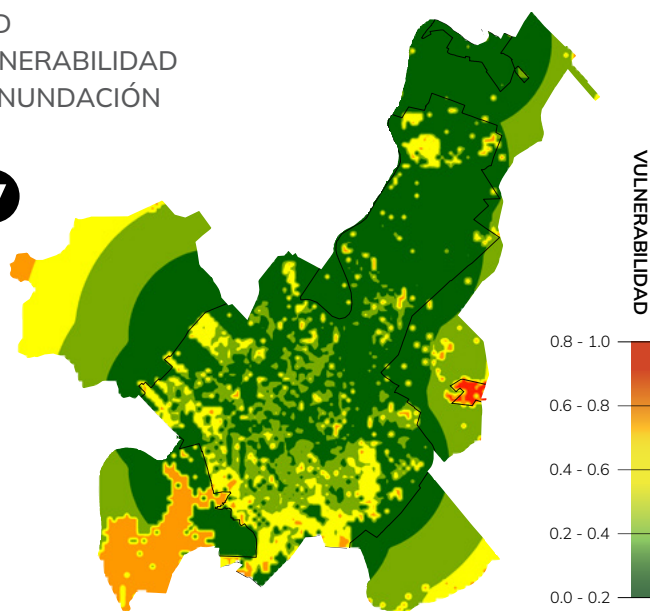


La exposición a inundaciones en la dimensión Salud se determinó considerando la densidad de población, es decir, la cantidad de personas en el territorio. Según este indicador, se encontró que la ciudad muestra niveles muy altos de exposición, especialmente en el área este de la zona urbana.

La población con mayor riesgo por inundaciones se concentra al sur de la ciudad en las comunas 1, 3, 4, 6 y 12. En el norte, los barrios 20 de Julio, Camilo Torres, Las Parcelas y la Urbanización Villa Sinú, ubicados en la comuna 9, también presentan niveles de riesgo medio y alto por inundación.

Si bien no se han registrado personas heridas o fallecidas a causa de las inundaciones pluviales, todos estos barrios comparten condiciones económicas precarias y un alto porcentaje de población infantil y de adultos mayores, lo que aumenta su vulnerabilidad. Además, son barrios que carecen de centros médicos cercanos, y su ubicación coincide con zonas de amenaza media y alta donde no se maneja adecuadamente el flujo de agua de lluvia. Por lo tanto, en caso de inundación, se encuentran en mayor riesgo de sufrir impactos en su salud, tanto directos como indirectos.

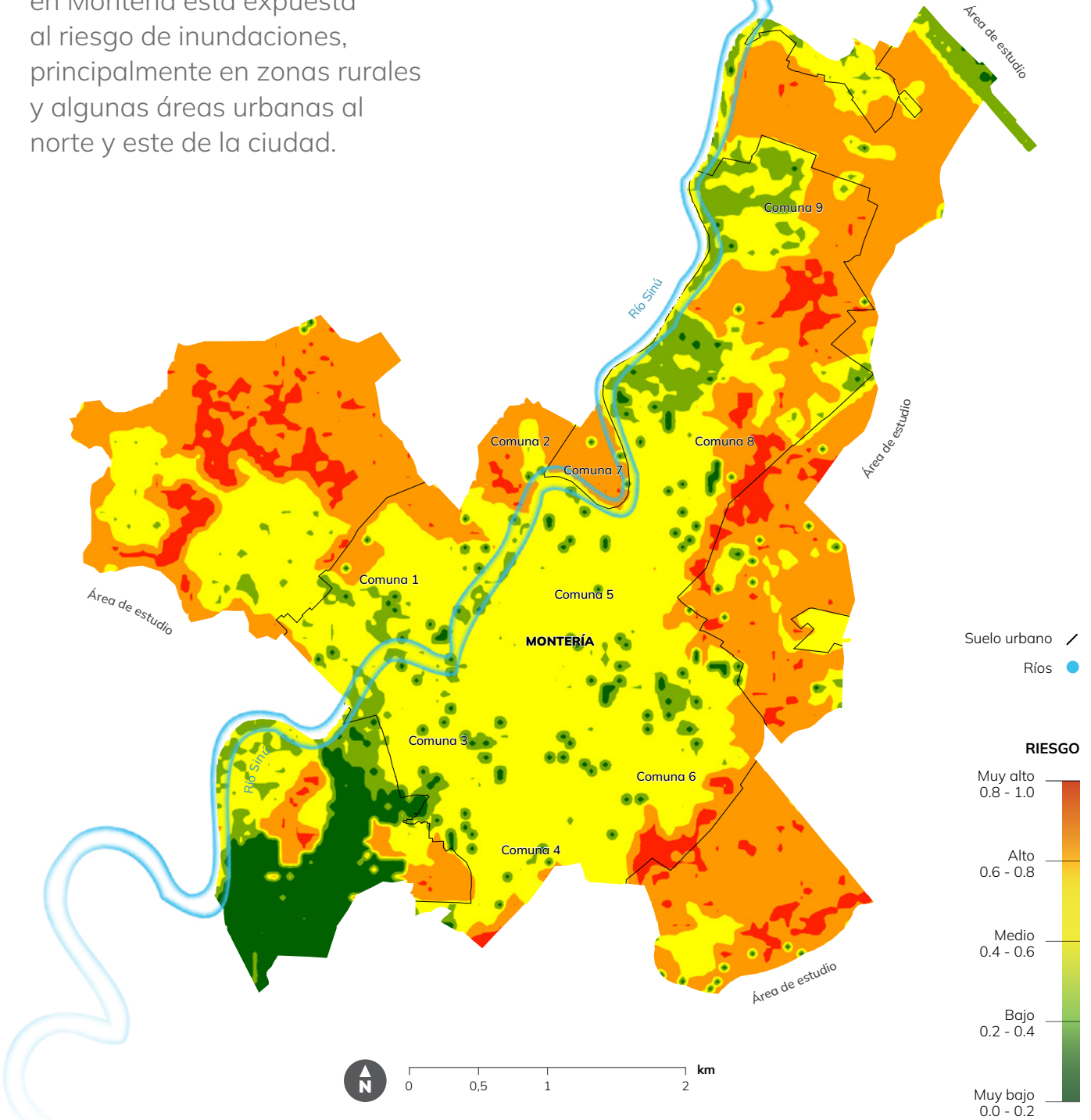
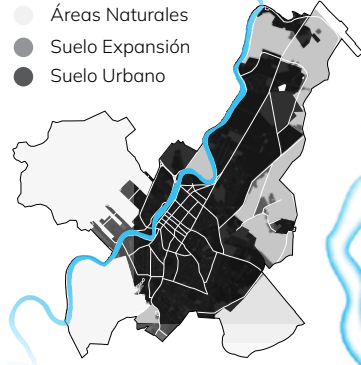
SALUD Y VULNERABILIDAD A LA INUNDACIÓN



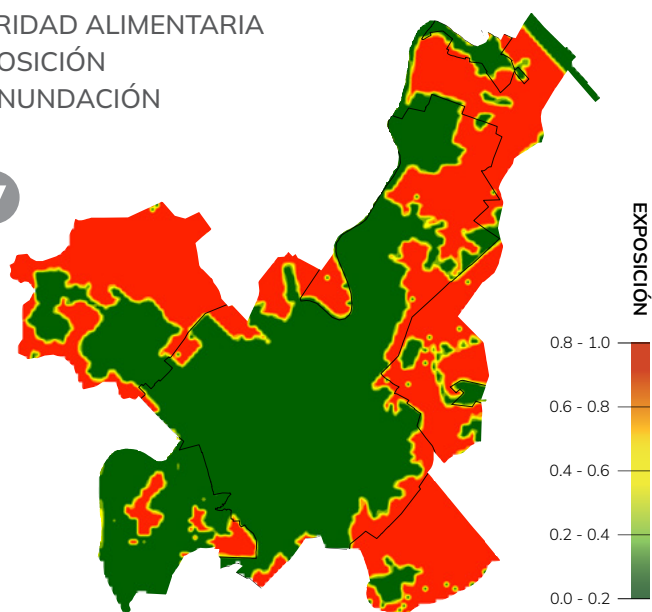
El modelo utilizó indicadores socioeconómicos, como la pobreza y los grupos de riesgo por edad (niños y adultos mayores), así como la proximidad a infraestructuras médicas, como capas de entrada. Se identificó que la población ubicada al este es la más vulnerable y tiene una menor capacidad de respuesta al riesgo de inundación en Montería.

SEGURIDAD ALIMENTARIA Y RIESGO POR INUNDACIÓN

La seguridad alimentaria en Montería está expuesta al riesgo de inundaciones, principalmente en zonas rurales y algunas áreas urbanas al norte y este de la ciudad.

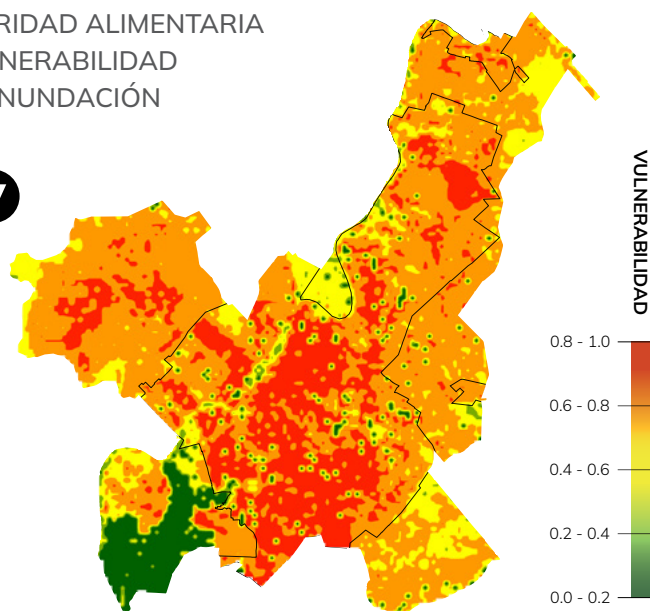


SEGURIDAD ALIMENTARIA Y EXPOSICIÓN A LA INUNDACIÓN



La exposición de la seguridad alimentaria al riesgo de inundaciones se evaluó considerando el porcentaje de área de uso agropecuario en zonas planas determinado por la pendiente del terreno. Estas áreas, ubicadas en las periferias de la ciudad, fueron mayoritariamente clasificadas como de muy alta exposición a inundaciones. Sin embargo, en el sur del municipio, las áreas de uso agropecuario presentan predominantemente una exposición muy baja.

SEGURIDAD ALIMENTARIA Y VULNERABILIDAD A LA INUNDACIÓN



Al considerar variables como la litología, la pendiente del terreno, la vegetación y las tipologías de cultivo, se llegó a un mapa que identifica la vulnerabilidad en términos de seguridad alimentaria. Se puede observar que las áreas altas y con una vegetación más densa son las únicas que no presentan algún grado de susceptibilidad al riesgo de inundación.

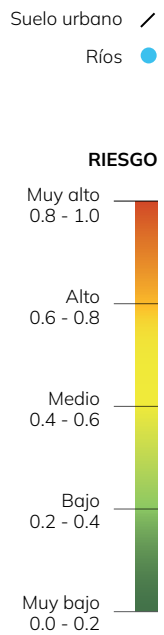
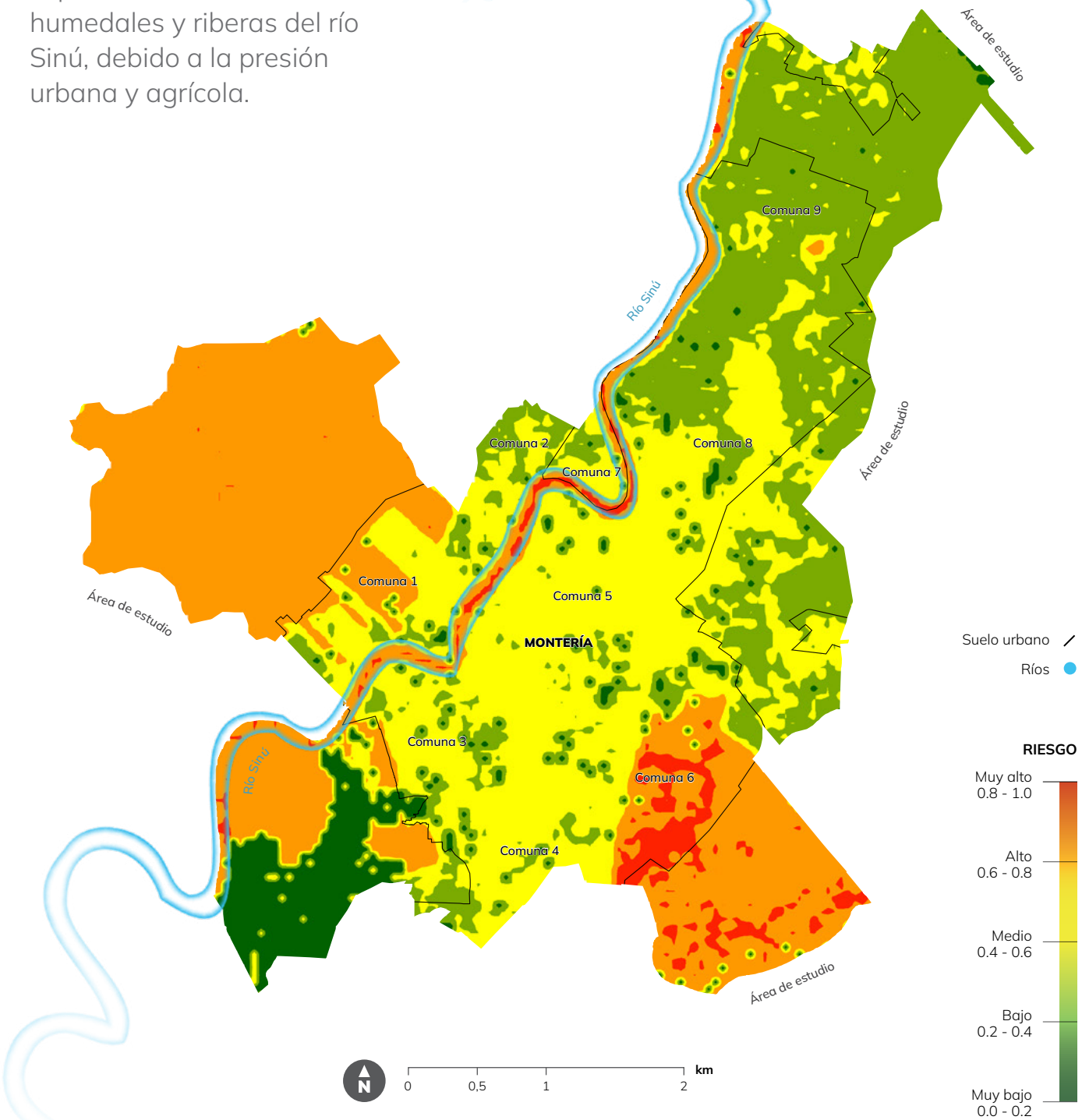
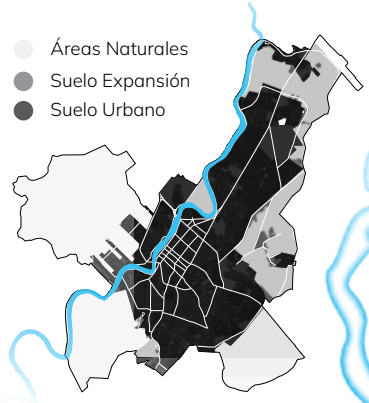
En cuanto a la seguridad alimentaria, se observa que el riesgo por inundación para esta dimensión se encuentra principalmente en las zonas rurales del área de estudio, así como en algunas zonas urbanas al norte y al oriente de la ciudad, donde todavía existen terrenos con uso agropecuario. Esto es evidente en la zona oriental de la comuna 8, junto con las comunas 11 y 12, donde las condiciones topográficas, las características del suelo y la precipitación ponen en alto riesgo la actividad agropecuaria.

Por otro lado, la zona rural dentro del área de estudio que presenta los mayores niveles de riesgo por inundación está asociada a las áreas de producción agropecuaria cercanas a los humedales periurbanos. Esto se evidencia en las veredas El Floral, Pringamosa, Los Cedros, Loma Grande, El Prado, Las Pulgas y El Cerrito.

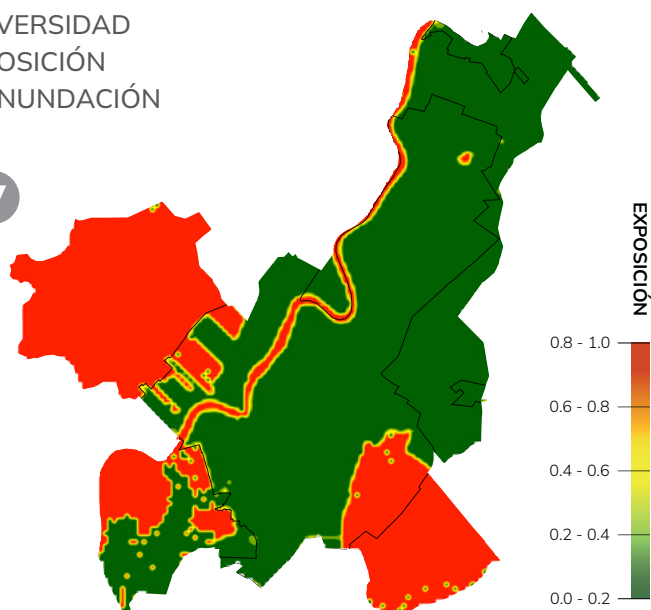
Los principales impactos en la seguridad alimentaria del municipio incluyen la pérdida de cultivos y enfermedades en los mismos debido al exceso de humedad, lo que contribuye a la escasez y al aumento de los precios de ciertos alimentos. Estos impactos ocurren con una frecuencia anual y afectan a un alto porcentaje de cultivos de berenjena, yuca, ñame, plátano, maracuyá, así como a la producción de gallinas, cerdos y vacas.

BIODIVERSIDAD Y RIESGO POR INUNDACIÓN

La biodiversidad de Montería está expuesta a inundaciones, especialmente en áreas como humedales y riberas del río Sinú, debido a la presión urbana y agrícola.

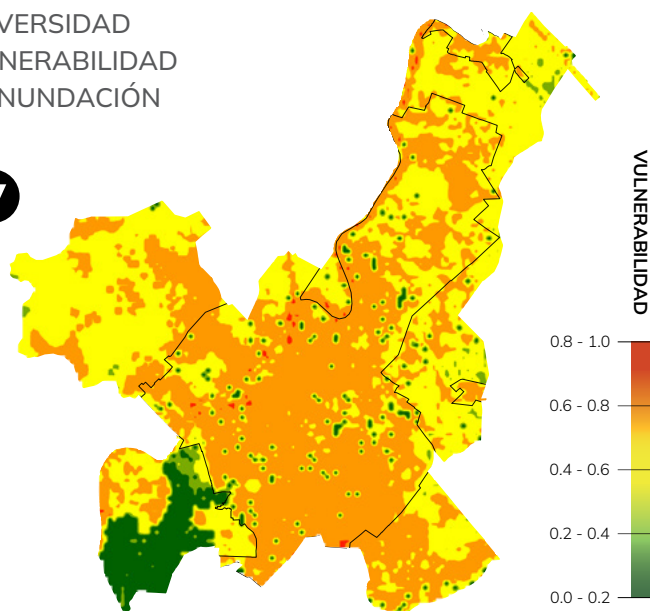


BIODIVERSIDAD Y EXPOSICIÓN A LA INUNDACIÓN



Para determinar la exposición de la biodiversidad de la ciudad al riesgo de inundación, se tuvo en cuenta el porcentaje de áreas naturales que conforman la estructura ecológica principal y las áreas protegidas, como ríos, humedales, bosques, etc. En este sentido, considerando la topografía de la ciudad, se ha identificado que gran parte de las áreas que conforman la estructura ecológica principal están expuestas al riesgo de inundación.

BIODIVERSIDAD Y VULNERABILIDAD A LA INUNDACIÓN



Los mayores rangos en la identificación de ese tipo de vulnerabilidad se encuentran junto a las áreas cercanas al río Sinú. Al mismo tiempo, el tipo de suelo y la conformación topográfica de la ciudad la hace altamente susceptible al riesgo de inundación. Hay que tener en cuenta que, en términos de biodiversidad, los humedales al sureste y noroeste se configuran como las zonas con mayor vulnerabilidad.

En la dimensión Biodiversidad, el análisis de riesgo tuvo en cuenta las áreas de importancia ecosistémica cercanas al casco urbano. Al analizar el relieve y las características del suelo en estas zonas, se pudo determinar su sensibilidad. Además, se consideró el estado de conservación de estos ecosistemas para evaluar su capacidad de adaptación a las condiciones de inundación, así como otros factores que los hacen vulnerables.

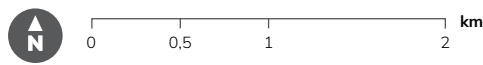
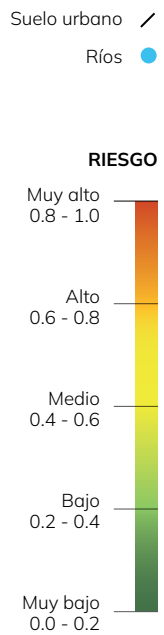
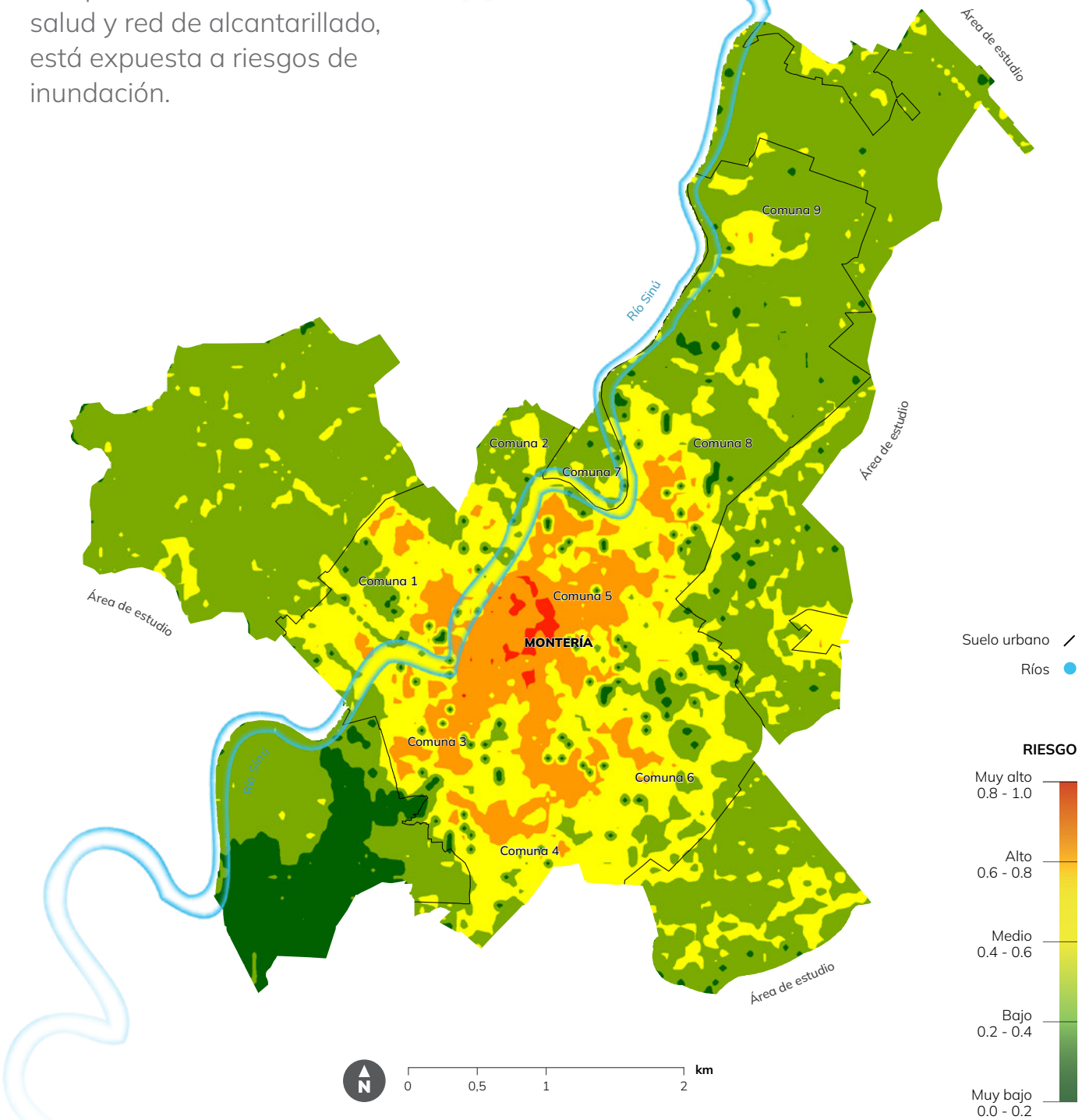
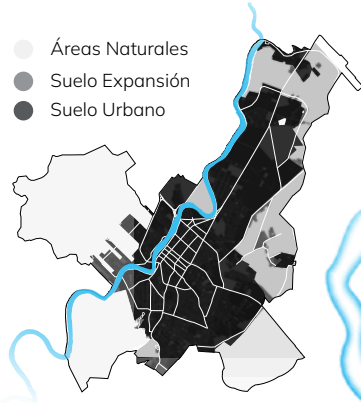
Los resultados del análisis de riesgo muestran que los ecosistemas de humedales presentan el mayor riesgo por inundación, especialmente aquellos que se encuentran dentro de la zona urbana, como el Humedal Caribe y parte del Humedal Furatena, donde se registran los mayores niveles de riesgo asociados a este tipo de ecosistemas.

Es importante destacar que, a pesar de tener un alto riesgo, estos ecosistemas poseen características que les permiten gestionar adecuadamente el flujo de agua y retenerla durante períodos prolongados, lo que ayuda a evitar inundaciones en las zonas urbanas adyacentes. Sin embargo, la presión generada por los asentamientos urbanos sobre estos ecosistemas, como se observa en los Humedales Caribe y Furatena, reduce significativamente su capacidad de retención de agua, lo que puede resultar en mayores impactos asociados a los eventos de inundación. Además de estos conflictos de uso del suelo, también se debe considerar la presión ejercida por la actividad agropecuaria, la cual debe llevarse a cabo mediante prácticas sostenibles para evitar una mayor degradación de estos ecosistemas.

