

Índice de riesgo al  
cambio climático y  
plan de adaptación  
para la ciudad de

# TRUJILLO

PERÚ

RESUMEN EJECUTIVO



Índice de riesgo al  
cambio climático y  
plan de adaptación  
para la ciudad de

---

# TRUJILLO

---

PERÚ

RESUMEN EJECUTIVO

Título

**Índice de riesgo al cambio climático y plan de adaptación para la ciudad de Trujillo, Perú**

Depósito Legal: DC2021000064

ISBN: 978-980-422-208-5

Esta publicación es resultado de los estudios realizados en el marco de la Iniciativa UE LAIF CAF – AFD sobre ciudades y cambio climático\*

Editor: CAF

Vicepresidencia de Desarrollo Sostenible (VDS).  
Julián Suárez, Vicepresidente.

Dirección de Sostenibilidad, Inclusión y Cambio Climático (DSICC). Edgar Salas, Director.

Autor: Unión Temporal: INERCO - MAPPA - METEOSIM

Revisión equipo CAF: Camilo Rojas, Martha Castillo,  
Juan Felipe Caicedo.

Diseño gráfico: Good, Comunicación  
para el Desarrollo Sostenible

El presente resumen ejecutivo incluye imágenes bajo la licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0 internacional.

Las imágenes que se encuentran bajo esta licencia en el presente resumen ejecutivo contienen los créditos individuales en cada una de ellas.

Las ideas y planteamientos contenidos en la presente edición son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no comprometen la posición oficial de CAF. Este documento se encuentra en: [scioteca.caf.com](http://scioteca.caf.com). Todos los derechos reservados.

---

\* CAF – Banco de Desarrollo de América Latina y AFD – Agencia Francesa de Desarrollo, institución financiera francesa pública de desarrollo, como resultado de una cooperación en el tema de ciudades y cambio climático, en el marco de una donación de la Unión Europea, promueven la iniciativa "Ciudades y Cambio Climático" mediante la cual se proporciona a los gobiernos locales de la región asistencia técnica en el tema de cambio climático, apoyo en la elaboración de planes de acción y financiamiento de los estudios de factibilidad de proyectos con impacto positivo en términos de mitigación y/o adaptación al cambio climático.

## Contenido

	Presentación	12
<b>1.</b>	Contexto	14
<b>1.1.</b>	Aproximación al área de estudio: localización y escalas de análisis	16
<b>1.2.</b>	Datos clave de la cuenca del río Moche y el área metropolitana de Trujillo para la adaptación	17
<b>1.2.1.</b>	Características abióticas clave	17
<b>1.2.2.</b>	Características bióticas clave	17
<b>1.2.3.</b>	Características socioeconómicas clave	18
<b>1.3.</b>	Proceso participativo del estudio y construcción colectiva del conocimiento	19
<b>2.</b>	Índice de riesgo al cambio climático	22
<b>2.1.</b>	Metodología del IRCC	24
<b>2.2.</b>	Principales resultados del IRCC	25
<b>2.2.1.</b>	Información climática	25
<b>2.2.2.</b>	Caracterización del clima histórico	26
<b>2.2.2.1.</b>	Caracterización del clima futuro	27
<b>2.3.</b>	IRCC en el área metropolitana	28
<b>2.3.1.</b>	Análisis del peligro de inundación por desbordamiento del río Moche y huaicos	28
<b>2.3.2.</b>	Peligro de inundación por aumento del nivel del mar y erosión costera	29
<b>2.3.3.</b>	Análisis de exposición en el área metropolitana	30
<b>2.3.4.</b>	Análisis de vulnerabilidad en el área metropolitana de Trujillo	32
<b>2.3.5.</b>	Índice de riesgo de inundación por desbordamiento del río Moche y huaicos	33
<b>2.3.6.</b>	Índice de riesgo por inundación y erosión costera	33
<b>2.3.7.</b>	Cambios históricos del uso y coberturas del suelo	34
<b>2.3.8.</b>	Modelo territorial	36
<b>2.4.</b>	IRCC en la cuenca hidrográfica	37
<b>2.4.1.</b>	Peligro por déficit hídrico	37
<b>2.4.2.</b>	Análisis de exposición en la cuenca del río Moche	38
<b>2.4.3.</b>	Análisis de vulnerabilidad en la cuenca del río Moche	39
<b>2.4.4.</b>	Análisis de riesgo por déficit hídrico	40
<b>2.4.5.</b>	Evolución del uso del suelo	41
<b>2.4.6.</b>	Modelo territorial	43
<b>2.5.</b>	Áreas priorizadas para la adaptación al cambio climático	44
<b>3.</b>	Plan de adaptación al cambio climático	46
<b>3.1.</b>	Objetivos del PACC	48
<b>3.2.</b>	Metodología del PACC	49
<b>3.3.</b>	Programas de adaptación	50
<b>3.3.1.</b>	Programa de mitigación del riesgo (MR)	50

3.3.1.1.	Subprograma para la mitigación del riesgo de inundación por desbordamiento del río Moche	52
3.3.1.2.	Subprograma para la mitigación del riesgo por inundación por huaicos de las quebradas San Idelfonso, El León/río Seco y San Carlos en la ciudad de Trujillo	54
3.3.1.3.	Subprograma para la mitigación de los peligros de inundación y erosión costera	56
3.3.1.4.	Subprograma para la implementación de un sistema de alerta temprana y pronóstico hidroclimatológico para el área metropolitana de Trujillo	58
3.3.2.	Programa de resiliencia urbana (RU)	60
3.3.2.1.	Subprograma para la infraestructura adaptada al cambio climático	62
3.3.2.2.	Subprograma para los bordes urbanos seguros	64
3.3.2.3.	Subprograma para el urbanismo y construcción sostenible	66
3.3.3.	Programa de recursos naturales y producción rural (RNPR)	68
3.3.3.1.	Subprograma para la recuperación de ecosistemas estratégicos y abastecedores de agua, y plan de manejo de fuentes superficiales y subterráneas	70
3.3.3.2.	Subprograma para la gestión del agua	72
3.3.3.3.	Subprograma para el uso y producción rural sostenible	74
3.3.4.	Componente transversal: planificación, conocimiento, gobernabilidad y gobernanza para el plan de adaptación	76
3.4.	Estimación de costos de referencia	76
4.	RECOMENDACIONES: Para la implementación del plan de adaptación al cambio climático	78
5.	CONSIDERACIONES FINALES	82
6.	BIBLIOGRAFÍA	86
7.	ANEXOS	89

## Listado de Figuras

<b>Figura 1-1.</b>	Localización y escalas de análisis	16
<b>Figura 1-2.</b>	Descripción socioeconómica	18
<b>Figura 1-3.</b>	Actores clave para el IRCC y PACC	19
<b>Figura 2-1.</b>	Estimación del riesgo según IPCC	24
<b>Figura 2-2.</b>	Precipitación media por estación	26
<b>Figura 2-3.</b>	Trayectorias de concentración representativas y rango de emisiones asociado	27
<b>Figura 2-4.</b>	Resultados de niveles de peligro por inundación por desbordamiento del río Moche y huaicos	29
<b>Figura 2-5.</b>	Resultados de niveles de peligro para erosión (arriba) e inundación por aumento del nivel del mar (abajo)	30
<b>Figura 2-6.</b>	Resultado indicador de exposición	31
<b>Figura 2-7.</b>	Resultados del Análisis de Vulnerabilidad	32
<b>Figura 2-8.</b>	Resultados de niveles de riesgo de inundación por desbordamiento del río Moche y huaicos	33
<b>Figura 2-9.</b>	Resultados del índice de riesgo para 2040 bajo el escenario RPC 4.5 para de erosión costera	34

<b>Figura 2-10.</b> Análisis multitemporal para el área metropolitana	35
<b>Figura 2-11.</b> Síntesis del modelo territorial – Trujillo metropolitano	36
<b>Figura 2-12.</b> Resultados de peligro histórico y futuro por déficit hídrico	38
<b>Figura 2-13.</b> Resultado del indicador de exposición en la cuenca del río Moche	39
<b>Figura 2-14.</b> Resultado del análisis de vulnerabilidad para la cuenca del río Moche	40
<b>Figura 2-15.</b> Índice de riesgo histórico y futuro para el peligro de déficit hídrico	41
<b>Figura 2-16.</b> Análisis multitemporal para la cuenca del río Moche	42
<b>Figura 2-17.</b> Síntesis del modelo territorial – Cuenca del río Moche	43
<b>Figura 2-18.</b> Áreas priorizadas para adaptación al cambio climático	44
<b>Figura 3-1.</b> Metas específicas del PACC	48
<b>Figura 3-2.</b> Proceso metodológico del estudio	49
<b>Figura 3-3.</b> Programas de adaptación	50

## Tablas

<b>Tabla 1-1.</b> Reuniones del proceso participativo	20
<b>Tabla 2-1.</b> Comparativo de cuatro variables meteorológicas	25
<b>Tabla 2-2.</b> Indicador de exposición y subindicadores utilizados	31
<b>Tabla 2-3.</b> Factores de atracción y restricción usados en el modelo territorial	36
<b>Tabla 3-1.</b> Temáticas del componente transversal	76
<b>Tabla 3-2.</b> Costos del PACC	77

## Fotografías

<b>Fotografía 1-1.</b> Centro histórico de Trujillo	15
<b>Fotografía 1-2.</b> Taller participativo en Trujillo	20
<b>Fotografía 2-1.</b> Presa y bocatoma del río Moche	23
<b>Fotografía 3-1.</b> Valle del río Moche	47
<b>Fotografía 4-1.</b> Muelle turístico de Huanchaco	79

## Ecuaciones

<b>Ecuación 1.</b> Índice de riesgo	25
-------------------------------------	----

## Anexos

<b>Anexo 7-1.</b> Listado de actores participantes en el estudio	89
<b>Anexo 7-2.</b> Descripción de actores estratégicos en el marco del plan de adaptación	92
<b>Anexo 7-3.</b> Cronograma de implementación	94
<b>Anexo 7-4.</b> Listado de información identificada como faltante	95

## Siglas y acrónimos

<b>AAA</b>	Autoridad Administrativa del Agua
<b>ANA</b>	Autoridad Nacional del Agua
<b>AFD</b>	Agencia Francesa de Desarrollo
<b>AR5</b>	Quinto Informe de Evaluación del IPCC
<b>CAF</b>	Banco de Desarrollo de América Latina
<b>CENEPRED</b>	Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres
<b>CMNUCC</b>	Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático
<b>CND</b>	Contribuciones Nacionalmente Determinadas
<b>CT</b>	Componente Transversal
<b>FEN</b>	Fenómeno de El Niño
<b>FODA</b>	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>INEI</b>	Instituto Nacional de Estadística e Informática
<b>INDECI</b>	Instituto Nacional de Defensa Civil
<b>IPCC</b>	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático ( <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> )
<b>IRCC</b>	Índice de riesgo al cambio climático
<b>LAIF</b>	Facilidad de Inversión en América Latina ( <i>Latin American Investment Facility</i> )
<b>LB</b>	Línea Base
<b>LiDAR</b>	Detección y alcance de luz ( <i>Light Detection and Ranging</i> )
<b>MDE</b>	Modelo digital de elevación territorial
<b>MINAM</b>	Ministerio del Ambiente
<b>MR</b>	Mitigación del riesgo
<b>PACC</b>	Plan de Adaptación al Cambio Climático
<b>PAT</b>	Plan de Acondicionamiento Territorial (alcance provincial)
<b>PDU</b>	Plan de Desarrollo Urbano (alcance municipal)
<b>PDM</b>	Plan de Desarrollo Metropolitano (alcance metropolitano)
<b>RCP</b>	Ruta de Concentración Representativa ( <i>Representative Concentration Pathway</i> )
<b>RNPR</b>	Recursos Naturales y Producción Rural
<b>RU</b>	Resiliencia Urbana
<b>SAT</b>	Sistema de Alerta Temprana
<b>SENAMHI</b>	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
<b>SSPP</b>	Servicios Públicos
<b>SP</b>	Subprograma
<b>UT</b>	Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim

## Glosario

- **ADAPTACIÓN FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO:** proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de reducir o evitar los daños o aprovechar las potenciales oportunidades. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos (IPCC, 2014).
- **ACTOR ESTRATÉGICO:** institución pública o privada, con interés y capacidad, que participó en el proceso de la estimación del índice de riesgo al cambio climático, priorización de medidas y planificación de la adaptación al cambio climático.
- **AGLOMERACIÓN:** fenómeno de concentración económica y demográfica asociado con el proceso de urbanización e intercambio en un territorio.
- **CAMBIO CLIMÁTICO:** modificación del estado del clima identificable (p. ej., mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropogénicos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como «cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima, observada durante períodos de tiempo comparables». La CMNUCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad del clima atribuible a causas naturales (IPCC, 2014).
- **CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN:** capacidad de los sistemas, las instituciones, los seres humanos y otros organismos para adaptarse ante posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias (IPCC, 2014).
- **DESASTRE:** alteración grave del funcionamiento normal de una comunidad o una sociedad, debido a fenómenos físicos peligrosos que interactúan con las condiciones sociales vulnerables, dando lugar a efectos humanos, materiales, económicos o ambientales adversos generalizados, que requieren una respuesta inmediata a la emergencia para satisfacer las necesidades humanas esenciales, y que puede requerir apoyo externo para la recuperación (IPCC, 2014).
- **ESTUDIO DE DETALLE:** estudios de amenaza y riesgo más precisos que el IRCC, que proveen las bases para el desarrollo de diseños de intervención para implementación de medidas de mitigación del riesgo y/o adaptación al cambio climático en un área particular.
- **EXPOSICIÓN:** presencia de personas; medios de subsistencia; especies o ecosistemas; funciones, servicios y recursos ambientales; infraestructura; o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente (IPCC, 2014).
- **HEC-GeoRAS:** herramienta del software ArcGIS que permite crear mapas de inundación generados a partir de la modelación hidráulica de una sección del cauce de un río en HEC-RAS.
- **HEC-Ras:** herramienta computacional para la modelación hidráulica en ríos naturales y/o canales.
- **HUAICO:** masas de agua que transportan sedimentos de tierra, material vegetal y demás material de arrastre a grandes velocidades (INDECI, s.f.), lo que genera deslizamientos y avenidas causadas por avenidas torrenciales y flujos concentrados. Se deriva del quechua.
- **IMPACTO:** efecto en los sistemas naturales y humanos. En este informe, el término impactos se emplea principalmente para describir los efectos de episodios meteorológicos y climáticos

extremos y del cambio climático en vidas, medios de subsistencia, salud, ecosistemas, economía, cultura, servicios e infraestructuras que ocurren en un tiempo específico y a la vulnerabilidad de las sociedades o los sistemas expuestos a ellos. Los impactos también se denominan consecuencias y resultados. Los impactos del cambio climático sobre los sistemas geofísicos, incluidas las crecidas, las sequías y la elevación del nivel del mar, son un subconjunto de los denominados impactos físicos (IPCC, 2014).

- **ÍNDICE DE ARIDEZ:** característica cualitativa del clima que, a partir del balance hídrico superficial, permite medir e identificar lugares con déficit o excedentes de agua (IDEAM, 2010).
- **INFRAESTRUCTURA VERDE:** red estratégicamente planificada de zonas naturales y seminaturales de alta calidad, diseñada y gestionada para proporcionar un amplio abanico de servicios ecosistémicos y proteger la biodiversidad, tanto de los asentamientos rurales como urbanos. La infraestructura verde está compuesta por una amplia gama de diferentes elementos medioambientales que pueden operar a distintos niveles, desde pequeños elementos lineales como tejados verdes hasta ecosistemas funcionales completos, tales como bosques de llanuras inundables, humedales o ríos que fluyen libremente. Tiene como objetivo mejorar la capacidad de la naturaleza para facilitar bienes y servicios ecosistémicos múltiples y valiosos, tales como agua o aire limpios (Unión Europea, 2014).
- **IRCC:** es el índice de riesgo al cambio climático estimado por la consultoría y reportado en el documento del objetivo 1. El IRCC se estimó de acuerdo con las definiciones del IPCC en su reporte AR5 publicado en 2014, en el cual, el riesgo se define como la síntesis de las relaciones entre el peligro (amenaza), los elementos expuestos y la vulnerabilidad de dichos elementos.  
***Riesgo= Peligro\*Exposición\*Vulnerabilidad.***
- **MESA TÉCNICA:** espacio de diálogo y de construcción colectiva que incentivó el aporte e intercambio de ideas entre actores estratégicos clave y los miembros de la unión temporal. Contribuyó a la construcción de conocimiento y la apropiación temprana de los resultados del trabajo que se desarrollaron en las distintas etapas del proyecto. Permitió fomentar un sentido de pertenencia del proyecto entre los actores estratégicos y a validar los resultados generados por la consultoría.
- **PELIGRO (AMENAZA):** acaecimiento potencial de un suceso o tendencia física de origen natural o humano, o un impacto físico, que puede causar pérdidas de vidas, lesiones u otros efectos negativos sobre la salud, así como daños y pérdidas en propiedades, infraestructuras, medios de subsistencia, prestaciones de servicios, ecosistemas y recursos ambientales» (IPCC, 2014). En otros países de hispanoamérica se llama «amenaza», pero en Perú se ha adoptado el término peligro, ambas traducciones adecuadas de la palabra *hazard* en inglés.
- **PUNTO FOCAL:** institución que actuó como facilitadora del desarrollo del presente estudio entre la Unión Temporal, CAF y los actores estratégicos; sus miembros facilitaron la gestión logística y la socialización de la información, y lideraron la convocatoria de actores estratégicos.
- **RIESGO:** consecuencias eventuales en situaciones en que algo de valor está en peligro y el desenlace es incierto, reconociendo la diversidad de valores. A menudo el riesgo se representa como la probabilidad de acaecimiento de fenómenos o tendencias peligrosas, multiplicada por los impactos en caso de que ocurran tales fenómenos o tendencias. Este término se suele utilizar para referirse a las posibilidades, cuando el resultado es incierto, de que ocurran consecuencias adversas para la vida; los medios de subsistencia; la salud; los ecosistemas y las especies; los bienes económicos, sociales y culturales; los servicios (incluidos los servicios ambientales) y la infraestructura (IPCC, 2014).
- **SENSIBILIDAD:** predisposición física de los seres humanos, infraestructura y ambiente a ser afectados por un fenómeno peligroso. (IPCC, 2012)
- **SERVICIOS SOCIALES:** en este estudio, se refiere a la infraestructura, edificios y áreas abiertas en los que se prestan servicios de educación, salud, cultura, administración pública, seguridad, bienestar social, recreación y deporte, entre otros, a las comunidades.

- **SERVICIOS PÚBLICOS:** en este estudio, se refiere a las áreas e infraestructura que prestan servicios de provisión de agua potable, energía y comunicaciones, recolección y tratamiento del drenaje pluvial, aguas servidas y residuos sólidos.
- **SWAT:** modelo hidrológico construido a través de una herramienta computacional para pronosticar el impacto de las prácticas de manejo del suelo y su interacción con el flujo de agua superficial, la generación de sedimentos y la producción de sustancias agrícolas químicas en la cuenca hidrográfica.
- **TRAYECTORIAS DE CONCENTRACIÓN REPRESENTATIVAS (REPRESENTATIVE CONCENTRATION PATHWAYS):** escenarios de trayectorias de concentración representativas que abarcan series temporales de emisiones y concentraciones de gases efecto invernadero (GEI), aerosoles, gases químicamente activos, uso del suelo y cobertura terrestre (IPCC, 2013).
- **VULNERABILIDAD:** propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación (IPCC, 2014).



# PRESENTACIÓN

El estudio Índice de riesgo al cambio climático (IRCC), en la ciudad de Trujillo (Perú), se desarrolló bajo la iniciativa LAIF sobre ciudades y cambio climático de la Unión Europea, cuyo objetivo es apoyar las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, y la protección del medioambiente en América Latina. El estudio, implementado por el CAF – Banco de Desarrollo de América Latina y la AFD – Agencia Francesa de Desarrollo, se centró en la identificación y priorización de medidas concretas de adaptación, a partir de la evaluación de riesgo para los peligros de déficit hídrico, inundación por desbordamiento del río Moche, inundaciones por huacos<sup>1</sup>, e inundación y erosión costera.

El estudio incluye la estimación del IRCC y la elaboración de un Plan de Adaptación al Cambio Climático (PACC), los cuales se realizaron para el área metropolitana de Trujillo y la cuenca hidrográfica del río Moche. El IRCC sintetiza los resultados del riesgo y sus componentes (peligros priorizados, vulnerabilidad y exposición de acuerdo con el AR5 del IPCC). Luego, a partir de los resultados, se estructuró el PACC, los tres programas para la adaptación del territorio, una hoja de ruta y las recomendaciones para la implementación.

Durante el desarrollo del estudio, entre abril de 2019 y febrero de 2020, se realizó un proceso de sensibilización y validación de actores clave<sup>2</sup>. Así, 97 representantes de 27 instituciones locales, regionales y nacionales de distintos sectores participaron a través de talleres y mesas técnicas, con el fin de fomentar la apropiación del conocimiento y la información generada.

Este documento presenta los principales resultados del IRCC y del PACC en los siguientes capítulos:

- 1. Contexto:** presenta las principales características del IRCC y PACC.
- 2. IRCC:** presenta los resultados más importantes del análisis del IRCC y sus componentes.
- 3. PACC:** sintetiza el *Plan de acción al cambio climático*, enfocándose en sus objetivos, programas y el componente transversal para la adaptación de Trujillo, basados en los impactos esperados del IRCC para el clima futuro.
- 4. Recomendaciones:** enfatiza en la importancia de emprender acciones de adaptación al cambio climático y formula las recomendaciones para la implementación del PACC en el territorio.

Este estudio representa la oportunidad de avanzar de una gestión reactiva, en respuesta a los impactos de los eventos extremos y desastres naturales, a una gestión proactiva frente al cambio climático en Trujillo metropolitana. El IRCC incentiva la alineación del desarrollo territorial y económico con los retos que imponen las condiciones del clima futuro, reduce las pérdidas humanas y materiales, y maximiza las inversiones en planificación local y regional.

Se debe tener en cuenta que este resumen ejecutivo, así como el IRCC, el PACC y el proceso de validación<sup>3</sup> forman parte integral del estudio.

1 Ver el glosario.

2 Los actores clave se relacionan en la sección de proceso participativo del estudio y construcción colectiva del conocimiento.