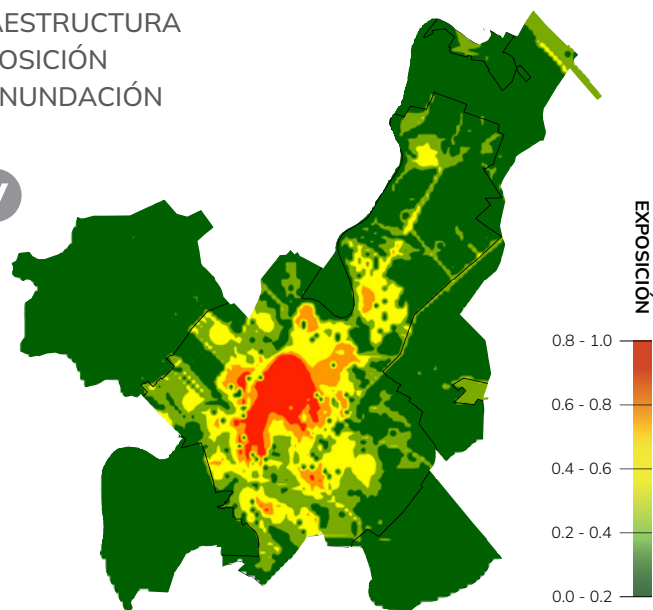
Por otra parte, el río Sinú a lo largo de su recorrido dentro de la ciudad de Montería presenta niveles altos y muy altos de riesgo por inundación, debido a las posibles crecidas repentinas que pueden ocurrir y al impacto que esto puede tener en las áreas ribereñas del río. En relación a este ecosistema, el factor determinante es el manejo adecuado de la represa de Urrá, la cual controla el caudal del río y debe ser monitoreada constantemente durante eventos de lluvias intensas para evitar crecidas y sus posibles impactos.

INFRAESTRUCTURA Y RIESGO POR INUNDACIÓN

La infraestructura de Montería, incluyendo carreteras, aeropuertos, instalaciones de salud y red de alcantarillado, está expuesta a riesgos de inundación.



INFRAESTRUCTURA Y EXPOSICIÓN A LA INUNDACIÓN



Para determinar la exposición de la infraestructura de Montería al riesgo de inundaciones, se consideraron indicadores asociados a la infraestructura de transporte, salud y servicios públicos. El centro de Montería concentra la mayor parte de la infraestructura de la ciudad y, al mismo tiempo, es la región más expuesta a los riesgos de inundación, especialmente en las áreas cercanas al río Sinú.

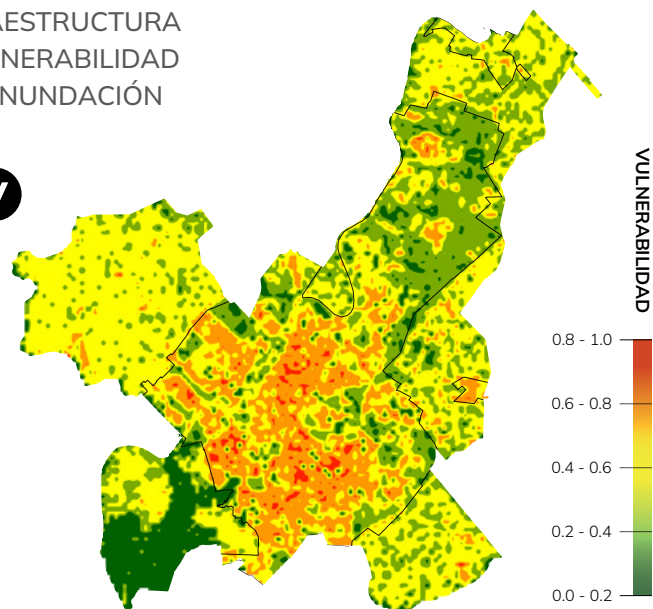
El análisis de riesgo para la infraestructura incluye la densidad de vías, centros de salud, el aeropuerto y las redes de alcantarillado. Esta se concentra con mayor densidad en el centro de la ciudad, donde se ha desarrollado más la urbanización y donde hay escasez de zonas verdes que puedan favorecer la infiltración de la escorrentía.

Dentro de la comuna 5, la zona comprendida entre las calles 22 y 35 y entre la carrera 4ta y la Avenida Circunvalar es la que presenta el mayor riesgo por inundación debido a la impermeabilidad y a la baja capacidad de la infraestructura para evacuar la escorrentía. En esta zona, el colector central es el que enfrenta mayor presión para evacuar el agua y evitar que se produzcan encharcamientos en las vías.

El canal de La Granja también desempeña un papel importante en el manejo de la escorrentía en el sur de la ciudad. Aunque tiene un nivel de riesgo menor que la zona central, este canal es fundamental para el drenaje de las comunas 3 y 4, donde también hay una presencia significativa de vías y redes de alcantarillado.

Para reducir los impactos de las inundaciones por encharcamiento en la infraestructura de estas zonas de la ciudad, es necesario mejorar la capacidad de estos canales y aumentar la permeabilidad del suelo para evitar desbordamientos.

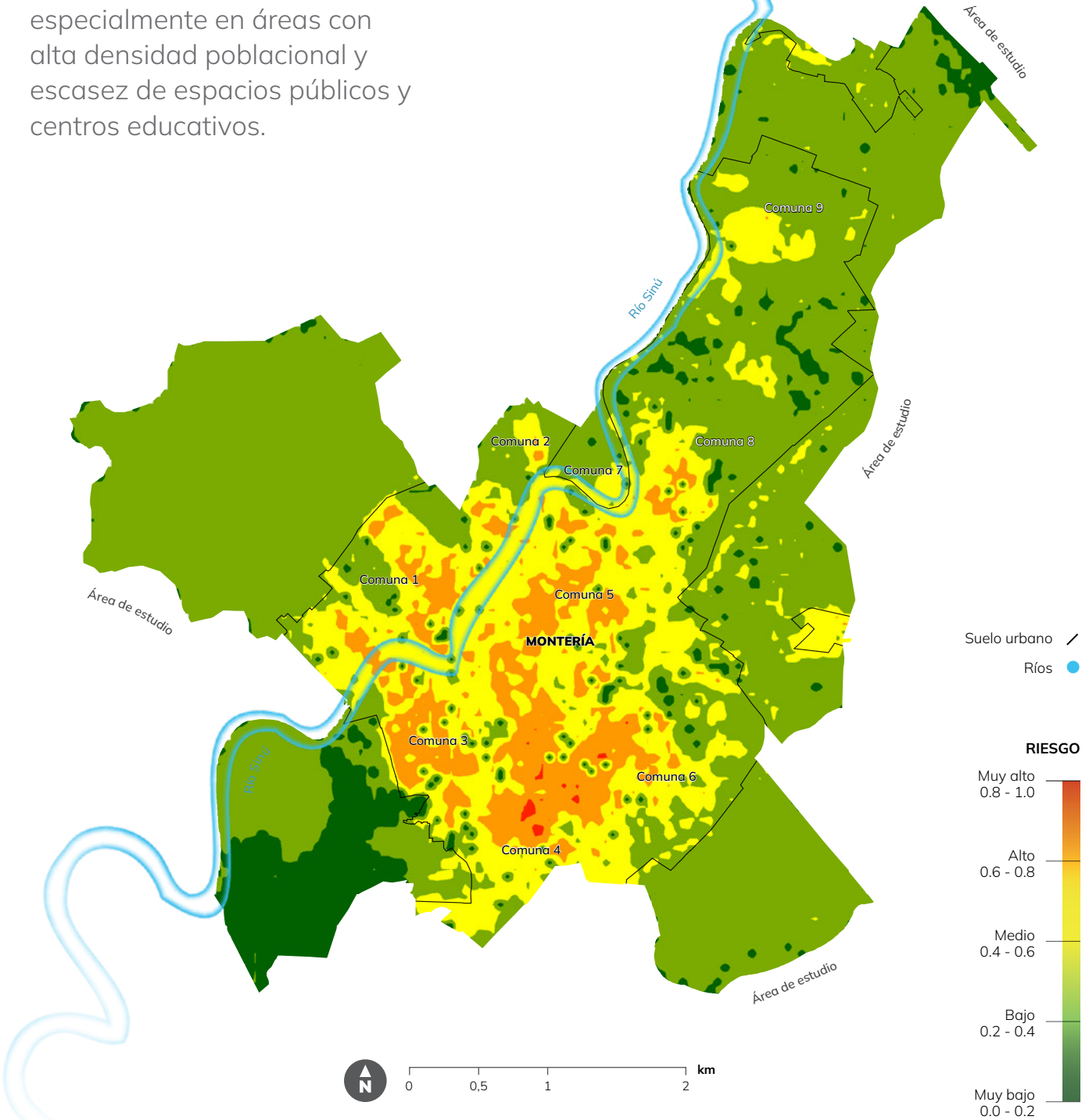
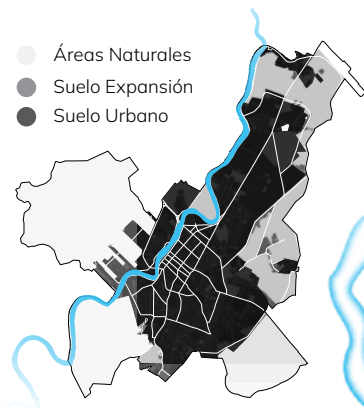
INFRAESTRUCTURA Y VULNERABILIDAD A LA INUNDACIÓN



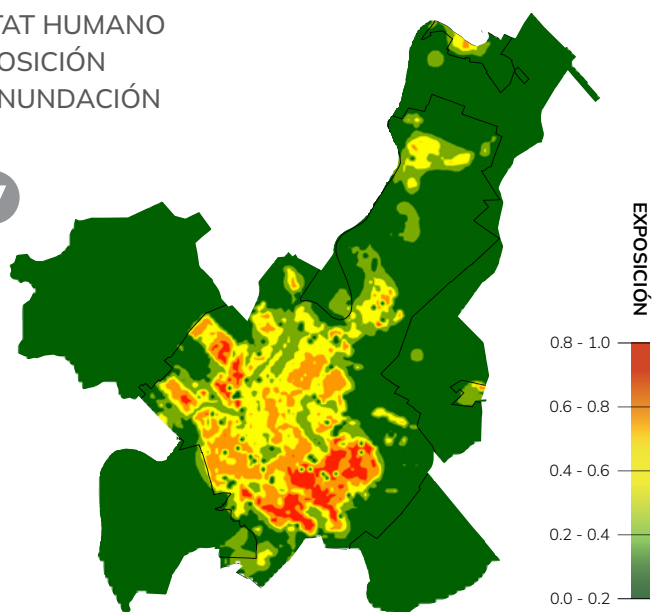
Para el modelamiento de este indicador, se tuvieron en cuenta las zonas antropizadas, la conformación del terreno y las áreas vegetadas. Naturalmente, se puede observar que el casco urbano presenta malos índices, ya que es el enfoque principal del análisis. Las áreas cóncavas, que son susceptibles al acúmulo de agua de lluvia, presentan los grados más altos de vulnerabilidad.

HÁBITAT HUMANO Y RIESGO POR INUNDACIÓN

La dimensión Hábitat Humano en Montería está expuesta a riesgos de inundación, especialmente en áreas con alta densidad poblacional y escasez de espacios públicos y centros educativos.



HÁBITAT HUMANO Y EXPOSICIÓN A LA INUNDACIÓN



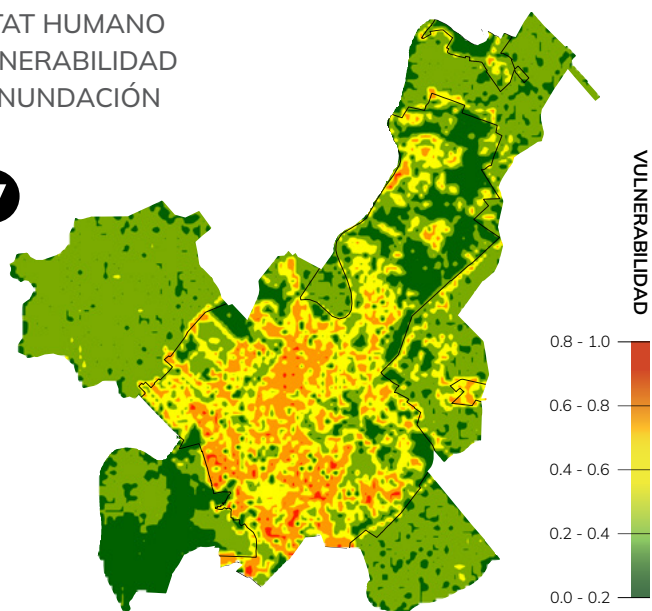
La exposición de esta dimensión al riesgo de inundación se modeló mediante el análisis de la infraestructura asociada a centros educativos y culturales, así como áreas de recreación como plazas y parques, y la densidad habitacional. Con base en estos indicadores, se observa que las zonas más expuestas se concentran en el centro y sur de la ciudad.

El riesgo de inundaciones para la dimensión Hábitat Humano se presenta en todo el casco urbano, excepto en la zona norte. Las inundaciones tienen un impacto en el espacio público, las viviendas de bajos recursos y los asentamientos informales.

Las comunas 3, 4 y 6, ubicadas al sur de la ciudad, son las que pueden verse más afectadas por las inundaciones asociadas a encharcamientos. Dentro de estas comunas, los barrios Primero de Mayo, Robinson Pitalua, La Pradera y Mogamgo son algunos de los que presentan niveles de riesgo muy altos, por lo que es necesario priorizar mejoras en la infraestructura de drenaje sostenible y aumentar las zonas verdes en estas áreas.

Otros barrios, como Villa Caribe, La Ribera, Villa Jiménez y Sucre, fueron identificados en los talleres participativos y el análisis de riesgo muestra que presentan niveles de riesgo medio y alto. Por lo tanto, es importante considerarlos en las medidas de reducción y manejo del riesgo.

HÁBITAT HUMANO Y VULNERABILIDAD A LA INUNDACIÓN



La conformación topográfica de Montería mantiene la zona urbana con un alto grado de susceptibilidad al riesgo de inundación, y las áreas de mayor vulnerabilidad socioeconómica son las que presentan los peores índices. Es importante destacar que gran parte del casco urbano se identifica como vulnerable, y la vegetación intraurbana desempeña un papel importante en ese sentido.



Riesgo por

MOVIMIENTOS DE REMOCIÓN EN MASA

También conocidos como deslizamientos o derrumbes, se refieren al desplazamiento de suelo, tierra y/o rocas debido a la fuerza de la gravedad. Estos movimientos pueden ocurrir tanto por factores naturales, como la geología, hidrología o sismicidad del suelo, como por intervenciones humanas que alteran la estabilidad del terreno. Algunos tipos de movimientos de remoción en masa incluyen desprendimientos, volcamientos, deslizamientos, reptaciones y flujos⁴.

AMENAZA POR MOVIMIENTOS DE REMOCIÓN EN MASA

La amenaza por movimientos de remoción en masa se caracteriza mediante la distribución de la precipitación total anual y los registros históricos de deslizamientos y caídas

de material rocoso. En Montería, la amenaza está asociada a la zona del Cerro al suroccidente de la ciudad, donde se encuentra el Distrito de Conservación de Suelos Sierra Chiquita. En esta zona con relieve pronunciado se han registrado deslizamientos puntuales relacionados con niveles significativos de precipitación, lo que aumenta la amenaza en la zona del Cerro cerca del casco urbano.

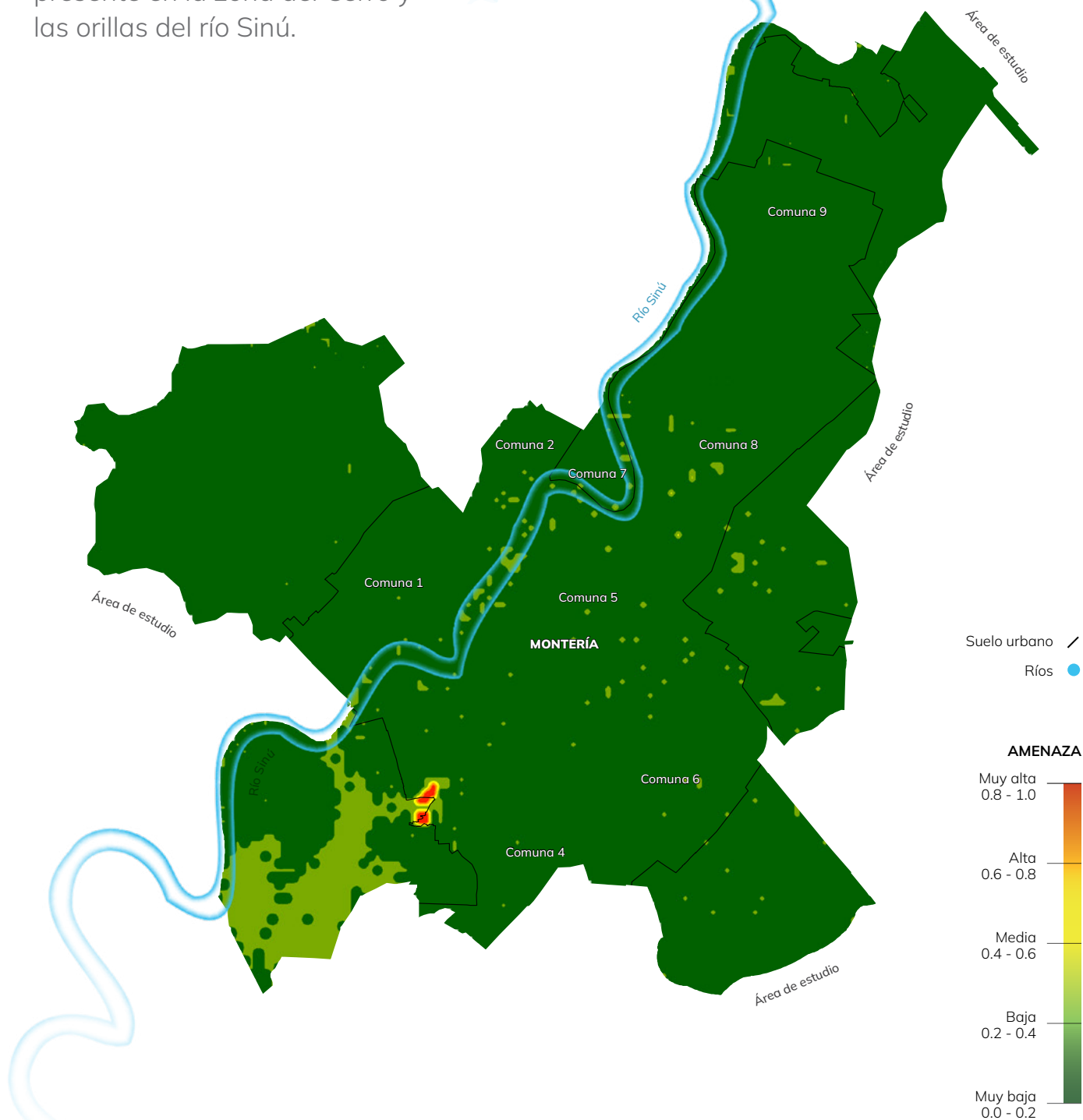
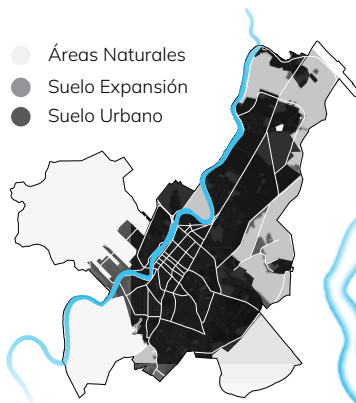
Para el resto del área de estudio, la amenaza por movimientos de remoción se relaciona con la erosión y el desprendimiento de material en las orillas del río Sinú.

4. UNGRD. (2020). Riesgo por movimientos en masa en Colombia. Portal Gestión del Riesgo. <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Noticias/2020/Riesgo-por-movimientos-en-masa-en-Colombia.aspx>



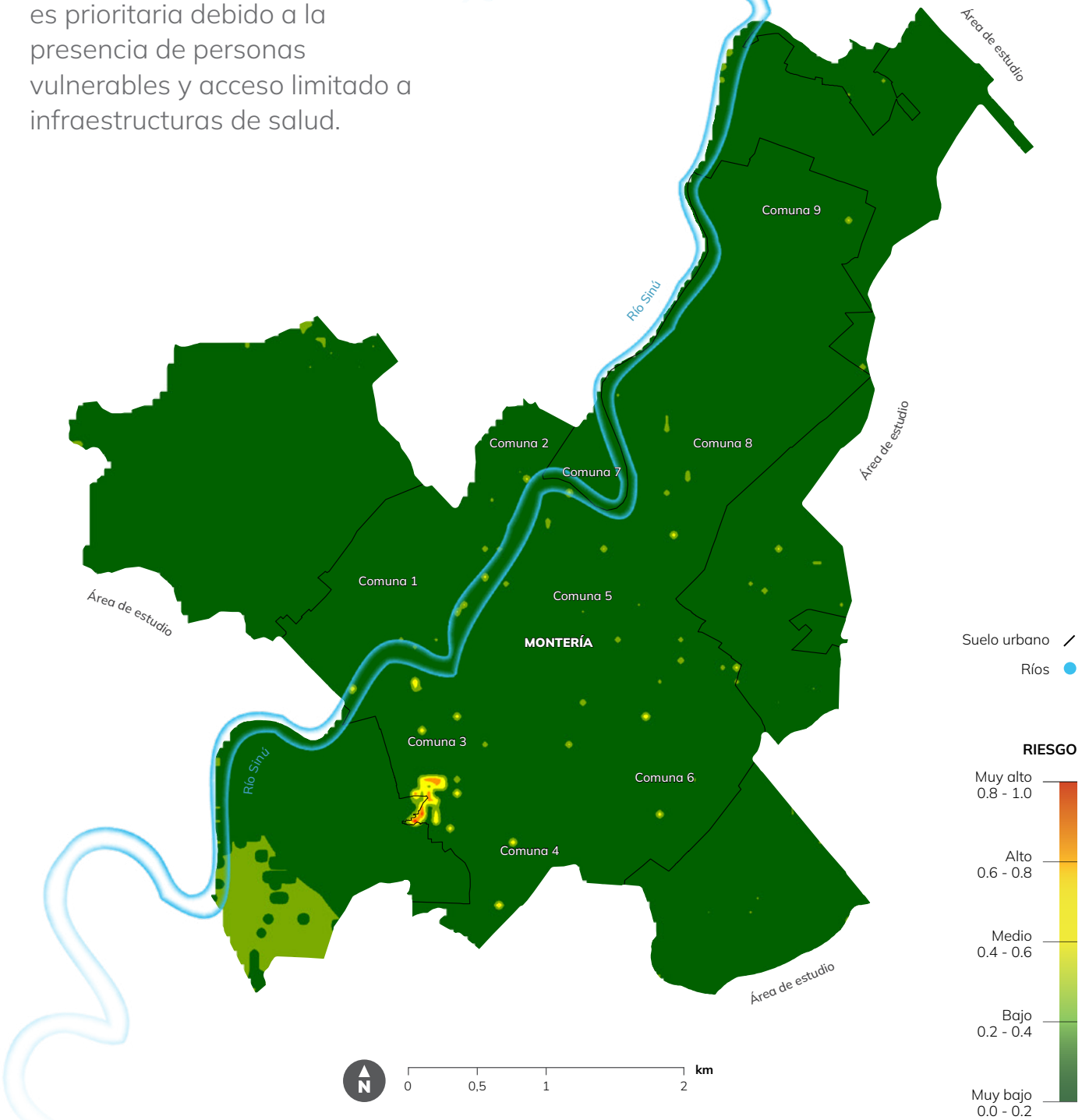
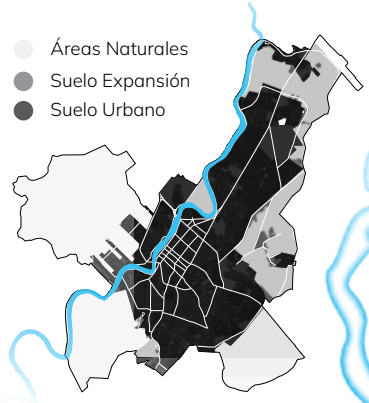
Los movimientos de remoción en masa, como deslizamientos y derrumbes, pueden ocurrir por factores naturales y humanos. En Montería, la amenaza está presente en la zona del Cerro y las orillas del río Sinú.

- Áreas Naturales
- Suelo Expansión
- Suelo Urbano

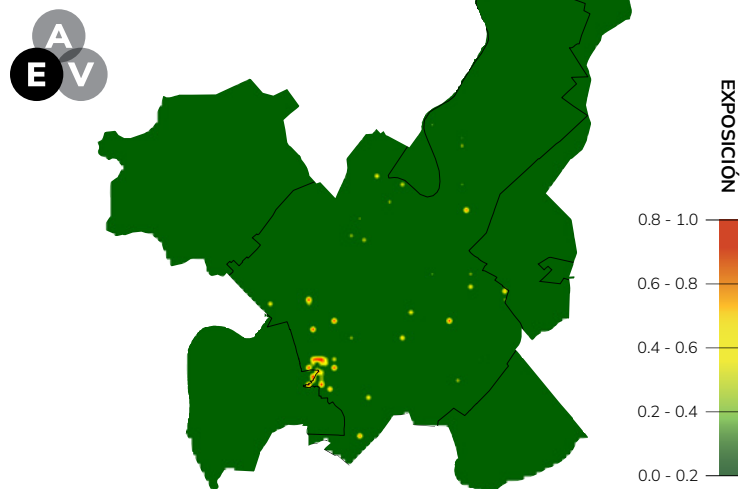


SALUD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS DE REMOCIÓN EN MASA

La zona sur de la ciudad es prioritaria debido a la presencia de personas vulnerables y acceso limitado a infraestructuras de salud.

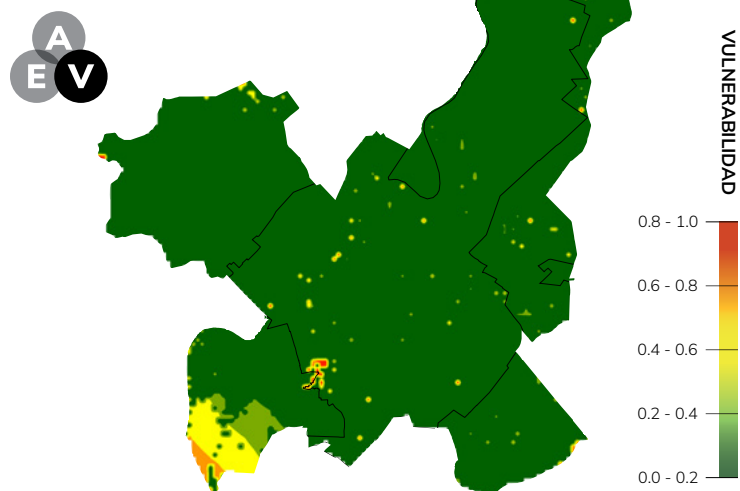


SALUD Y EXPOSICIÓN POR MOVIMIENTOS DE REMOCIÓN EN MASA



En esta dimensión, la ciudad fue mayoritariamente clasificada como de exposición muy baja. Sin embargo, se identificaron algunas áreas dispersas en el centro urbano que están más expuestas a este riesgo, lo que requiere una atención más cuidadosa por parte de las autoridades públicas para prevenir posibles desastres.

SALUD Y VULNERABILIDAD POR MOVIMIENTOS DE REMOCIÓN EN MASA



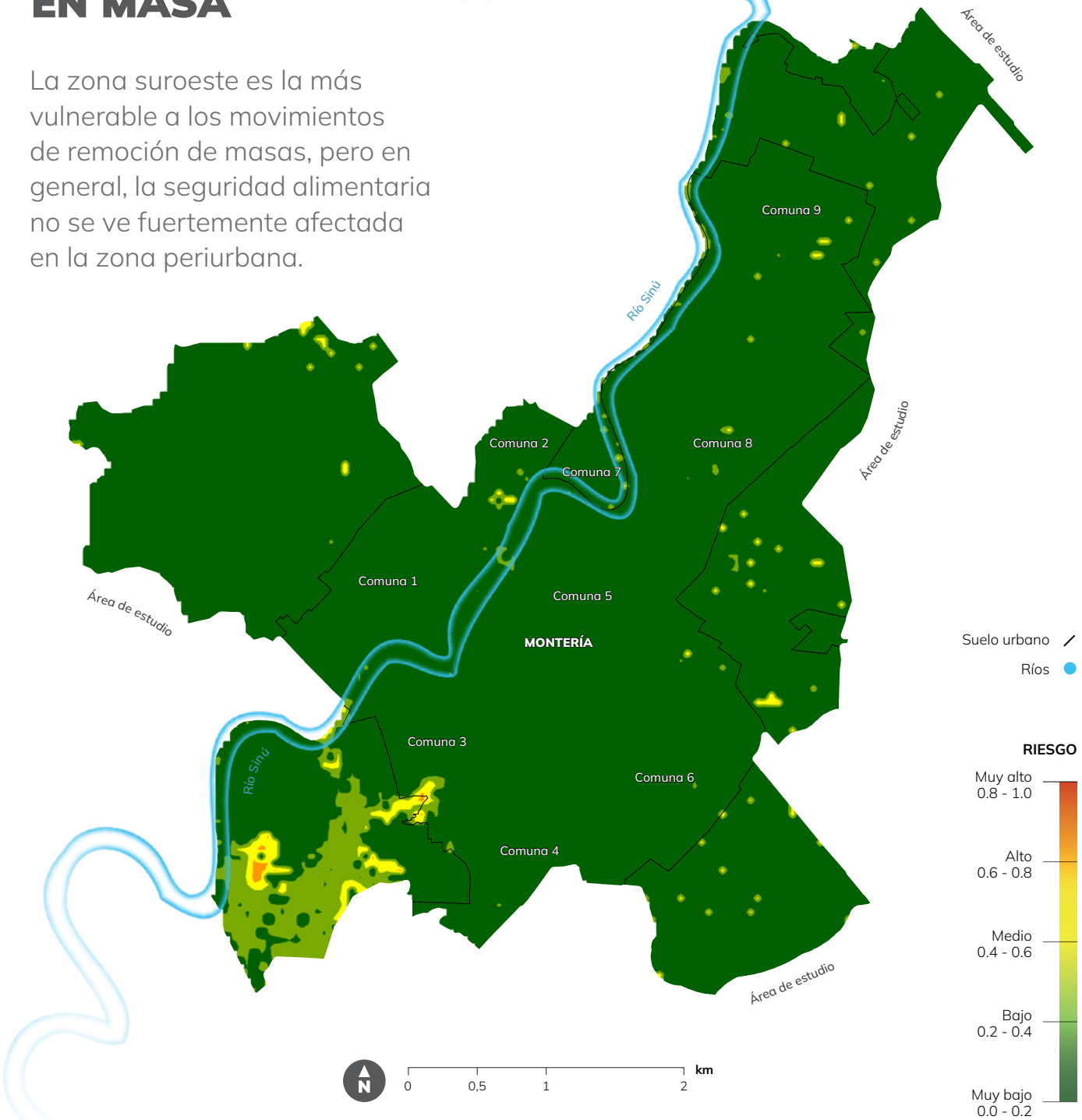
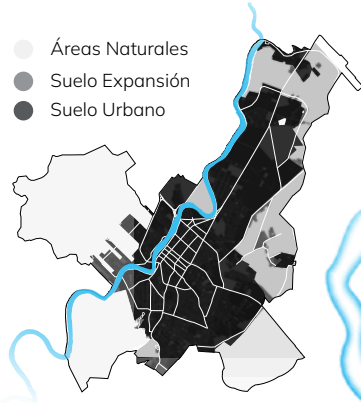
Nuevamente se destaca la importancia de priorizar la zona al sur de Montería en relación con el riesgo de movimientos de remoción en masa en el mapeo de la vulnerabilidad en la dimensión Salud de la población. En esta área se encuentran personas en etapas sensibles (niños y/o ancianos) y en situación de vulnerabilidad socioeconómica con un acceso limitado a infraestructuras de salud.

Los deslizamientos que se han producido en El Cerro, al sur de la ciudad, no han provocado pérdidas humanas ni heridos. Sin embargo, la población asentada en los barrios Policarpa, Pastrana Borrero, Alfonso López y Las Colinas es la que tiene mayores niveles de riesgo. Esto se debe a las condiciones geomorfológicas de la zona, las características de la precipitación que pueden propiciar eventos de deslizamiento y la vulnerabilidad adicional de las personas que viven en la zona debido a sus condiciones socioeconómicas y demográficas.

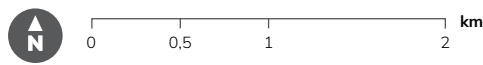
La población que se ha asentado en las laderas de El Cerro debería ser reubicada preferentemente para evitar posibles pérdidas humanas debido a los movimientos de remoción en masa que ocurren principalmente en esta zona de la ciudad. Es necesario implementar medidas que contribuyan a la estabilización de los taludes mediante infraestructura verde y gris para preservar la vida y la salud de las personas que viven allí, teniendo en cuenta que es difícil reducir la sensibilidad de estas comunidades en términos de servicios de salud y condiciones socioeconómicas.

SEGURIDAD ALIMENTARIA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS DE REMOCIÓN EN MASA

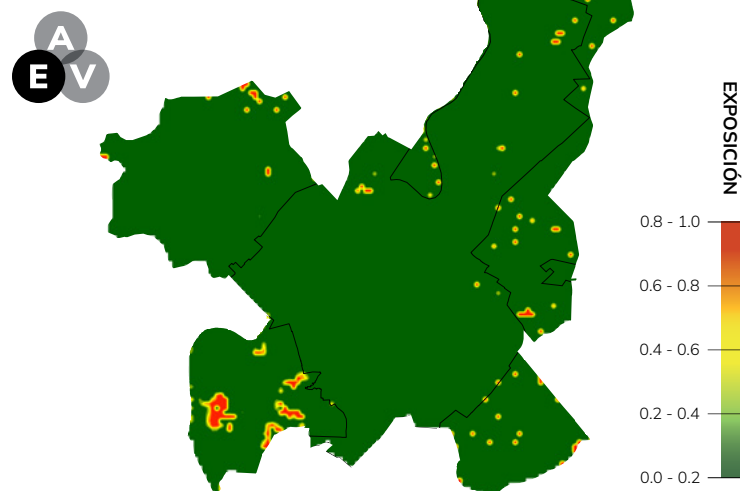
La zona suroeste es la más vulnerable a los movimientos de remoción de masas, pero en general, la seguridad alimentaria no se ve fuertemente afectada en la zona periurbana.



ANÁLISIS DE RIESGO Y VULNERABILIDAD CLIMÁTICA CON ENFOQUE ECOSISTÉMICO



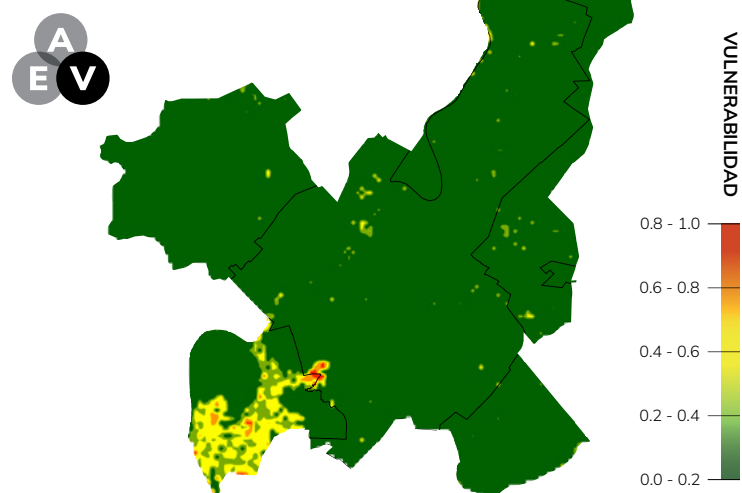
SEGURIDAD ALIMENTARIA Y EXPOSICIÓN POR MOVIMIENTOS DE REMOCIÓN EN MASA



La dimensión Seguridad Alimentaria no se ve fuertemente impactada por los movimientos de remoción en masa en la zona periurbana de Montería. Debido a que el relieve es predominantemente plano en casi toda la región, solo algunas parcelas destinadas al uso agropecuario presentan algún nivel de riesgo. Las parcelas más grandes ubicadas en Sierra Chiquita, en las veredas de Los Cedros y El Prado, alcanzan niveles de riesgo alto. Otras parcelas dispersas ubicadas en las veredas de Los Piojos y Los Pericos, al oriente, y en El Floral, al occidente de la ciudad, presentan niveles de riesgo medio.

Para determinar la exposición en la dimensión de Seguridad Alimentaria, se utilizó como indicador el porcentaje de área con cultivos en taludes o zonas de alta pendiente. Es importante destacar que las principales áreas con exposición muy alta se encuentran al sur de la ciudad.

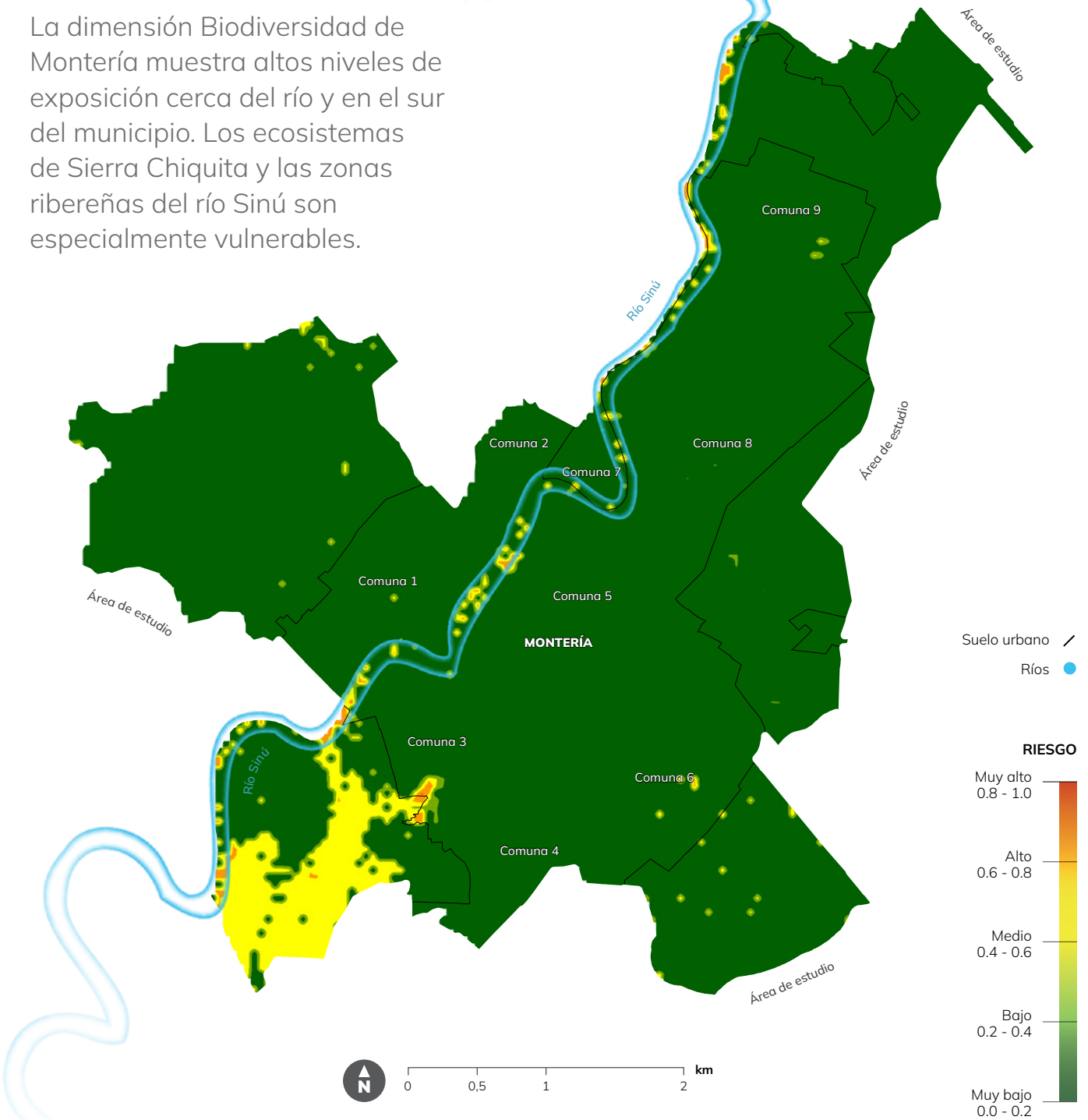
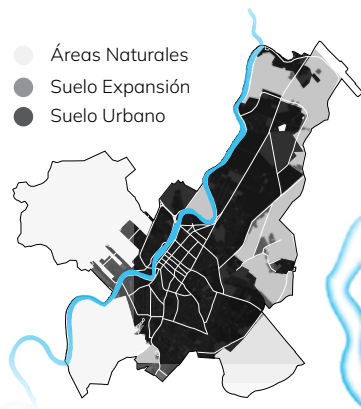
SEGURIDAD ALIMENTARIA Y VULNERABILIDAD POR MOVIMIENTOS DE REMOCIÓN EN MASA



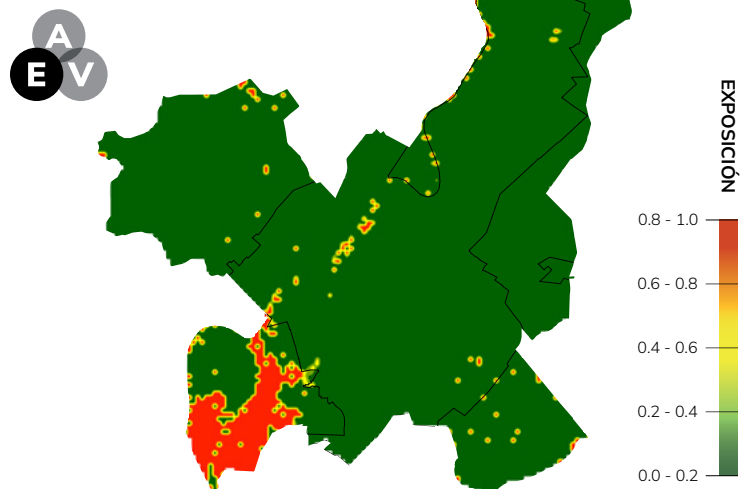
La zona natural en el extremo suroeste sigue siendo la que presenta los mayores índices de vulnerabilidad ante el riesgo de movimientos de remoción en masa, debido a los factores físico-morfológicos propicios a la susceptibilidad. En esta área se encuentran algunas producciones agrícolas, pastizales y propiedades rurales.

BIODIVERSIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS DE REMOCIÓN EN MASA

La dimensión Biodiversidad de Montería muestra altos niveles de exposición cerca del río y en el sur del municipio. Los ecosistemas de Sierra Chiquita y las zonas ribereñas del río Sinú son especialmente vulnerables.

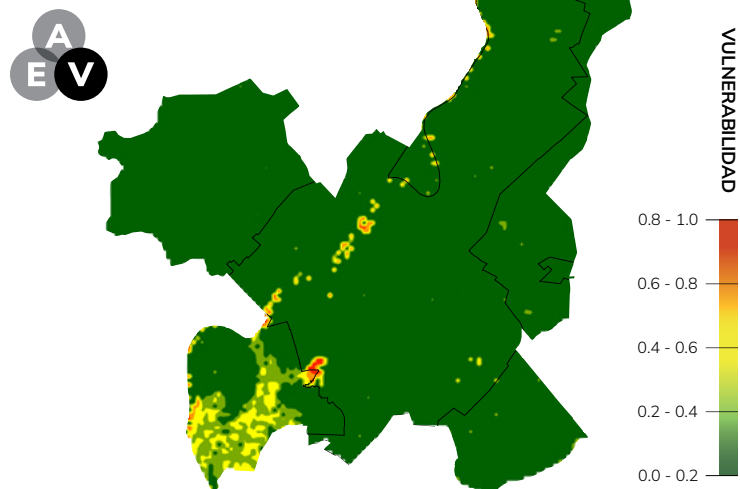


BIODIVERSIDAD Y EXPOSICIÓN POR MOVIMIENTOS DE REMOCIÓN EN MASA



Para determinar el nivel de exposición en la dimensión Biodiversidad, se utilizó como indicador el porcentaje de áreas protegidas (elementos de la EEP) en taludes o zonas de alta pendiente. Los mayores rangos en la identificación de este tipo de exposición se encuentran junto a las áreas cercanas al río que atraviesa Montería. Sin embargo, es en el sur del municipio donde se encuentran las zonas con mayores niveles de exposición.

BIODIVERSIDAD Y VULNERABILIDAD POR MOVIMIENTOS DE REMOCIÓN EN MASA



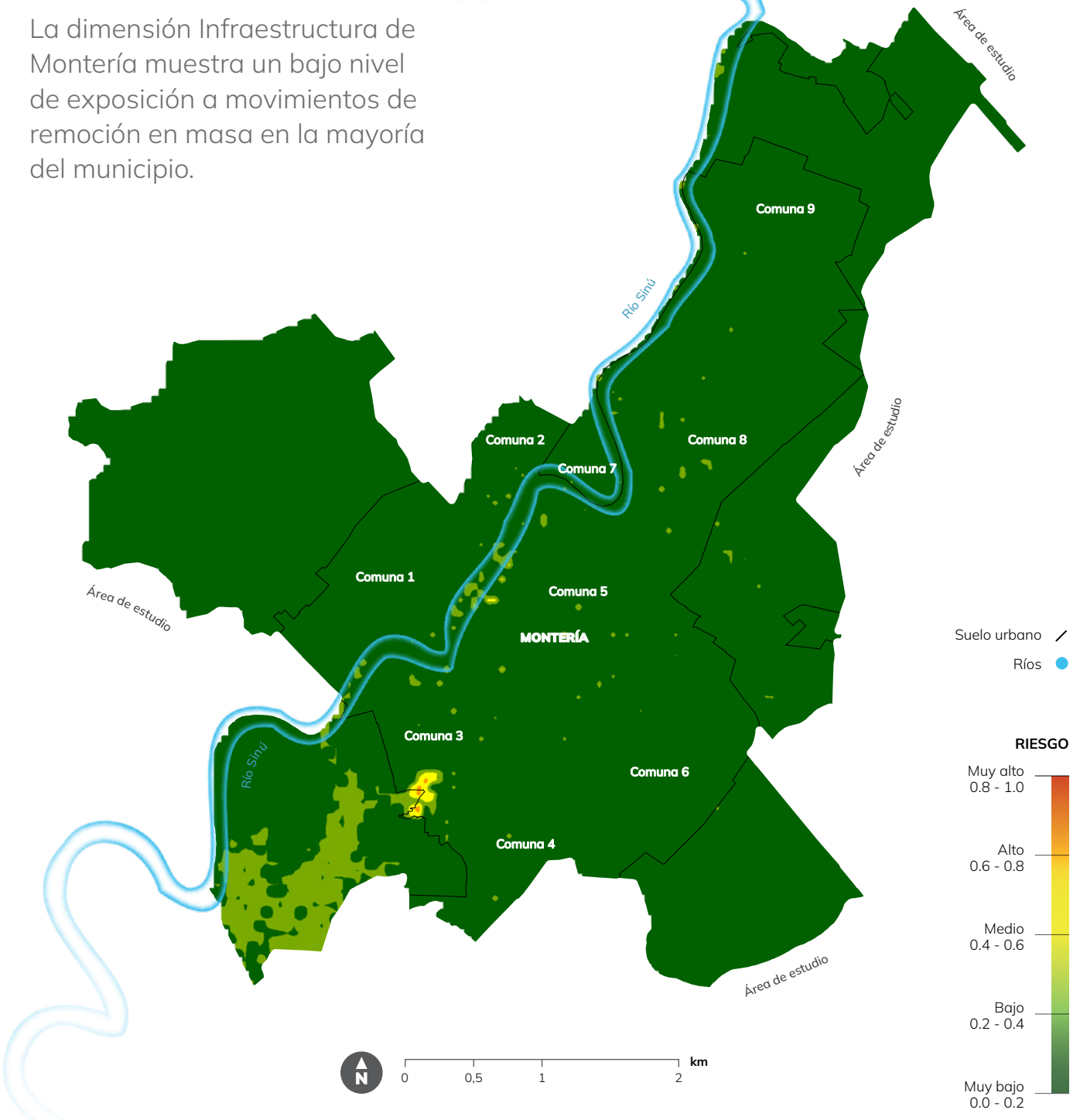
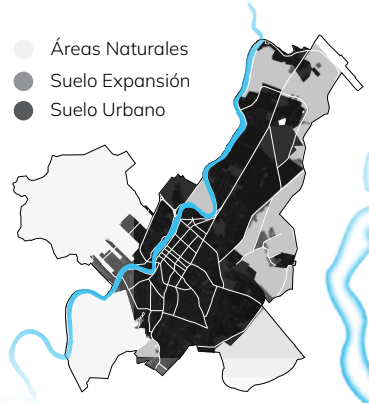
Las características físicas del territorio se utilizaron como indicadores para modelar la sensibilidad al riesgo de movimientos de remoción en masa, y la capacidad de respuesta se estimó a partir de las coberturas naturales. Se observa un alto grado de vulnerabilidad al sur de la ciudad así como en algunas zonas cercanas al río Sinú.

En la zona periurbana de Montería, la biodiversidad que presenta riesgos por movimientos de remoción en masa se encuentra en los ecosistemas de Sierra Chiquita. En esta zona, existen agroecosistemas ganaderos, mosaicos de pastizales, cultivos y áreas naturales con vegetación secundaria. En general, el paisaje ha sufrido cierta transformación debido a su proximidad a la zona urbana, lo que lo hace más vulnerable a la degradación de sus coberturas y a los movimientos de remoción en masa.

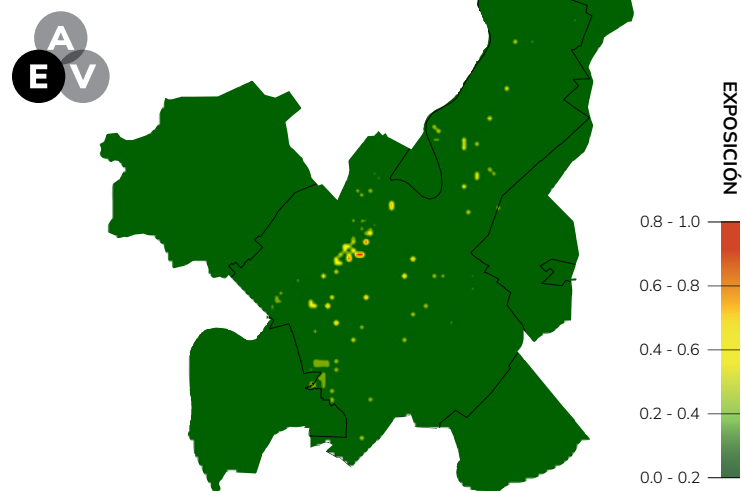
Por otro lado, el río Sinú también atraviesa zonas de riesgo a lo largo de su paso por la zona urbana de la ciudad. La erosión de sus márgenes y los movimientos de remoción en masa generan niveles medios y altos de riesgo que pueden afectar tanto a la flora como a la fauna presentes en las riberas del río. Estas zonas de riesgo se encuentran cerca de la urbanización La Navarra y el sector Campano, ubicados al suroccidente. Hacia el centro de la ciudad, las zonas del río con mayor riesgo se encuentran cerca de los barrios Villa Nueva, La Esmeralda, Minuto de Dios, El Centro, La Alboraya y El Bongo, entre otros. Al norte de la ciudad, el río presenta riesgo cerca de los barrios 20 de Julio, Paz del Norte y Villa Sinú, así como en las veredas La Ceiba y Garzones.

INFRAESTRUCTURA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS DE REMOCIÓN EN MASA

La dimensión Infraestructura de Montería muestra un bajo nivel de exposición a movimientos de remoción en masa en la mayoría del municipio.