3 El IRCC, el PACC y el proceso de validación componen los objetivos 1, 2 y 3 del estudio, respectivamente. Los documentos desarrollados para cada objetivo presentan los contenidos en mayor detalle.

A photograph of a street in a colonial town. In the background, a church tower with a white dome and a cross on top is visible against a blue sky with clouds. The street is lined with buildings, some with yellow and green facades. A green semi-transparent shape is overlaid on the left side of the image.

1

CONTEXTO

**Fotografía 1-1.** Centro histórico de Trujillo, julio 2019.



*Fotografía por Adriana Vega.*

Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

Este capítulo presenta la localización y escala del área de estudio, y la síntesis de las características socioeconómicas, bióticas y abióticas consideradas en la estimación del IRCC y sus componentes. Adicionalmente, el capítulo presenta la síntesis del proceso participativo en el cual los actores clave validaron y se apropiaron de los resultados del IRCC y las propuestas del PACC. Entre las principales características de interés para el IRCC y el PACC de Trujillo se resaltan:

- El estudio desarrolla tres escalas de análisis: i) cuenca hidrográfica, ii) área metropolitana, y iii) sector específico o barrios, las cuales permiten entender los fenómenos hidroclimáticos y su influencia sobre el territorio a diferentes niveles.
- Trujillo concentra cerca del 99 % de la población provincial y 54 % de la departamental.
- Predomina la población joven, dado que el 71 % se encuentra entre 1 año y 44 años.
- Posee un relativo balance de género, pues el 52,2 % de la población son mujeres.
- 4<sup>[4]</sup> actividades económicas concentran el 53,8 % de los empleos locales.
- Los tipos de suelo predominantes en la cuenca favorecen la infiltración del agua, lo cual reduce las inundaciones, aunque disminuye la disponibilidad hídrica.
- El régimen de precipitación es monomodal, con una marcada temporada de lluvia y otra seca. Además, la orografía local determina la distribución de los niveles de precipitación en la cuenca.
- El 34,4 % del área de la cuenca se destina para agricultura costera y andina, en parte por la irrigación que provee el Proyecto Especial Chavimochic<sup>5</sup>.

4 Comercio, reparación de automóviles y motocicletas, industrias manufactureras, transporte y almacenamiento y construcción.

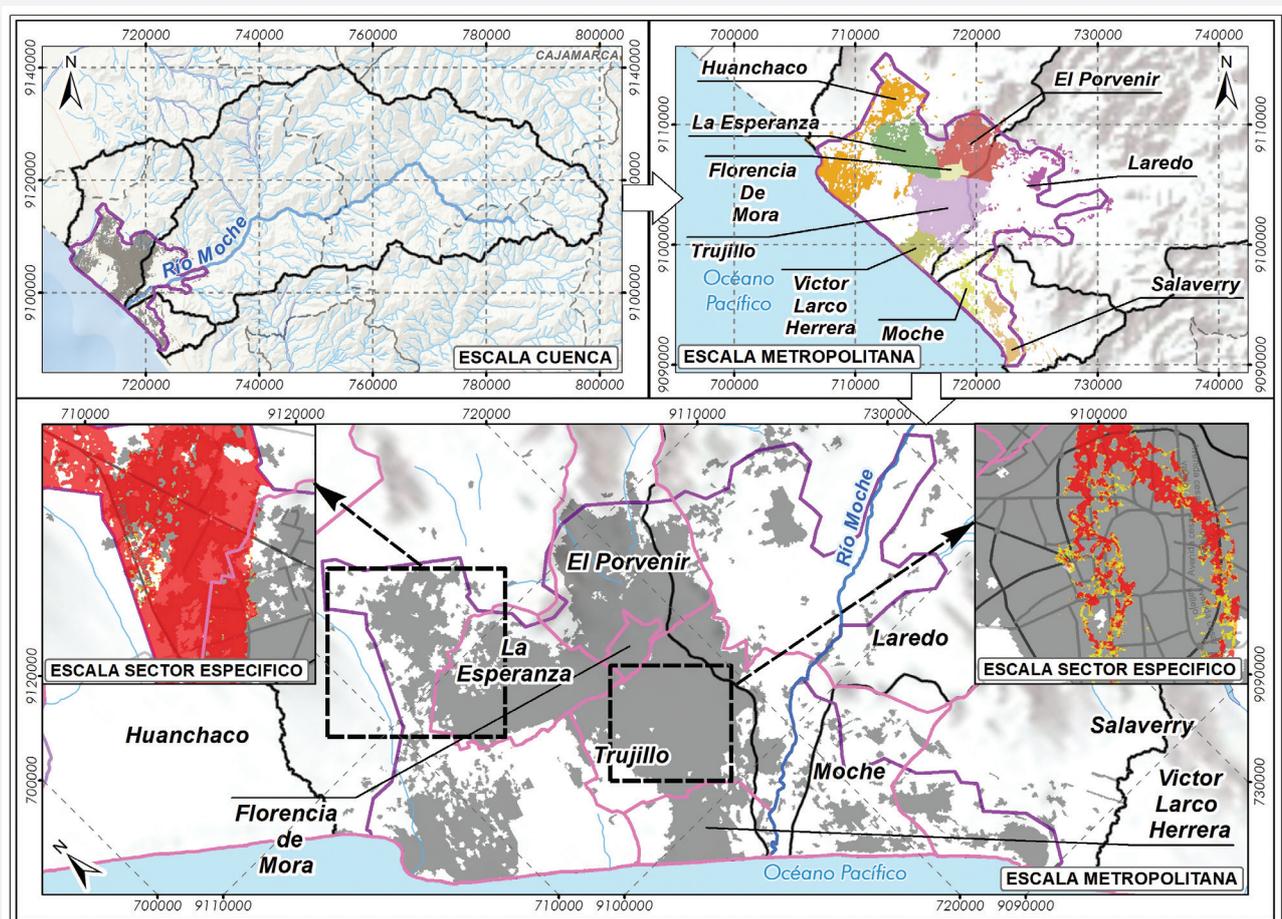
5 Proyecto de asociación público-privada para irrigación de los distritos agrícolas de los valles de Chao, Virú, Moche y Chicama en el departamento de La Libertad y abastecedor de agua potable para Trujillo metropolitana ([www.chavimochic.gov.pe](http://www.chavimochic.gov.pe)).

## 1.1. Aproximación al área de estudio: localización y escalas de análisis

El área metropolitana de Trujillo se localiza en la provincia de Trujillo, en el departamento de La Libertad, al noroeste de Perú<sup>6</sup>, y en la cuenca hidrográfica del río Moche. El área de estudio utilizada para el IRCC se presenta en la figura 1-1, según las escalas ya mencionadas.

Para la escala de la cuenca hidrográfica se efectuaron las modelaciones hidrológicas que definieron los niveles de peligro y riesgo histórico y futuro, según la influencia de factores hidroclimáticos y antrópicos, tales como la variación de coberturas de uso del suelo. A partir de estos análisis, se identificaron las medidas de adaptación mediante el manejo sostenible de los ecosistemas estratégicos, el agua, y el uso y ocupación del suelo rural.

Figura 1-1. Localización y escalas de análisis



Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

<sup>6</sup> Perú se organiza en regiones, departamentos, provincias y distritos. Las regiones se componen de varios departamentos, los departamentos de provincias y estas, a su vez, de distritos.

Para la escala metropolitana, que abarca los distritos El Porvenir, Florencia de Mora, Huanchaco, La Esperanza, Laredo, Moche, Salaverry, Víctor Larco Herrera y Trujillo, se realizaron modelaciones hidrológicas que permitieron analizar los peligros priorizados, la vulnerabilidad y exposición y, a partir de ellos, estimar el IRCC. Por otra parte, para la escala de sectores específicos, se planteó una priorización de áreas con base en los resultados del IRCC y el modelo territorial.

## 1.2. Datos clave de la cuenca del río Moche y el área metropolitana de Trujillo para la adaptación

El análisis de los componentes del IRCC (peligros, vulnerabilidad y riesgo) se construye a partir de características abióticas, bióticas (peligros) y socioeconómicas (vulnerabilidad, exposición). A continuación, se presenta una síntesis de estas particularidades del territorio.

### 1.2.1. Características abióticas clave

La geología, la geomorfología, los suelos y la información climática inciden en el comportamiento hidrológico de la cuenca, por lo que se utilizan en la modelación de los peligros por inundación fluvial y pluvial, y el déficit hídrico de la siguiente manera:

- La geología e hidrología permitieron estudiar la relación entre áreas de recarga de acuíferos, la ubicación de pozos de explotación de agua subterránea y la expansión agrícola en la cuenca alta y media. Dicha correspondencia podría implicar la sobreexplotación del recurso, si no se gestiona adecuadamente.
- Los suelos poseen una capacidad de infiltración rápida<sup>7</sup>, lo que disminuye los niveles de escorrentía y favorece la recarga de agua subterránea (Instituto Nacional de Recursos Naturales, 2009). Sin embargo, la impermeabilidad de la huella urbana acumula escorrentía y algunos sectores tienen depresiones topográficas y suelos menos permeables que generan huacos.
- Los análisis climáticos<sup>8</sup> permitieron analizar las variaciones del caudal del río Moche en la estación seca y lluviosa. Los resultados se consideraron en las modelaciones hidrológicas, el IRCC y los programas y medidas del PACC.

### 1.2.2. Características bióticas clave

Las coberturas y la evolución histórica de los usos de los suelos<sup>9</sup> se utilizaron como instrumento para estudiar los peligros priorizados porque inciden en el comportamiento hidrológico de la cuenca. Estas características facilitaron la identificación de medidas de adaptación.

- Trujillo tiene una gran complejidad vegetal y edáfica: llanuras desérticas, semidesérticas y aluviales con bosques lluviosos, y paisajes colinosos y montañosos (MINAM, 2015).
- La mayor parte de la cuenca está ocupada por la agricultura costera y andina (34,46%), desierto costero (18,18%), pajonal andino (13,92%), cardonal (12,80%) y matorral arbustivo (12,62%).
- La influencia del Proyecto Especial Chavimochic y la extracción de agua subterránea han permitido el desarrollo agrícola<sup>10</sup>.
- El Gobierno regional adelanta algunas iniciativas de reforestación y delimitación de áreas naturales protegidas para la conservación de los ecosistemas y su conectividad.

<sup>7</sup> Los suelos *Eutric Regosols* y *Eutric Cambisols* ocupan un 57% de la cuenca, y presentan textura franca arenosa, y pendientes de fuertemente inclinadas a moderadamente empinadas (8% a 25%) y fuertemente empinadas (25% a más de 75%), que favorecen o restringen el movimiento del agua, dependiendo de la inclinación.

<sup>8</sup> El estudio cuenta con un extenso análisis del clima histórico y futuro (ver Información climática en la página 9).

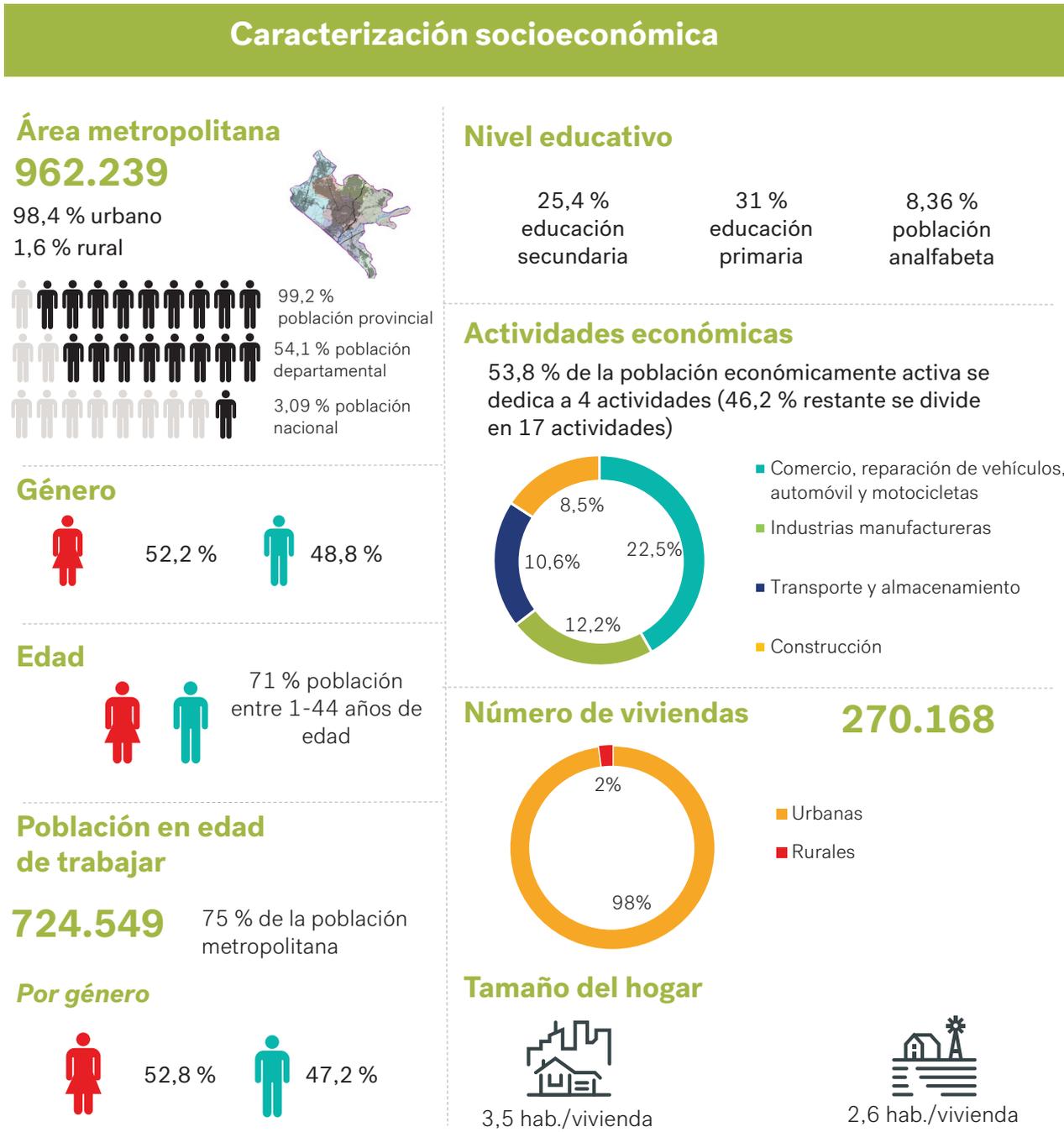
<sup>9</sup> Ver secciones de evolución de los usos del suelo para el área metropolitana y para la cuenca (página 20 y 28).

<sup>10</sup> En la región se producen arroz, maíz, alfalfa, caña de azúcar, espárrago, palto, hortalizas y frutas, entre otros.

### 1.2.3. Características socioeconómicas clave

Las principales características de Trujillo metropolitana que influyeron en la estimación del índice de vulnerabilidad y exposición se presentan en la figura 1-2. De la información presentada, sobresale la concentración de población y actividades económicas del departamento y de la provincia en el área metropolitana, así como de la infraestructura y los servicios sociales que soportan el desarrollo del departamento.

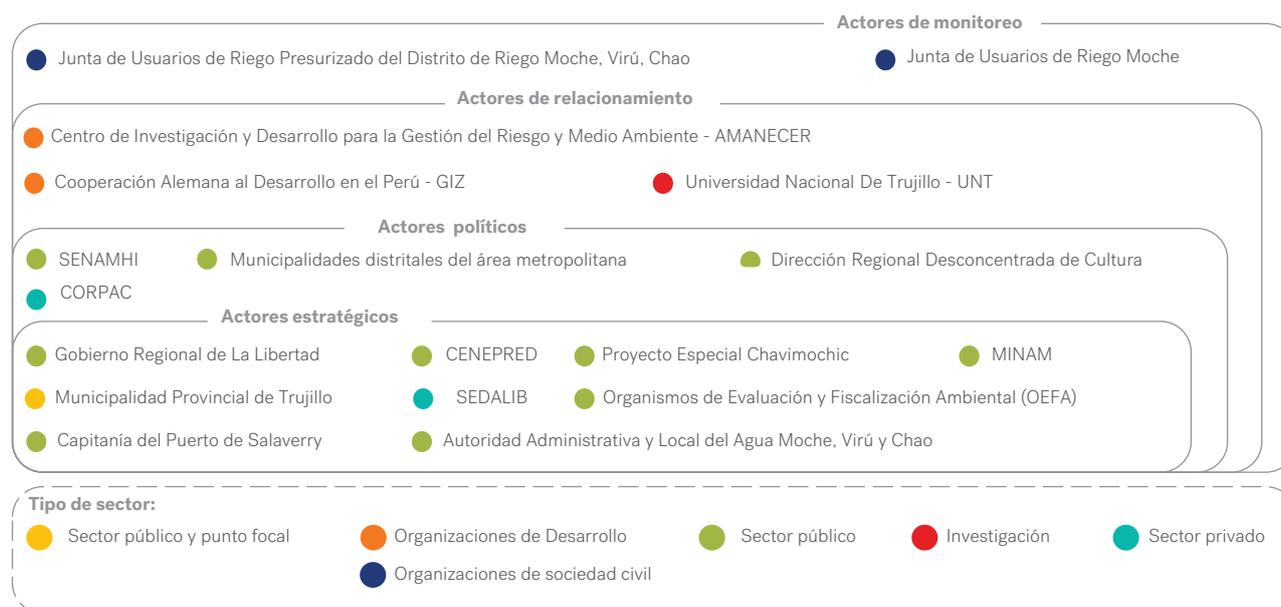
Figura 1-2. Descripción socioeconómica



### 1.3. Proceso participativo del estudio y construcción colectiva del conocimiento

Los actores e institucionales presentes en Trujillo han sido fundamentales para la estimación del IRCC y el desarrollo del PAAC, y son los llamados a participar activamente en su implementación. En la figura 1-3 se clasificaron los actores en tres niveles, de acuerdo con su capacidad técnica y administrativa para la implementación del PACC.

**Figura 1-3.** Actores clave<sup>11</sup> para el IRCC y PACC



Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

En el primer nivel de importancia se considera a los actores estratégicos con mayor poder o capacidad de acción frente a la adaptación al cambio climático en el sector y que, a su vez, cuentan con mayor interés en el proceso de implementación del plan; seguidos por el nivel de actores políticos, con alto poder y capacidad de actuar como interlocutores, para agilizar la implementación de las medidas de adaptación del plan. Luego, en el tercer nivel, se encuentran los actores de relacionamiento, cuyo aporte técnico y administrativo facilitaría la implementación del PACC. Por último, se presentan los actores de monitoreo, considerados como deseados para el acompañamiento y seguimiento del PACC.

Entre abril de 2019 y febrero de 2020, se adelantó el proceso de participación, socialización, sensibilización, validación y apropiación del IRCC y el PACC con representantes de instituciones de distintos sectores. La tabla 11 presenta las fechas y contenidos de cada una de las sesiones de participativas y de construcción colectiva. Además, como complemento, en el anexo 7-1 se agrega el listado de las personas e instituciones que participaron<sup>12</sup> y una breve descripción de los actores considerados como estratégicos (anexo 7-2)<sup>13</sup> respectivamente. Se resalta la participación de la Municipalidad Provincial de Trujillo como punto focal, contraparte del estudio y actor fundamental para la validación de resultados y convocatoria para la participación de los actores clave.

<sup>11</sup> Los actores deseados no corresponden a una lista exhaustiva, y otros relevantes podrían incluirse durante la implementación.

<sup>12</sup> Hace referencia a todos aquellos actores que participaron en la socialización, revisión y validación de los resultados de la presente consultoría.

<sup>13</sup> Como actor estratégico se definió a aquellas entidades que, por sus competencias, habilidades y capacidades, son indispensables para la elaboración del IRCC e implementación del PACC.

**Tabla 1-1.** Reuniones del proceso participativo

Tipo	Temática	Insumo al objetivo
Taller 9/04/2019	Lanzamiento del proyecto: presentación de sus objetivos, el equipo consultor y las instituciones financiadoras.	
Taller 25/07/2019	Presentación de la metodología establecida para la estimación del IRCC y resultados preliminares del modelo territorial y de usos del suelo preliminares.	Objetivo 1 (IRCC)
Taller 24/10/2019	Presentación de resultados de riesgo por cambio climático, de las medidas de adaptación previamente identificadas y la priorización de medidas de adaptación.	
Taller 13/12/2019	Presentación y validación del contenido del plan de adaptación para Trujillo metropolitana, así como priorizar de las líneas estratégicas desarrolladas dentro del plan.	Objetivo 2 (PACC)
Mesa técnica 13/12/2019	Validación de los resultados del objetivo 1 y de los lineamientos y líneas estratégicas del plan de adaptación.	
Mesa técnica 12/02/2020	Socialización y validación de los resultados de la consultoría (objetivo 1 y 2), así como recibir la retroalimentación de los miembros de la mesa técnica.	Objetivo 1 (IRCC) y Objetivo 2 (PACC)
Taller 13/02/2020	Socialización y validación de los resultados de la consultoría (objetivo 1 y 2), así como recibir la retroalimentación de los miembros de la mesa técnica.	

Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

**Fotografía 1-2.** Taller participativo en Trujillo, diciembre 2019.

Fotografía por Adriana Vega.

Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.





# 2

## ÍNDICE DE RIESGO AL **CAMBIO CLIMÁTICO**

**Fotografía 2-1.** Presa y bocatoma del río Moche, diciembre 2019.



*Fotografía por Adriana Vega.*

Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

La sección presenta la metodología utilizada, así como los resultados del IRCC para dos escalas de estudio: i) metropolitana, y ii) de cuenca. Dichos resultados se enfocan en la Información climática actual y futura, el índice de riesgo detallado para cada uno de sus componentes, los cambios en el uso del suelo, el modelo territorial y las zonas priorizadas para la adaptación al interior del área metropolitana.

La metodología, dada su estructura, se puede replicar en otros territorios en el Perú que se encuentren afectados por inundaciones por desbordamiento de un cuerpo hídrico, inundaciones por escorrentía urbana, déficit hídrico, inundaciones y erosión costera. A continuación, se presentan los resultados sobresalientes:

- **La precipitación** tiende a ser constante entre los escenarios comparados<sup>14</sup>; no obstante, se espera un aumento de la temperatura, lo cual fomentará una mayor evapotranspiración del agua, y esto, a su vez, reducirá su disponibilidad.
- **Se espera un aumento en la intensidad** de los eventos extremos de precipitación entre un 5 % y 20 %, y de temperaturas entre 1,0 °C y 1,5 °C.
- **Se espera un aumento del 35 %** del área con nivel de peligro muy alto por déficit hídrico en la cuenca.
- **Se estima un aumento del 22 %** en los niveles de peligro por inundaciones, con un muy alto nivel, para el área metropolitana.
- **La zona donde desemboca el río** en el mar tiene un mayor nivel de peligro, dada la ocurrencia de erosión costera y fluvial.
- **El 68 % de la zona de la cuenca** presenta una vulnerabilidad moderada o mayor ante el peligro de déficit hídrico; mientras, el 68 % del área metropolitana posee una vulnerabilidad moderada o superior a los peligros de inundación y erosión costera.

<sup>14</sup>Escenario histórico es la caracterización climática registrada en estaciones meteorológicas entre 1980 y 2005. Escenario futuro es una modelación basada en el escenario RCP 4,5 centrado a 2040.

- **El 72 % de la zona de la cuenca** evidencia una exposición baja y muy baja al peligro de déficit hídrico. Dichos niveles de exposición ante peligros de inundación y erosión costera se reducen al 59 % para el área metropolitana.
- **El nivel de riesgo para la cuenca** aumentará con una variación máxima de 9 %. Caso similar ocurrirá en el nivel de riesgo del área metropolitana, el cual incrementará con una variación máxima del 16 % para el nivel moderado.
- **De 1986 a 2017, el bosque seco redujo en un cuarto su cobertura;** mientras, el área destinada a la agricultura en la cuenca se duplicó. Para este mismo periodo, el área urbana aumentó 2,6 veces su tamaño y disminuyeron sus áreas permeables.
- **En la cuenca, la implementación de sistemas agroforestales y/o silvopastoriles,** la protección de los bosques de montaña, los ecosistemas estratégicos y del ciclo hidrológico se establecen como factores diferenciadores. En el área metropolitana se requiere la creación y/o mejoramiento de áreas impermeables dentro del modelo de desarrollo.

## 2.1. Metodología del IRCC

El IRCC se estimó con base en la metodología establecida en el AR5 del IPCC<sup>15</sup> (figura 2-1). Adicionalmente, el estudio incluyó el análisis de factores antrópicos como la evaluación histórica de los usos del suelo de la cuenca y área metropolitana y la modelación del crecimiento urbano en el futuro. Estas dos últimas son valores agregados a la metodología del IPCC y se elaboraron para complementar los resultados del IRCC.

**Figura 2-1.** Estimación del riesgo según IPCC



Fuente: IPCC, 2014. Adaptado por Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

El riesgo ante un peligro específico depende de la interacción entre el peligro, la vulnerabilidad y la exposición; por lo tanto, es necesario realizar la estimación previa de estos componentes<sup>16</sup>. El IRCC se calculó de acuerdo con la ecuación 1.

### Ecuación 1. Índice de riesgo

$$Riesgo^{17}=W_p*I_p+W_E*I_E+W_V*I_V$$

La priorización de los peligros se basó en tres fases: i) identificación técnica, ii) identificación según percepción de actores, y iii) priorización basada en la intersección de los peligros elegidos en las dos fases anteriores, de acuerdo con la disponibilidad de información y el alcance del estudio<sup>18</sup>. Como resultado, se establecieron las siguientes amenazas: déficit hídrico, inundación por desbordamiento del río Moche, y por huacos y erosión costera.

## 2.2. Principales resultados del IRCC

Desde la caracterización climática, la cual permitió establecer los niveles de peligro, hasta la presentación de las áreas prioritarias de adaptación, esta sección muestra el producto de la estimación del IRCC. Las precisiones metodológicas para esta estimación se realizan previa exposición de los resultados obtenidos.

### 2.2.1. Información climática

Esta sección presenta un resumen de la caracterización histórica y futura del clima local. Ambos procesos aportaron los datos para el análisis de los peligros priorizados en el escenario histórico (1980-2005) y el desarrollo de escenarios futuros, para analizar los peligros y estimar el IRCC correspondiente, así como la información sobre la precipitación promedio y la extrema, y la temperatura media, máxima y mínima para la cuenca del río Moche<sup>19</sup>.

**Tabla 2-1.** Comparativo de cuatro variables meteorológicas

Variables <sup>20</sup>	Cordillera	Costera
Precipitación extrema (mm/día)	12-16	2
Temperatura media (°C)	13	15
Temperatura mínima (°C)	10	12,5
Temperatura máxima (°C)	18	20

Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2019.

16 Remitirse al glosario para ver las definiciones del riesgo y sus componentes.

17  $W_p$ : Peso del índice de peligro,  $I_p$ : Resultado del índice de peligro,  $W_E$ : Peso del índice de exposición,  $I_E$ : Resultado del índice de exposición,  $W_V$ : Peso del índice de vulnerabilidad,  $I_V$ : Resultado del índice de vulnerabilidad.

18 El estudio consideró la información secundaria disponible, no se generó información primaria.

19 Los datos completos de las caracterizaciones climáticas histórica y futura se pueden consultar en el documento del objetivo 1.

20 Valores medios.

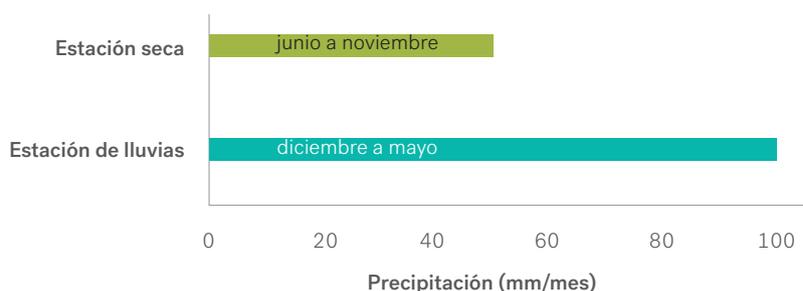
### 2.2.2. Caracterización del clima histórico

A partir de datos de seis estaciones meteorológicas<sup>21</sup>, se determinaron las características climatológicas históricas del área de estudio. Estas permitieron validar y seleccionar los modelos climáticos más apropiados para caracterizar los escenarios de clima futuro del territorio.

Para el correcto dimensionamiento de los peligros y las amenazas en el territorio, se determinó cómo las variables meteorológicas (temperatura y precipitación) influyen sobre el régimen hidrológico de la cuenca. Para esto, se modeló en unidades homogéneas de análisis, conocidas como *unidades de respuesta hidrológica*, la interacción entre los parámetros principales de las coberturas, los suelos y las pendientes con las propiedades hidrológicas, tales como la escorrentía, la evapotranspiración y la infiltración, para evaluar la capacidad de respuesta hidrológica de la cuenca. Por lo anterior, los índices climáticos seleccionados para el estudio<sup>22</sup> se calcularon para toda la cuenca hidrográfica del río Moche, considerando la influencia de dicha escala sobre el área metropolitana.

Históricamente, el clima de Trujillo ha sido considerado árido-cálido o desértico-cálido. Según la clasificación de Köppen-Geiger, **la mayor parte del territorio es predominantemente semicálido, desértico** (SENAMHI, 1988). Asimismo, el régimen anual de precipitación está dividido en dos estaciones, cuyo comportamiento se presenta en la figura 2-2. Independientemente de la estación, las variables meteorológicas no se distribuyen uniformemente en el territorio y se evidencian gradientes importantes, influenciados por la geoclimática y la abrupta orografía local (tabla 2-1).

**Figura 2-2.** Precipitación media por estación



Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2019.

Igualmente, el fenómeno de El Niño (FEN), definido como una anomalía climática positiva de la temperatura del mar del Pacífico tropical, puede alterar sensiblemente las condiciones climáticas predominantes en Trujillo. Cuando la temperatura superficial del agua en el océano Pacífico tropical es superior a la climatología promedio multianual, calculada para el periodo comprendido entre 1960 y 1990, se configura una oscilación del sur positiva, en otras palabras, ocurre un evento del FEN.

Por el contrario, una temperatura superficial del agua del mar inferior a la climatología promedio determina un evento de La Niña. Esta anomalía es cíclica, con un periodo interanual que oscila habitualmente entre cuatro y seis años. El ciclo del FEN se ha repetido en múltiples ocasiones, las más importantes entre 1982 y 1983, en 1992, entre 1997 y 1998, y entre 2016 y 2017.

En condiciones de FEN, el norte del Perú experimenta temperaturas menos calurosas que lo habitual, reportando disminuciones de 3 °C o más. Asimismo, cuando la temperatura superficial del mar aumenta, las condiciones atmosféricas cambian drásticamente, lo que genera inversión térmica y procesos fuertes de convección y lluvias torrenciales. Además, se experimentan lluvias más abun-

21 Los datos meteorológicos contemplados provienen de fuentes locales (SENAMHI) así como del reanálisis global del ERA5. Mayor información relacionada a las estaciones meteorológicas puede consultarse en la sección 3.1.2.1.A del documento del objetivo 1

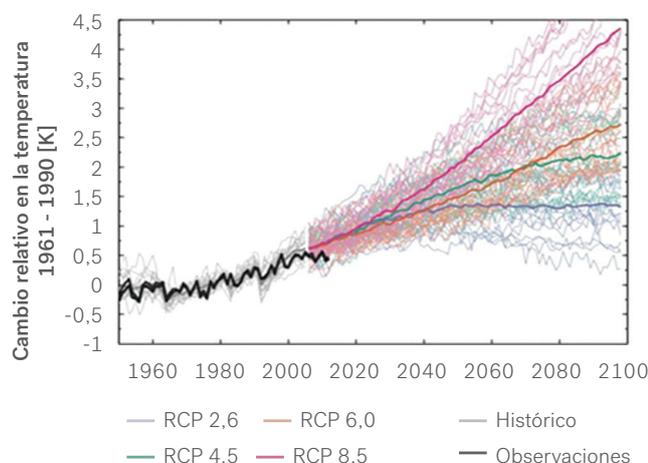
22 Detalle de los índices climáticos seleccionados se presenta en el documento del objetivo 1 del estudio.

dantes e intensas, especialmente en verano (diciembre-mayo), que suelen aumentar el peligro de inundaciones. Por lo contrario, en condiciones de La Niña, se advierten situaciones de temperatura más elevada de lo habitual y ausencia de precipitación más intensa.

### 2.2.2.1. Caracterización del clima futuro

Los escenarios de cambio climático representan proyecciones de la climatología futura que sirven para elaborar los estudios de peligro y riesgo, y para valorar las necesidades de adaptación al cambio climático. Los escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) utilizados en este estudio son los definidos por el IPCC, y se conocen como *Representative Concentration Pathways* (RCP)<sup>23</sup>. La figura 2-3 presenta la tendencia de dichos escenarios, así como el rango de incertidumbre asociado a los mismos.

**Figura 2-3.** Trayectorias de concentración representativas y rango de emisiones asociado



Fuente: IPCC, 2014. Adaptado por Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2019.

Los RCP considerados en el estudio son RCP 4,5 centrado a 2040 (futuro próximo), RCP 4,5 centrado a 2070 (largo plazo) y RCP 8,5 centrado a 2070 (largo plazo). No obstante, el IRCC y el PACC basan sus resultados para el futuro próximo bajo el escenario RCP 4,5, que es un escenario intermedio centrado a 2040, momento en que la dispersión de los datos se hace más intensa<sup>24</sup>. Adicionalmente, los datos climáticos se obtuvieron de las estaciones meteorológicas de ANA, SENAMHI y de los modelos climáticos seleccionados para la modelación histórica 1980-2005 y futura.

El clima futuro se determinó mediante la ejecución de nueve modelos regionales<sup>25</sup>, cuyos resultados se promediaron para usar en el escenario RCP 4,5 centrado a 2040. En el futuro, climáticamente, se espera<sup>26</sup>:

- Tendencia constante en la precipitación acumulada para la cuenca del río Moche.
- Tendencia constante en la precipitación de la cuenca en la estación seca (cantidad).
- Aumento entre un 5 % y un 20 % de los valores extremos de precipitación de la cuenca (cantidad).
- Aumento de la temperatura media mensual entre 1,0 °C y 1,5 °C para la estación de lluvia.

<sup>23</sup> Los RCP son escenarios que muestran tendencias en los cambios esperados, a partir de distintos escenarios de cambio climático proyectados. Ver glosario para ampliar definición.

<sup>24</sup> Los resultados para los demás RCP se pueden consultar en el documento completo del objetivo 1.

<sup>25</sup> Detalle de los modelos regionales del clima se presenta en el documento del objetivo 1 del estudio.

<sup>26</sup> Comparado con respecto a la media del clima del periodo 1980-2005.

- Aumento de la temperatura media mensual entre 1,0 °C y 1,5 °C para la estación seca.
- Aumento de los extremos medios de temperatura entre 1,0 °C y 1,5 °C.
- Aumento de la temperatura máxima diaria entre 1,0 °C y 2,0 °C.
- Disminución ligera (menor a 10 días) en la longitud de las rachas secas.

## 2.3. IRCC en el área metropolitana

### 2.3.1. Análisis del peligro de inundación por desbordamiento del río Moche y huaicos

El peligro de inundación por desbordamiento del río Moche y huaicos se modeló hidrológica e hidráulicamente, usando las herramientas SWAT y HEC-RAS 2D<sup>27</sup>. La herramienta SWAT simuló los flujos de agua superficial en la cuenca del río y las intercuencas<sup>28</sup>, teniendo en cuenta la cobertura vegetal, los datos climatológicos, las coberturas del suelo y la topografía; mientras que la herramienta HEC-RAS 2D modeló la hidráulica del río Moche y de los huaicos en el área metropolitana de Trujillo, para un evento de precipitación y caudal para un periodo de retorno de 100 años.

A partir de las modelaciones realizadas se definieron los **escenarios de peligro histórico y futuro**. Estos evidencian su distribución en el área metropolitana, pues presentan altos niveles en los sectores cercanos a las quebradas y el río. Al comparar los escenarios histórico y futuro, se resalta el aumento en los niveles de peligro (22 % para el nivel muy alto). Dicho cambio se evidencia especialmente en las quebradas El León/río Seco, San Idelfonso y río Moche, cuyos niveles de peligro tienden a consolidarse en la categoría muy alta (figura 2-4).

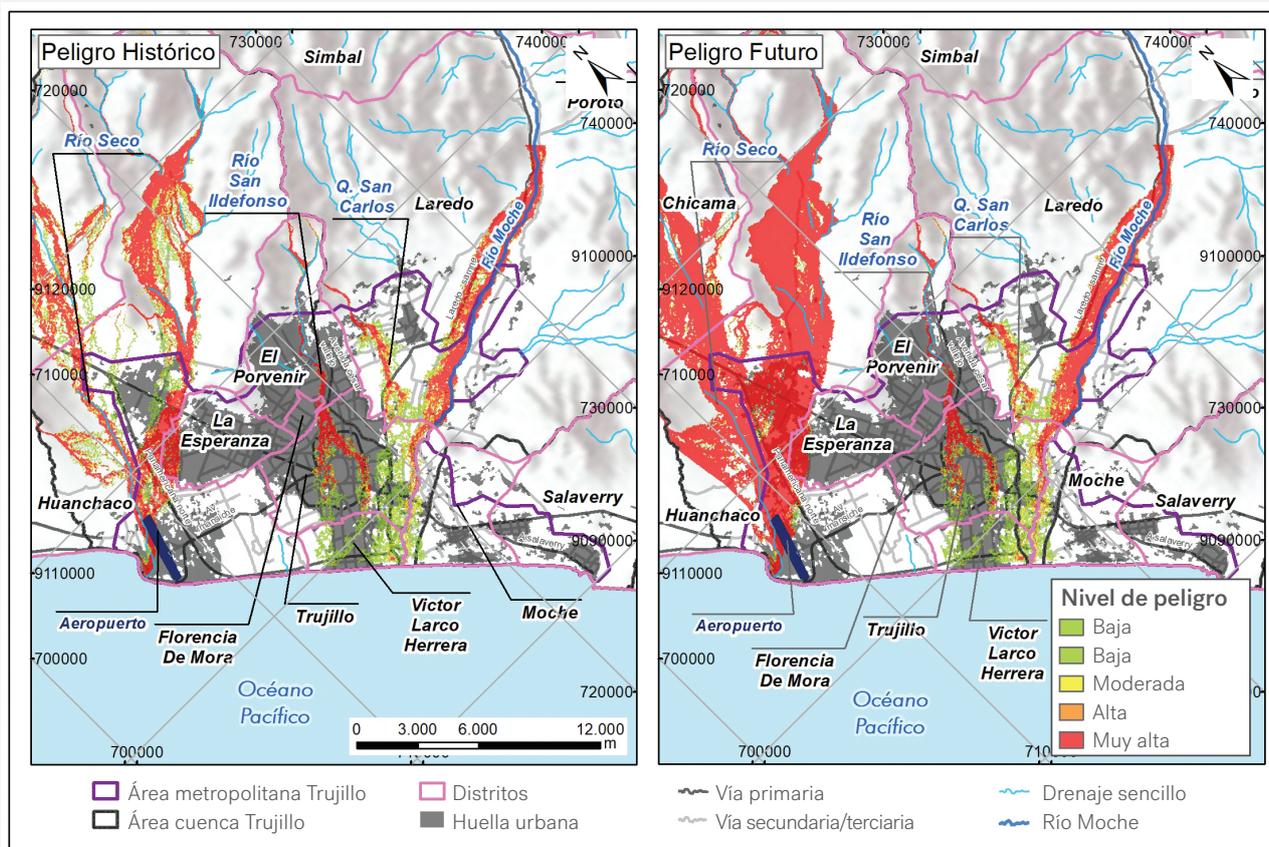
El río Moche bordea la periferia de la ciudad en su recorrido hacia el mar, atravesando por áreas cultivadas, mientras que las quebradas cruzan la ciudad por zonas urbanizadas. Por lo tanto, estas son muy relevantes en términos de gestión del peligro, especialmente las quebradas El León/Río Seco y San Idelfonso.

En el futuro, se espera un incremento de los niveles de peligro (en área y categoría) para los distritos de Huanchaco y La Esperanza, debido a la influencia de la quebrada El León/Río Seco, mientras que el aumento en los distritos de Laredo, El Porvenir y Florencia de Mora se dará bajo la influencia de la quebrada San Idelfonso y del río Moche. Por el contrario, la quebrada El León/Río Seco mantiene o aumenta su nivel de peligro a medida que atraviesa el área metropolitana hasta llegar al mar. Esto se debe a la convergencia de dos ramales de la quebrada en Huanchaco y La Esperanza, lo cual aumenta el nivel de peligro.

<sup>27</sup> Una mayor descripción de las herramientas SWAT y HEC-RAS 2D se presenta en el glosario del documento.

<sup>28</sup> Pequeñas cuencas donde se forman huaicos debido a los flujos concentrados.

**Figura 2-4.** Resultados de niveles de peligro por inundación por desbordamiento del río Moche y huaicos<sup>29</sup>



Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2019.

### 2.3.2. Peligro de inundación por aumento del nivel del mar y erosión costera

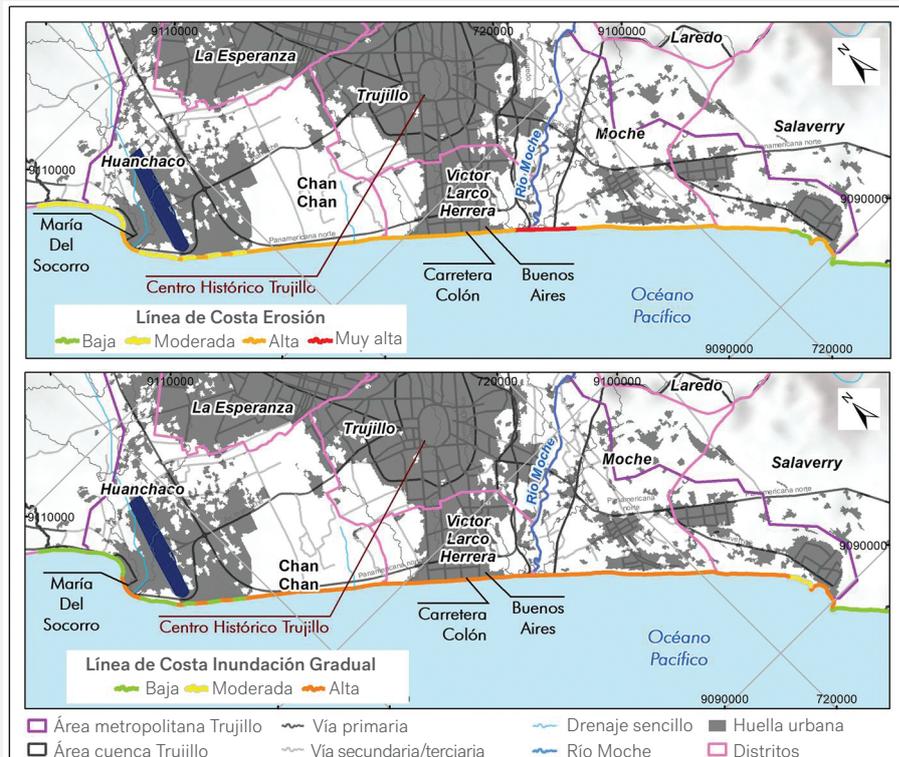
La modelación de la inundación por aumento del nivel del mar y erosión costera se adelantó en dos fases: i) implementación de la herramienta *Coastal Hazard Wheel* para evaluar los distintos peligros de manera simultánea, y ii) la proyección del nivel esperado del mar en escenarios futuros, teniendo en cuenta el modelo de elevación digital del área metropolitana de Trujillo para identificar elementos expuestos.

La **erosión costera** muestra un alto nivel de exposición en la mayor parte de la línea de costa; mientras que dos segmentos, al norte y sur del puerto de Salaverry, registran niveles bajos, debido a que en estos se ubica infraestructura antrópica construida (recuadro superior de la figura 2-5). La desembocadura del río Moche presenta un nivel muy alto de erosión costera, en la que converge el impacto de la erosión fluvial y del oleaje del mar.

Para el peligro de inundación por aumento del nivel del mar, el frente marítimo de Trujillo mantiene un alto nivel de peligro, debido a que la gran mayoría de la línea de costa se ubica en una llanura sedimentaria. En contraste, se registran menores niveles de peligro al norte y sur de la costa del área metropolitana, gracias a la presencia de elementos que impiden el flujo del mar hacia el territorio continental, tales como rocas suaves y duras y la acumulación de sedimentos por la acción de la infraestructura construida en el puerto de Salaverry (recuadro inferior de la figura 2-5).