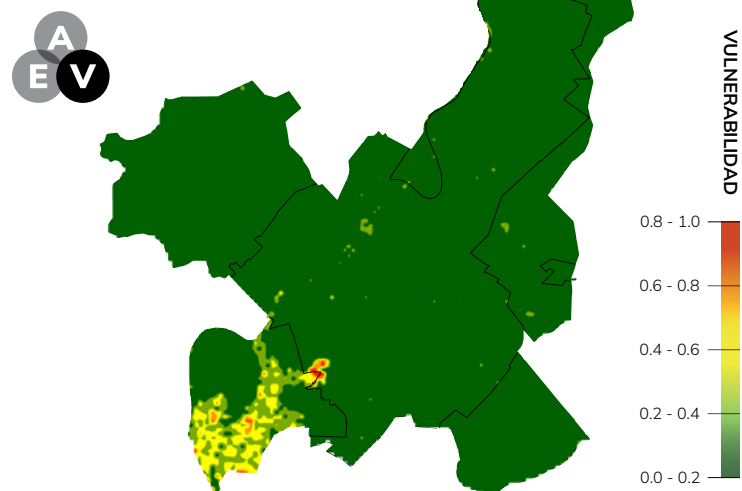
INFRAESTRUCTURA Y EXPOSICIÓN POR MOVIMIENTOS DE REMOCIÓN EN MASA



En cuanto a la dimensión Infraestructura, los movimientos de remoción en masa solo representan un riesgo para las zonas urbanizadas de El Cerro, al sur de la ciudad. Estos deslizamientos han afectado a los barrios Las Colinas, Alfonso López y Policarpa, por lo tanto, la infraestructura presente en estos barrios, así como la que se ha desarrollado fuera del área urbana, presenta los mayores niveles de riesgo en toda la ciudad.

Al analizar el porcentaje de área con infraestructura en taludes o zonas de alta pendiente (infraestructura asociada a vías, acueducto y alcantarillado, energía), se constató un bajo nivel de exposición a movimientos de remoción en masa en la dimensión Infraestructura en casi todo el municipio. Sin embargo, se identificaron algunos puntos en el centro urbano con un nivel de exposición más alto.

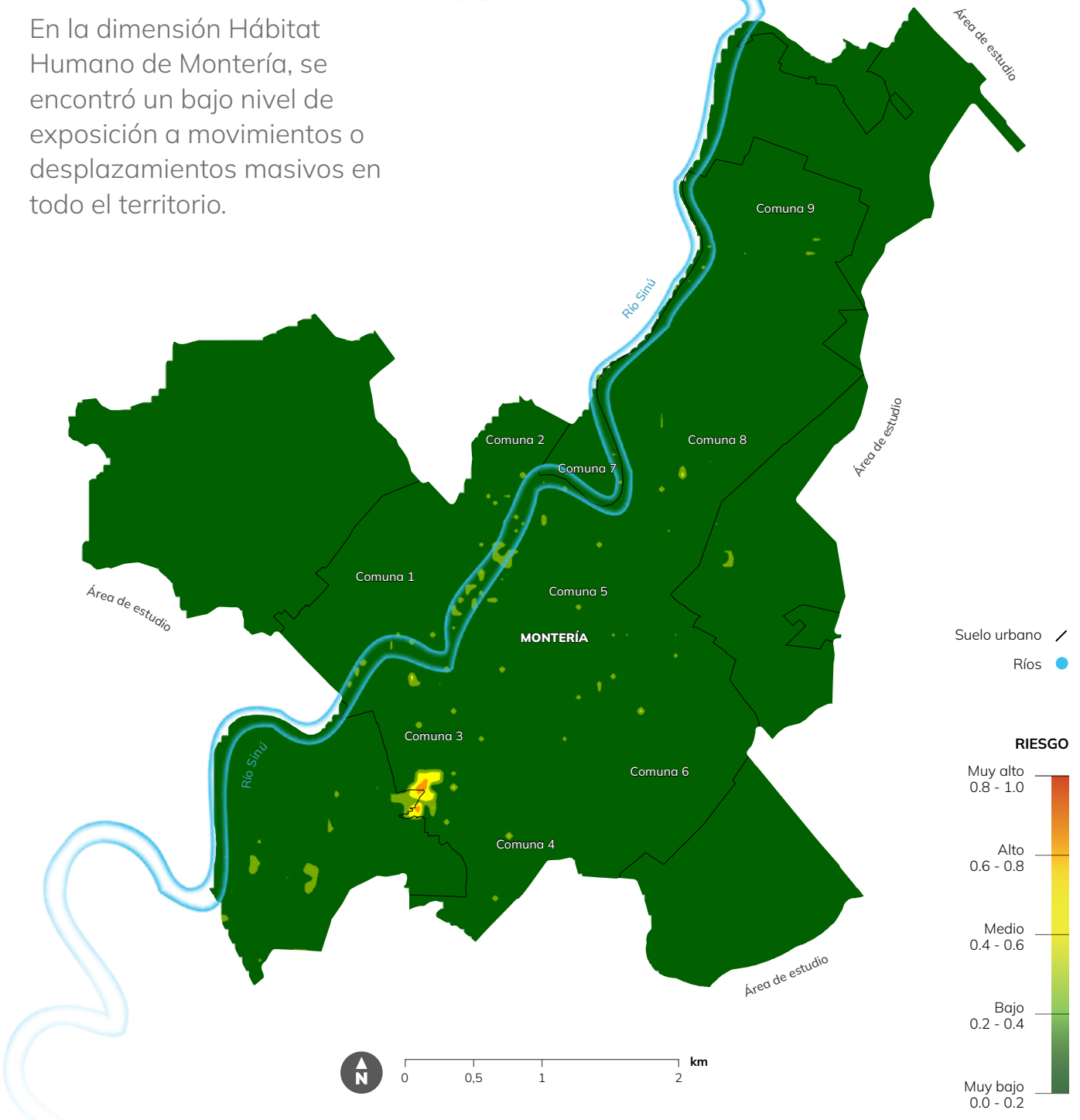
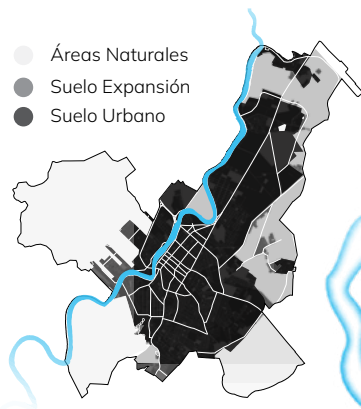
INFRAESTRUCTURA Y VULNERABILIDAD POR MOVIMIENTOS DE REMOCIÓN EN MASA



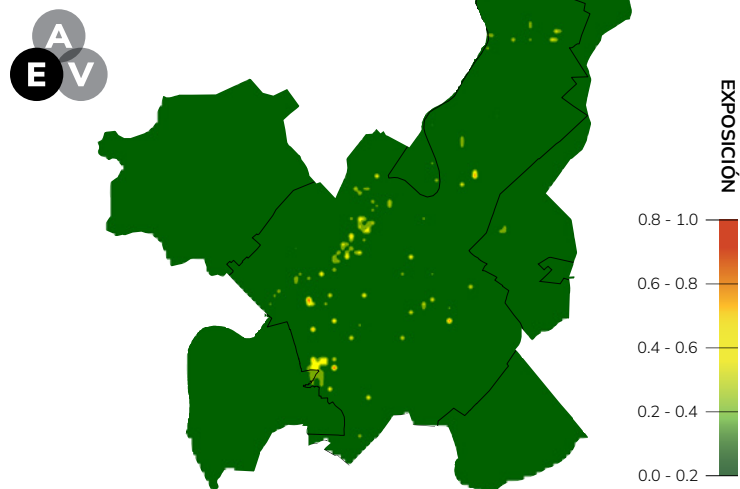
Al igual que en el modelamiento anterior, se puede observar que la zona urbana en pendientes es la única con un alto grado de vulnerabilidad. La indicación en la zona vegetada está relacionada con características naturales de Montería y no guarda una relación directa con la infraestructura.

HÁBITAT HUMANO Y RIESGO POR MOVIMIENTOS DE REMOCIÓN EN MASA

En la dimensión Hábitat Humano de Montería, se encontró un bajo nivel de exposición a movimientos o desplazamientos masivos en todo el territorio.



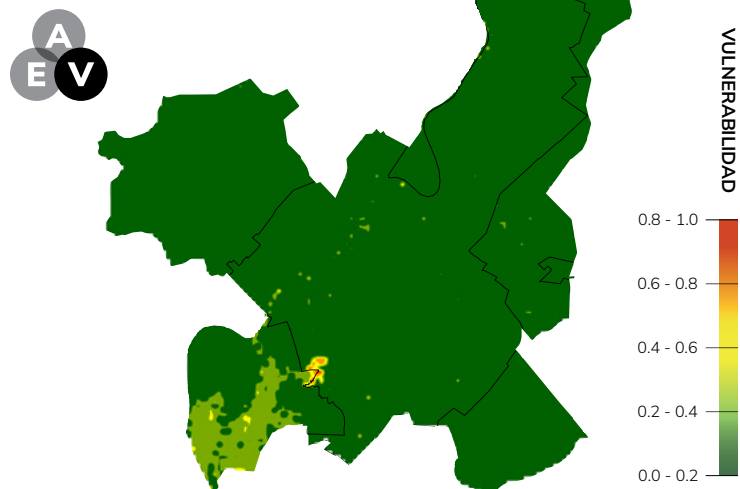
HÁBITAT HUMANO Y EXPOSICIÓN POR MOVIMIENTOS DE REMOCIÓN EN MASA



Con relación al riesgo por movimientos de remoción en masa, algunas viviendas y espacios públicos se encuentran expuestos en El Cerro y en las márgenes del río Sinú. Sin embargo, al igual que en la dimensión Infraestructura, los barrios Las Colinas, Alfonso López y Policarpa son los que poseen un mayor riesgo debido a su vulnerabilidad socioeconómica y a las características geofísicas del lugar. Además, históricamente se han producido deslizamientos que han afectado principalmente a los asentamientos informales que han establecido sus viviendas en condiciones precarias, en áreas con pendientes pronunciadas y donde la vegetación natural ha sido degradada.

En la dimensión Hábitat Humano, se utilizó la densidad de población como indicador clave en las zonas más susceptibles de sufrir movimientos o desplazamientos masivos. El resultado identificó niveles muy bajos o bajos de exposición para esta dimensión en todo el territorio.

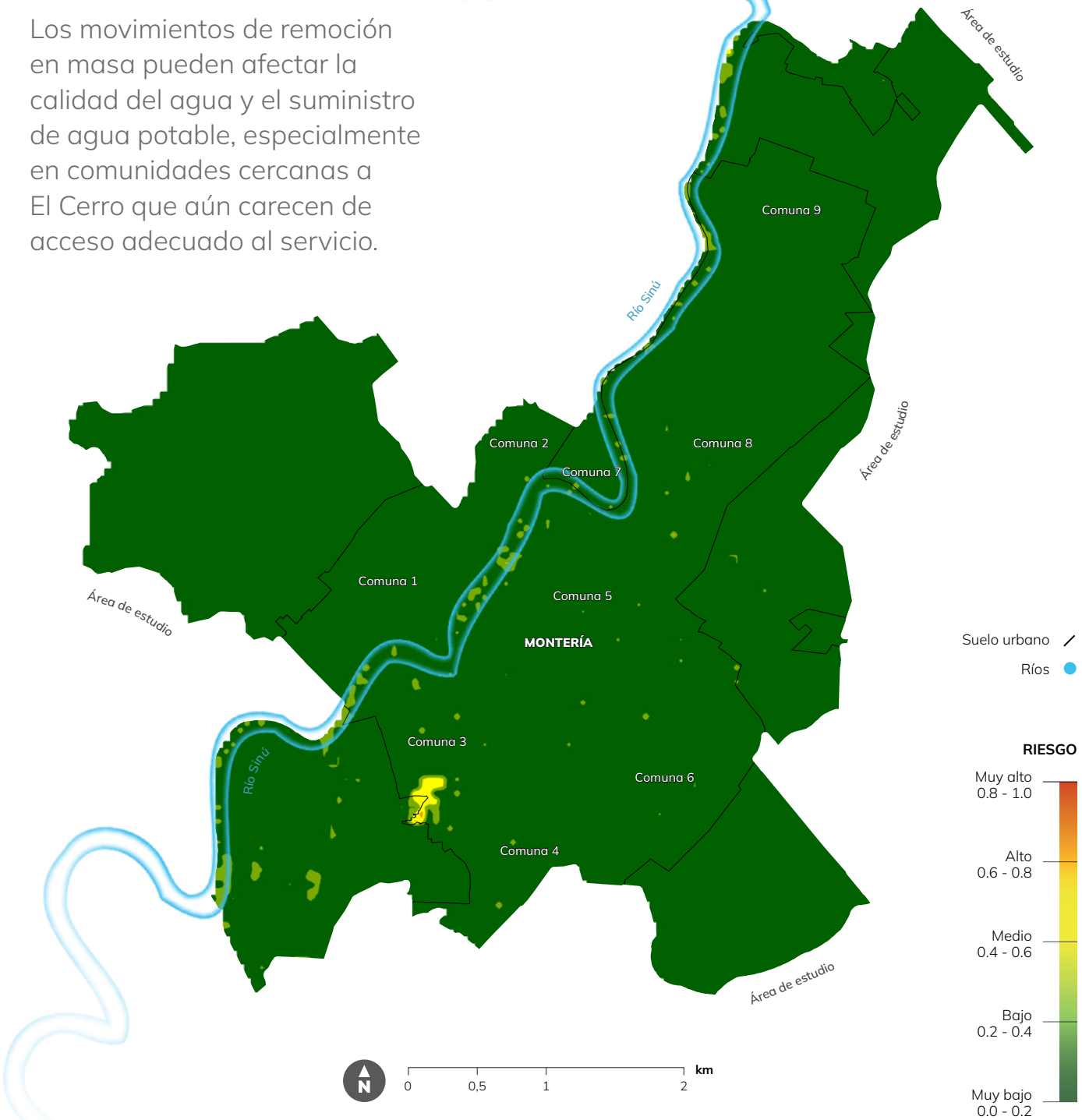
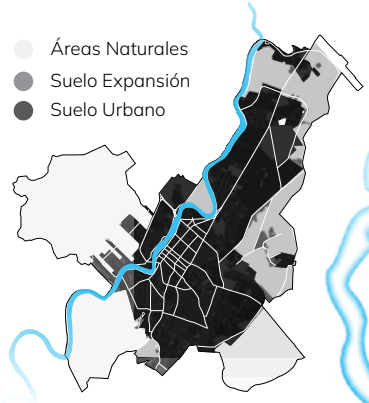
HÁBITAT HUMANO Y VULNERABILIDAD POR MOVIMIENTOS DE REMOCIÓN EN MASA



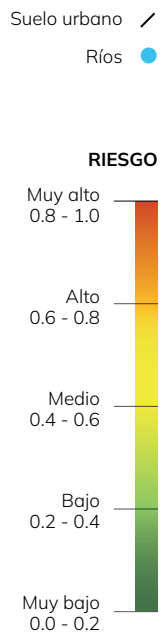
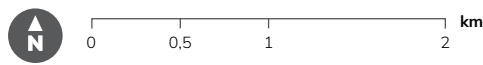
El modelo indica que solo hay una pequeña zona al sur del casco urbano que es vulnerable, ya que en Montería no hay urbanización cercana o en pendientes que presente un alto índice de vulnerabilidad. Para este aspecto, esa área es importante para la priorización, ya que se trata de una ocupación informal que presenta un alto índice de pobreza.

RECURSO HÍDRICO Y RIESGO POR MOVIMIENTOS DE REMOCIÓN EN MASA

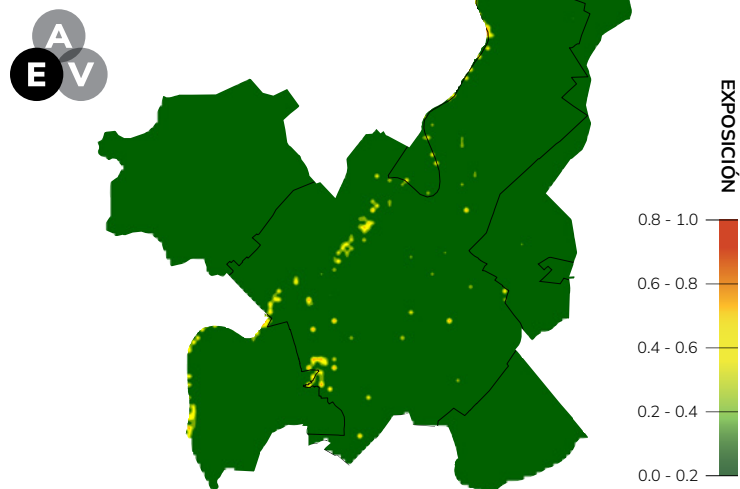
Los movimientos de remoción en masa pueden afectar la calidad del agua y el suministro de agua potable, especialmente en comunidades cercanas a El Cerro que aún carecen de acceso adecuado al servicio.



ANÁLISIS DE RIESGO Y VULNERABILIDAD CLIMÁTICA CON ENFOQUE ECOSISTÉMICO



RECURSO HÍDRICO Y EXPOSICIÓN POR MOVIMIENTOS DE REMOCIÓN EN MASA

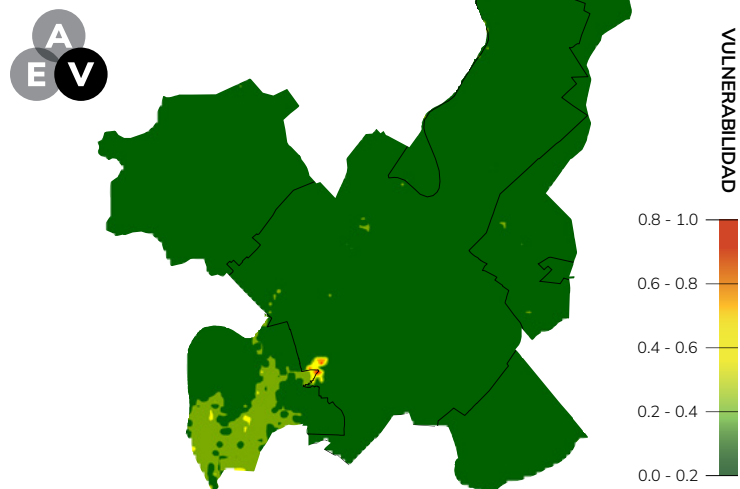


Para esta dimensión, se utilizó la presencia de cuerpos de agua en el territorio como indicador. Naturalmente, los mayores niveles en la identificación de este tipo de vulnerabilidad se encuentran en las áreas cercanas al río que atraviesa Montería. En general, las áreas no superan niveles medios de exposición para esta dimensión.

El riesgo que presenta la dimensión Recurso Hídrico con relación a los movimientos de remoción en masa puede interpretarse desde dos perspectivas. Por un lado, los deslizamientos y las crecidas repentinas afectan las áreas erosionadas en las márgenes del río Sinú y generan arrastre de material, lo cual puede afectar la calidad del agua al incrementar la turbidez y la concentración de sólidos suspendidos. Teniendo en cuenta que el río Sinú es la principal fuente de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Montería, los movimientos de remoción en masa pueden afectar la prestación del servicio de suministro de agua. Sin embargo, la regulación del caudal por parte de la represa Urrá y los bajos niveles de amenaza sobre el río hacen que, en su mayoría, el riesgo sea bajo a lo largo del mismo.

Por otro lado, la población más vulnerable es la que puede verse más afectada en escenarios en los que se degrade la calidad del recurso hídrico. En este sentido, las comunidades cercanas a El Cerro presentan niveles de riesgo medio y alto, ya que son estas las que sufrirían más ante posibles fallas en el servicio de suministro de agua potable, o incluso algunas de estas comunidades aún no cuentan con dicho servicio.

RECURSO HÍDRICO Y VULNERABILIDAD POR MOVIMIENTOS DE REMOCIÓN EN MASA



La posibilidad de erosión alrededor del río que atraviesa Montería generó áreas de alta vulnerabilidad en el mapeo de este indicador. Este tipo de situación tiene el potencial de reducir el área del lecho del río, lo que puede afectar su funcionamiento.



RIESGO CRÍTICO

El análisis de riesgo crítico permite identificar la ocurrencia de múltiples riesgos en un territorio y determinar su importancia relativa. En el caso de la ciudad de Montería, se llevaron a cabo encuestas a expertos de diferentes oficinas de la alcaldía para determinar la importancia asignada a cada uno de los riesgos evaluados, considerando su frecuencia y los impactos asociados.

Los resultados obtenidos muestran que el riesgo de inundación es el más relevante debido a su frecuencia y ocurrencia generalizada en todo el territorio, al cual se le asignó un peso del 66.1 %. En segundo lugar, se consideró el riesgo de sequía con un peso del 23.1 %, el cual se presenta principalmente en las zonas periurbanas. Por último, el riesgo de movimientos de remoción en masa ocupó el tercer lugar con un peso del 11.8 %, ya que este riesgo está localizado en una zona específica de la ciudad y no ocurre con mucha frecuencia.

Las zonas con un riesgo crítico medio se encuentran principalmente en las áreas periurbanas, en los humedales de Sierra Chiquita, Berlín y Furatena, así como en algunas partes del río Sinú. Estos ecosistemas se superponen en términos de riesgos de inundación y sequía, por lo que es importante la recuperación y conservación de las coberturas naturales para aumentar su resiliencia tanto en la temporada de llu-

vias como en la de sequías. Por otro lado, algunas áreas de las comunas 1, 2, 3, 4, 5 y 6 también presentan un riesgo crítico alto, principalmente asociado al efecto de las inundaciones, ya que se observan niveles elevados de riesgo en esas zonas.

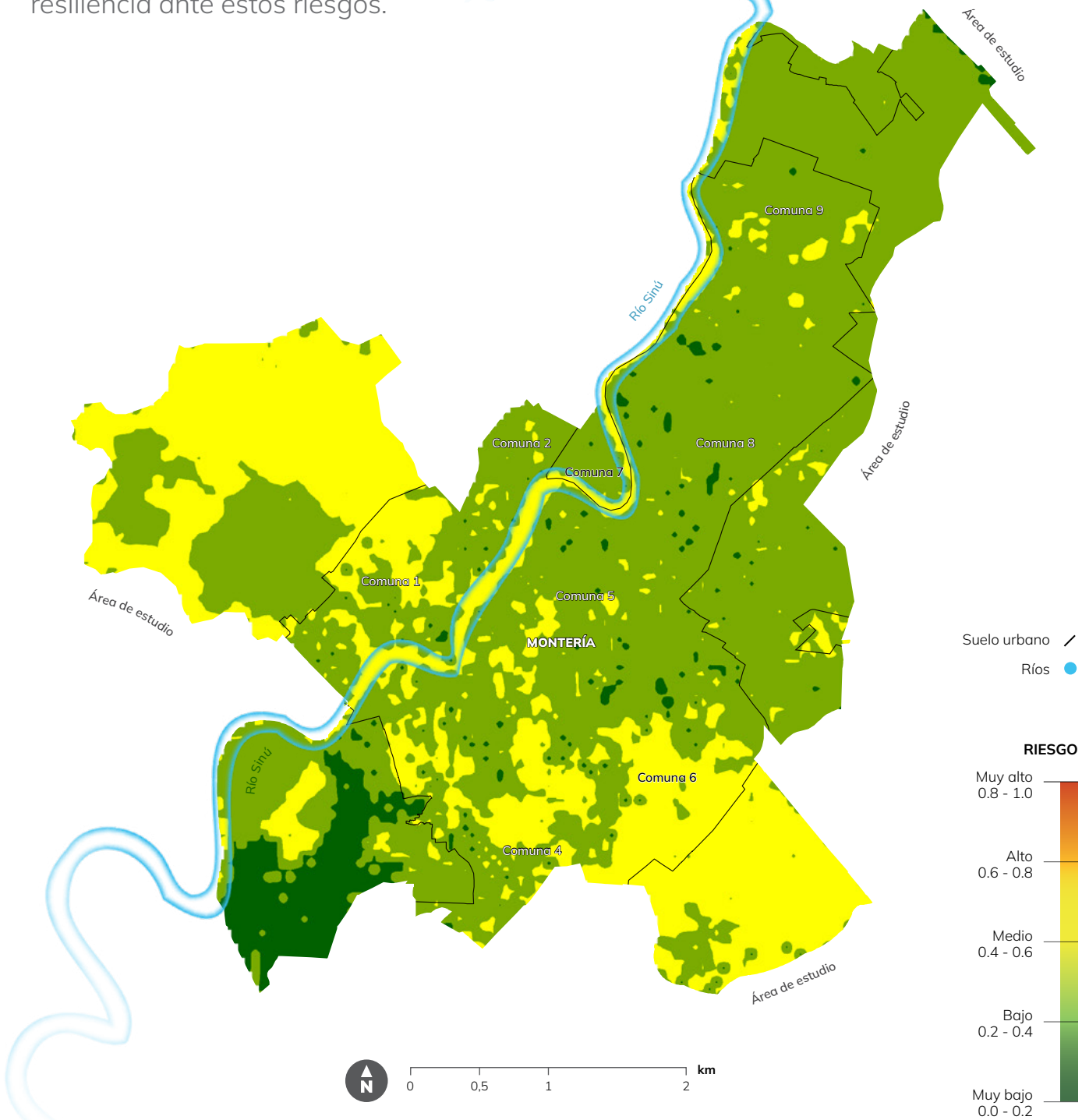
Las zonas elevadas de Sierra Chiquita, así como el resto del casco urbano, presentan un riesgo crítico bajo o muy bajo, ya que no tienen valores significativos de riesgos particulares en las diferentes dimensiones que se superponen espacialmente.

El análisis de riesgo crítico en Montería reveló que las inundaciones son el riesgo más relevante, seguido de la sequía y los movimientos de remoción en masa. Las zonas periurbanas y los humedales son áreas con riesgo crítico medio, mientras que las zonas elevadas y el casco urbano presentan un riesgo crítico bajo o muy bajo.

RIESGO CRÍTICO

La recuperación y conservación de las coberturas naturales son importantes para aumentar la resiliencia ante estos riesgos.

- Áreas Naturales
- Suelo Expansión
- Suelo Urbano



RIESGO CRÍTICO PARA LA DIMENSIÓN DE BIODIVERSIDAD

Para analizar el riesgo crítico en relación con la biodiversidad, se utilizó una aproximación basada en áreas para identificar las áreas naturales de interés ecosistémico que presentan mayores porcentajes de riesgo medio, alto y muy alto en el área de estudio.

Es posible observar que los ecosistemas acuáticos, como los humedales y el río Sinú, abarcan la mayor parte del territorio periurbano de Montería y son ecosistemas que presentan niveles considerables de riesgo. Tanto el humedal Berlín como los humedales Furatena y Caribe tienen más del 70 % de su área en riesgo alto, mientras que el resto se encuentra en riesgo medio. En el caso del río Sinú, el 98 % del área se encuentra en riesgo alto y el resto en riesgo bajo.