<sup>29</sup> En la gráfica no se muestran los valores de las participaciones de peligro menores al 1%.

**Figura 2-5.** Resultados de niveles de peligro para erosión (arriba) e inundación por aumento del nivel del mar (abajo)



Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

### 2.3.3. Análisis de exposición en el área metropolitana

El índice de exposición analiza la población, infraestructura, actividades económicas y activos culturales que se encuentran en áreas de peligro y sus características. La selección de estos indicadores partió de una revisión bibliográfica sobre indicadores de exposición urbana, que se contrastó con la información local disponible (recopilada en instituciones oficiales de la ciudad) para identificar aquellos subindicadores que pudieran ser estimados. Los indicadores resultantes se presentan en la tabla 2-2.

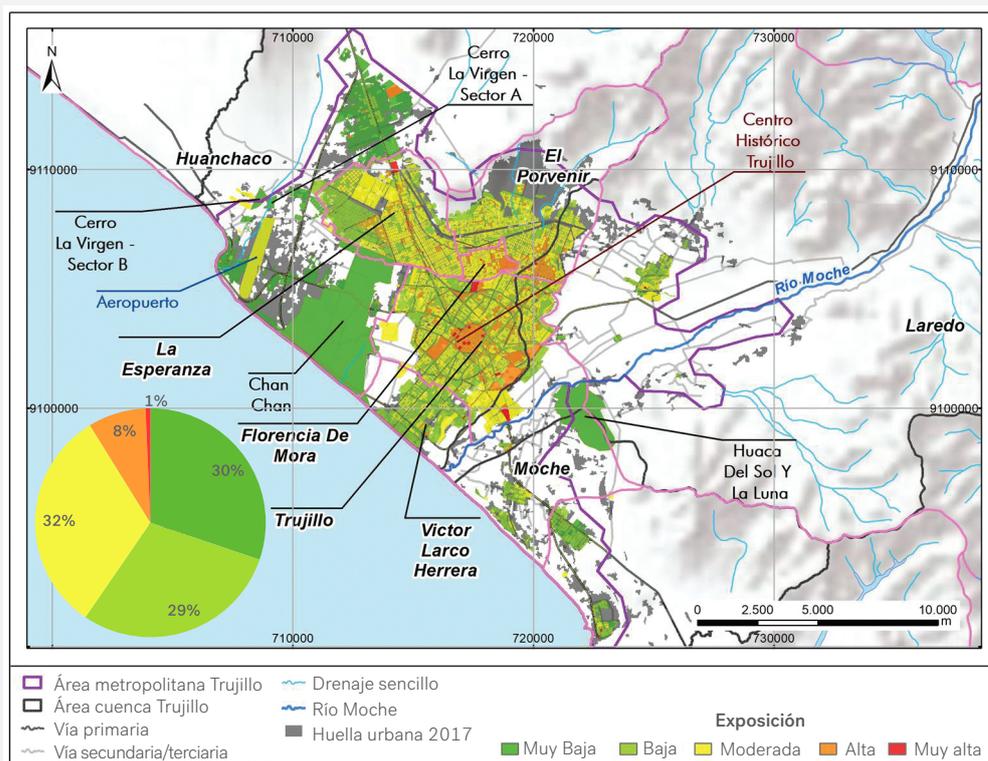
Como se observa en la figura 2-6, cerca del 60 % del área metropolitana posee niveles de exposición bajos o menores, y solo el 1 % tiene una exposición muy alta.

**Tabla 2-2.** Indicador de exposición y subindicadores utilizados

Subindicador	Variable	Subindicador	Variable
Población expuesta	Densidad de población	Infraestructura crítica	Aeropuerto
	Densidad de lotes por manzana		Instituciones gubernamentales
Aspectos económicos	Zonas comerciales expuestas	Infraestructura crítica	Sitios de disposición de residuos sólidos
	Zonas industriales expuestas		Planta de tratamiento de agua potable
	Zonas residenciales y de otros usos expuestas		Vías primarias
Activos culturales	Patrimonio cultural	Infraestructura crítica	Centros de salud
	Zona monumental		Mercados
			Sistema eléctrico
			Puerto

Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2019.

**Figura 2-6.** Resultado indicador de exposición



Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2019.

El nivel de exposición muy alto se relaciona con una alta densidad del área construida por lote y/o por la presencia de uno o múltiples elementos de infraestructura crítica<sup>30</sup>. La mayor parte del área metropolitana muestra un nivel de exposición moderado, con excepción de niveles muy altos en el óvalo de la avenida España, donde convergen el centro histórico, actividades económicas, población residente e infraestructura crítica, como la estación de bomberos, la Defensa Civil, la municipalidad

<sup>30</sup>Infraestructura crítica considerada como aeropuerto, vías terrestres de orden primario, centros de salud, infraestructura eléctrica, entre otra.

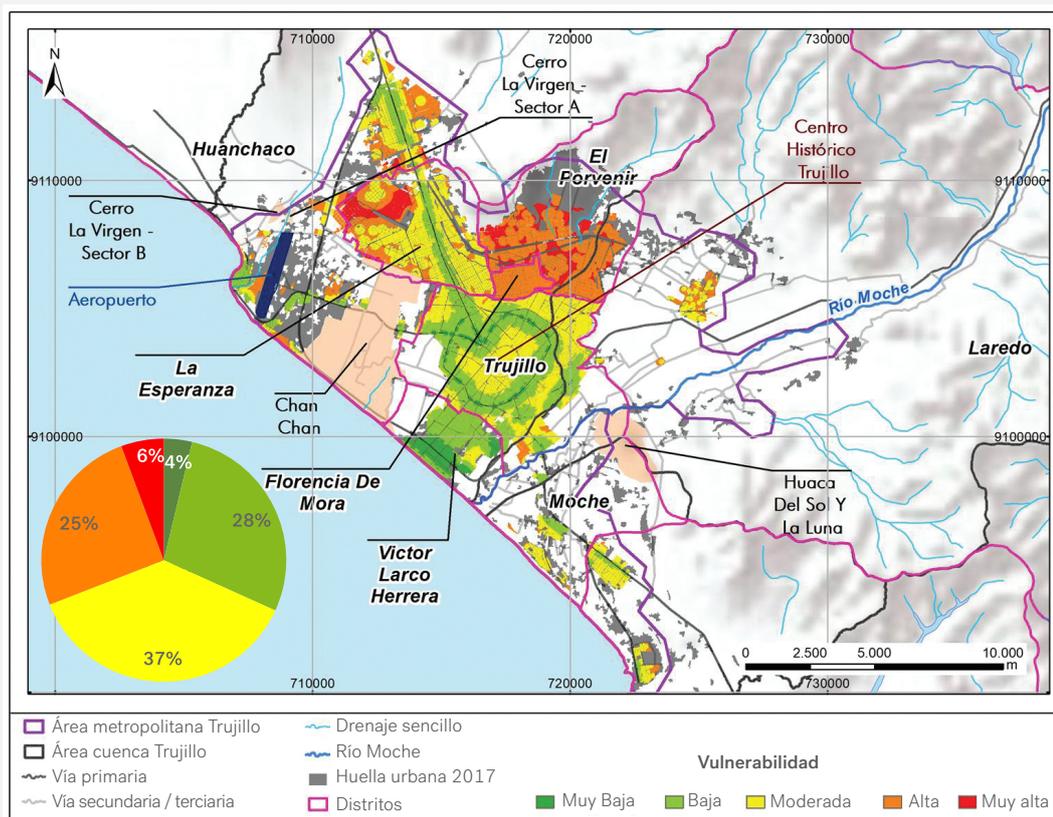
provincial de Trujillo y el Gobierno regional de La Libertad, entre otros. Un caso similar ocurre en la zona de El Milagro, en la esquina noroeste del área metropolitana, entre los distritos de Huanchaco y La Esperanza, donde se presenta una exposición alta, debido a la localización de la central termoelectrónica de Trujillo y el hospital de alta complejidad.

### 2.3.4. Análisis de vulnerabilidad en el área metropolitana de Trujillo

La interacción entre sensibilidad y capacidad de adaptación determinan la vulnerabilidad de una población. En línea con esta definición, se identificaron 149 posibles indicadores, a través de una revisión bibliográfica de índices de vulnerabilidad urbana, los cuales se agruparon en 39 de sensibilidad y 31 de capacidad de respuesta y adaptación. Dichos indicadores se contrastaron con los datos del censo 2017<sup>[31]</sup> para verificar cuáles podían ser estimados con la información de esta fuente.

La vulnerabilidad metropolitana se distribuye principalmente entre moderada, baja y alta. En general, independientemente de los niveles de alfabetización, cobertura de servicios públicos, de seguro médico y transporte, la vulnerabilidad de la población disminuye cuando se localizan cerca de vías de acceso primarias (figura 27). Lo anterior sobresale con la influencia de la Avenida José Gabriel Condorca y la Avenida América sobre los niveles de vulnerabilidad metropolitanos, en términos de accesibilidad de la respuesta a emergencias. El distrito de El Porvenir y Florencia de Mora, así como el de La Esperanza, sobresalen por sus muy altos niveles de vulnerabilidad, dado que se evidencia un gran porcentaje de población vulnerable, además de un limitado acceso a las vías de transporte.

Figura 2-7. Resultados del análisis de vulnerabilidad



Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2019.

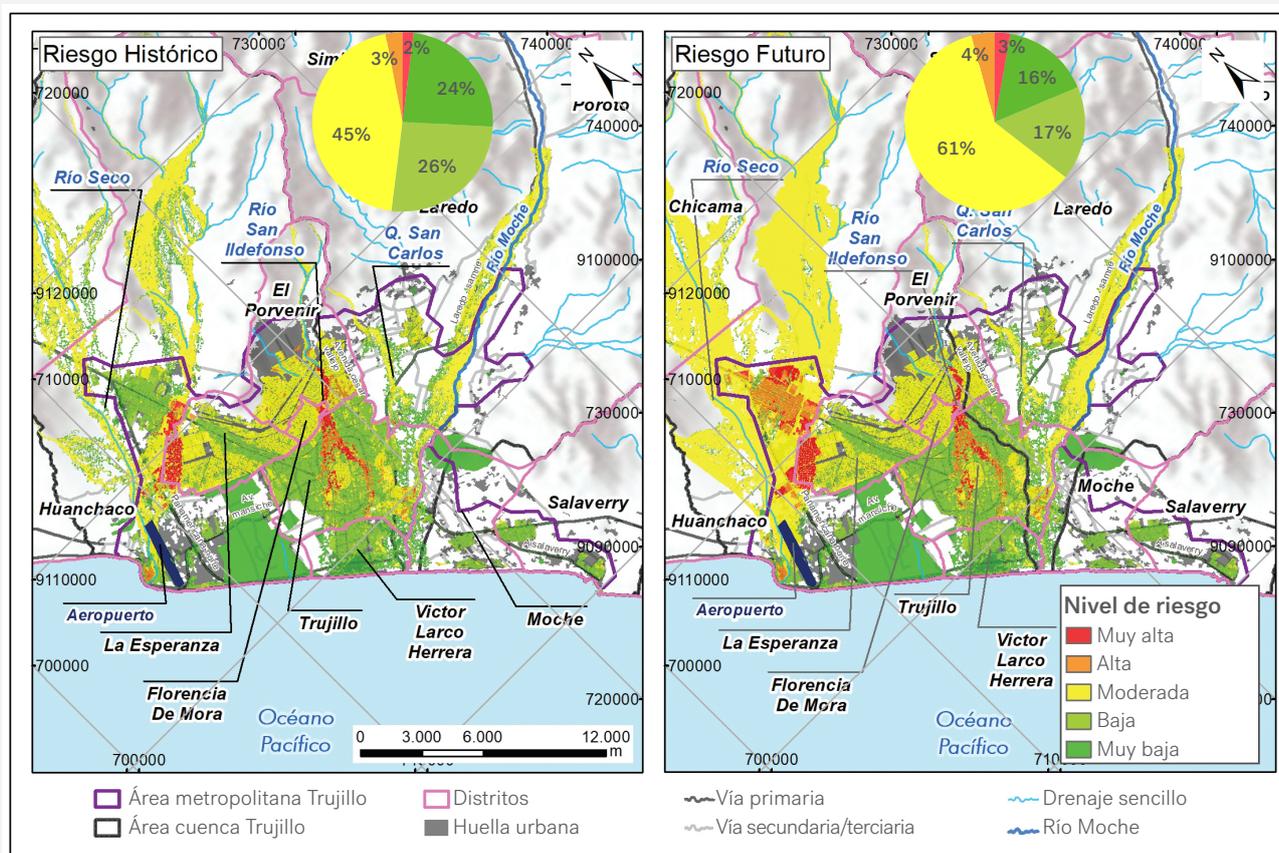
31 Censo Nacional 2017, específicamente en las secciones XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

### 2.3.5. Índice de riesgo de inundación por desbordamiento del río Moche y huaicos

A partir de los anteriores resultados y su interacción en la ecuación 1 de la sección 2.1, es posible identificar una tendencia al aumento de los valores de riesgo, al comparar los escenarios de riesgo histórico con el futuro (figura 28), en particular para el nivel de riesgo moderado (16%). Asimismo, en el futuro, es posible evidenciar que el riesgo moderado y niveles superiores a este tenderán a intensificarse en zonas históricamente afectadas: **quebradas El León/Río Seco y San Idelfonso**. Para la quebrada San Carlos y el río Moche, el riesgo tiende a permanecer constante.

En cuanto a la infraestructura crítica, los resultados muestran que la Central Térmica Trujillo Sur, ubicada sobre el huaico de la quebrada El León/Río Seco, presenta un nivel de riesgo alto; mientras que la subestación Trujillo norte, la zona comercial Open Plaza y Los Jardines en la quebrada San Idelfonso presentan un riesgo moderado.

**Figura 2-8.** Resultados de niveles de riesgo de inundación por desbordamiento del río Moche y huaicos

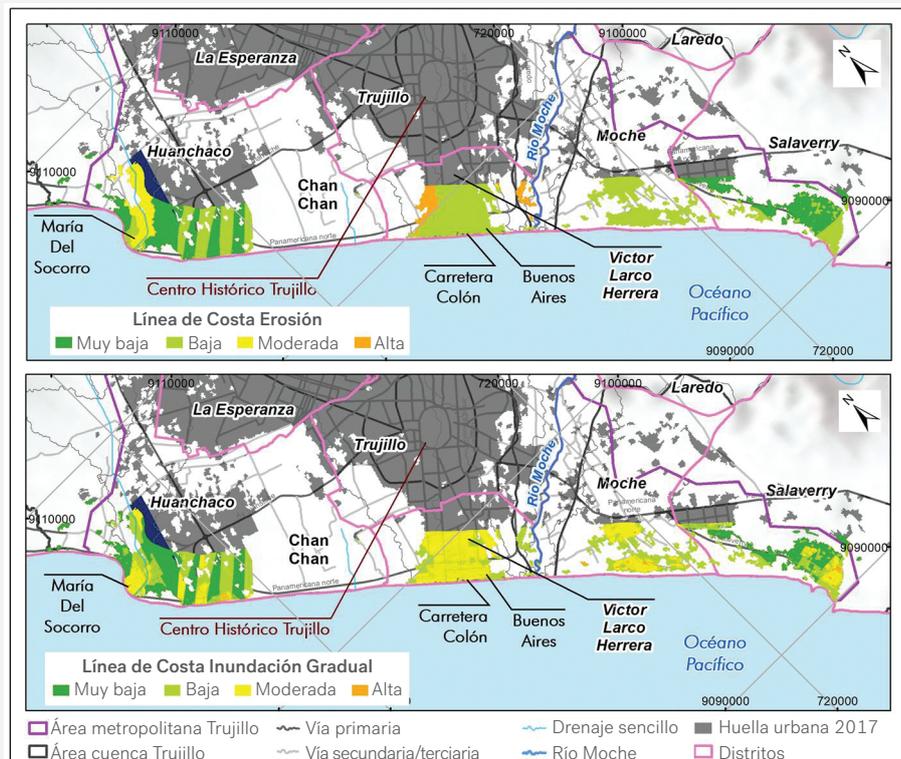


Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2019.

### 2.3.6. Índice de riesgo por inundación y erosión costera

Para el riesgo de **erosión costera**, los niveles más altos de vulnerabilidad se presentan en la desembocadura del río Moche, dada la interacción de la erosión propia del mar y la del río, mientras que, para el caso de la **inundación costera**, la situación más crítica se evidencia en el distrito de Víctor Larco, específicamente en el barrio Buenos Aires, con un nivel alto de riesgo (figura 2-9). Los demás barrios presentan un riesgo moderado o menor para la erosión e inundación costera, porque sus condiciones los hacen menos propensos a afectaciones por estos peligros.

**Figura 2-9.** Resultados del índice de riesgo para 2040 bajo el escenario RPC 4,5 para de erosión costera



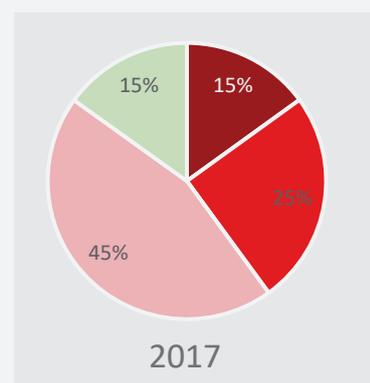
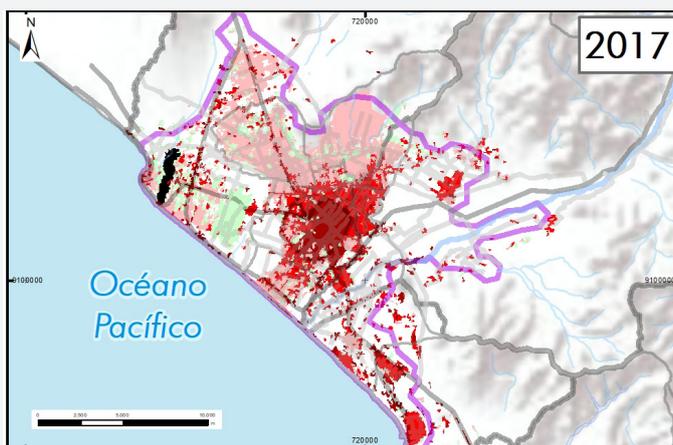
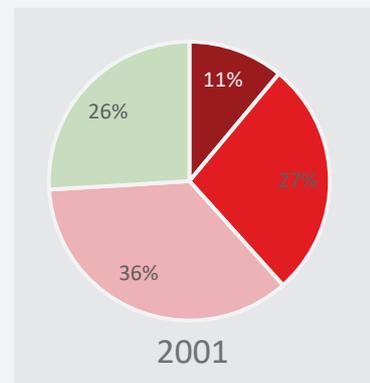
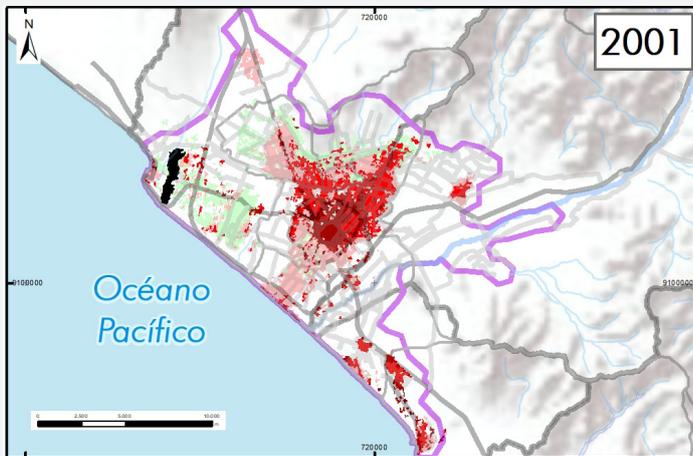
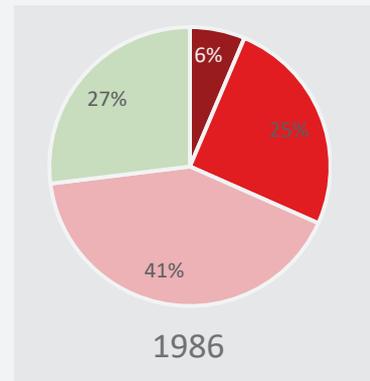
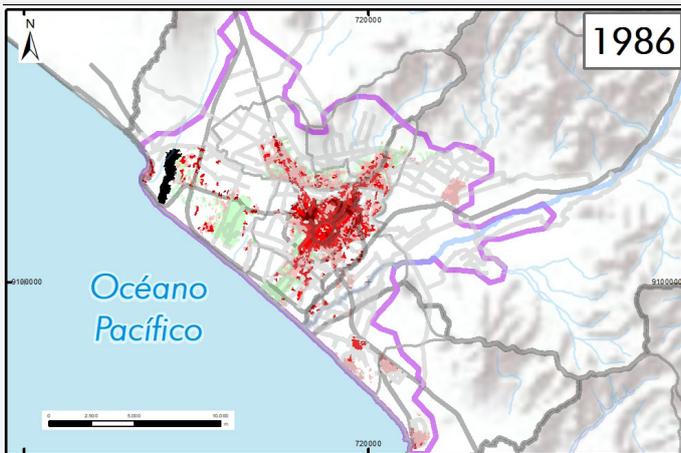
Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2019.

### 2.3.7. Cambios históricos del uso y coberturas del suelo

Los cambios históricos del uso y coberturas del suelo analizan las tendencias de los cambios de coberturas y de uso del suelo en la cuenca del río Moche. Para esto, se realizó un análisis multi-temporal del área de estudio para 1986, 2001 y 2017, a partir de imágenes tomadas del satélite Landsat 5 del Servicio Geológico de Estados Unidos, calibradas con el mapa oficial de coberturas del Perú. A continuación, se presentan principales hallazgos (figura 2-10):

- La huella urbana de Trujillo metropolitana creció 2,6 veces su tamaño entre 1986 y 2017, lo cual plantea retos sobre el desarrollo urbano, la adaptación al cambio climático y la resiliencia, en particular en las áreas adyacentes al río Moche y alrededor de los huacos.
- La impermeabilización del suelo, asociada al crecimiento y densificación de la ciudad, aumenta el riesgo de inundación, ya que amplía el caudal y la velocidad de la escorrentía, lo que contribuye a la ocurrencia de inundaciones asociadas con huaicos e incrementa el caudal del río Moche. Además de estas condiciones, el área metropolitana carece de un sistema de drenaje pluvial o un sistema de espacio público con la capacidad de amortiguar estos impactos.
- La infraestructura vial es impermeable y no cuenta con peraltes o sumideros para el redireccionamiento controlado de la escorrentía, lo que favorece su acumulación.
- La topografía plana de algunos sectores en el área metropolitana y la pequeña diferencia entre el nivel del suelo de las edificaciones y el de las calles incide en su vulnerabilidad, pues favorecen a la acumulación y estancamiento del agua.