Esto se debe a la superposición espacial de los riesgos de inundación y sequía. La inundación es el riesgo más relevante y frecuente para la ciudad, seguido por el riesgo de sequía, según lo establecido por los funcionarios encuestados. Por lo tanto, los humedales y el río Sinú deben ser prioritarios en los planes de acción climática y biodiversidad del municipio, y se debe dar prioridad a su restauración y conservación para garantizar la supervivencia de las especies y los medios de vida que dependen de ellos.

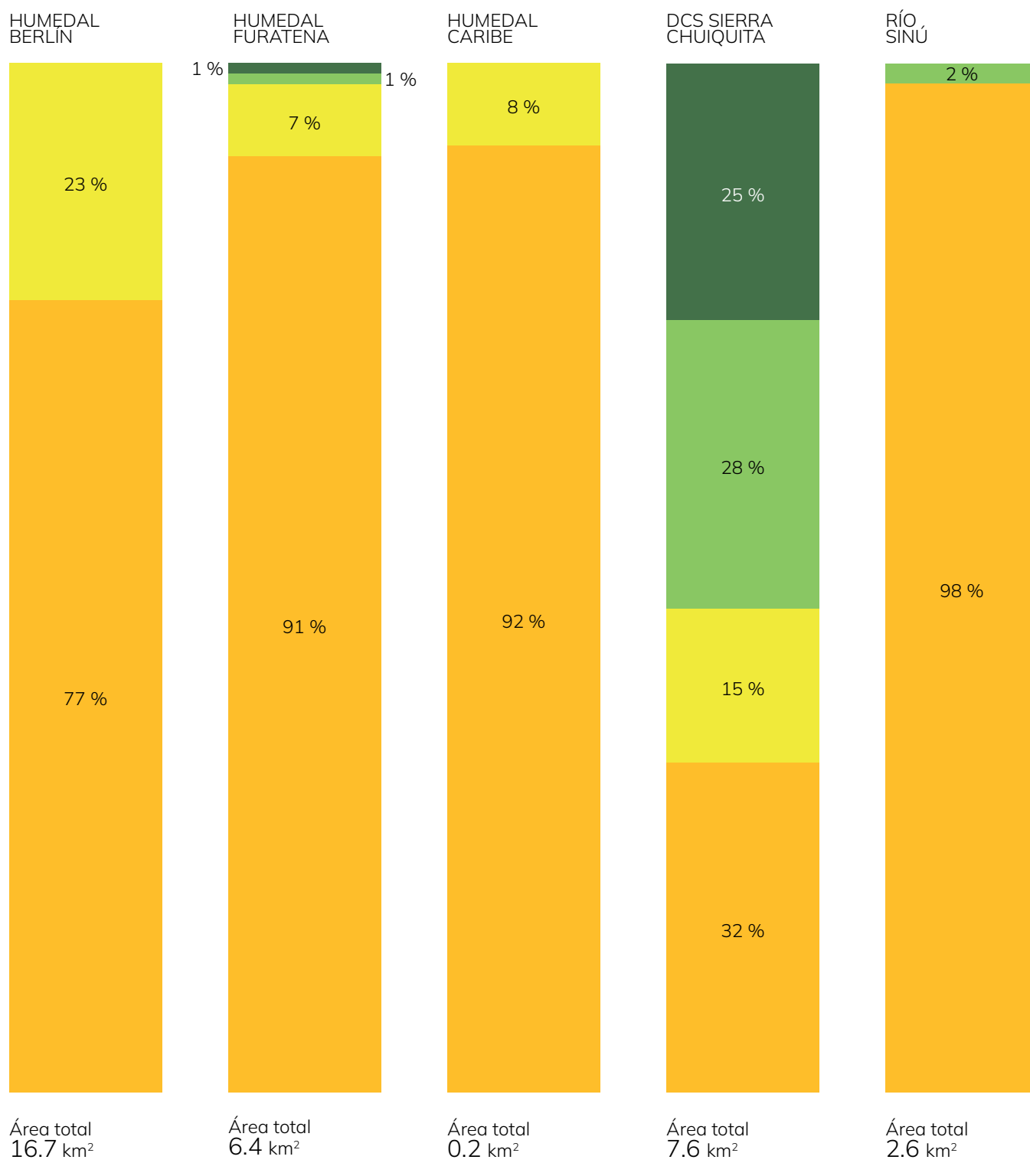
En cuanto a los humedales, si bien las inundaciones han sido fundamentales para su desarrollo, almacenando grandes volúmenes de agua y albergando fauna y flo-

ra adaptadas a condiciones de encharcamiento, aún presentan niveles importantes de riesgo. El modelo utilizado permite diferenciar las zonas mejor conservadas y con mayor capacidad de adaptación frente a las inundaciones de aquellas que han sido transformadas y han perdido dicha capacidad. Los niveles de riesgo reflejan que las condiciones climáticas, biofísicas y geomorfológicas de estas zonas contribuyen a un mayor riesgo de inundaciones en escenarios de transformación, como la sustitución de coberturas naturales por especies exóticas o la urbanización con impermeabilización del suelo. Esto implica que el ecosistema y las especies que lo conforman tendrán menos herramientas para adaptarse adecuadamente a estas condiciones.

En cuanto al DCS Sierra Chiquita, su área presenta una distribución más equilibrada en los diferentes niveles de riesgo, lo que requiere un manejo diferencial. Esta área incluye humedales, zonas pantanosas (con riesgo medio y alto) y colinas donde se han establecido agroecosistemas y vegetación secundaria, con riesgos climáticos asociados a movimientos de remoción en masa y sequía. La superposición de estos dos riesgos hace que, en las zonas de pendiente pronunciada de Sierra Chiquita, el riesgo crítico para la biodiversidad sea bajo o muy bajo. Por lo tanto, es importante monitorear las coberturas y garantizar que las actividades humanas no contribuyan a la erosión del suelo.

Figura 7. Porcentaje de área que se encuentra en los diferentes niveles de riesgo crítico para la dimensión Biodiversidad de las áreas naturales.

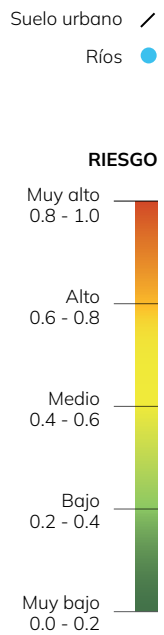
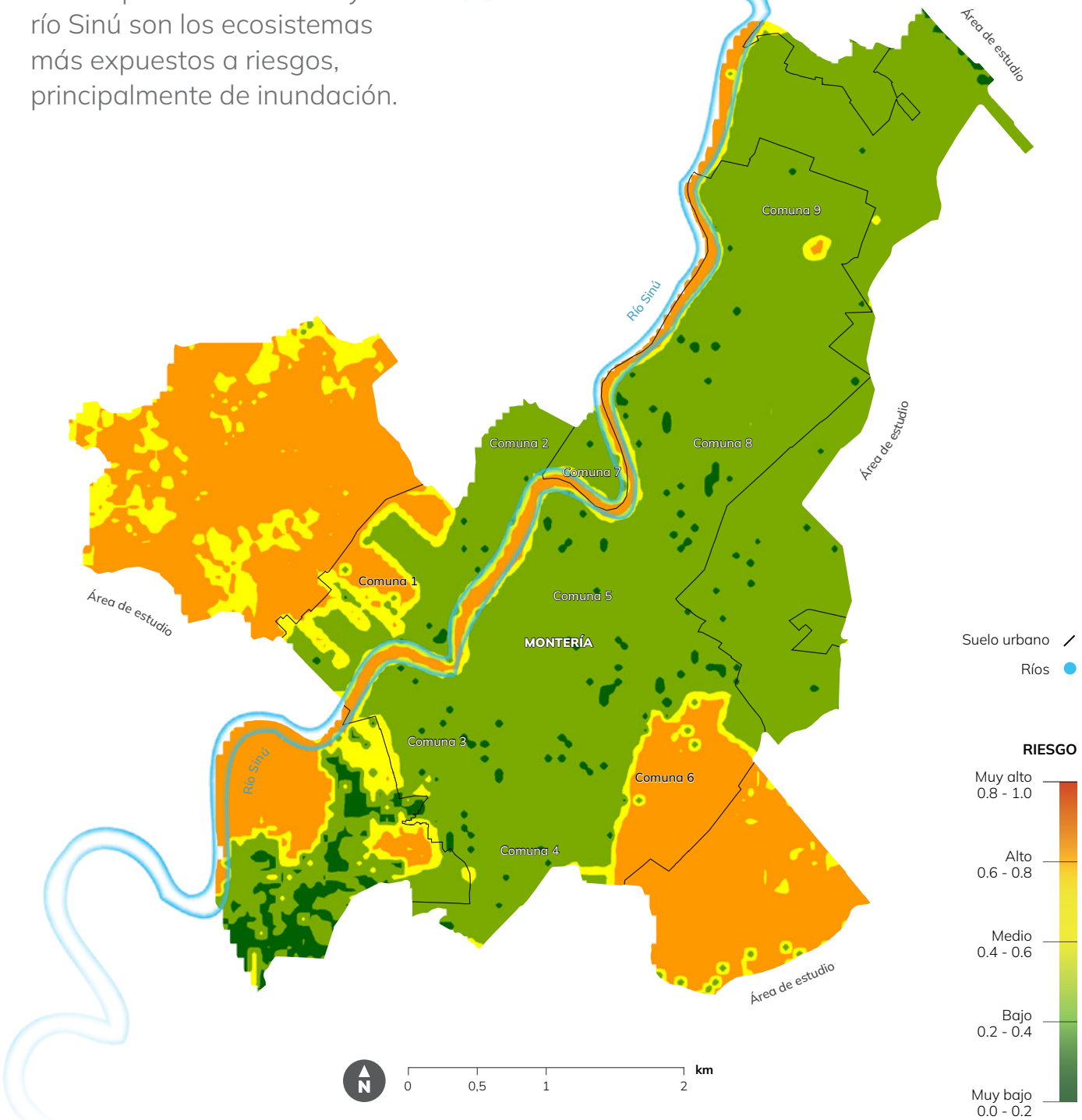
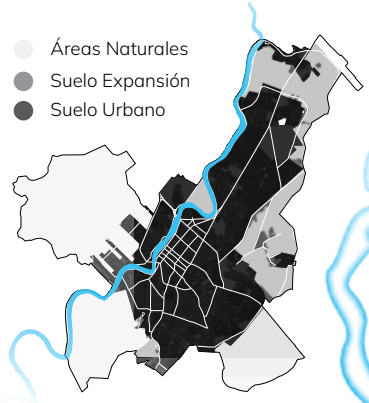
ÁREA NATURAL



Riesgo: Muy bajo ■ Bajo ■ Medio ■ Alto ■ Muy alto ■

BIODIVERSIDAD Y RIESGO CRÍTICO

El análisis de riesgo crítico en la biodiversidad de Montería revela que los humedales y el río Sinú son los ecosistemas más expuestos a riesgos, principalmente de inundación.





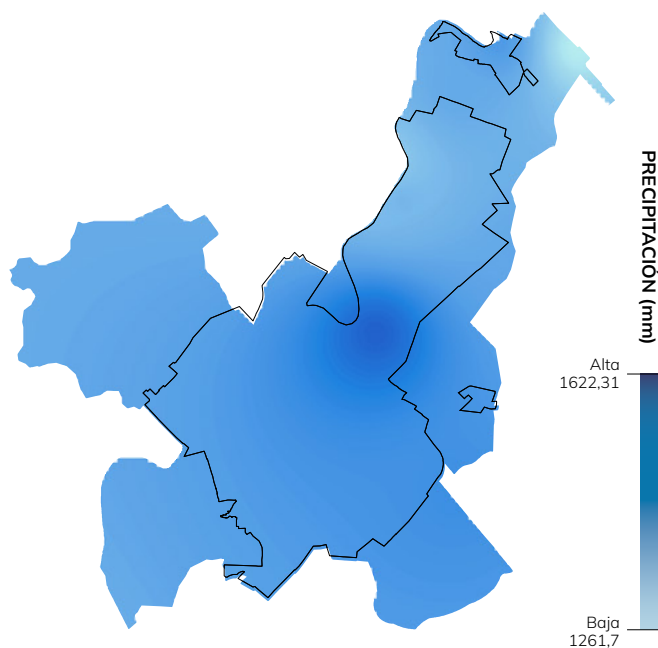
Escenarios de

CAMBIO CLIMÁTICO

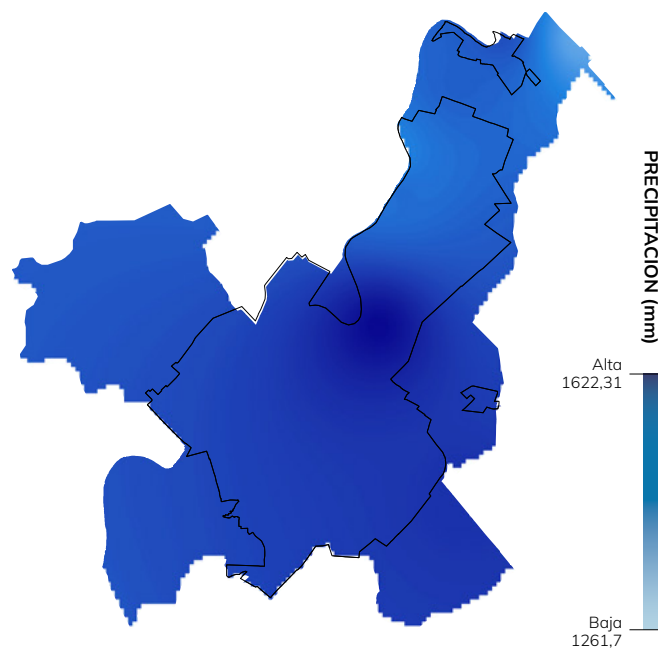
Para el análisis de los escenarios de cambio climático, se utilizó la serie de datos de la TCNCC (IDEAM, 2017), que abarca la climatología de 1975-2005 y se complementó con la climatología de 1980-2010. Los pronósticos se llevaron a cabo utilizando el escenario RCP 4.5, el cual ha demostrado tener una buena concordancia con los resultados de la TCNCC durante el primer periodo de pronóstico (2011-2040). En este estudio, se combinaron los horizontes de la TCNCC y se generó un único pronóstico de la climatología para el año 2100.

PRECIPITACIÓN

1975 - 2005

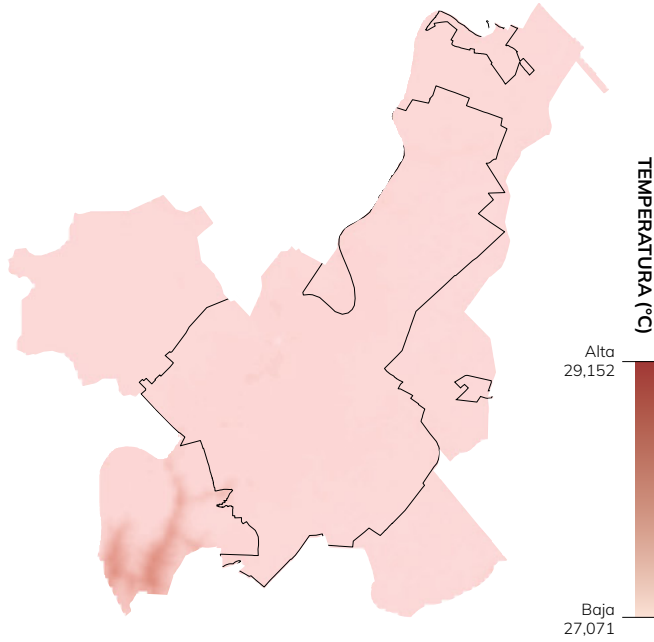


RCP 4.5 - 2100

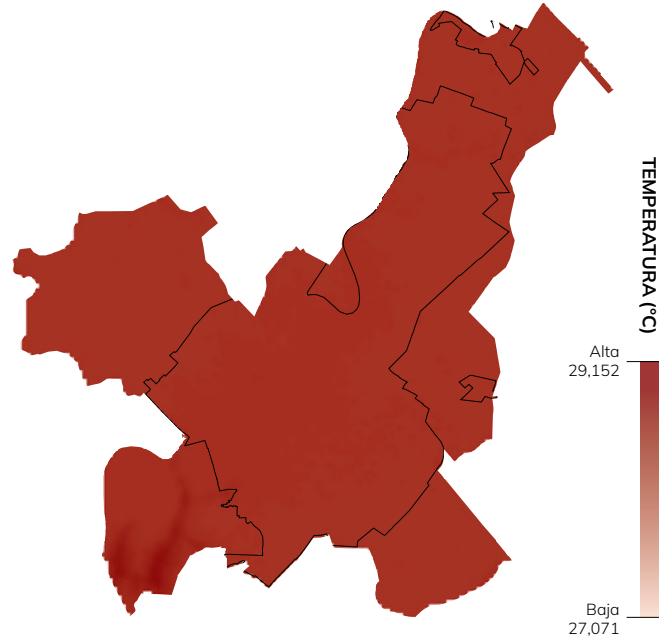


TEMPERATURA MEDIA

1975 - 2005

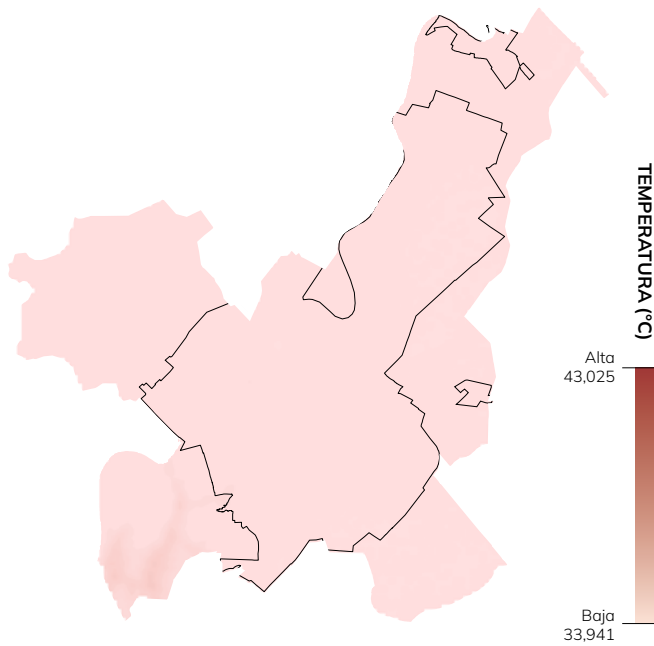


RCP 4.5 - 2100

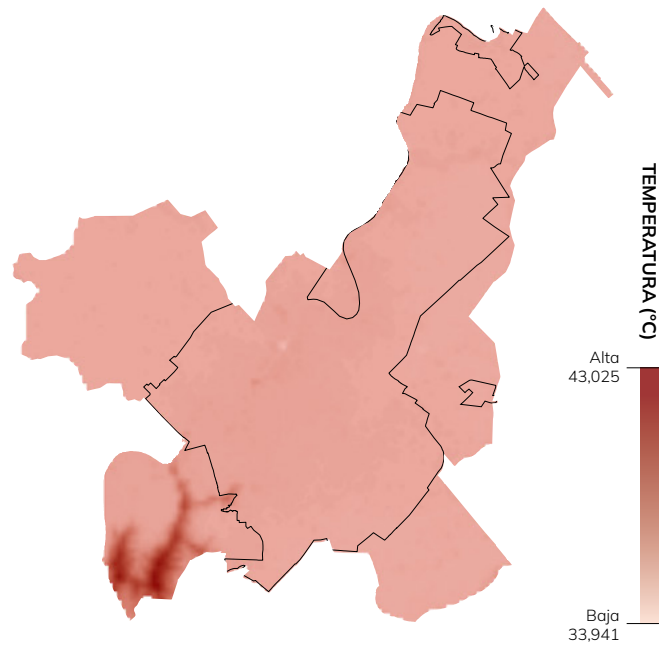


TEMPERATURA MÁXIMA

1975 - 2005



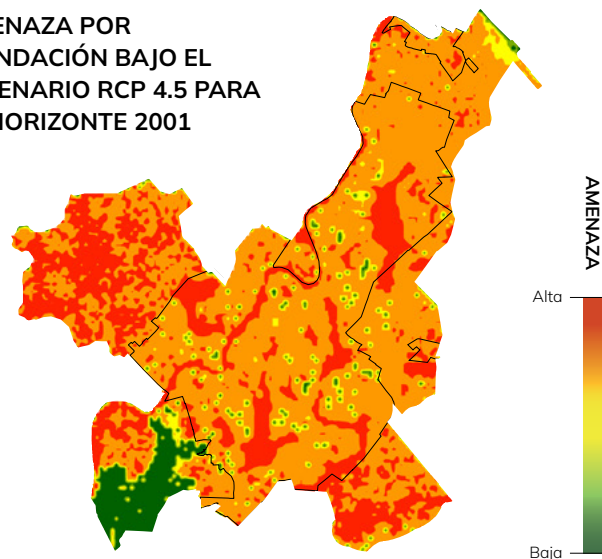
RCP 4.5 - 2100



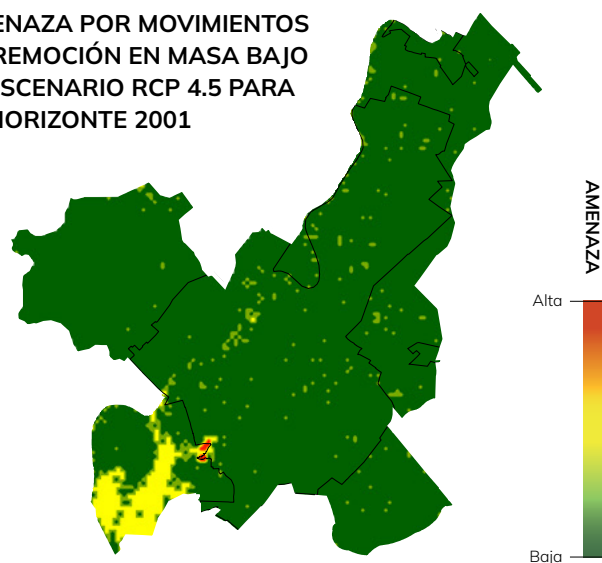
CAMBIO EN EL RIESGO POR CAMBIO CLIMÁTICO

De acuerdo con la formulación del modelo de riesgo, se incorporaron los escenarios de cambio climático mediante la actualización de los indicadores de amenaza, considerando los cambios en la precipitación, ya que esta es la principal variable climática asociada a los riesgos evaluados. Para proyectar el comportamiento de la precipitación, se utilizó el escenario RCP 4.5, que fue modelado en el presente capítulo. Los demás indicadores se mantuvieron constantes para la proyección del riesgo.

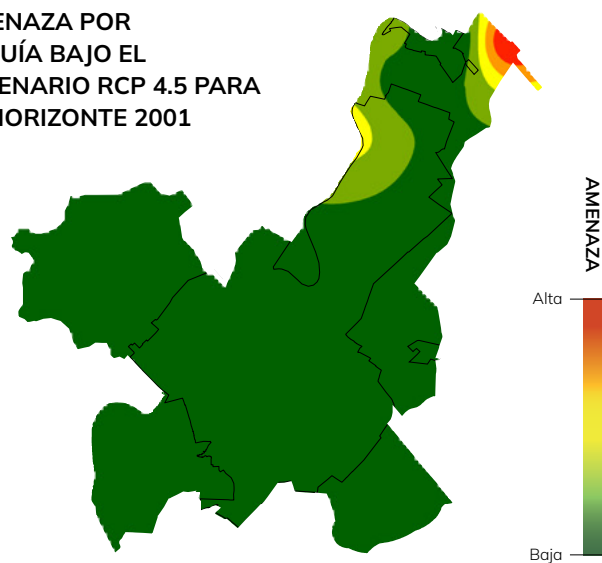
AMENAZA POR INUNDACIÓN BAJO EL ESCENARIO RCP 4.5 PARA EL HORIZONTE 2001



AMENAZA POR MOVIMIENTOS DE REMOCIÓN EN MASA BAJO EL ESCENARIO RCP 4.5 PARA EL HORIZONTE 2001



AMENAZA POR SEQUÍA BAJO EL ESCENARIO RCP 4.5 PARA EL HORIZONTE 2001



RIESGO CRÍTICO

Teniendo en cuenta el escenario RCP 4.5, se proyecta un incremento en la precipitación de Montería de entre 100 y 150 mm para el horizonte temporal 2100. Esto resultará en un aumento del riesgo crítico multidimensional y para la dimensión de biodiversidad en la mayoría del territorio urbano y periurbano, en un rango de 0-15 %. Este aumento se debe a que la amenaza principal en el municipio es la inundación, y el aumento en la precipitación incrementará la probabilidad de eventos de inundación, tanto por crecientes súbitas como por encharcamiento.

Por otro lado, se observa que tanto el riesgo crítico multidimensional como el riesgo para la dimensión de biodiversidad pueden disminuir entre 0-15 % en el centro de la

ciudad y en algunos puntos específicos. Esto puede estar relacionado con la capacidad adaptativa que presentan estos sectores. Con relación a la dimensión de biodiversidad, es importante destacar que los esfuerzos para incrementar la adaptación al cambio climático, según el modelo de riesgo planteado que prioriza las inundaciones, deben enfocarse en los humedales periurbanos, ya que estarán sujetos a un aumento en la amenaza y, por lo tanto, al riesgo de inundación.

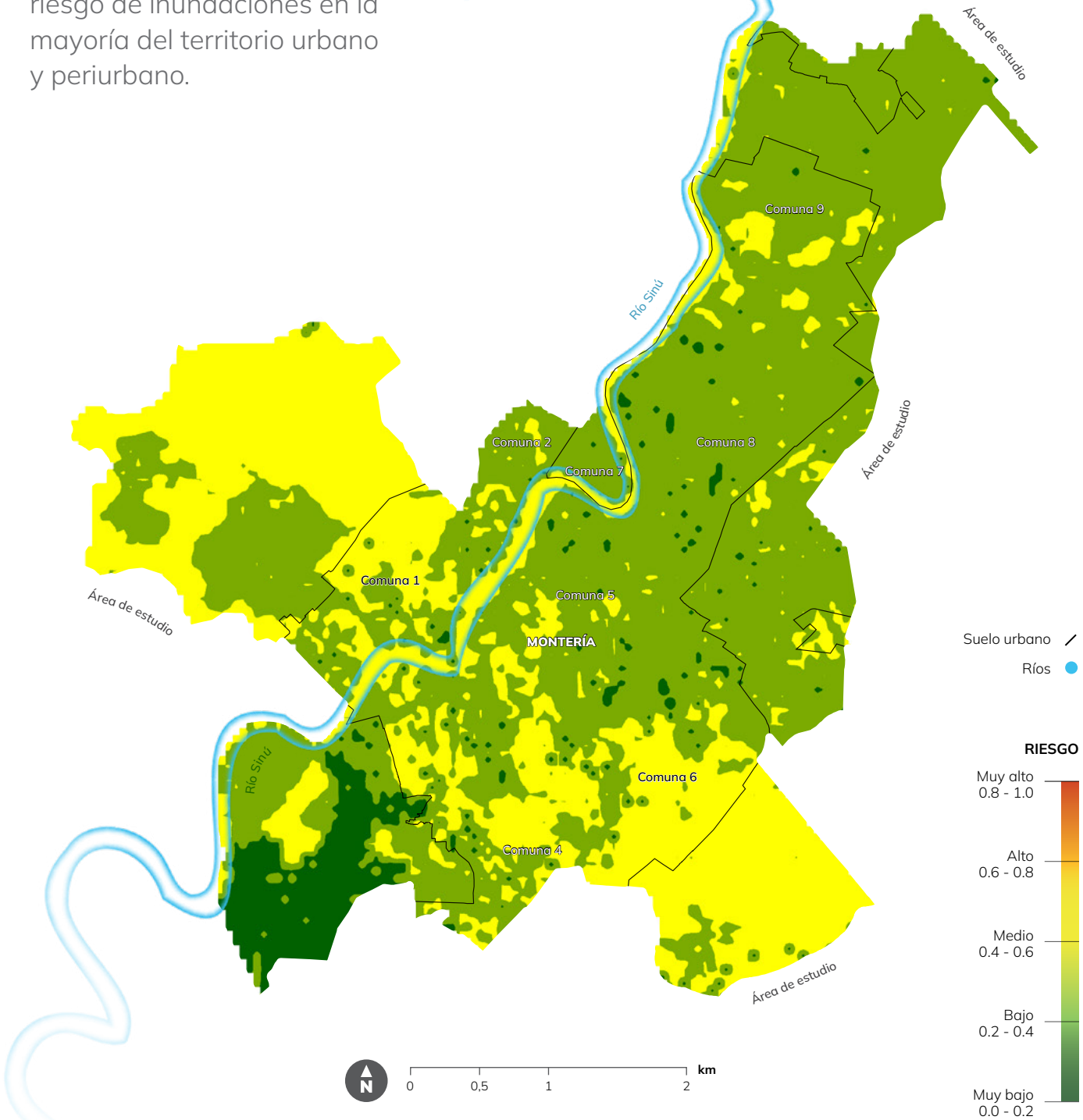
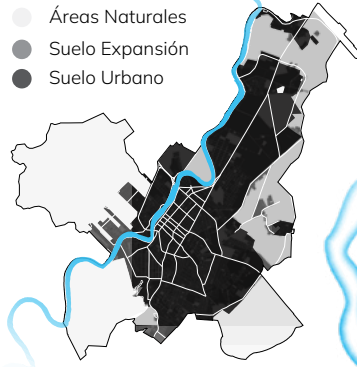
En cuanto al sector del Cerro, debido a sus características topográficas, se observa una disminución de este riesgo, ya que esta zona se ve principalmente afectada por movimientos de remoción en masa, los cuales tienen una menor probabilidad de ocurrencia en comparación con las inundaciones.



RCP45-2100

RIESGO CRÍTICO

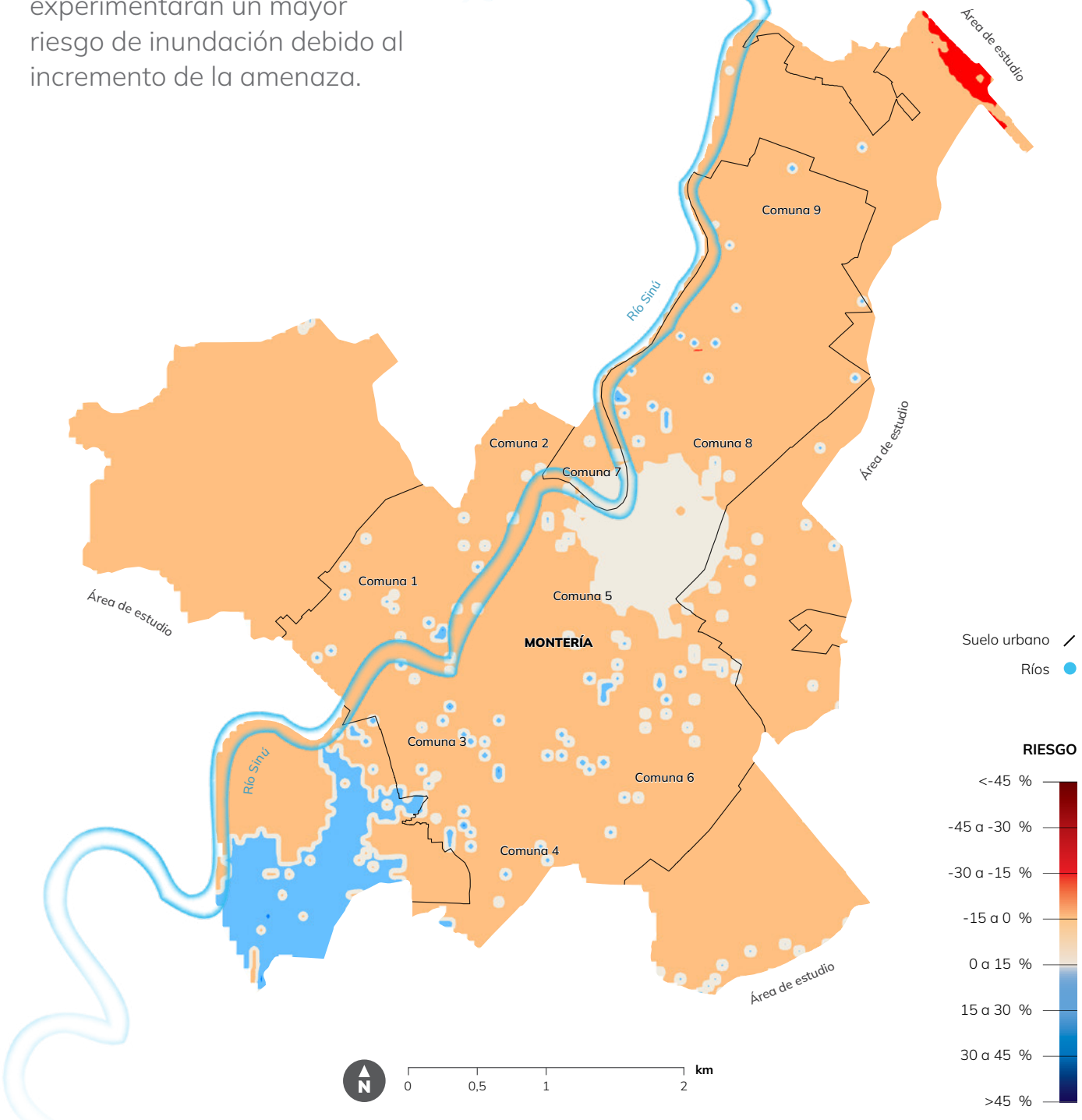
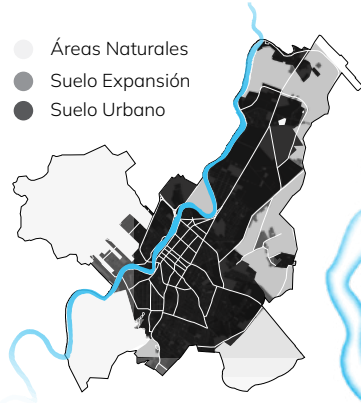
El escenario RCP 4.5 prevé un aumento de la precipitación en Montería, lo que incrementará el riesgo de inundaciones en la mayoría del territorio urbano y periurbano.



Cambio climático

RIESGO CRÍTICO

Los esfuerzos para enfrentar el cambio climático deben centrarse en los humedales periurbanos, ya que experimentarán un mayor riesgo de inundación debido al incremento de la amenaza.

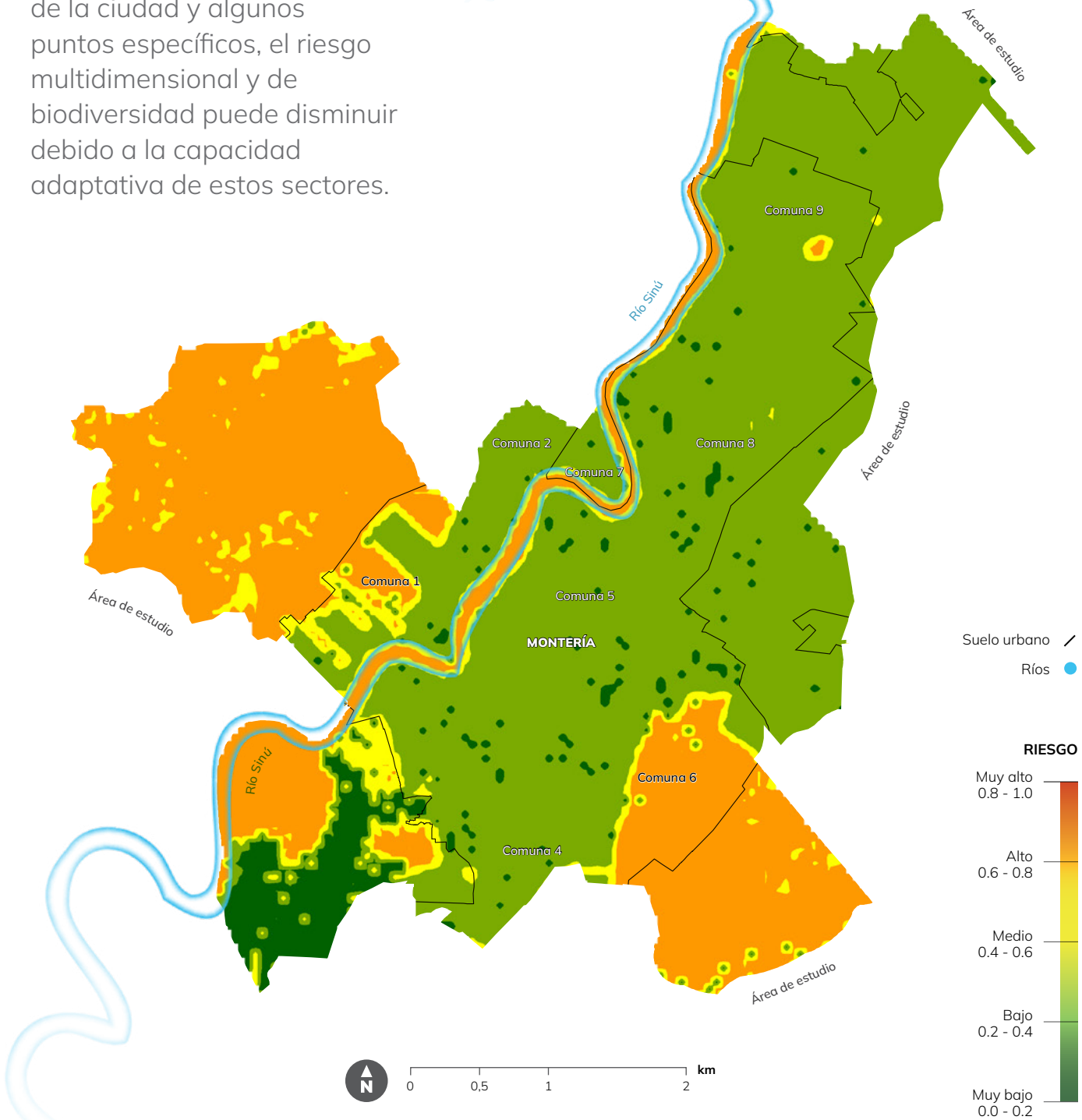
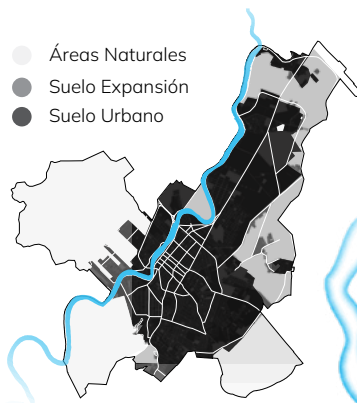


RCP45-2100

RIESGO CRÍTICO Y BIODIVERSIDAD

Sin embargo, en el centro de la ciudad y algunos puntos específicos, el riesgo multidimensional y de biodiversidad puede disminuir debido a la capacidad adaptativa de estos sectores.

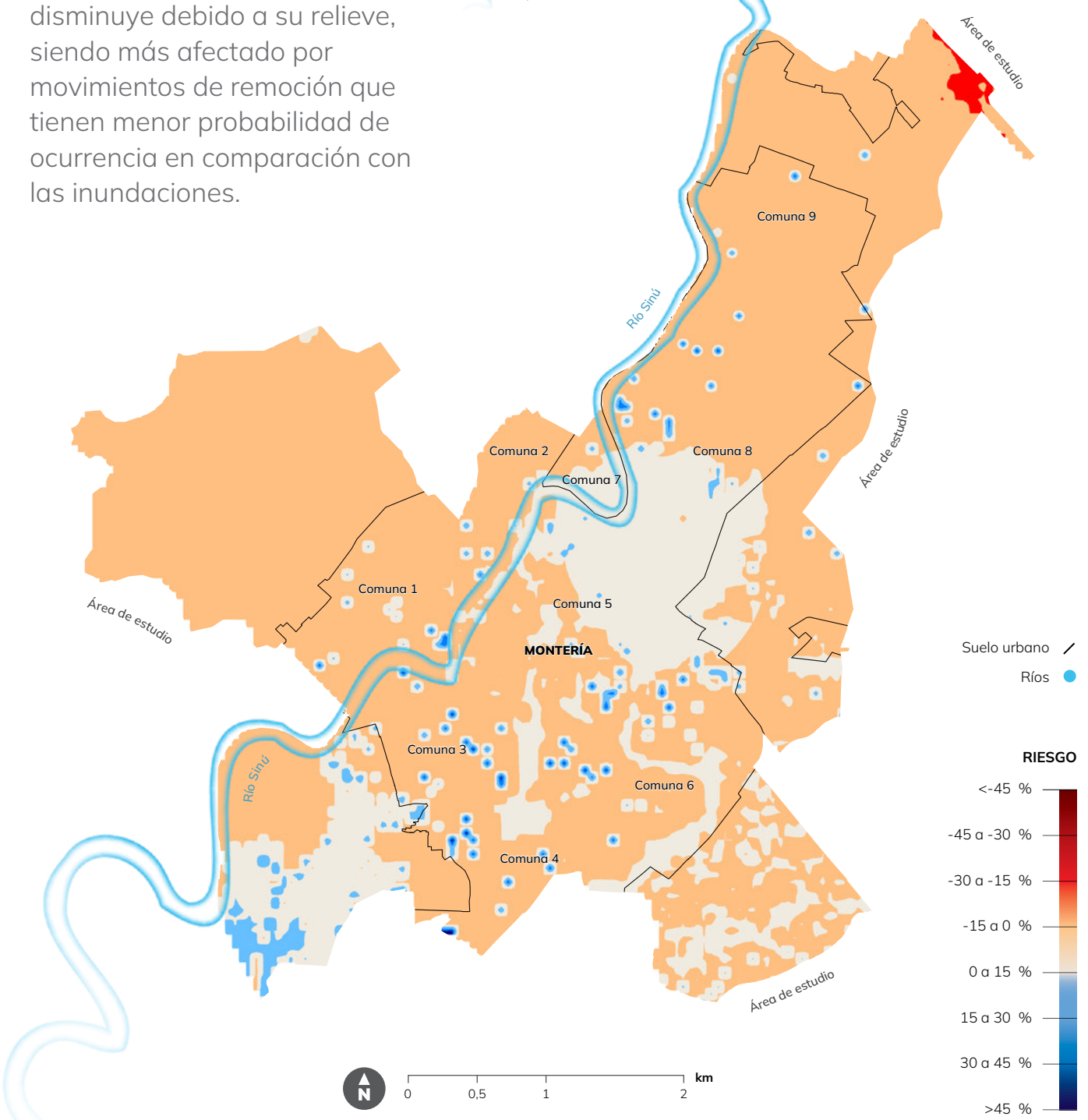
- Áreas Naturales
- Suelo Expansión
- Suelo Urbano



Cambio climático

RIESGO CRÍTICO Y BIODIVERSIDAD

En el sector del Cerro, el riesgo disminuye debido a su relieve, siendo más afectado por movimientos de remoción que tienen menor probabilidad de ocurrencia en comparación con las inundaciones.





Análisis de índices de

CAMBIO CLIMÁTICO

ÍNDICES ASOCIADOS A INUNDACIONES

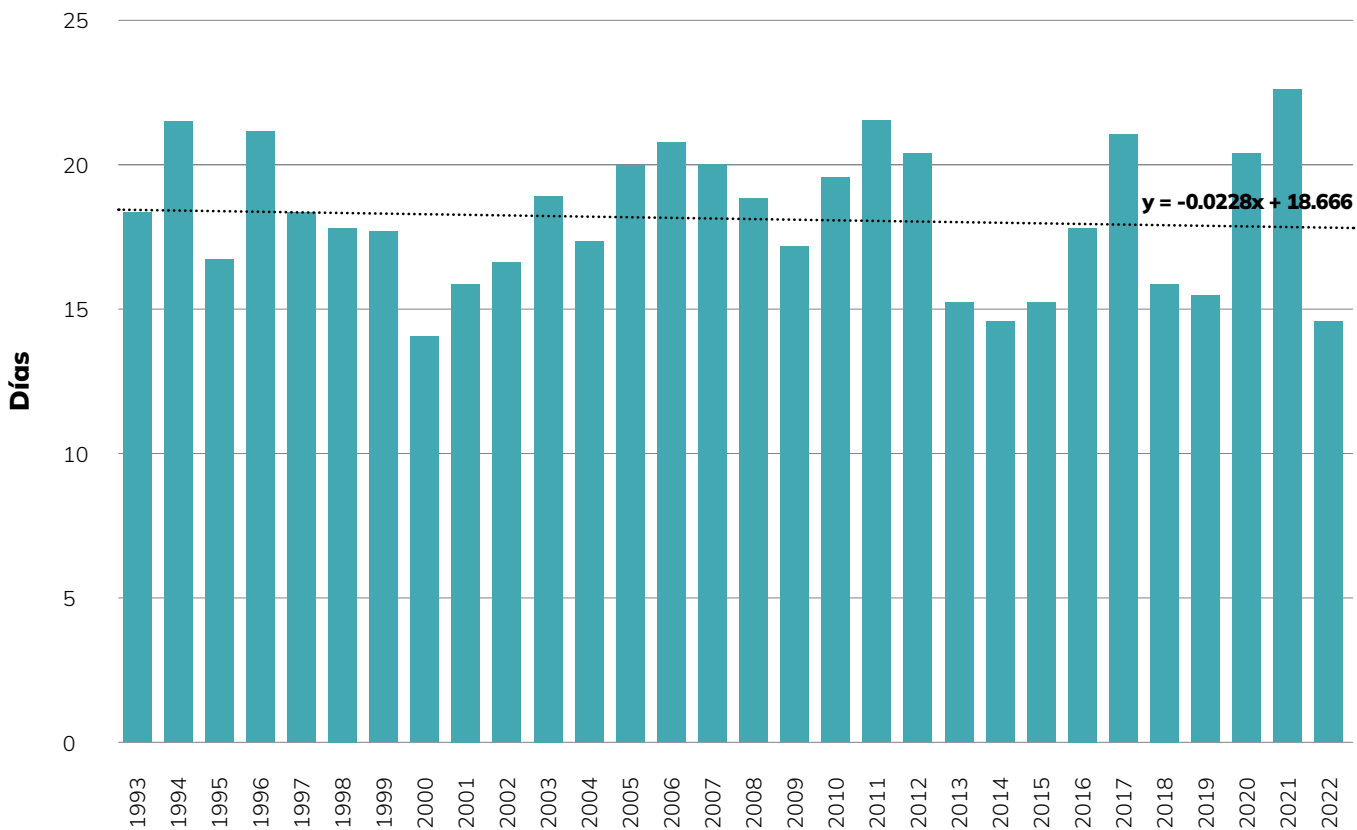
Al realizar el análisis cartográfico de los índices R25 y R95p, se observa que los eventos de precipitación intensa se concentran con mayor frecuencia en la zona noroccidental de la zona de estudio. También se encuentran concentraciones de precipitaciones extremas en la zona suroccidental de la ciudad, donde se encuentran los humedales Furatena y Caribe, y en parte de Sierra Chiquita, aunque con menor frecuencia que en la zona noroccidental. Es importante destacar que, debido a las características biofísicas y socioeconómicas de estas áreas, pueden presen-

tar un mayor riesgo de inundaciones si no se cuenta con una capacidad adecuada para gestionar la escorrentía.

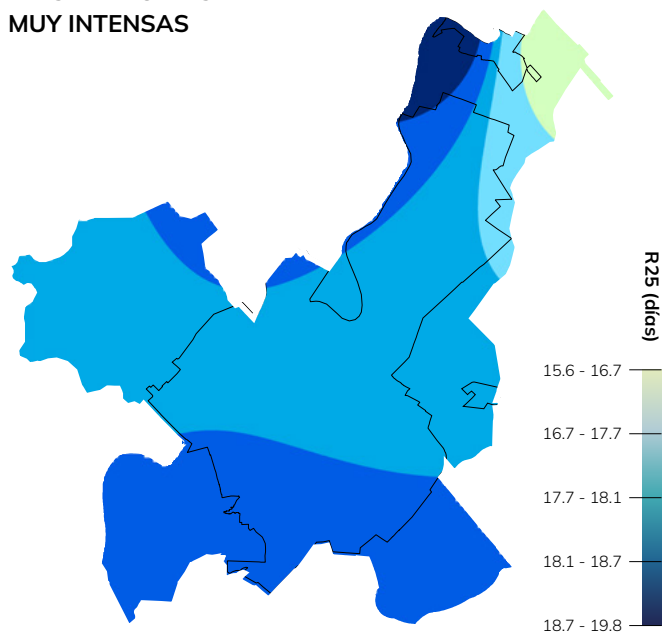
En cuanto a la tendencia de los índices, se observa que en los últimos años el R25 ha mostrado un comportamiento relativamente estable, por lo que no se espera un aumento considerable en la frecuencia de eventos intensos de precipitación. Por otro lado, el R95p ha tendido a disminuir, lo que sugiere que, en la mayor parte del territorio, excepto en la zona noroccidental, se espera una reducción en la cantidad de precipitación asociada a eventos extremos.

NÚMERO DE DÍAS CON PRECIPITACIÓN MUY INTENSA (R25)

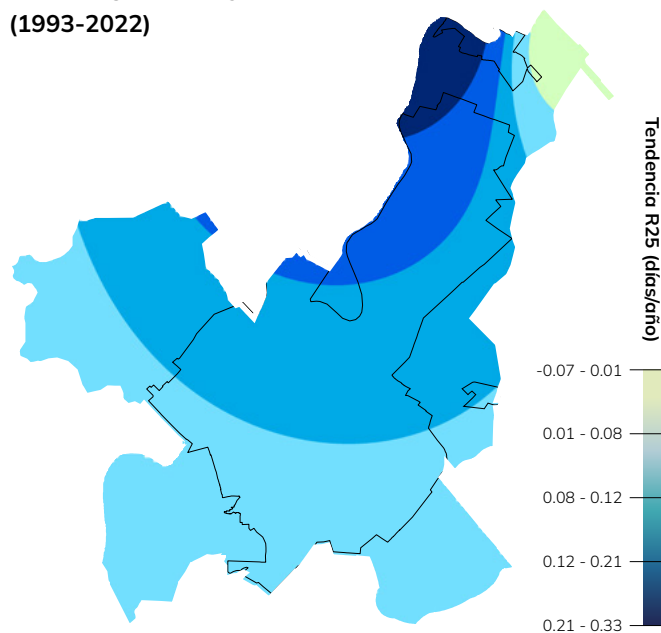
Figura 8. Tendencia de R25.