Figura 2-10. Análisis multitemporal para el área metropolitana



■ Desarrollo de alta intensidad 
 ■ Desarrollo media intensidad 
 ■ Desarrollo baja intensidad 
 ■ Desarrollo espacio abierto

Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

### 2.3.8. Modelo territorial

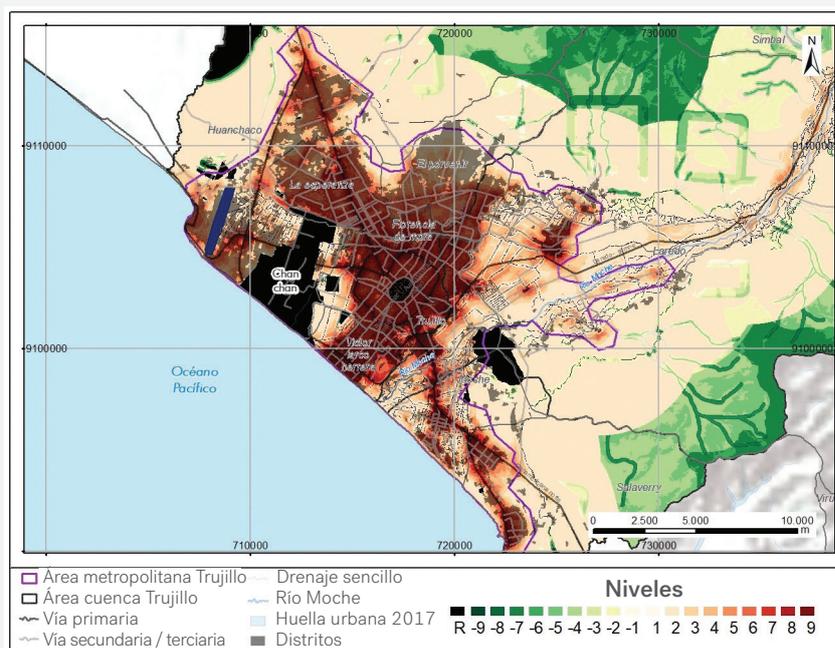
El modelo territorial simula posibles escenarios de ocupación del territorio en el futuro, a partir de: i) las tendencias en los cambios históricos de los usos y coberturas del suelo, y ii) la geografía de variables elegidas agrupadas en factores de atracción de la urbanización y factores limitantes del desarrollo urbano o la producción rural. Para la construcción del escenario tendencial<sup>32</sup> actual, se seleccionaron las variables y se construyeron los factores de atracción y restricción (tabla 23), con base en la información disponible. La ponderación multicriterio del modelo se ajustó según los aportes de CAF y los actores que participaron en julio de 2019.

**Tabla 2-3.** Factores de atracción y restricción usados en el modelo territorial

Factores de atracción	Factores de restricción
Aglomeración	Sistema hídrico
Conectividad	Estructura ecológica
Servicios sociales	Patrimonio cultural
Actividad económica	Minería
Servicios públicos <sup>33</sup>	Servicios públicos <sup>34</sup>

Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2019.

**Figura 2-11.** Síntesis del modelo territorial - Trujillo metropolitano



Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2019.

32 El escenario tendencial modelo no incorpora los niveles de restricción asociados a las modelaciones de los peligros ni del IRCC. Sin embargo, para el PACC se generó un escenario resiliente, que incorpora los resultados de peligros, vulnerabilidad, exposición y su síntesis en riesgo, lo que constituye una valiosa herramienta para la adaptación al cambio climático, la mitigación del riesgo, la resiliencia y la sostenibilidad del territorio.

33 Como factor de atracción, hace referencia a servicios que hacen áreas más atractivas para la localización de individuos, hogares, firmas en el territorio y/o su urbanización y desarrollo: ejemplo: alumbrado público y alcantarillado.

34 Como factor de restricción, hace referencia a las áreas a proteger para garantizar el abastecimiento y operación de los servicios públicos; ejemplo: infraestructura de la planta de tratamiento de agua potable o la de aguas residuales.

Los factores de atracción y restricción, así como la construcción del modelo, permiten visualizar y combinar las tensiones de urbanización, las oportunidades para fortalecer los servicios ecosistémicos, las limitaciones para la urbanización u otros usos y las formas de ocupar el territorio. A partir de los resultados (figura 2-11), el equipo identificó los siguientes requerimientos de adaptación frente al cambio climático en el área metropolitana:

- Incorporar criterios de adaptación al cambio climático en la planificación del área metropolitana y en la infraestructura existente y por desarrollar en el futuro.
- Mejorar las condiciones de infiltración y acumulación del agua, al promover la densificación sostenible con edificios en altura y espacio público abierto integrado con canales de drenaje pluvial que permitan la evacuación planificada de la escorrentía.
- Intervenir los cauces y riveras de las quebradas del río Moche y los huaicos para transformar sus bordes urbanos. Esto es una oportunidad para generar espacio público, mejorar la conectividad peatonal y del transporte no motorizado y reforzar la cobertura vegetal y las condiciones paisajísticas de la ciudad y, simultáneamente, se implementan medidas de adaptación al cambio climático y mitigación al riesgo de inundación.
- Implementar medidas de adaptación ante los peligros de inundación y erosión costera, para reducir el riesgo en conjunto con la planificación de la transformación del frente marítimo de la ciudad.
- Los cruces entre el borde urbano, la línea de costa, la desembocadura del río Moche, la quebrada El León/Río Seco, en el sector Buenos Aires del distrito Víctor Larco y algunos puntos de Huancho, Moche y Salaverry se deben priorizar, como se presenta en la figura 2-18.

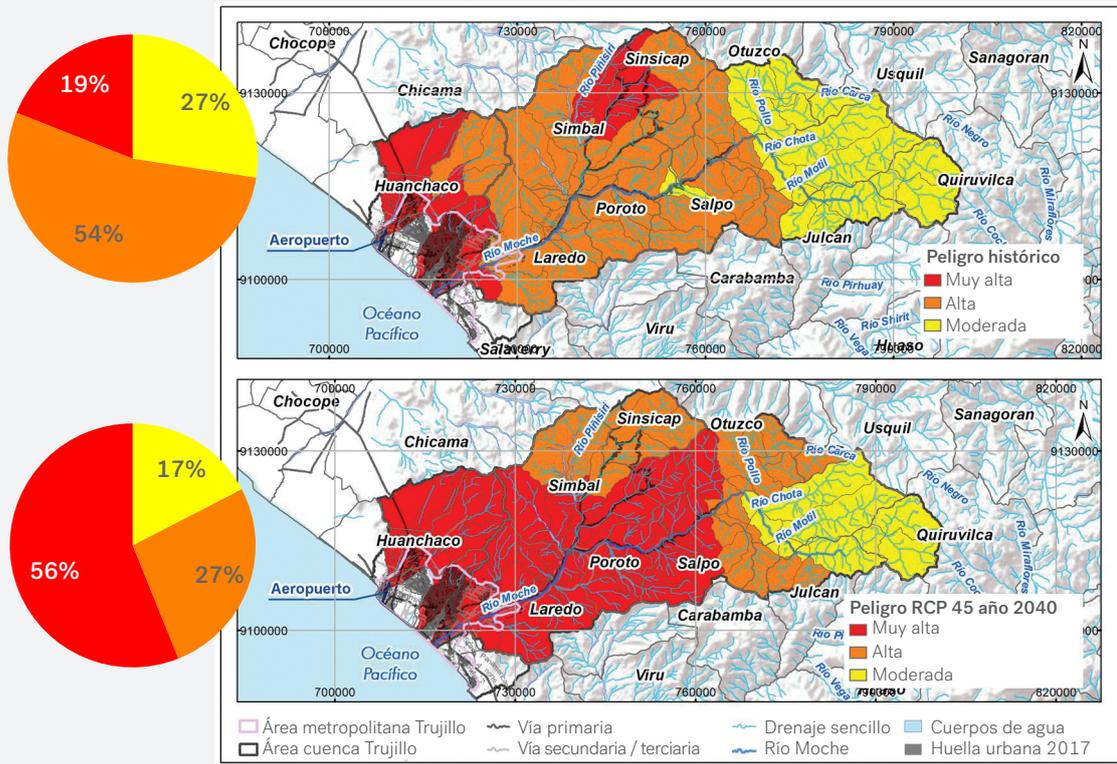
## 2.4. IRCC en la cuenca hidrográfica

### 2.4.1. Peligro por déficit hídrico

El nivel de peligro por déficit hídrico se analizó a través del índice de aridez, que determina el cambio de la disponibilidad hídrica futura, comparando la precipitación y temperatura con las condiciones hidroclimatológicas actuales. Al cotejar el escenario histórico con el futuro, es posible concluir que el nivel de peligro para el área metropolitana permanece mayoritariamente constante, en contraste con las variaciones que se detectan en la cuenca. El riesgo muy alto se aumenta desde la cuenca baja hasta la alta (figura 2-12). Esta variación en los niveles de peligro se debe al crecimiento esperado de temperatura promedio y a una constante en la precipitación actual y futura, lo cual conlleva a una menor disponibilidad del líquido.

En ambos escenarios, el menor nivel de exposición es el moderado, el cual se mantiene en la parte alta de la cuenca. Dicho menor nivel de peligro en la parte alta de la cuenca está influenciado por la orografía local, la cual favorece la precipitación.

Figura 2-12. Resultados de peligro histórico y futuro por déficit hídrico

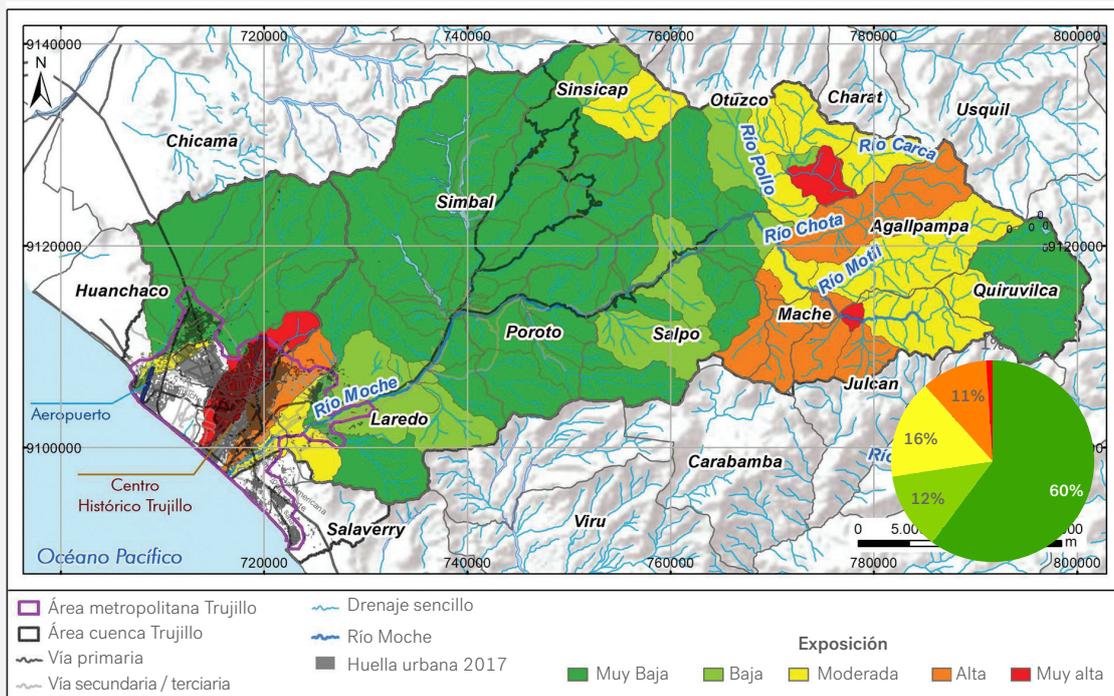


Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2019.

### 2.4.2. Análisis de exposición en la cuenca del río Moche

Este índice se estimó siguiendo la misma metodología del cálculo de la exposición del área metropolitana, aunque se adicionó el porcentaje de área cultivada y la densidad poblacional como indicadores específicos para el análisis de cuenca. De lo anterior, se resalta el nivel muy alto de exposición de Trujillo metropolitana, que resulta en la concentración del 99,2% de la población provincial y 54,1% de la población departamental (figura 2-13).

**Figura 2-13.** Resultado del indicador de exposición en la cuenca del río Moche



Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2019.

### 2.4.3 Análisis de vulnerabilidad en la cuenca del río Moche

Como se mencionó en el índice de vulnerabilidad del área metropolitana, la interacción entre la sensibilidad y la capacidad de adaptación determinan la vulnerabilidad de una población. Al seguir la misma metodología, de los 149 posibles indicadores identificados, se seleccionaron los siguientes:

#### Sensibilidad

- Porcentaje de población vulnerable.
- Porcentaje de población analfabeta.
- Porcentaje de viviendas sin acueducto.
- Porcentaje de viviendas sin energía eléctrica.
- Acceso a infraestructura crítica.

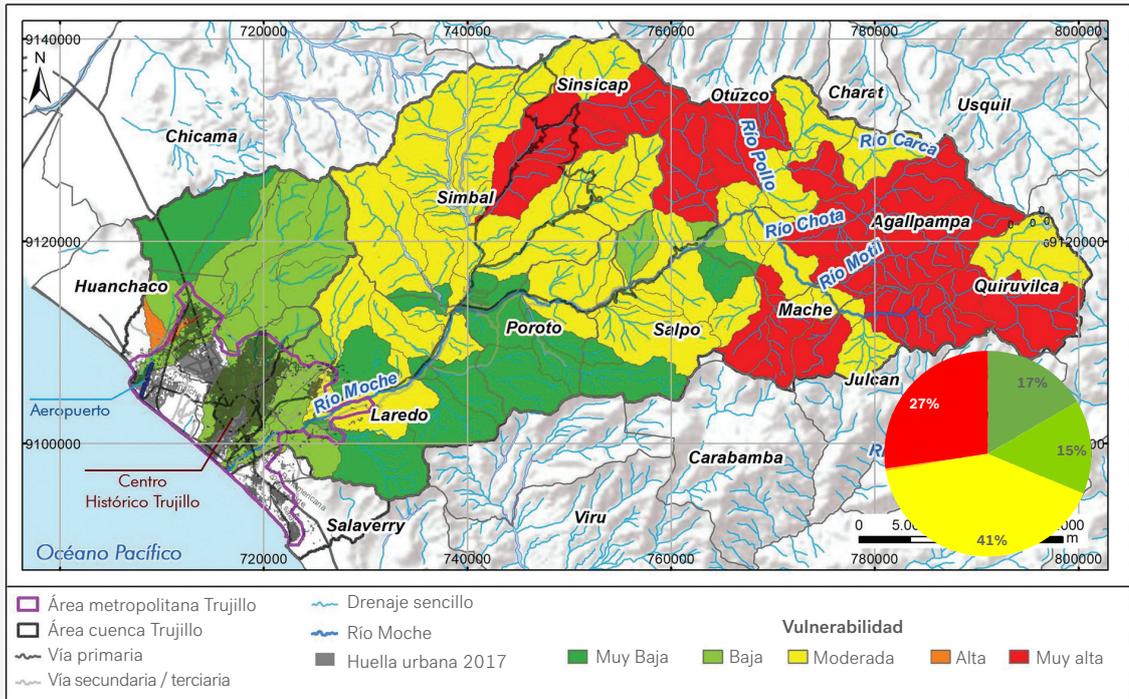
#### Capacidad de adaptación y respuesta

- Porcentaje de población con seguro médico.
- Porcentaje de población económicamente activa.
- Acceso a centros de atención de emergencias.
- Porcentaje de viviendas con conectividad e información.

Al consolidar y analizar estas variables, se obtuvo que cerca del 70% de la cuenca posee un nivel de vulnerabilidad moderado o mayor (figura 2-14), localizados principalmente a partir de la cuenca media hacia arriba, mientras que los niveles de vulnerabilidad baja y muy baja se limitan al área metropolitana y sus alrededores en la cuenca baja.

Trujillo metropolitana cuenta con una mayor oferta de fuentes de abastecimiento hídrico, un mayor porcentaje de viviendas con acceso a la información y conectividad, a seguro médico y a centros de atención de emergencias, en comparación con el resto de la cuenca hidrológica. Dichas condiciones e infraestructura, que proveen una mejor calidad de vida, mejores servicios y mejor respuesta en caso de emergencias, explican que los niveles de vulnerabilidad sean más bajos en el área metropolitana que en el resto de la cuenca, y más altos en las áreas remotas.

**Figura 2-14.** Resultado del análisis de vulnerabilidad para la cuenca del río Moche<sup>35</sup>



Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2019.

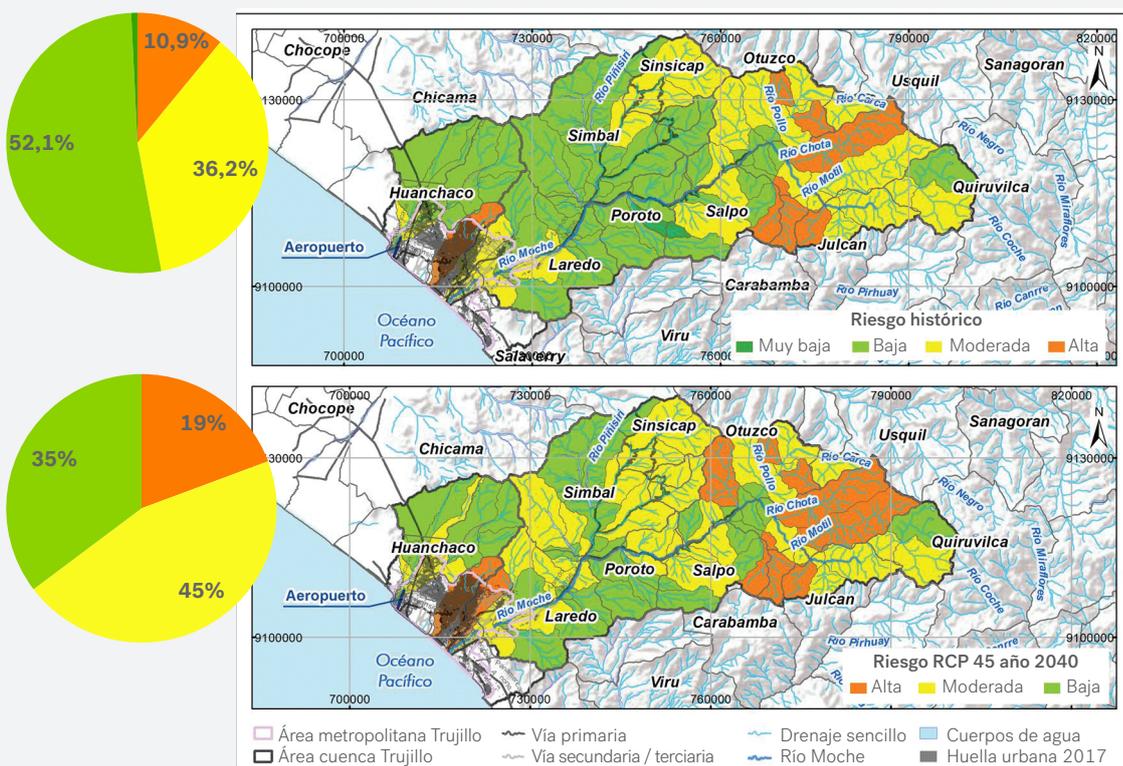
#### 2.4.4. Análisis de riesgo por déficit hídrico

En el futuro, se espera un aumento del nivel de riesgo en la cuenca del río Moche por déficit hídrico. Aunque la precipitación tenderá a mantenerse constante, la temperatura aumentará y, por ende, se reducirá la disponibilidad de agua. En algunas áreas, los niveles de riesgo se mantendrán constantes; no obstante, la extensión de las áreas con niveles de peligro moderado y alto aumentarán (figura 2-15).

Históricamente, el peligro de déficit hídrico ha afectado a las subcuencas de la cuenca alta y del área metropolitana en mayor proporción, comparado con el resto de la cuenca del río Moche, por los más altos niveles de densidad poblacional en el área metropolitana y por la mayor proporción de suelo destinado a la actividad agrícola en la parte alta de la cuenca del río Moche. No obstante, en el futuro, se esperan niveles de riesgo moderados para la cuenca, más allá de la cuenca alta y baja.

<sup>35</sup> En la gráfica no se muestran los valores de las participaciones de vulnerabilidad menores al 1%.

Figura 2-15. Índice de riesgo histórico y futuro para el peligro de déficit hídrico<sup>36</sup>



Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2019.

Los aumentos en los niveles de riesgo están dados por las variaciones en su distribución y la ubicación del peligro, de acuerdo con los cambios en la precipitación y temperatura en el escenario de clima futuro. En la ciudad, se espera un incremento del riesgo por déficit hídrico para los distritos de El Porvenir, Florencia de Mora, Laredo y Trujillo.

#### 2.4.5. Evolución del uso del suelo

El análisis de los cambios del uso del suelo para el periodo 1986-2017 evidenció los siguientes hallazgos en la cuenca del río Moche (figura 2-16):

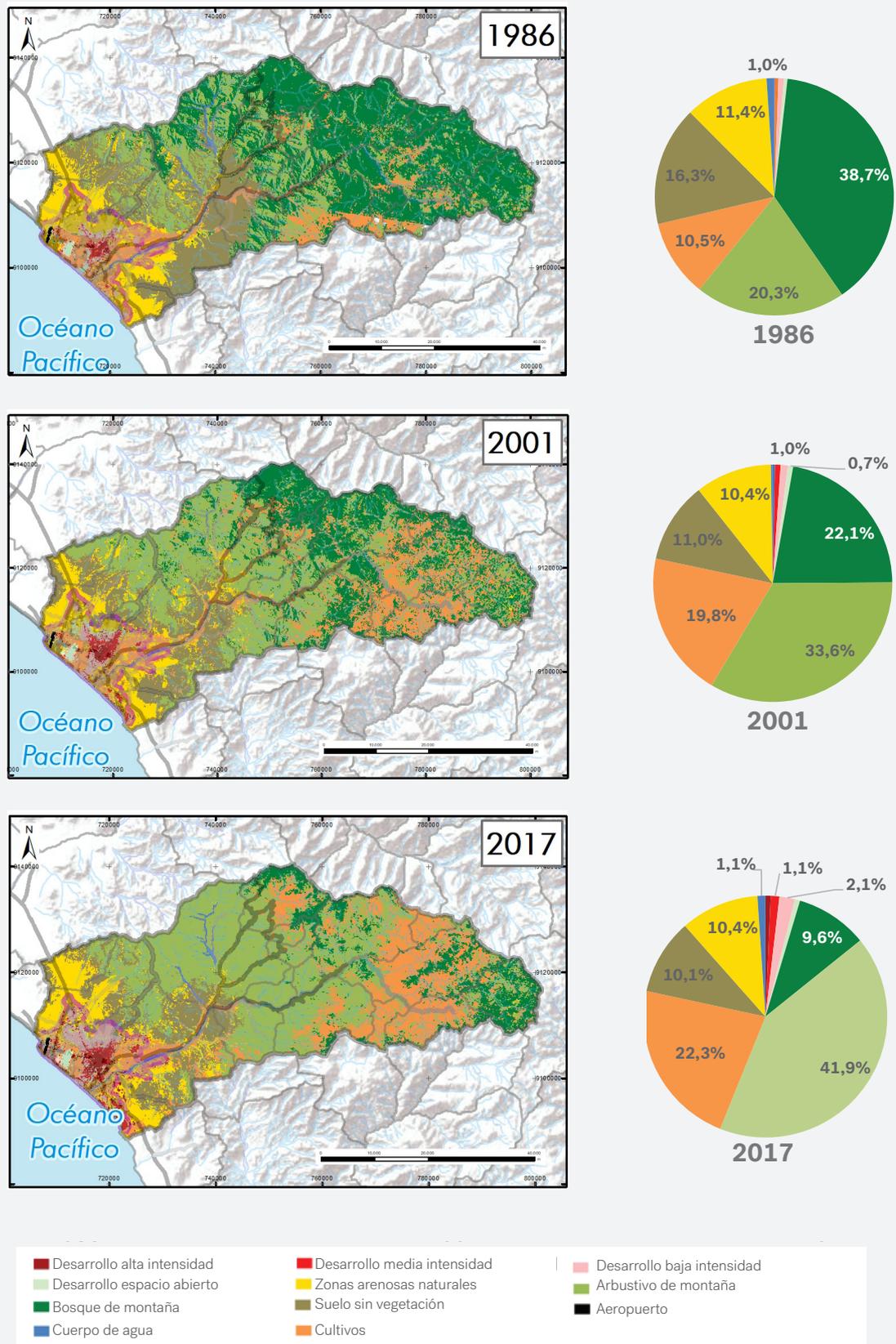
- La cobertura del bosque seco de montaña se redujo a una cuarta parte del área que tenía en 1986, pues perdió más de 76.000 ha. Este deterioro del bosque limita su capacidad para regular el ciclo hidrológico<sup>37</sup> y mitigar el cambio climático por captura de dióxido de carbono (GEI).
- El área destinada a la agricultura se duplicó, incluso en áreas estratégicas para la provisión de servicios ecosistémicos (lo que impactó la disponibilidad y calidad del agua<sup>38</sup>) y en zonas con limitada capacidad agrológica (lo que implicó el deterioro de los suelos).

<sup>36</sup> En la gráfica no se muestran los valores de las participaciones de riesgo menores al 1%. El riesgo histórico refleja los datos entre 1980-2005, y el riesgo futuro los resultados para el escenario RCP 4,5 a 2040, como se explicó en la sección de información climática.

<sup>37</sup> La regulación del ciclo hidrológico permite la infiltración de agua superficial para la recarga de acuíferos, reducción de la escorrentía, control sobre los caudales de los cuerpos hídricos superficiales (en términos de cantidad, velocidad y calidad del agua), estabilidad de los suelos y reducción de la erosión y arrastre de sedimentos.

<sup>38</sup> Creando condiciones para la sobreexplotación del agua subterránea y la reducción de las tasas de recarga de acuíferos.

Figura 2-16. Análisis multitemporal para la cuenca del río Moche<sup>39</sup>



Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

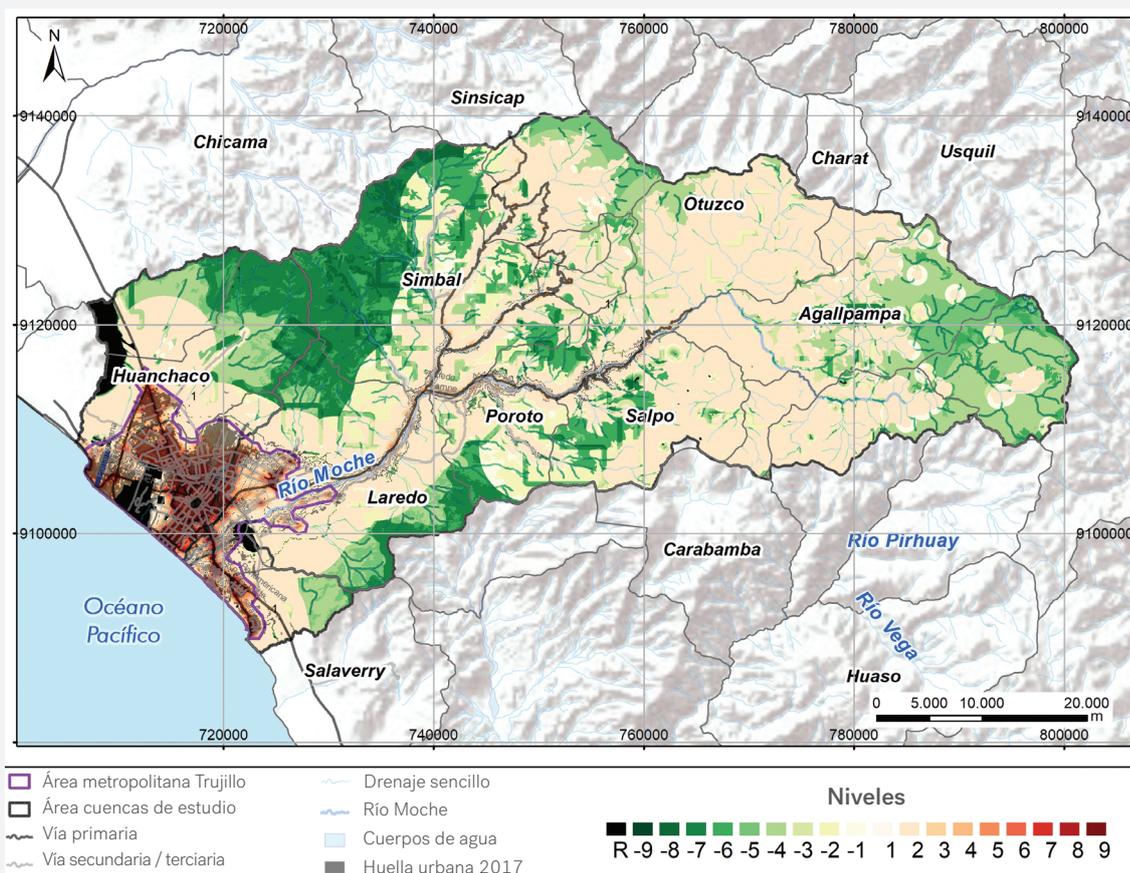
39 En la gráfica no se muestran los valores de las participaciones de uso del suelo menores al 0,7%.

### 2.4.6. Modelo territorial

Siguiendo la misma metodología planteada en el área metropolitana, se plantean los siguientes puntos clave para la adaptación al cambio climático de la cuenca hidrográfica (figura 2-17):

- Conservar los bosques de montaña para mejorar la capacidad adaptativa frente al cambio climático, mediante la regulación del ciclo hidrológico, con énfasis en la infiltración y recarga de acuíferos para mitigar el déficit hídrico, y la reducción de la escorrentía y las velocidades de los flujos de agua para mitigar las inundaciones.
- Potenciar la producción agrícola en áreas con puntajes neutros<sup>40</sup> que se cruzan con las zonas adecuadas.
- El desarrollo rural debe incluir sistemas agroforestales y/o silvopastoriles compatibles con las actividades económicas de las comunidades rurales y la capacidad del suelo<sup>41</sup>.
- Fortalecer la producción agropecuaria con criterios del ciclo hidrogeológico, reducción de la erosión hídrica y eólica de los suelos y promoción de educación ambiental para las comunidades.

Figura 2-17. Síntesis del modelo territorial – Cuenca del río Moche



Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Metosim, 2019.

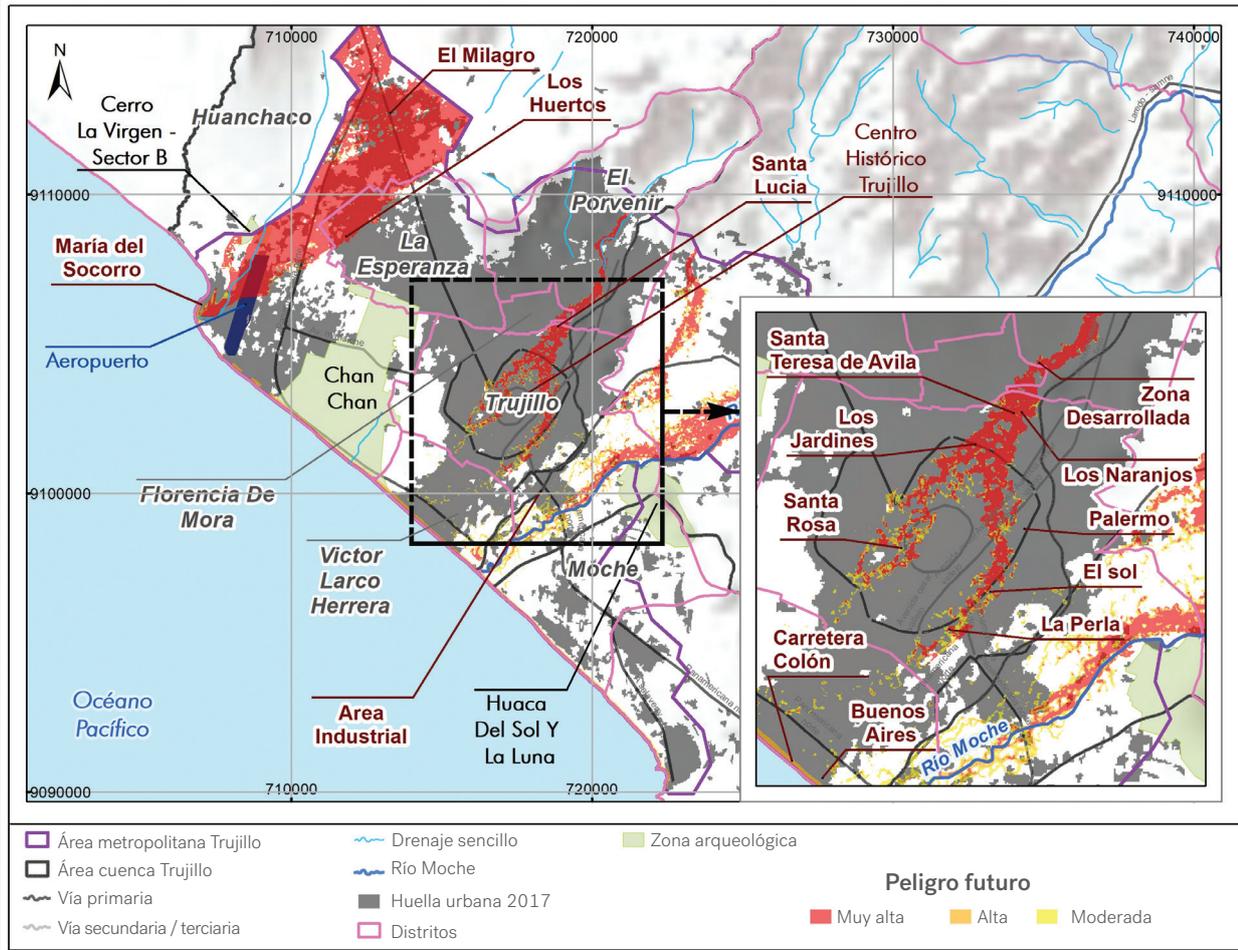
40 Áreas de confluencia de puntajes de atracción y restricción con valores similares.

41 Según la clasificación de capacidad del suelo del USGS, las clases I, II y III son las más apropiadas para la agricultura.

## 2.5. Áreas priorizadas para la adaptación al cambio climático

Las áreas prioritarias para la adaptación al cambio climático en el área metropolitana de Trujillo se definieron de acuerdo con los resultados del IRCC y el modelo territorial. Dentro de estos sitios, se consideran aquellos en los que confluyen niveles de peligro moderado, alto y muy alto, con áreas con mayor probabilidad de urbanización y densificación (niveles de atracción 7, 8 y 9)<sup>42</sup>, como se observa en la figura 2-18, con referencias a algunos barrios priorizados.

Figura 2-18. Áreas priorizadas para adaptación al cambio climático



Sector		Sector	
Huanchaco	El Milagro, María del Socorro, áreas agrícolas al norte del aeropuerto.	Víctor Larco Herrera	Áreas agrícolas al sur oriente del distrito, frente marítimo en barrios como Buenos Aires, El Progreso (calle Buenos Aires a calle 6) y carretera Colón.
La Esperanza	Los Huertos.	Florencia de Mora	Zona no desarrollada del sur oriente del distrito (entre la Av. Las Ánimas y R. de Castro).
Trujillo	Santa Lucía, Los Naranjos, Santa Teresa de Ávila, Los Jardines, El Molino, Santa Rosa, Palermo, El Sol, Santa María, La Perla, frente marítimo, Huanchaquito.	Moche	Áreas agrícolas al nororiente del distrito y margen sur del río Moche, avenida Panamericana Norte al nororiente del distrito y el área industrial.
Laredo	Áreas agrícolas y el condominio Saucos de Barraza.	El Porvenir	Av. Hipólito Unanue.

Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2019.

<sup>42</sup> Niveles de atracción 7, 8 y 9 son aquellas áreas del territorio donde, por sus características, serán más susceptibles al desarrollo. Para mayor información sobre niveles de atracción y/o restricción, ver la sección 2.3.8 del documento del objetivo 1.



The image shows the cover of a report. On the left, a large green diagonal shape contains a white number '3'. Below it, the title 'PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO' is written in white capital letters. The background is a photograph of a street scene with a white building featuring a balcony and a red building with a bay window. A flag is flying from a pole on the white building.

# 3

## PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

**Fotografía 3-1.** Valle del río Moche, julio 2019.

*Fotografía por Adriana Vega.*

Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

El PACC está conformado por tres programas: i) mitigación del riesgo, ii) resiliencia urbana, y iii) recursos naturales y producción rural, junto con un componente transversal de conocimiento, gobernanza y gobernabilidad que facilita la implementación de estos programas.

Adicionalmente, el plan se diseñó considerando tres alcances temporales: corto (2020-2022), mediano (2023-2040) y largo plazo (2041-2070). A corto plazo, se deberían desarrollar las bases de la implementación del PACC, transferir y compartir el conocimiento generado por el IRCC y el PACC, e incentivar la implementación de acciones de adaptación, las cuales se puedan efectuar con los insumos existentes. A mediano plazo, se debería desarrollar información para la toma de decisiones, y diseñar e implementar proyectos e instrumentos de desarrollo territorial. Finalmente, a largo plazo, se espera la implementación de obras concretas de adaptación, alineadas con el nuevo conocimiento consolidado durante los alcances temporales anteriores. Igualmente, la incertidumbre en los escenarios de cambio climático se reduciría, y la calidad y cantidad de información provincial y regional para la gestión del riesgo de impacto por cambio climático sería el insumo para actualizar y desarrollar con mayor detalle el PACC para el periodo comprendido hasta 2070.

Los programas de adaptación se dividen en subprogramas. Estos subprogramas se complementan entre sí y con los otros programas temáticos para aumentar la resiliencia a los efectos negativos del cambio climático en Trujillo metropolitana. Los objetivos de los programas del PACC son:

- **Mitigación del riesgo**

Reducir el riesgo por inundación del río Moche, huaicos y déficit hídrico que afectan diferentes sectores de la ciudad de Trujillo, e implementar un sistema de alerta temprana y pronóstico hidroclimatológico que aumente la resiliencia de la ciudad.

- **Resiliencia urbana**  
Fortalecer la resiliencia de la ciudad ante el riesgo por impacto del cambio climático a través de la adaptación de su infraestructura, la consolidación de bordes urbanos seguros y la implementación de medidas de urbanismo y construcción sostenible.
- **Recursos naturales y producción rural**  
Asegurar la protección, calidad y cantidad de los ecosistemas estratégicos para el abastecimiento del agua, la protección de la biodiversidad y mejorar la gestión de los suelos para el desarrollo económico, sin causar su degradación.

### 3.1. Objetivos del PACC

El objetivo general del PACC es identificar y priorizar las medidas de adaptación, asociadas a los resultados del IRCC, para el territorio de Trujillo (Perú). De este, se desprenden una serie de metas específicas que se muestran en la figura 3-1.

**Figura 3-1.** Metas específicas del PACC



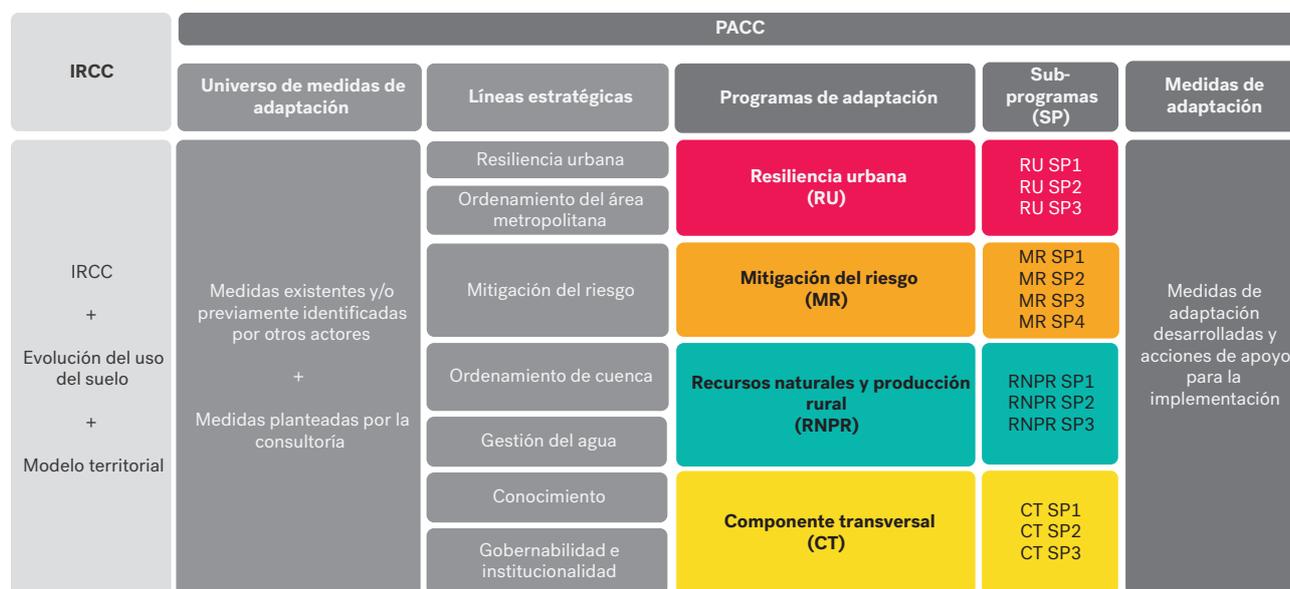
### 3.2. Metodología del PACC

Con base en los resultados del IRCC, en la primera etapa del PACC, se identificó y definió un universo de más de cien medidas aplicables al área de estudio. Estas medidas se clasificaron en líneas estratégicas para facilitar su análisis y evitar duplicidades. A partir de esta revisión de las líneas estratégicas, las medidas de adaptación se organizaron en tres programas: mitigación del riesgo (MR), resiliencia urbana (RU) y manejo sostenible de los recursos naturales y producción rural (RNPR) y sus respectivos subprogramas, junto con un componente transversal. Cada uno de los tres programas se sometió a un análisis técnico, costo-beneficio, de actores y FODA, cuyos resultados se sintetizaron en una ficha técnica.

El análisis técnico incluye la descripción de cada uno de los subprogramas, componentes y medidas de adaptación, así como una evaluación de los peligros priorizados, la importancia de su ejecución, su flexibilidad y urgencia de acción, los cobeneficios, la articulación entre el cambio climático y la gestión del riesgo, las consecuencias de la falta de implementación y la relación con los demás programas propuestos. Luego, el análisis costo-beneficio evaluó la conveniencia de la ejecución de cada programa, al sopesar los recursos que se necesitan para el desarrollo con los beneficios de su implementación.

El análisis de actores valoró su idoneidad para la implementación del PACC. Mientras, el análisis FODA evaluó las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas para la ejecución de cada programa. Finalmente, se resalta que los actores locales y regionales apoyaron la priorización de los peligros por analizar, suministraron información, contribuyeron a la recolección de datos, generaron las recomendaciones y validaron los resultados del IRCC, a través de un proceso participativo que duró menos de un año. Adicionalmente, estos actores estratégicos validaron, aprobaron y priorizaron los programas de adaptación y sus respectivos subprogramas (PACC).