DÍAS DE LLUVIAS MUY INTENSAS

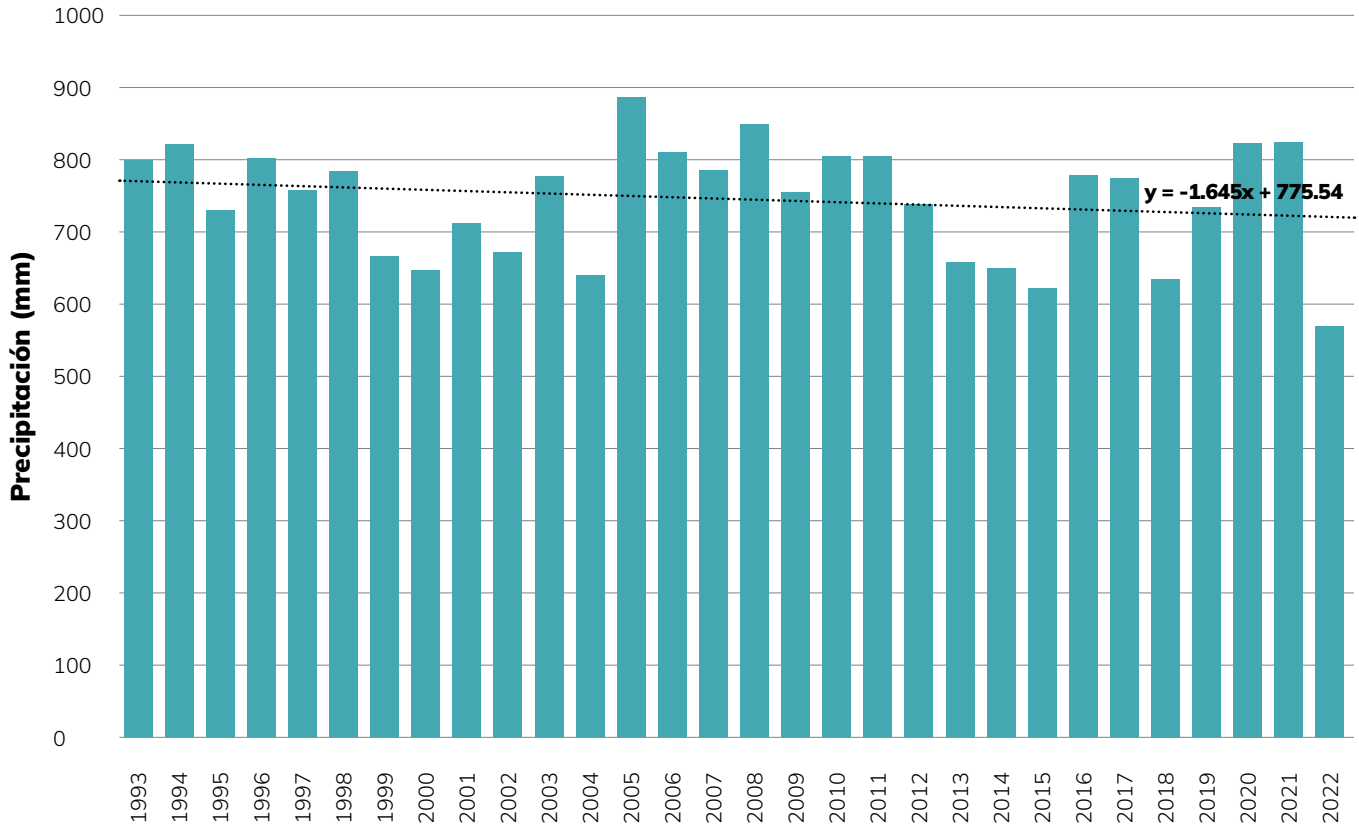


TENDENCIA DE R25 (1993-2022)

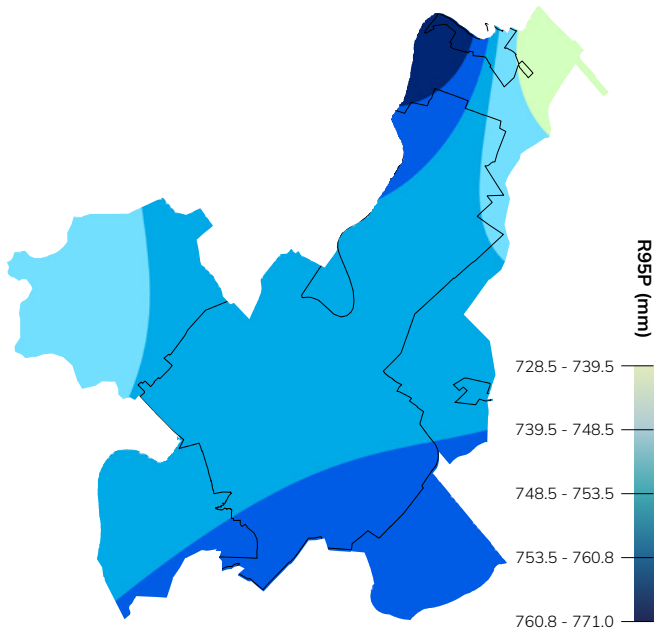


DÍAS MUY HÚMEDOS (R95P)

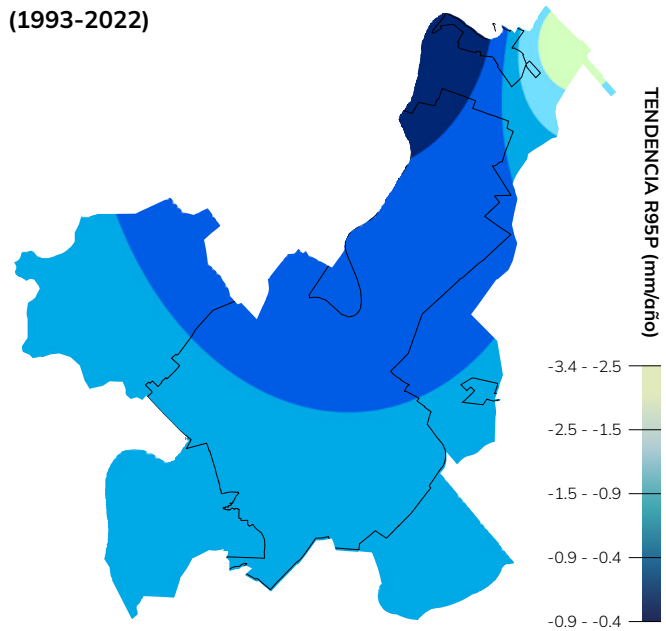
Figura 9. Tendencia de R95P.



DÍAS MUY HÚMEDOS



TENDENCIA DE R95P (1993-2022)



INDICADORES ASOCIADOS A MOVIMIENTOS DE REMOCIÓN EN MASA

La cartografía de los índices CWD y R3D muestra que la zona oriental de la ciudad es donde se presentan los periodos de lluvia más extensos, llegando a alcanzar períodos cercanos a los 6 días consecutivos de lluvia en el nororiente. De manera similar, en la zona norte se concentra la mayor cantidad de precipitación en periodos de tres días consecutivos, y esta cantidad se reduce gradualmente hacia el sur. De acuerdo con lo anterior, la zona norte está sujeta a condiciones propicias para la ocurrencia de movimientos de remoción en masa, según

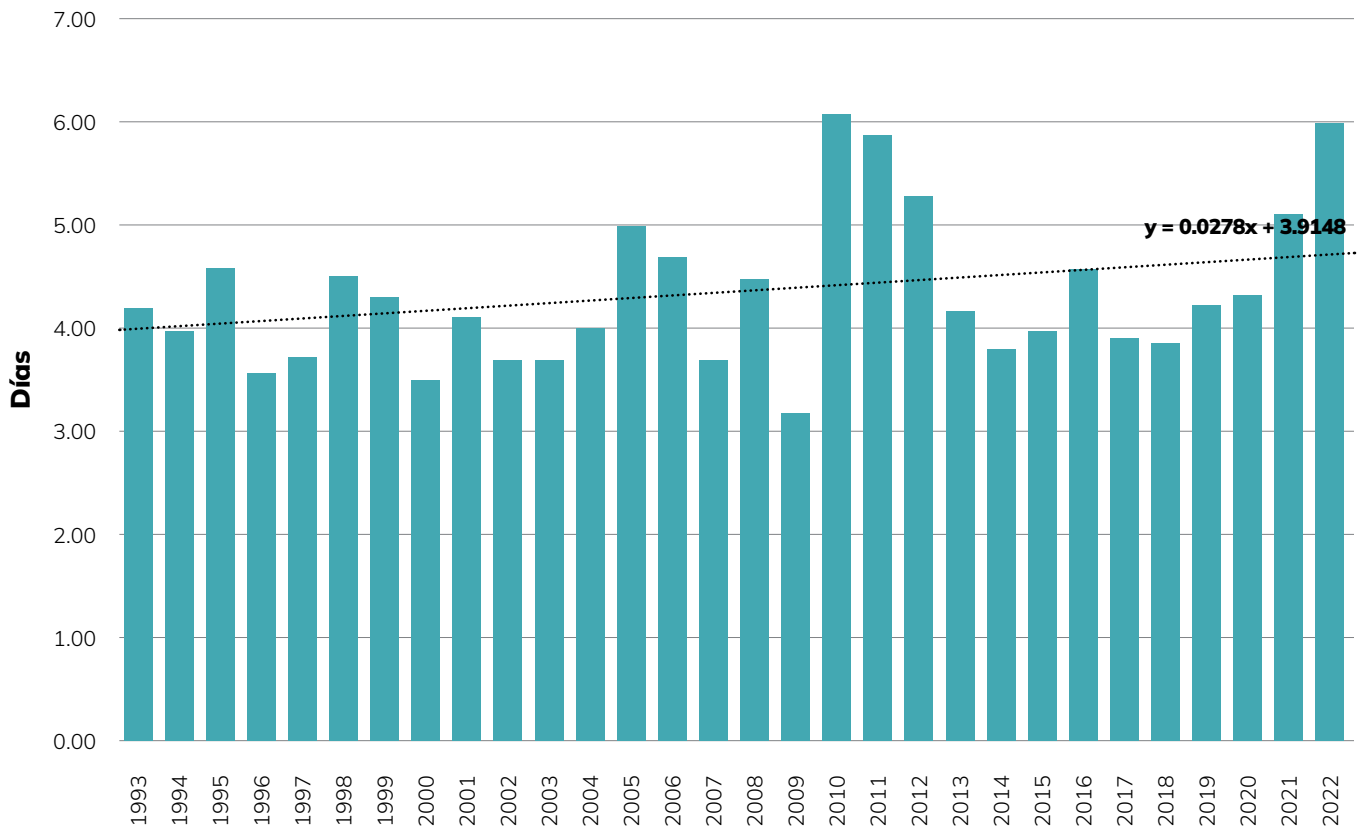
el comportamiento de la precipitación. Sin embargo, es importante destacar que esta zona es bastante plana y no presenta elementos topográficos donde puedan ocurrir estos fenómenos.

La cantidad de días lluviosos muestra una tendencia al incremento, especialmente hacia el noroccidente, donde se puede esperar un incremento aproximado de un día de lluvia al año. Por otro lado, la cantidad de lluvia concentrada en periodos prolongados tiende a disminuir a lo largo de la ciudad, especialmente hacia el norte.

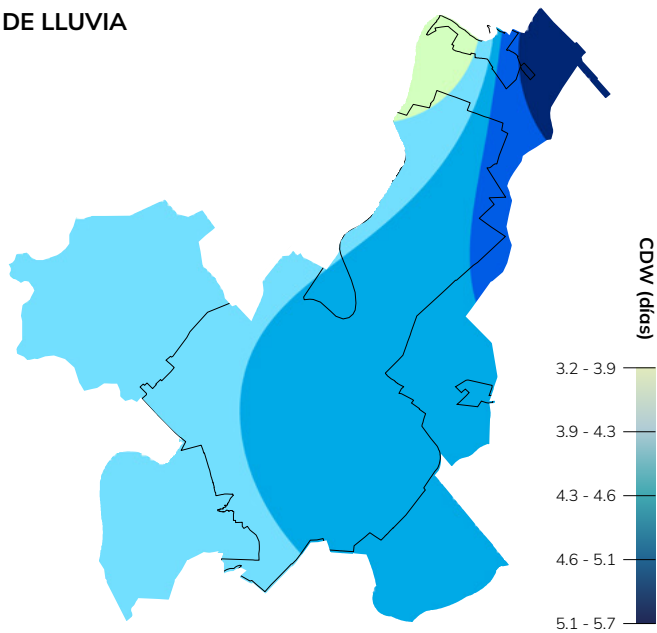


DÍAS HÚMEDOS CONSECUTIVOS (CWD)

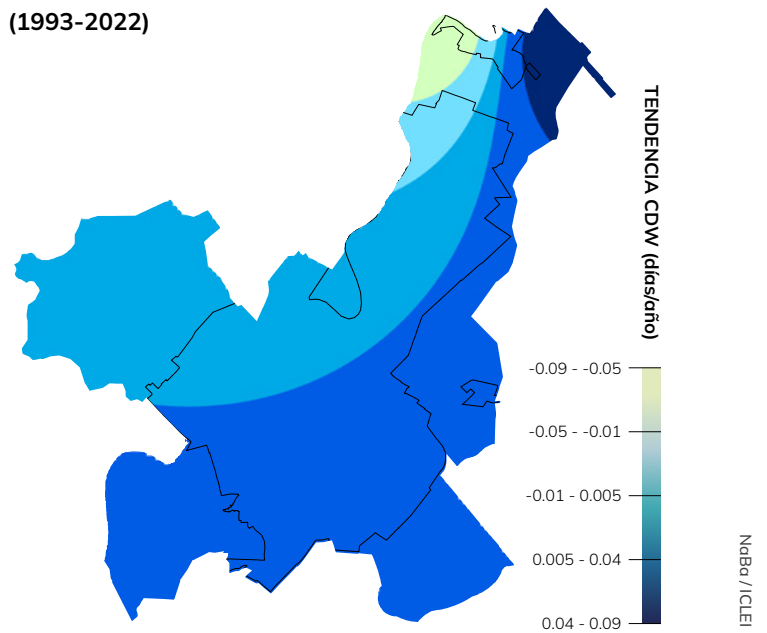
Figura 10. Tendencia de CWD.



DÍAS CONSECUTIVOS DE LLUVIA

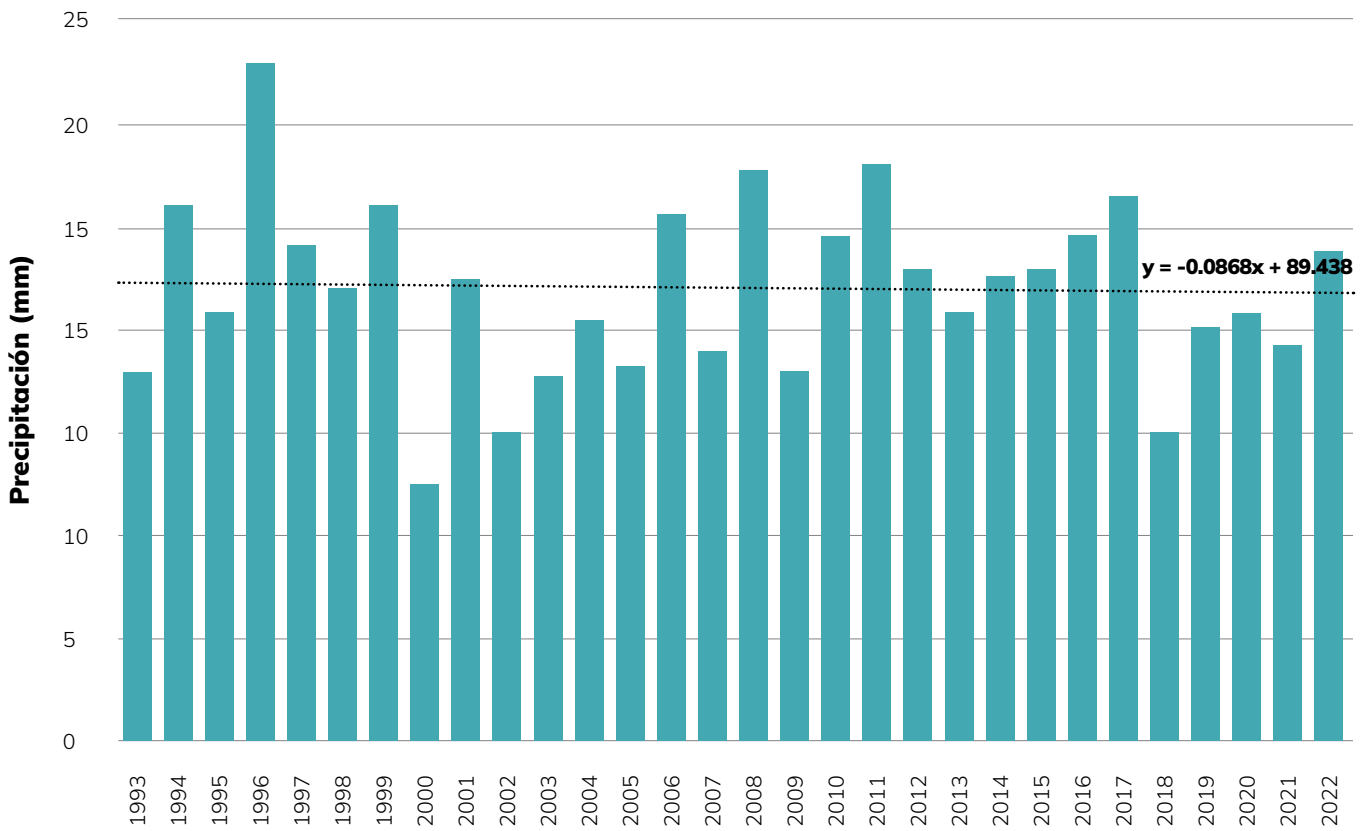


TENDENCIA CWD (1993-2022)

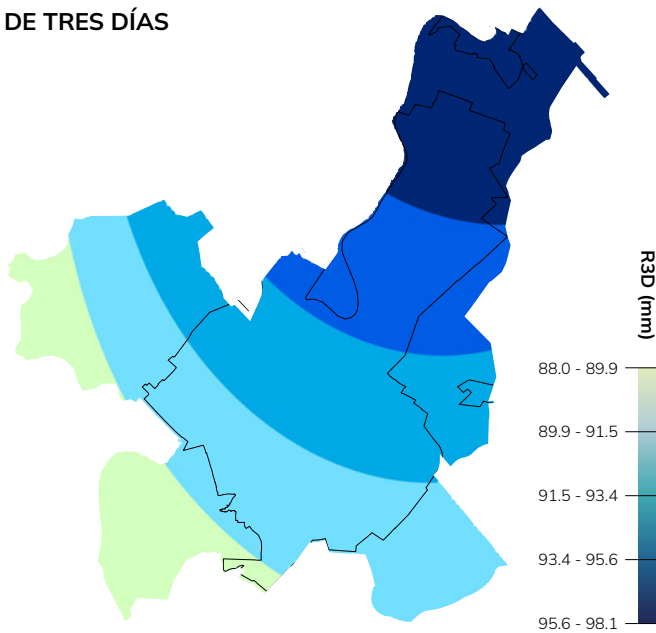


PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 3 DÍAS (R3D)

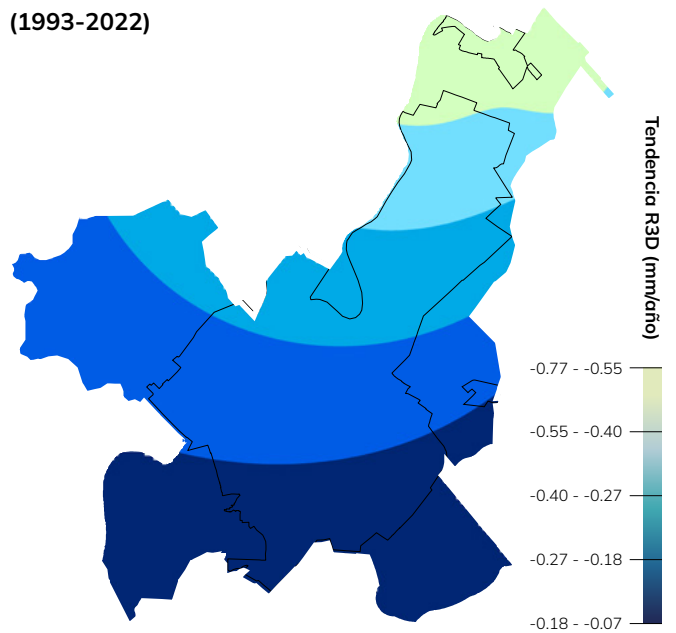
Figura 11. Tendencia de R3D.



PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE TRES DÍAS



TENDENCIA DE R3D (1993-2022)



INDICADORES ASOCIADOS A SEQUÍA

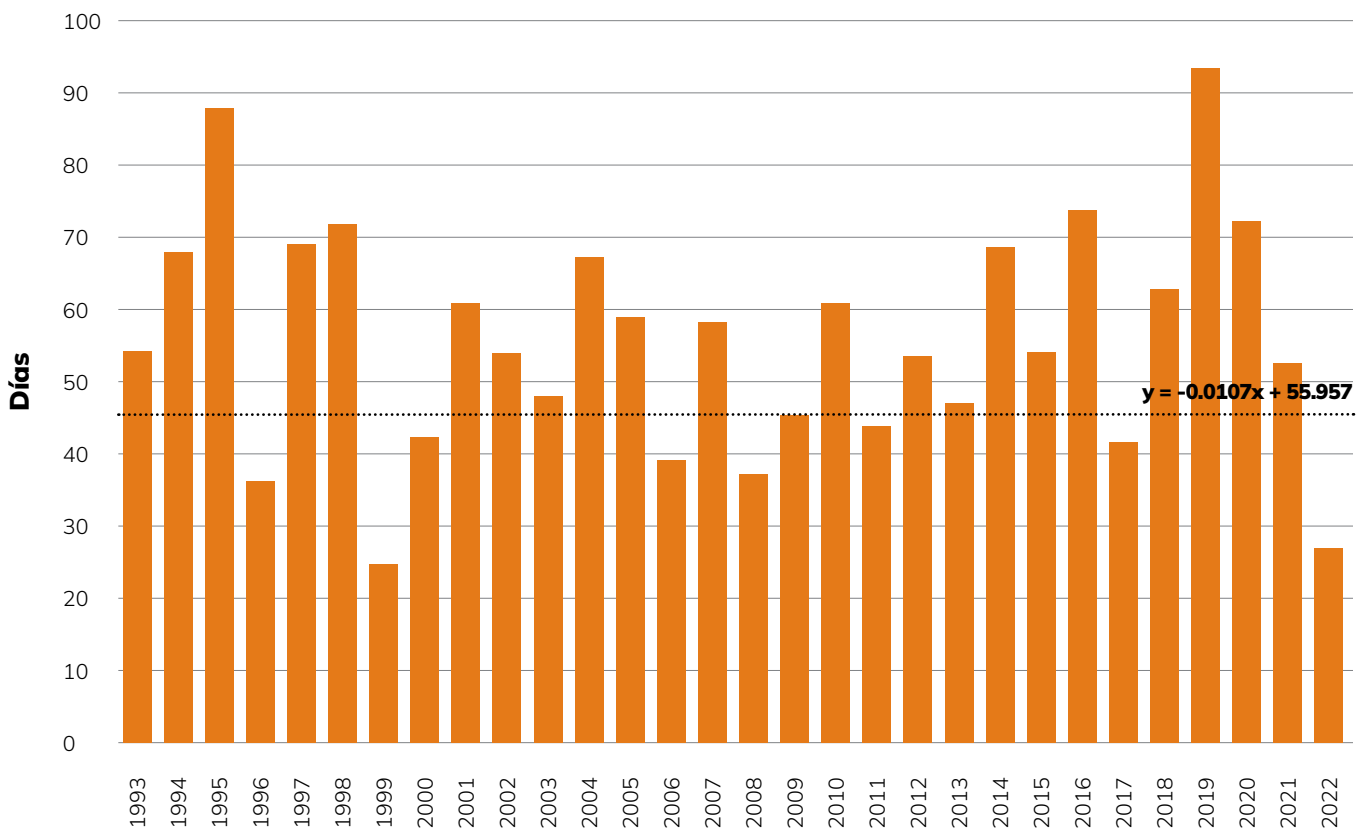
Con respecto al comportamiento de los índices asociados a la sequía, se observa que los períodos de días sin lluvia pueden alcanzar hasta 67 días consecutivos en la zona nororiental, mientras que en el sur se mantienen periodos secos que duran entre 60 y 61 días aproximadamente. La tendencia de este índice ha sido bastante estable en los últimos 30 años, por lo que no se esperan

cambios significativos en su comportamiento. En el peor de los casos, la zona sur de la ciudad podría experimentar un incremento de 0,1 días secos al año. Estas condiciones resaltan la importancia de monitorear de manera especial la zona nororiental de la ciudad para garantizar el riego de los suelos de uso agropecuario y la disponibilidad de agua potable.

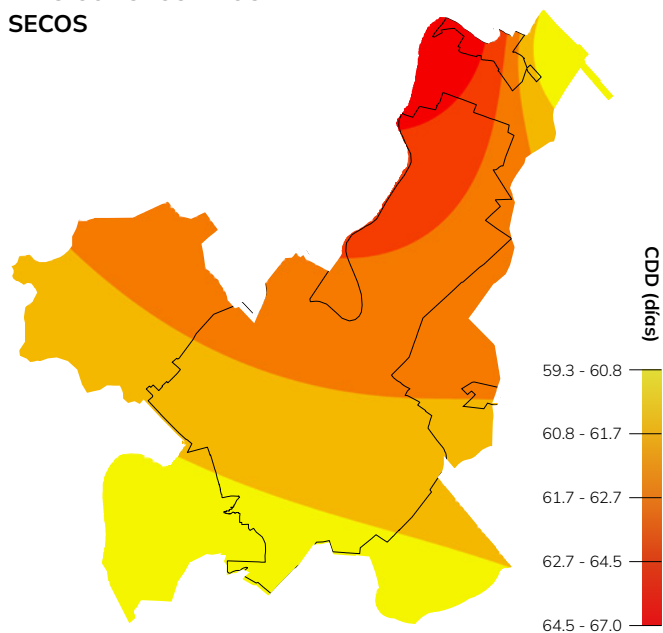


DÍAS SECOS CONSECUTIVOS (CDD)

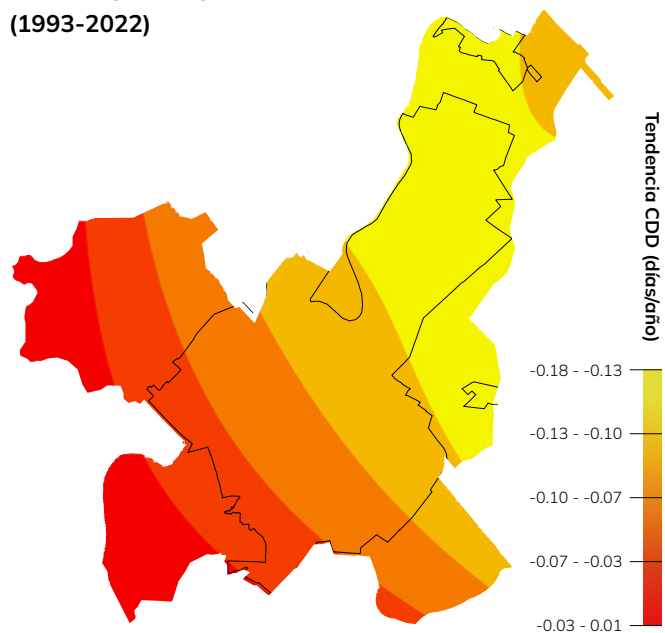
Figura 12. Tendencia de CDD.



DÍAS CONSECUTIVOS SECOS



TENDENCIA DE CDD (1993-2022)



INDICADORES ASOCIADOS AL AUMENTO DE LA TEMPERATURA Y SU EFECTO SOBRE LAS ISLAS DE CALOR

El índice TX90P se utiliza como una herramienta para medir la proporción de días calurosos en un periodo determinado, en relación con un umbral establecido en el percentil 90. En el caso específico de Montería, los datos revelan que el índice TX90P tiene un promedio de 11,48 y una tendencia de 0,14.

El valor promedio de la tendencia indica un cambio positivo o una tendencia creciente en el número anual de días con temperaturas máximas que superan el percentil 90, lo que se traduce en días extremadamente cálidos en Montería. Esto sugiere que a lo largo del periodo analizado ha habido un aumento gradual en la frecuencia de días extremadamente cálidos en la región. Por otro lado, el valor promedio del índice TX90P representa el número promedio anual de días en los que las temperaturas máximas superan el percentil 90 en Montería.