Figura 3-2. Proceso metodológico del estudio



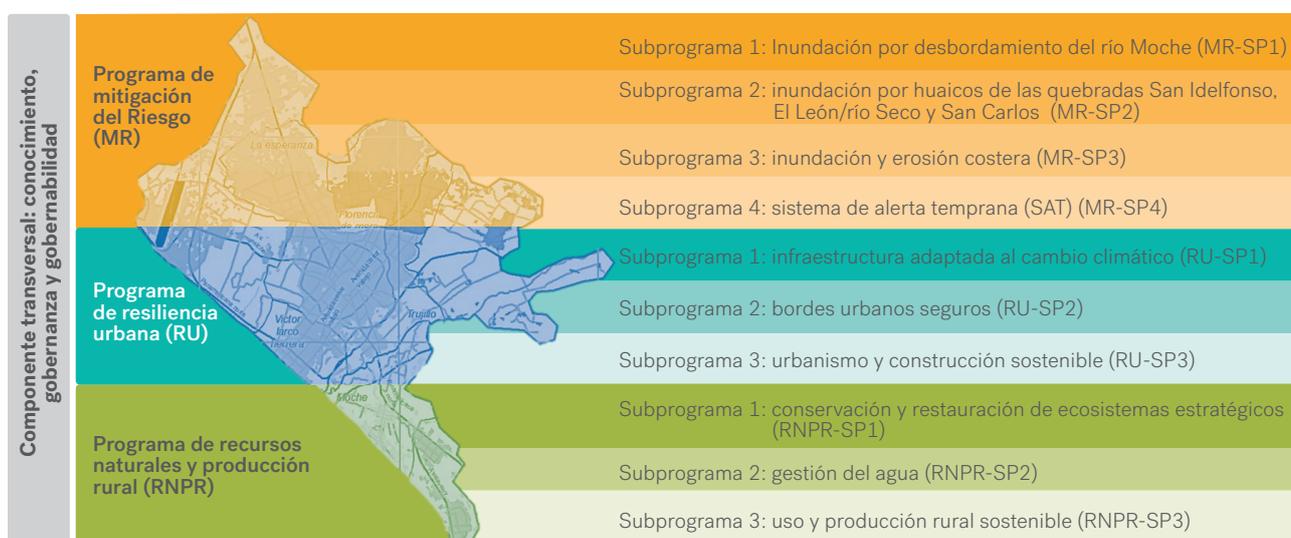
Proceso participativo (talleres y mesas técnicas de abril, 2019 a febrero, 2020)

Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

### 3.3. Programas de adaptación

Se recomienda la implementación integral del PACC con todos sus programas, subprogramas y componentes, incluyendo el componente transversal (figura 3-3). Si bien se reconoce la importancia de todos los programas de adaptación, los miembros de la mesa técnica priorizaron el programa de resiliencia urbana. Se debe tener en cuenta que, en función de los recursos disponibles y la evolución de los arreglos institucionales, es posible que algunos subprogramas y componentes avancen más rápido que otros. El PACC es flexible y se recomienda su actualización periódica, así como la incorporación de medidas de adaptación en curso, o las que surjan durante su implementación.

Figura 3-3. Programas de adaptación



Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

Las siguientes secciones son un breve resumen de los programas del PACC<sup>43</sup>, en el cual se incluyen fichas técnicas para cada uno de los subprogramas. En estas fichas se presenta el objetivo del subprograma, sus medidas de adaptación, los respectivos costos de referencia y un mapa en el que se presenta la información relevante para su implementación.

#### 3.3.1. Programa de mitigación del riesgo (MR)

El programa de mitigación del riesgo y adaptación al cambio climático se centra en la reducción del riesgo por impacto de cambio climático para los peligros de déficit hídrico, inundación por desbordamiento del río Moche, por huaicos de las quebradas San Idelfonso, El León/río Seco y San Carlos, y de inundación y erosión costera en Trujillo metropolitana. El programa plantea mejorar el conocimiento de las condiciones de riesgo, como base para la planeación y el ordenamiento del área metropolitana, la reducción de los niveles de peligro y exposición de la población e infraestructura, el aumento de la resiliencia y la implementación de un sistema de alerta temprana y pronóstico hidroclimatológico.

En 2017, Trujillo fue una de las ciudades más afectadas por los fenómenos de inundación y huaicos ocurridos en todo el país. Entre ellos, se destacan los siete huaicos que se presentaron en menos de una semana y que afectaron el área metropolitana (El Comercio, 2017). Además, la continua pérdida de playa en el barrio Buenos Aires en el distrito de Víctor Larco Herrera y en el balneario Las Delicias

43 Para mayor información, ver documento del objetivo 2 del estudio.

en Moche, entre otras áreas del frente marítimo, evidencian el proceso de erosión costera que afecta el área metropolitana.

En el futuro, se espera que las áreas con niveles de peligro de inundación moderado o mayor se incrementen significativamente para los distritos de Huanchaco y La Esperanza, debido a la influencia de la quebrada El León/Río Seco (de 1.028,86 ha a 2.450,91 ha), mientras que el aumento en los distritos de Laredo, El Porvenir y Florencia de Mora se dará bajo la influencia de la quebrada San Idelfonso (de 448,59 ha a 496,87 ha) y del río Moche (de 810,13 ha a 1.037,16).

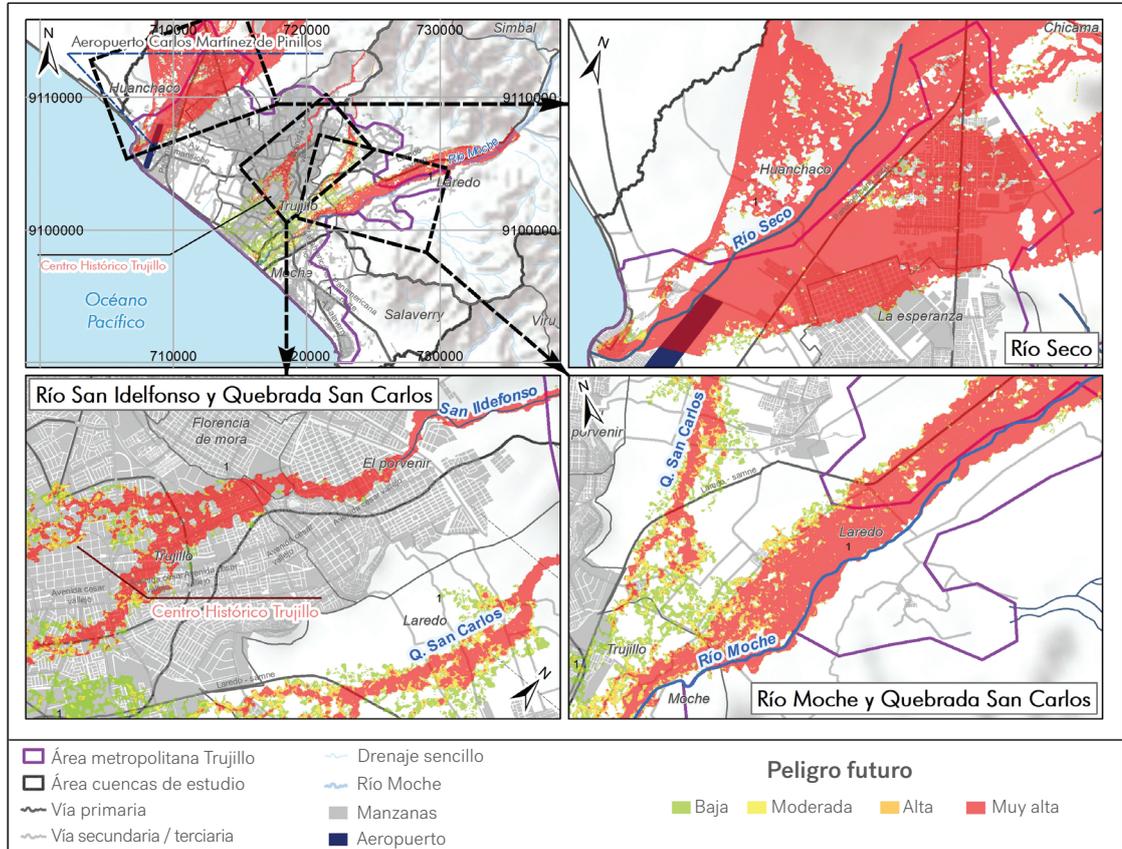
#### **Línea base para la mitigación del riesgo en la ciudad de Trujillo (MR-LB)**

El programa, sus subprogramas y componentes se basan en los principios de integralidad y complementariedad, que buscan considerar todos los aspectos para que una medida de reducción del riesgo sea socializada, planeada, diseñada e implementada adecuadamente. En este marco, el programa plantea una línea base que prepara el camino para la ejecución de los subprogramas y sus respectivas medidas. Por lo tanto, se sugiere ejecutar las siguientes actividades antes de la implementación de los subprogramas:

- **MR-LB-1:** socialización del IRCC a instituciones locales, regionales y sociedad civil.
- **MR-LB-2:** levantamiento de información base para implementación de medidas de infraestructura verde, las cuales pueden aplicarse de manera temprana.
- **MR-LB-3:** levantamiento de información base detallada para realización estudios detallados de riesgo (MDE, topobatimetrías y estudio de suelos).
- **MR-LB-4:** diseño e implementación de un sistema o plataforma de integración tecnológica para centralizar, articular y asegurar la calidad de la información.

MR-SP1

**3.3.1.1. Subprograma para la mitigación del riesgo de inundación por desbordamiento del río Moche**



Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2021.

El subprograma para el riesgo de inundación por desbordamiento del río Moche busca mejorar la capacidad de contención y movilización del agua dentro del lecho del río Moche, a medida que este fluye hacia el mar a través de la ciudad. Las zonas adyacentes al río están destinadas a usos industriales, comerciales y agrícolas, y es necesario protegerlas debido a razones económicas y de seguridad alimentaria. Las medidas propuestas buscan la intervención de franjas de no más de 30 metros a cada lado del río.

El subprograma se enfoca principalmente en las medidas basadas en ecosistemas, de manera que se reducen los impactos sobre los mismos y los distritos localizados aguas abajo de la intervención. Una apropiada adaptación de la ciudad ante el peligro de inundación por desbordamiento del río empieza con un adecuado nivel de conocimiento, sin el cual, las medidas de adaptación planteadas subestiman o sobreestiman las condiciones locales y, por ende, los niveles de riesgo, motivo por el cual antes del diseño de medidas específicas de adaptación, es necesario llevar a cabo estudios de detalle en las áreas prioritarias asociadas al río Moche, las cuales se muestran en el mapa con los niveles de peligro moderado, alto y muy alto (recuadro inferior derecho).

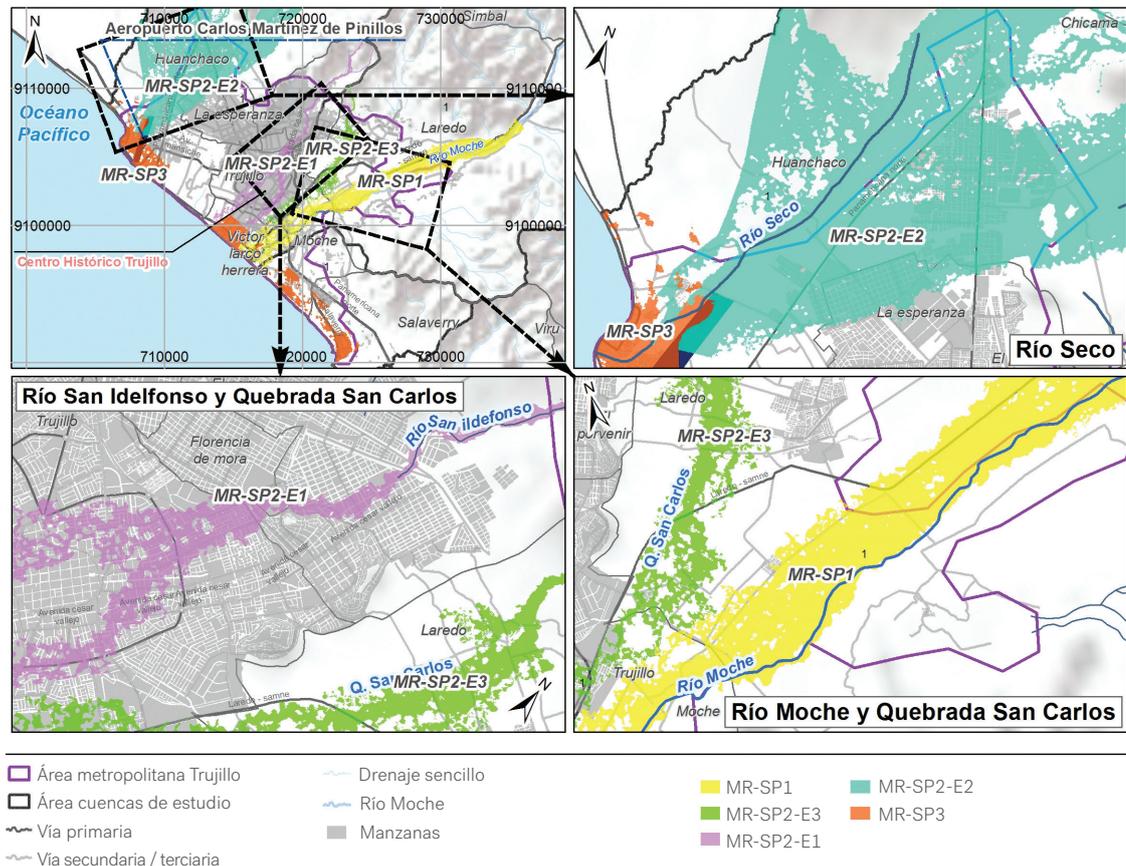
<b>Código</b>	<b>Componentes y medidas de adaptación</b>	<b>Costo (miles USD)</b>
<b>MR-SP1-1</b>	Realización de estudios detallados de riesgo en áreas priorizadas por el IRCC.	<b>2.949</b>
<b>MR-SP1-2</b>	Diseño y construcción de infraestructura de barreras físicas de protección vegetal y obras de bioingeniería en áreas específicas a lo largo del río Moche, en áreas específicas de acuerdo con los resultados de los estudios detallados del riesgo.	<b>57.516</b>
<b>MR-SP1-3</b>	Recuperación de secciones estratégicas de cuerpos de agua en áreas específicas a lo largo del río Moche, en áreas específicas de acuerdo con los resultados de los estudios detallados del riesgo.	<b>2.360</b>
<b>MR-SP1-4</b>	Plan de reasentamiento de la población e infraestructura crítica que se encuentre en áreas de riesgo no mitigable (con un nivel alto y muy alto nivel de peligro y/o riesgo), con base en estudios de detalle.	<b>1.702</b>
<b>MR-SP1-5</b>	Actualización de resultados de riesgo y aseguramiento de su incorporación en los instrumentos de riesgo y de planificación.	<b>29</b>
<b>MR</b>	Costo total <sup>44</sup>	<b>64.556</b>

Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

<sup>44</sup> El costo estimado es un orden de magnitud, el cual se presenta en miles de dólares. El detalle del origen de los costos se presenta en la sección "Estimación de costos de referencia".

## MR-SP2

### 3.3.1.2. Subprograma para la mitigación del riesgo por inundación por huai-cos de las quebradas San Idelfonso, El León/Río Seco y San Carlos en la ciudad de Trujillo



Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2021.

Las medidas de adaptación para cada quebrada se diseñaron de acuerdo con los niveles de peligro y priorización (el mapa muestra los niveles de peligro alto y muy alto para cada cuerpo de agua). Se determina que el huaico de San Idelfonso es prioritario, debido a su potencial impacto en la ciudad y a que la información disponible permitiría la implementación de las medidas de adaptación a corto plazo. La segunda prioridad es el huaico de El León/Río Seco, asociado con el potencial incremento del nivel de peligro y el área impactada, según los escenarios de clima futuro. Finalmente, se prioriza el huaico de San Carlos, relacionado con las pérdidas potenciales por actividades de agricultura.

Los componentes y medidas del subprograma buscan reducir el nivel de peligro a través de la contención y redirección de los flujos de agua, así como disminuir la exposición de la población e infraestructura. Las medidas MR-SP2-E1 corresponden a la quebrada San Idelfonso; las MR-SP2-E2 a la quebrada El León/Río Seco, y las MR-SP2-E3 a la quebrada San Carlos.

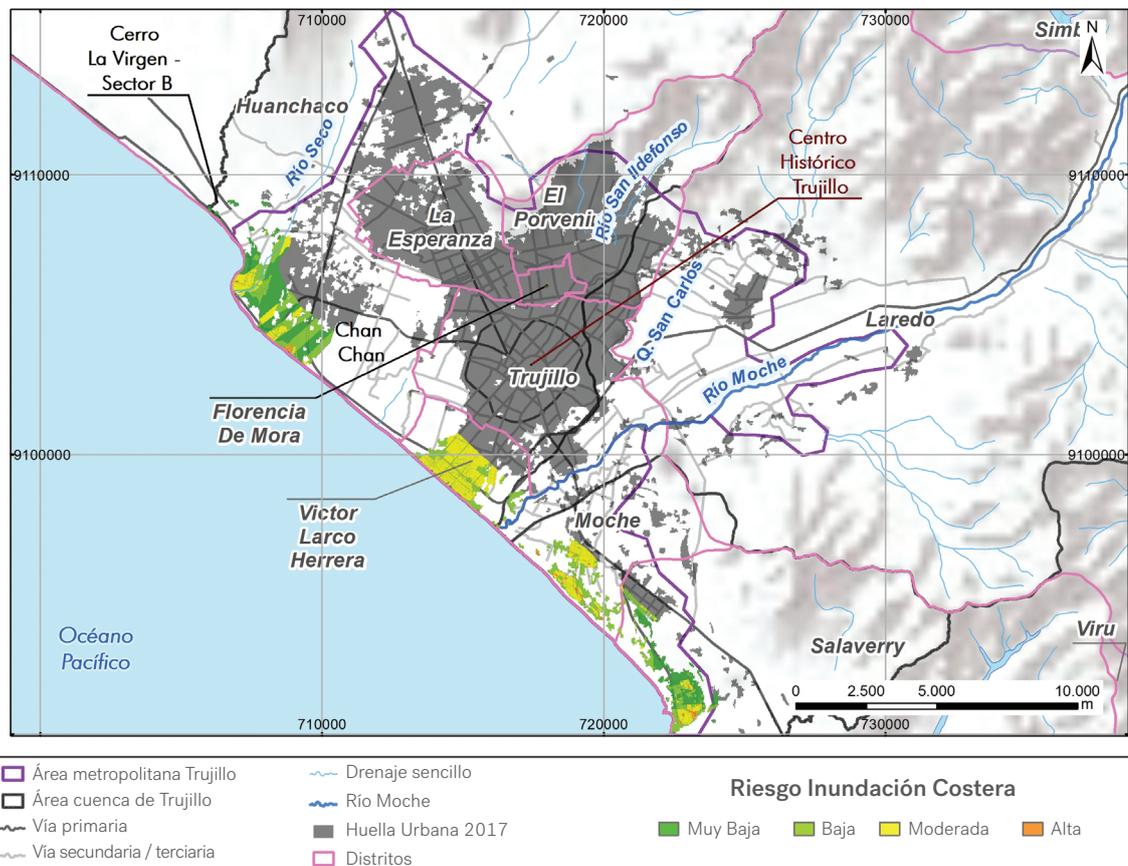
<b>Código</b>	<b>Componentes y medidas de adaptación</b>	<b>Costo (miles USD)</b>
MR-SP2-E1-1	Realización de estudios detallados en áreas priorizadas por peligro de huacos asociados a la quebrada San Idelfonso.	804
MR-SP2-E1-2	Construcción de infraestructura para evitar el desbordamiento y/o redirigir el flujo del agua de la quebrada San Idelfonso.	7.502
MR-SP2-E1-3	Evaluación de alternativas, diseño y construcción de infraestructura para la retención y regulación de agua en la quebrada San Idelfonso.	170
MR-SP2-E1-4	Plan de reasentamiento de la población e infraestructura crítica en áreas de riesgo no mitigable.	851
MR-SP2-E1-5	Actualización de resultados de riesgo e incorporación en los instrumentos de riesgo y de planificación.	29
MR-SP2-E2-1	Realización de estudios detallados en áreas priorizadas por peligro de huacos asociados a la quebrada El León/Río Seco.	2.949
MR-SP2-E2-2	Construcción de infraestructura para evitar el desbordamiento y/o redirigir el flujo del agua de la quebrada El León/Río Seco.	7.502
MR-SP2-E2-3	Evaluación de alternativas, diseño y construcción de infraestructura para la retención y regulación del agua en la quebrada El León/Río Seco.	170
MR-SP2-E2-4	Plan de reasentamiento de la población e infraestructura crítica en áreas de riesgo no mitigable.	851
MR-SP2-E2-5	Actualización de los resultados de riesgo e incorporación en los instrumentos de riesgo y de planificación.	29
MR-SP2-E3-1	Realización de estudios detallados en áreas priorizadas por peligro de huaco asociado a la quebrada San Carlos.	469
MR-SP2-E3-2	Construcción de infraestructura para evitar el desbordamiento de la quebrada San Carlos.	7.502
MR-SP2-E3-3	Promoción de la prevención de urbanización en el área de influencia de la quebrada San Carlos.	3
MR-SP2-E3-4	Actualización de los resultados de riesgo e incorporación en los instrumentos de riesgo y de planificación.	29
<b>MR</b>	<b>Costo total<sup>45</sup></b>	<b>28.860</b>

Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

<sup>45</sup> El costo estimado es un orden de magnitud, el cual se presenta en miles de dólares. El detalle del origen de los costos se presenta en la sección "Estimación de costos de referencia".

## MR-SP3

## 3.3.1.3. Subprograma para la mitigación de los peligros de inundación y erosión costera



Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2021.

El subprograma se enmarca en la franja costera del área metropolitana de Trujillo. El subprograma busca aumentar el conocimiento hidrodinámico del agua y la circulación de los sedimentos costeros, con el fin de reducir la exposición de la población e infraestructura. Las medidas propuestas del subprograma serían ejecutadas en el área urbanizada y por urbanizar en Trujillo metropolitana, y deberían ser implementadas acorde a los niveles de riesgo identificados (ver mapa). Estas medidas son una mezcla de las medidas de adaptación duras (infraestructura gris) y blandas (ordenamiento territorial) que interactúan entre sí, así como con el programa de resiliencia urbana, para fortalecer la resiliencia del frente marítimo de Trujillo.

El levantamiento de información de línea base sobre el frente costero es fundamental para el establecimiento de las medidas requeridas, de acuerdo con el origen y la aceleración de los procesos de erosión y sedimentación. Una adecuada línea base es fundamental para la implementación de las medidas de adaptación planteadas y su ajuste a la realidad local.