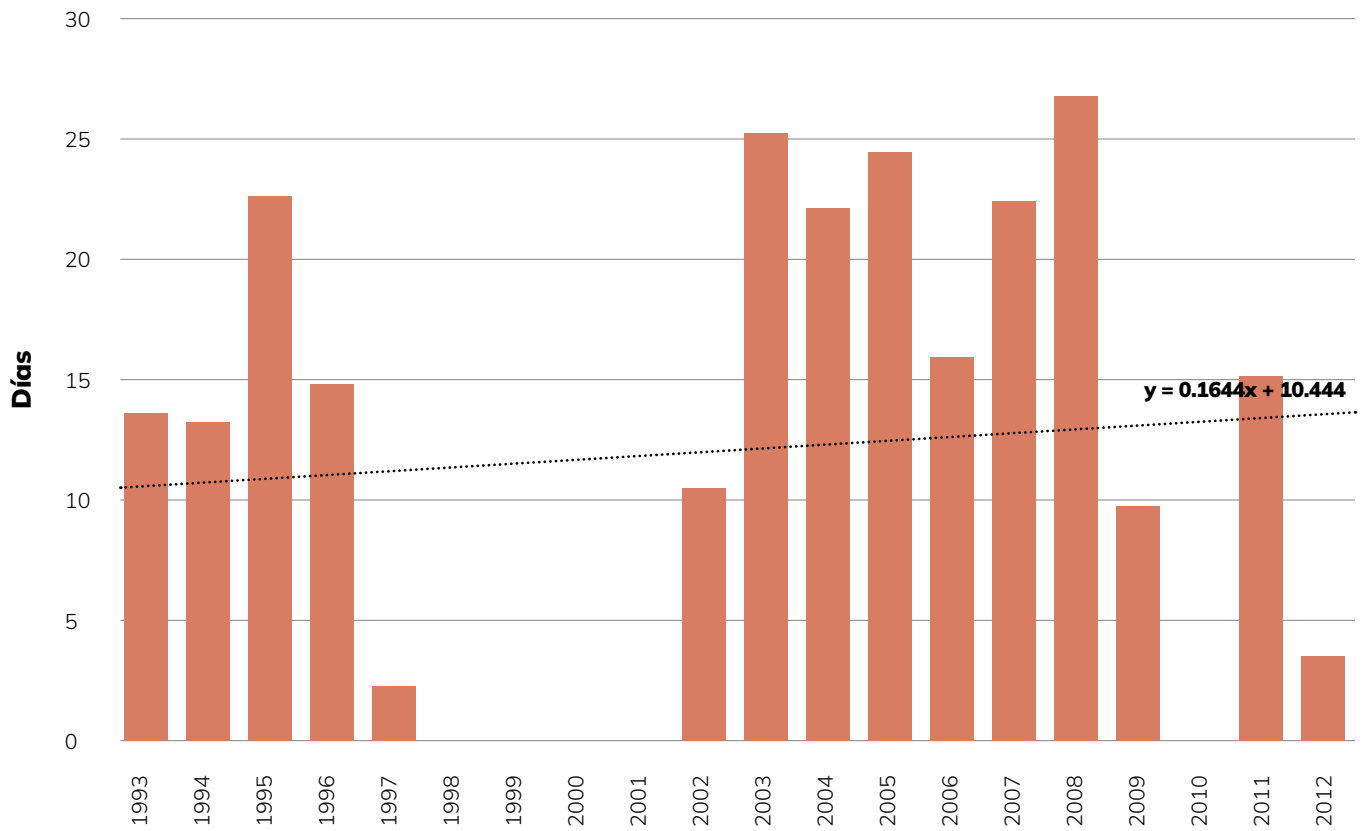
En conjunto, estos valores sugieren que Montería ha estado experimentando una

tendencia creciente en la frecuencia de días extremadamente cálidos y que, en promedio, la ciudad tiene un número considerable de estos días anualmente. Esto indica que Montería experimenta una proporción significativa de días calurosos en comparación con su historial climático. Estos resultados pueden atribuirse tanto a los efectos del cambio climático como a las condiciones climáticas propias de la región, como su ubicación cercana al Ecuador y su clima cálido.

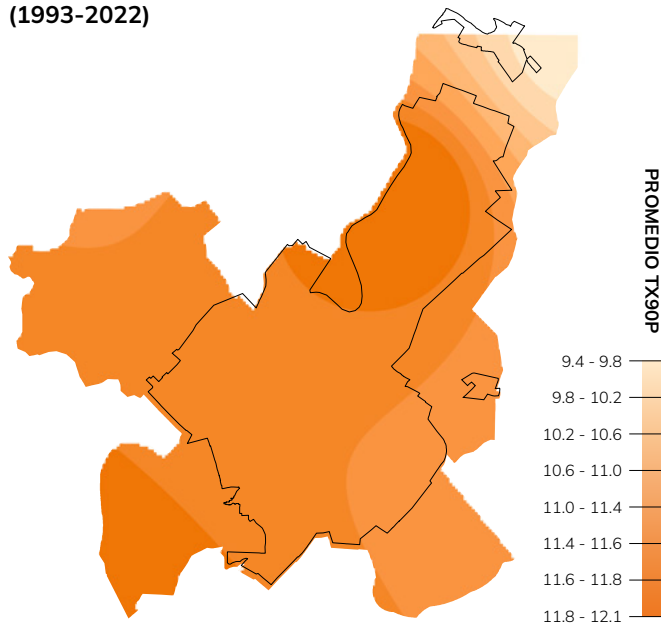
Es importante destacar que el aumento en la frecuencia de días extremadamente cálidos puede tener implicaciones importantes en diversos aspectos, como la salud pública, la agricultura y la infraestructura. Es necesario tener en cuenta estos datos y tendencias para una planificación adecuada, la adaptación al cambio climático y la gestión de riesgos en Montería. Además, estos hallazgos resaltan la necesidad de tomar medidas para mitigar los efectos del cambio climático y promover prácticas sostenibles en la región.

PORCENTAJE DE DÍAS DONDE LA TEMPERATURA MÁXIMA ES MAYOR AL PERCENTIL 90 (T90XP)

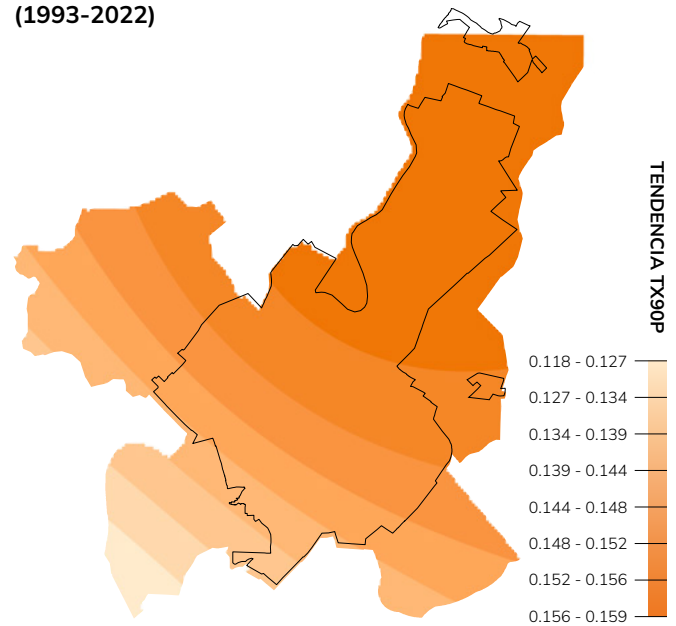
Figura 13. Tendencia del TX90P.



PROMEDIO TX90P (1993-2022)



TENDENCIA TX90P (1993-2022)



WARM SPELL DURATION INDICATOR (WSDI)

El índice WSDI (Warm Spell Duration Index) se refiere a los “Días de calor consecutivos” y se utiliza para medir la duración de periodos continuos de calor en relación con un umbral específico.

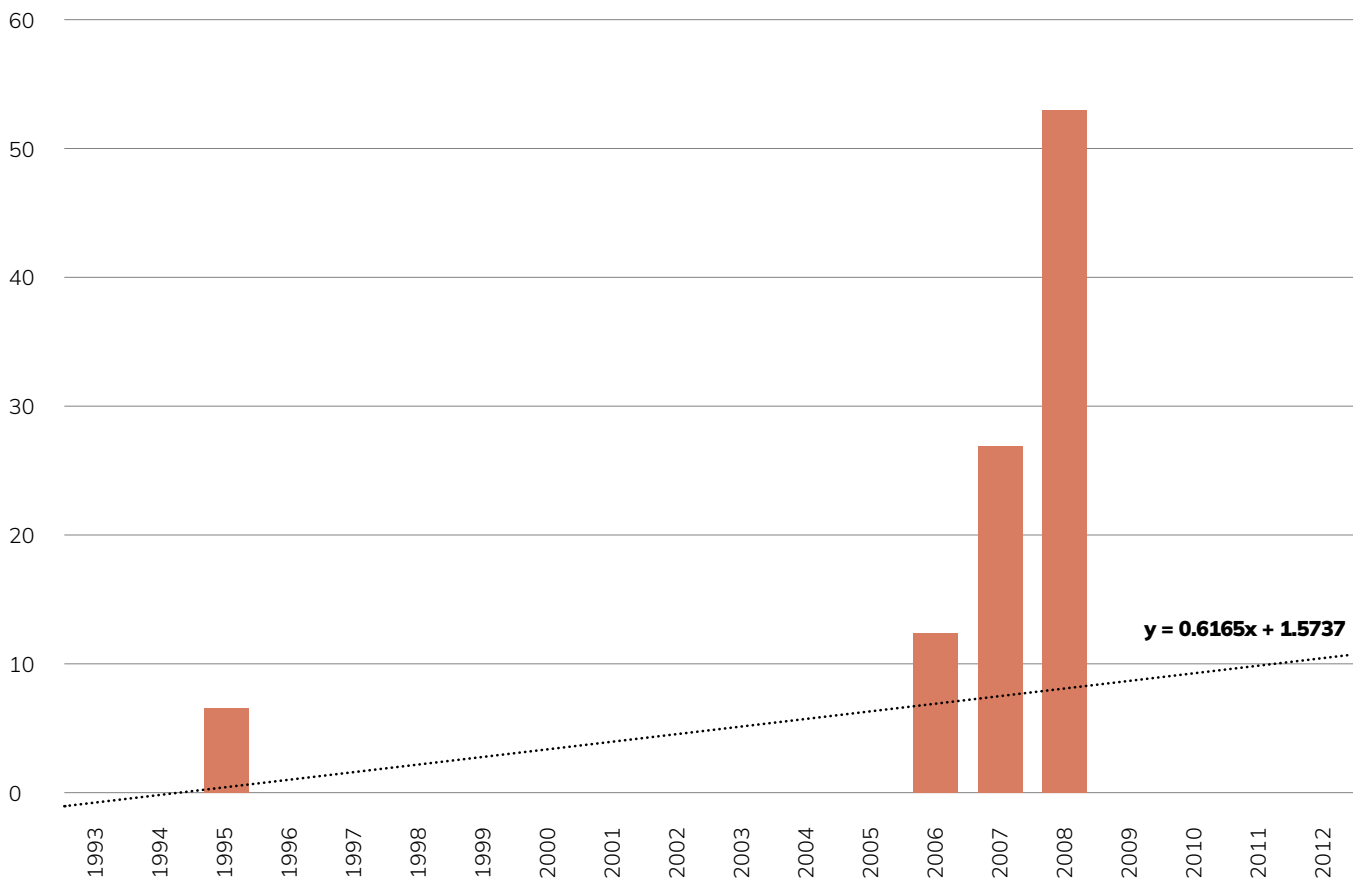
El valor de tendencia del WSDI de 0,5421 indica un cambio positivo o una tendencia creciente en la duración de las olas de calor en Montería. Dado que el valor es mayor a 0,5, sugiere un aumento significativo y notable en la frecuencia o duración de las olas de calor durante el periodo analizado.

Por otro lado, el valor promedio del WSDI de 1,3 indica que, en promedio, las olas de calor en Montería, Colombia, tienen una duración que se encuentra 1,3 desviaciones estándar por encima del promedio a largo plazo. Dado que el rango del WSDI se encuentra dentro del rango positivo, indica que las olas de calor en la región son relativamente frecuentes o más largas en

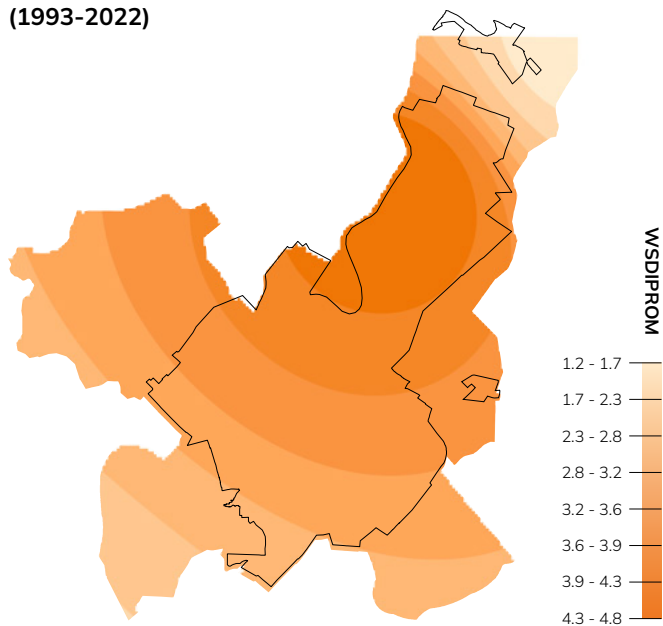
comparación con el promedio histórico analizado (1993-2022).

Nota: los análisis realizados hasta ahora se basan en los datos recopilados de tres estaciones meteorológicas. Sin embargo, para lograr una mayor precisión en los resultados y análisis, es fundamental incluir datos adicionales de múltiples estaciones meteorológicas en la región de Montería. Al considerar datos de diversas estaciones, se puede obtener una visión más completa y representativa de los patrones climáticos y las tendencias en la zona. Esto permitirá una evaluación más precisa de los índices climáticos, como el índice TX90P y WSDI, y una comprensión más sólida de la realidad climática de Montería en su conjunto. La inclusión de más datos proporcionará una base más sólida para la toma de decisiones informadas y la planificación adecuada en términos de adaptación al cambio climático y la gestión de riesgos.

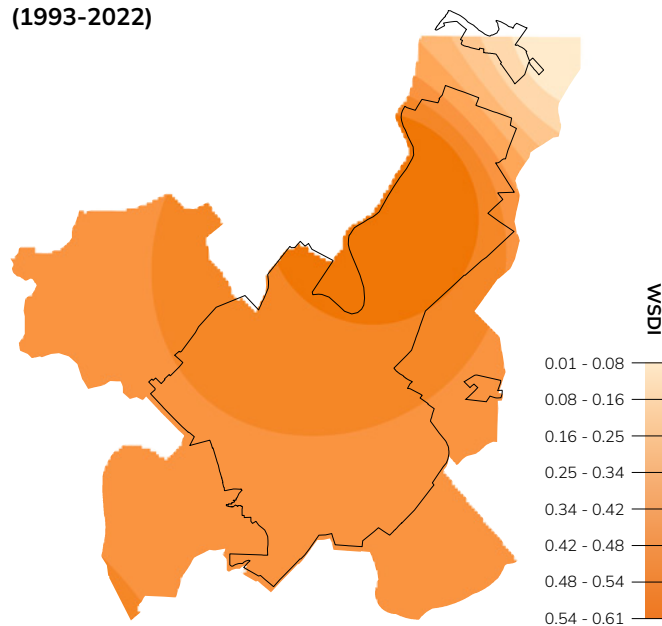
Figura 14. Tendencia del WSDI.



PROMEDIO WSDI (1993-2022)



TENDENCIA WSDI (1993-2022)





Capítulo 4

PRINCIPALES HALLAZGOS Y RECOMENDACIONES

El gradiente urbano-rural se desarrolla según las dimensiones analizadas, dividiéndose en grupos de influencia. Por ejemplo, las dimensiones de salud, infraestructura y hábitat humano se evidencian principalmente en el contexto urbano, donde existe mayor densidad poblacional y se ha desarrollado infraestructura de espacio público y servicios. Por otra parte, las dimensiones de biodiversidad y seguridad alimentaria se evidencian principalmente en el contexto periurbano y rural. Sin embargo, el crecimiento de la ciudad ha generado conflictos de uso del suelo con los humedales y la inclusión de terrenos agropecuarios en zonas urbanas o de expansión. En cuanto al recurso hídrico, esta dimensión se presenta de manera transversal, ya que se analiza la oferta del recurso desde lo rural (río Sinú) y el acceso al servicio de acueducto desde lo urbano. Es importante analizar y evaluar la forma en que la ciudad crece y se relaciona con su entorno rural para tomar decisiones que aumenten la resiliencia y capacidad adaptativa de la ciudad.

DEL RIESGO PARTICULAR AL RIESGO CRÍTICO

Además del análisis de riesgos climáticos particulares, es necesario complementarlo con un análisis de riesgo crítico, que identifique las áreas del territorio donde se presentan múltiples riesgos climáticos que interactúan y generan impactos adicionales. La cartografía de riesgo crítico permite identificar zonas afectadas por varios riesgos, como los humedales que están expuestos tanto a sequías como a inundaciones. Estos ecosistemas deben priorizarse al proponer medidas de adaptación integrales que consideren los impactos individuales y los resultantes de la interacción entre ambos riesgos. Además, la cartografía de los riesgos particulares es crucial para proponer soluciones integrales de reducción de cada riesgo en la ciudad. Por ejemplo, la gestión de riesgo por inundaciones debe

abordarse detalladamente mediante planes maestros de drenaje sostenible, dado que es una problemática generalizada en toda la ciudad.

BIODIVERSIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO

Los mapas de riesgo para la dimensión de biodiversidad revelan la vulnerabilidad de los ecosistemas periurbanos, los cuales están expuestos a amenazas que aumentarán debido a la crisis climática. Los incrementos en precipitaciones y temperatura condicionarán los riesgos de sequía e inundación, afectando principalmente a los humedales periurbanos y sus funciones ecosistémicas. La transformación y degradación de estos hábitats, a través de la pérdida de coberturas naturales y extinción de especies, comprometen la resiliencia de los sistemas socioecológicos. Es fundamental proteger y restaurar estas áreas naturales para aumentar su capacidad de respuesta ante posibles desastres.

RIESGOS ASOCIADOS AL AGUA

Está claro que el exceso o la falta de agua pueden perjudicar o alterar las dinámicas naturales del ambiente, lo que obliga a los seres humanos a buscar soluciones para encontrar un equilibrio. Las inundaciones representan el principal riesgo climático para Montería, principalmente debido a los encharcamientos y las crecidas del río Sinú. Esto demuestra que el sistema convencional de drenaje pluvial de la ciudad no tiene suficiente capacidad para gestionar adecuadamente el agua de lluvia durante eventos extremos, ya que tiende a colapsar cuando se excede su capacidad de diseño. Por lo tanto, la gestión del recurso hídrico debe basarse en el reconocimiento de sus impactos con el fin de proponer alternativas resilientes, como la infraestructura verde que complemente la infraestructura gris y permita aumentar la capacidad adaptativa en términos de manejo del agua de lluvia.

RIESGO BAJO LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Es innegable que la crisis climática está ganando fuerza y con el tiempo surgirán riesgos que actualmente no se contemplan. El aumento de la amenaza en áreas que actualmente no están expuestas a riesgos climáticos y la mayor variabilidad e intensidad de estos eventos climáticos afectarán principalmente a los grupos más vulnerables, como aquellos que se asientan en las áreas cercanas al río, en zonas de humedales o en las laderas del Cerro. En este sentido, es necesario fortalecer el conocimiento sobre los riesgos actuales para



generar capacidades de preparación frente a posibles riesgos futuros y promover acciones preventivas para los riesgos existentes, como evitar nuevos asentamientos en áreas de riesgo.

RIESGOS CLIMÁTICOS Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

La seguridad alimentaria consiste en mantener la disponibilidad de alimentos de manera estable en el tiempo. Sin embargo, esta dimensión presenta los niveles más altos de vulnerabilidad, ya que carece de la capacidad adaptativa suficiente para ser resiliente ante los impactos de eventos climáticos extremos. A excepción del distrito de riego en Aguas Negras, el suelo utilizado para actividades agropecuarias no cuenta con medidas adecuadas para enfrentar las condiciones extremas de sequía. Por lo tanto, es necesario identificar si se están aplicando prácticas sostenibles adecuadas a las necesidades de cada cultivo y tipo de suelo, y fortalecer la implementación de sistemas agroforestales, ya que ayudan a restablecer las propiedades físicas y químicas del suelo.

IMPACTO DEL ARVC EN LAS HERRAMIENTAS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

Los instrumentos de ordenamiento territorial son fundamentales para el desarrollo del municipio, ya que permiten la organización político-administrativa en función de la ocupación física del territorio. Dado que todos los sistemas urbanos interactúan con su entorno natural y están expuestos a di-

ferentes amenazas naturales, el análisis de riesgo y vulnerabilidad climática desempeña un papel crucial en la planificación, ya que permite evaluar las condiciones actuales y futuras de los riesgos climáticos y proponer modelos de desarrollo urbano que los tengan en cuenta. Esto conduce a la generación de políticas y directrices que ayudan a regular los asentamientos y a implementar acciones orientadas a generar conocimiento sobre el riesgo y capacidades de respuesta frente a desastres.

JUSTICIA CLIMÁTICA

La evaluación y el monitoreo del cambio climático en las últimas décadas han establecido que las comunidades más vulnerables y con menos recursos tienden a asentarse en las zonas más amenazadas. Esto refleja que los modelos de crecimiento urbano promueven condiciones de desigualdad, ya que los riesgos no afectan de manera uniforme a todo el municipio. Es necesario que el gobierno local priorice el apoyo a estas poblaciones y genere planes de acción que incluyan soluciones como la implementación de medidas estructurales y no estructurales para reducir el riesgo y mejorar la resiliencia de estos habitantes.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Para gestionar los riesgos climáticos actuales y considerar escenarios de cambio climático, es necesario adoptar nuevas medidas de adaptación y fortalecer las que ya se han implementado a través de diferentes iniciativas. A continuación, se presentan una serie de medidas generales que pueden contribuir a una gestión eficiente y a la adaptación climática en Montería.

INUNDACIONES

Es importante que la ciudad comience a sistematizar información cartográfica relacionada con las medidas de adaptación y reducción del riesgo de inundaciones que se han implementado. Esto incluye la ampliación, limpieza y mantenimiento de canales de drenaje, la construcción de nuevos canales y diques, y otras medidas basadas en ecosistemas, como la recuperación de especies nativas en humedales. El mapeo de estas intervenciones puede retroalimentar los modelos de riesgo y permitir una evaluación integral del rendimiento de estas soluciones en la reducción del riesgo de inundaciones.

Teniendo en cuenta la presencia del río Sinú a lo largo del área urbana de Montería, se recomienda considerar la implementación de estructuras como embalses que permitan regular los caudales máximos y almacenar los volúmenes de agua que no se pueden manejar con la infraestructura convencional de drenaje pluvial. Además, se sugiere mejorar el sistema de alerta y

respuesta para minimizar los daños durante periodos de lluvias intensas.

SEQUÍAS

El ARVC ha identificado que las sequías afectan principalmente al norte de la ciudad y en menor medida a las zonas de humedales. Gracias a la implementación de medidas como los distritos de riego, que contribuyen a la protección de los cultivos, el área de Aguas Negras ha logrado reducir su vulnerabilidad en comparación con otras zonas vecinas. En este sentido, es importante ampliar la cobertura de estos distritos a lo largo del corredor oriental y en las zonas de Mocarí y El Ceibal.

Se recomienda fortalecer un sistema de captación y almacenamiento de agua que permita su uso en las regiones más afectadas por la sequía, creando así un reservorio que ayude en la siembra y el pastoreo. En el sector de los cultivos alimentarios, es posible implementar la rotación de cultivos y buscar opciones de plantas más resistentes a la falta de agua o humedad.





El municipio ha implementado medidas de adaptación a las sequías, como la reforestación con especies nativas en Sierra Chiquita y en las áreas cercanas al río Sinú. Estas acciones mejoran la calidad de los hábitats y la disponibilidad de recursos para las especies que dependen de estos ecosistemas. Además, promueven la regulación hídrica, evitando que el impacto durante la sequía sea crítico.

MOVIMIENTOS DE REMOCIÓN EN MASA


Si bien Montería es una región de tierras bajas, hay riesgos de deslizamientos que afectan la biodiversidad en la región de Sierra Chiquita y a lo largo del río Sinú. Se recomienda invertir en barreras naturales y realizar estudios del suelo para identificar las épocas del año más propensas a deslizamientos debido a la inestabilidad.

La ciudad ya ha implementado medidas en algunas zonas del río Sinú, como reductores de energía que disminuyen el impacto

de las crecidas y las corrientes torrenciales en la infraestructura de servicios, viviendas y espacios públicos expuestos en esa área.

Los movimientos de remoción en masa en El Cerro, en Sierra Chiquita, se han abordado en algunos casos mediante la vegetación secundaria, la cual contribuye a estabilizar los taludes. Es importante que este tipo de soluciones se apliquen en áreas extensas de esta zona y se propongan programas de restauración que busquen no solo el desarrollo de vegetación secundaria, sino también la consolidación de ecosistemas completos con diferentes estratos vegetales, especialmente mediante el uso de especies arbóreas y arbustivas que retengan el suelo con sus raíces.

Estas medidas deben complementarse con programas efectivos para reasentar a las personas que se encuentran en El Cerro y evitar la proliferación de nuevos barrios y asentamientos informales. La presión generada por estos asentamientos sobre las coberturas vegetales dificulta su capacidad de respuesta y hace que sea muy difícil reducir el riesgo para estas comunidades.



El cambio climático es resultado de la acción humana en los últimos 50 años, con la economía mundial y la urbanización como principales factores. Las ciudades son particularmente vulnerables a los impactos del cambio climático, como inundaciones, lluvias intensas, sequías y olas de calor, y es importante tomar medidas para mitigar y adaptarse a estos riesgos. Colombia es un país altamente vulnerable al cambio climático, con efectos visibles en los ecosistemas, como el derretimiento de los nevados y el blanqueamiento de los corales. El aumento de la temperatura global debido a las actividades humanas ya ha alcanzado aproximadamente 1 °C con respecto a los niveles preindustriales, y es probable que aumente a 1,5 °C en las próximas décadas.