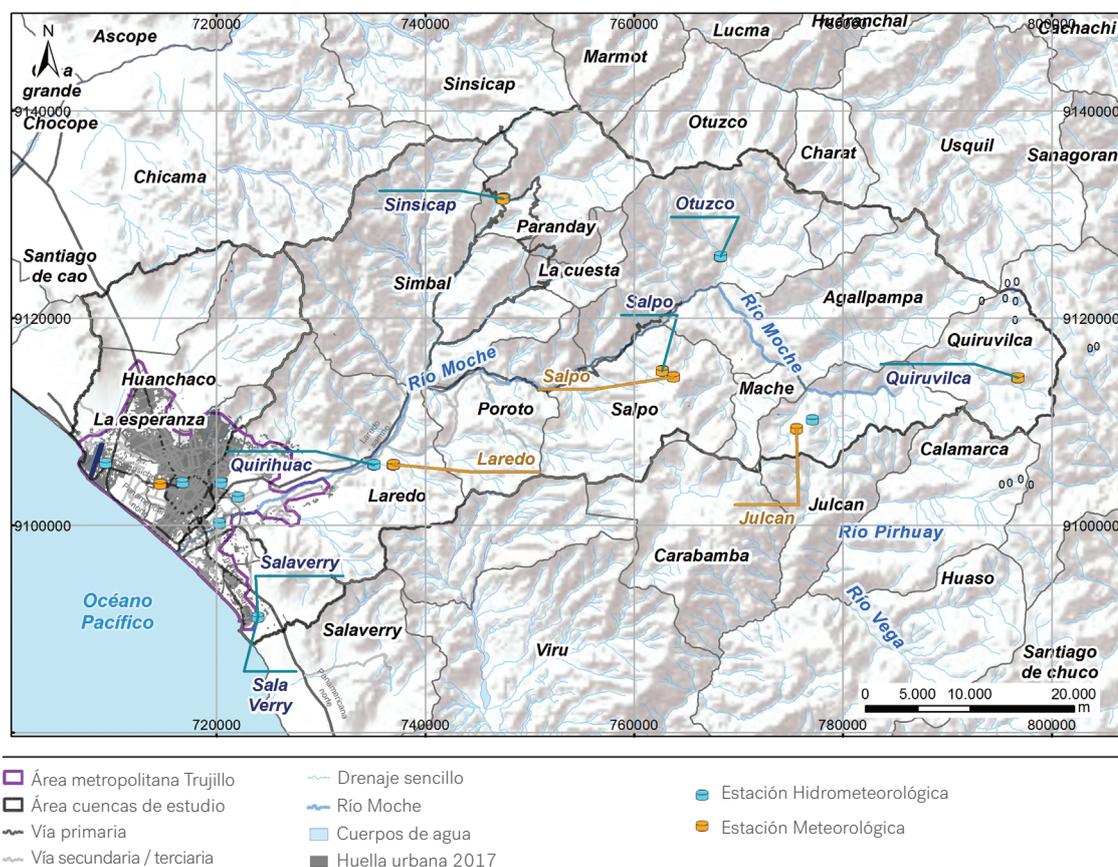
<b>Código</b>	<b>Componentes y medidas de adaptación</b>	<b>Costo (miles USD)</b>
<b>MR-SP3-1</b>	Desarrollo de escenarios de cambio climático, de escala regional o local, que permitan incorporar la variabilidad del nivel medio del mar y la variación en la precipitación local futura.	<b>157</b>
<b>MR-SP3-2</b>	Generación de conocimiento del balance de sedimentos en la costa marina de Trujillo metropolitana.	<b>94</b>
<b>MR-SP3-3</b>	Desarrollo de un ordenamiento y regulación de la zona costera.	<b>29</b>
<b>MR-SP3-4</b>	Construcción de barreras terrestres en áreas determinadas del frente costero.	<b>48.000</b>
<b>MR-SP3-5</b>	Plan de reasentamiento de la población ubicada en áreas con riesgo de erosión costera e inundación por aumento del nivel del mar superior a alto.	<b>851</b>
<b>MR-SP3-6</b>	Intervención de áreas liberadas por el reasentamiento de la población.	<b>2.500</b>
<b>MR-SP3-7</b>	Monitoreo, revisión y verificación de la implementación y la actualización del plan de adaptación (incluir reportes y /o socialización de resultados obtenidos).	<b>14</b>
<b>MR</b>	Costo total <sup>46</sup>	<b>51.645</b>

Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

<sup>46</sup> El costo estimado es un orden de magnitud, el cual se presenta en miles de dólares. El detalle del origen de los costos se presenta en la sección "Estimación de costos de referencia".

## MR-SP4

### 3.3.1.4. Subprograma para la implementación de un sistema de alerta temprana y pronóstico hidroclimatológico para el área metropolitana de Trujillo



Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2021.

El alcance de este subprograma es el diseño y la implementación de un sistema de alerta temprana (SAT) para eventos de origen hidrometeorológico. El sistema debería ser capaz de generar pronósticos a largo plazo, con enfoque agro e incorporación de la variabilidad climática para el beneficio de los agricultores y demás usuarios de la cuenca hidrográfica. De esta manera, el SAT cumple funciones asociadas a la gestión del riesgo por eventos hidrometeorológicos actuales, así como el riesgo por desabastecimiento del recurso en la cuenca y en la generación de conocimiento frente al comportamiento meteorológico futuro.

Este subprograma comprende el diseño del sistema de alerta temprana y pronóstico. Este incorpora la infraestructura actual y la información, y reconoce la necesidad del fortalecimiento de la institucionalidad hasta la puesta en marcha de un centro de pronóstico, como base de operaciones del SAT, para lo cual se partirá de las estaciones meteorológicas e hidrometeorológicas ya existentes en la cuenca, para aprovechar los recursos existentes y la capacidad instalada (ver ubicación de las estaciones en mapa).

<b>Código</b>	<b>Componentes y medidas de adaptación</b>	<b>Costo (miles USD)</b>
<b>MR-SP4-1</b>	Integración de información primaria <sup>47</sup> adicional a la obtenida en el IRCC en el marco de otros programas de adaptación y/o determinación del riesgo.	<b>29</b>
<b>MR-SP4-2</b>	Diseño de un sistema de alerta temprana SAT y sistema de pronóstico hidroclimatológico con enfoque agro, incluyendo como parte esencial el sistema de emisión de alertas, de acuerdo con las tecnologías disponibles y el tiempo de reacción requerido por tipo de peligro.	<b>29</b>
<b>MR-SP4-3</b>	Desarrollo de escenarios de cambio climático de escala regional o local, que permitan incorporar la variabilidad de aspectos clave como precipitación, temperatura, vientos, mareas, nivel medio del mar, etc.	<b>157</b>
<b>MR-SP4-4</b>	Implementación de la capacidad requerida, entendida como estaciones para medición de variables meteorológicas e hidrológicas y un radar meteorológico (banda "C" doppler de doble polarización).	<b>2.295</b>
<b>MR-SP4-5</b>	Implementación de un centro de alerta y pronóstico en el área metropolitana de Trujillo.	<b>1.015</b>
<b>MR-SP4-6</b>	Implementación del sistema de alarma del centro de pronóstico y emisión de boletines de pronóstico hidroclimatológico.	<b>203</b>
<b>MR-SP4-7</b>	Diseño e implementación de un sistema de control o plataforma de integración tecnológica que permita articular y asegurar la calidad de la información ya existente y de la información futura.	<b>100</b>
<b>MR-SP4-8</b>	Creación del plan de sostenibilidad de infraestructura (general) del centro de alerta temprana y centro de pronóstico.	<b>29</b>
<b>MR-SP4-9</b>	Monitoreo, revisión y verificación de la implementación y la actualización del plan de adaptación (incluir reportes y /o socialización de resultados obtenidos).	<b>14</b>
<b>MR-SP4-10</b>	Desarrollo de un proceso de fortalecimiento institucional para consolidar el espacio institucional y el equipo para administrar el SAT.	<b>1</b>
<b>MR</b>	Costo total <sup>48</sup>	<b>3.872</b>

Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

47 Refiriéndose a información de entidades oficiales y/o sector privado que, una vez validada, sirva de insumo para el diseño del SAT.

48 El costo estimado es un orden de magnitud, el cual se presenta en miles de dólares. El detalle del origen de los costos se presenta en la sección "Estimación de costos de referencia".

### 3.3.2. Programa de resiliencia urbana (RU)

La adaptación de las áreas urbanas es crucial para salvaguardar el área metropolitana de Trujillo de los impactos del cambio climático, y una proporción significativa de su población y economía de la región. Esta área concentra más de la mitad de la población del departamento de La Libertad, la mayor aglomeración económica del norte de Perú y la tercera del país. Adicionalmente, reúne una parte relevante de la infraestructura y los servicios sociales y zonas de interés, que cumplen un papel fundamental para enfrentar el cambio climático en el territorio.

Se resalta que las secuelas del riesgo ante el cambio climático y los impactos de los eventos extremos no son una realidad distante en esta ciudad, ya que el fenómeno de El Niño dejó 382.000 afectados, y más de 106.000 viviendas afectadas en 2017, así como consecuencias en pérdidas humanas y económicas por la ocurrencia de eventos de inundación (INDECI, 2017).

Entre 1986 y 2017, Trujillo creció 2,6 veces su tamaño. Esta expansión y algunos de sus patrones de ocupación de suelo contribuyeron al aumento de la exposición, el riesgo de la población e infraestructura, y generaron retos para la adaptación al cambio climático y la resiliencia de la ciudad. Entre los desafíos abordados en los subprogramas se destacan:

- El crecimiento de la ciudad en zonas de peligro incrementó el riesgo, y esta tendencia se debe corregir orientando la expansión urbana hacia áreas seguras y creando una ciudad más permeable.
- El crecimiento en baja intensidad generó un patrón de consumo exagerado de suelo, pero ofrece oportunidades de intervención para la adaptación y la transformación de sus bordes urbanos.
- La intervención de la ciudad actual es necesaria para implementar medidas de adaptación en áreas expuestas, así como en zonas seguras (fuera de lugares de peligro) que puedan contribuir a transformar las condiciones de peligros y a reducir la vulnerabilidad.

Con la implementación del PACC, se proyecta que 962.369 habitantes<sup>49</sup> se podrían beneficiar con la reducción del riesgo para Trujillo metropolitana y, particularmente, 87.782 habitantes expuestos actualmente a niveles moderado o superior de peligro de inundación. El programa de resiliencia urbana busca minimizar el riesgo por medio de la intervención de las condiciones del peligro, de la mano con el programa de mitigación del riesgo, y disminuir la vulnerabilidad a través del mejoramiento de los sistemas urbanos de movilidad, SSPP y la ubicación de infraestructura de servicios sociales, con el fin de optimizar el acceso a infraestructura crítica y evitar el aumento de la exposición.

El programa de resiliencia urbana se desarrolla en tres subprogramas:

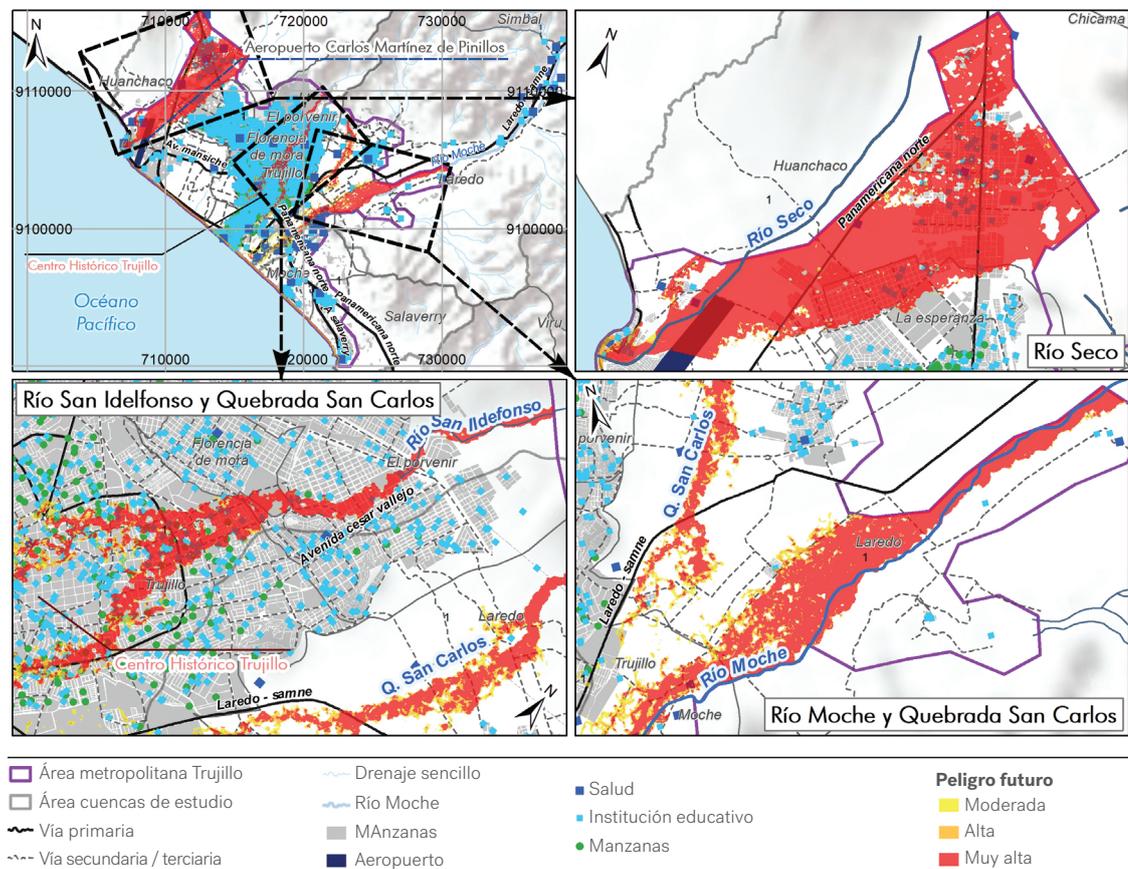
- **Infraestructura adaptada**
- **Bordes urbanos seguros**
- **Urbanismo y construcción sostenible**

<sup>49</sup> Población urbana y rural de Trujillo metropolitana según el Instituto Nacional de Estadística Informática-INEI 2017.



## RU-SP1

## 3.3.2.1. Subprograma para la infraestructura adaptada al cambio climático



Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2021.

El subprograma plantea la reducción de la vulnerabilidad de la infraestructura existente en el área metropolitana, y evita la exposición de nueva infraestructura en áreas de peligro muy alto, alto y moderado por inundación fluvial y pluvial. La adaptación de la infraestructura requiere la planificación, diseño, construcción, administración y mantenimiento de la infraestructura urbana, que disminuya el riesgo de inundación y sus impactos. Dichas intervenciones se plantean para las tres quebradas y el río Moche que atraviesan el área metropolitana (ver mapa). Además, el subprograma busca la adaptación de la infraestructura para garantizar su estabilidad y funcionalidad, y asegurar que el diseño y construcción minimicen las condiciones que intensifican los peligros. Las acciones del subprograma están enfocadas a la infraestructura de servicios sociales<sup>50</sup>, servicios públicos<sup>51</sup>, movilidad<sup>52</sup> y espacio público<sup>53</sup>.

En este sentido, el programa persigue el desarrollo de nueva infraestructura en los sistemas urbanos, orientado al desarrollo de la ciudad fuera de las áreas de peligro (áreas seguras), minimizando el riesgo por elementos expuestos, como se muestra en el mapa.

50 Infraestructura de servicios sociales hace referencia a la infraestructura donde se prestan los servicios asociados a salud, educación, cultura, administración pública, seguridad, bienestar social, recreación y deporte, entre otros.

51 Infraestructura de servicios públicos hace referencia a la infraestructura donde se prestan los servicios asociados a energía, agua potable, saneamiento básico, drenaje pluvial, recolección y tratamiento de residuos sólidos.

52 Infraestructura de movilidad hace referencia a la infraestructura de vías, transporte y vías de transporte no motorizado.

53 Infraestructura de espacio público hace referencia a la infraestructura de parques, plazas y alamedas.

<b>Código</b>	<b>Componentes y medidas de adaptación</b>	<b>Costo (miles USD)</b>
<b>RU-SP1-1</b>	Incorporación del IRCC, plan de adaptación y estudios de detalle en los planes sectoriales, para localizar la nueva infraestructura en áreas seguras.	<b>129</b>
<b>RU -SP1-2</b>	Diseño, publicación y difusión de una guía para el desarrollo de proyectos de infraestructura de espacio público y equipamientos adaptados.	<b>972</b>
<b>RU -SP1-3</b>	Diseño, publicación y difusión de una guía para el desarrollo de infraestructura de servicios públicos.	<b>777</b>
<b>RU -SP1-4</b>	Diseño, publicación y difusión de una guía para el desarrollo de infraestructura de movilidad.	<b>583</b>
<b>RU -SP1-5</b>	Desarrollo de proyectos integrales que resuelvan las necesidades de una nueva infraestructura e incorporen medidas de adaptación.	<b>*</b>
<b>RU -SP1-6</b>	Evaluación de la vulnerabilidad de la infraestructura existente y priorizar su adaptación.	<b>2.352</b>
<b>RU -SP1-7</b>	Diseño e implementación de medidas de adaptación en infraestructura existente en áreas de riesgo mitigable.	<b>*</b>
<b>RU -SP1-8</b>	Desarrollo de guías de recuperación y mantenimiento, de acuerdo con el clima futuro; y desarrollo de una estrategia de mantenimiento para infraestructura crítica.	<b>388</b>
<b>RU</b>	Costo total <sup>54</sup>	<b>5.201</b>

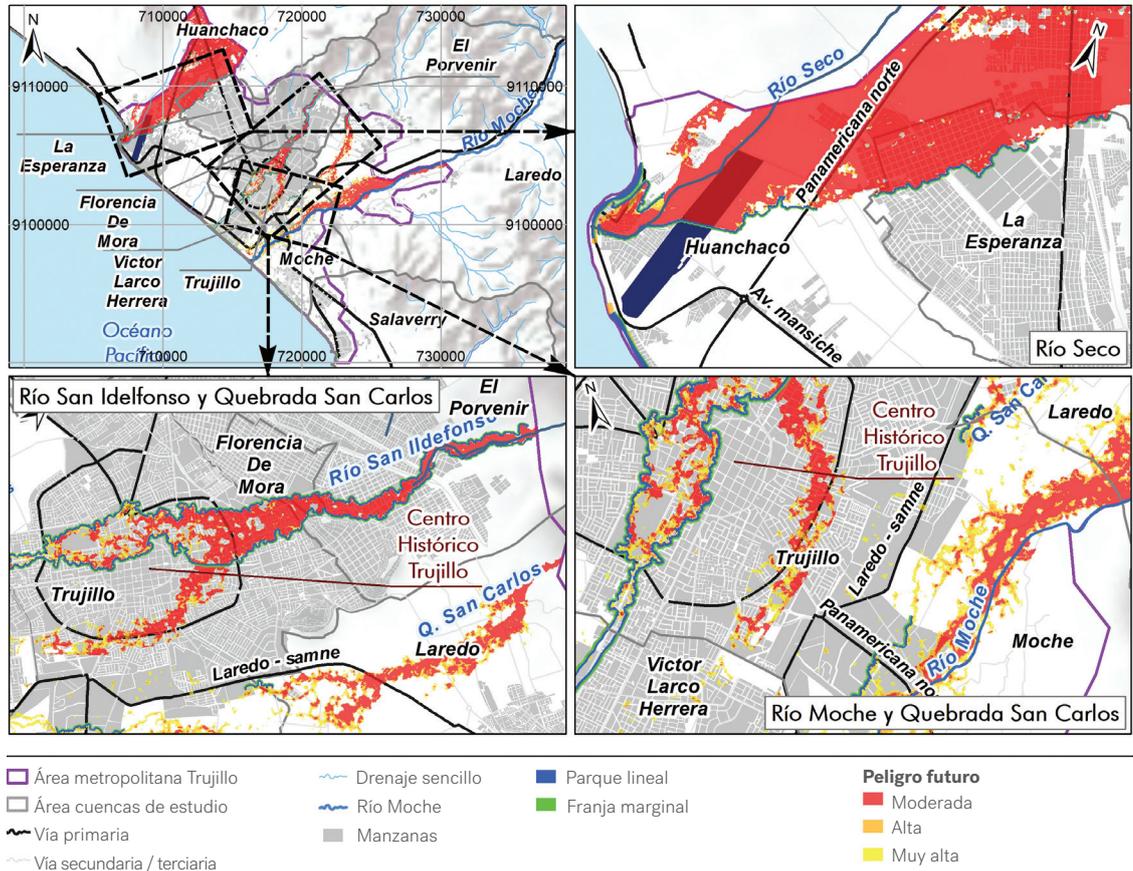
Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

<sup>54</sup> El costo estimado es un orden de magnitud, el cual se presenta en miles de dólares. El detalle del origen de los costos se presenta en la sección "Estimación de costos de referencia".

\* Costo dependiente de la realización de otras actividades del PACC, el cual será definido previa implementación de la medida.

RU-SP2

3.3.2.2. Subprograma para los bordes urbanos seguros



Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2021.

El subprograma se centra en la creación de espacios de amortiguación entre las áreas con un nivel moderado o superior de peligro por inundación fluvial, pluvial y costera y la ciudad (como se presenta en el mapa). De esta forma, se plantea armonizar las intervenciones de mitigación del riesgo con su entorno urbano inmediato y la generación de espacio público.

La consolidación de bordes urbanos seguros se articula con la protección de la población, la infraestructura, el patrimonio cultural y la estructura ecológica y ecosistemas estratégicos, a través de las franjas de protección y los parques lineales.

<b>Código</b>	<b>Componentes y medidas de adaptación</b>	<b>Costo (miles USD)</b>
RU -SP2-1	Restricción de la urbanización en áreas de peligro y desarrollo de capacidad de control urbanístico.	976
RU -SP2-2	Intervención de áreas liberadas por reasentamiento o relocalización.	38.307
RU -SP2-3	Acotamiento de franjas marginales de los cuerpos de agua naturales <sup>55</sup> .	39.340
RU -SP2-4	Consolidación de franjas marginales en los canales de irrigación y drenaje pluvial.	*
RU -SP2-5	Diseño y construcción del parque lineal para los bordes urbanos del río Moche, en el área urbanizada.	6.851
RU -SP2-6	Diseño y construcción del parque lineal para los bordes urbanos de la quebrada El León/Río Seco.	44.303
RU -SP2-7	Diseño y construcción del parque lineal para los bordes urbanos de la quebrada San Idelfonso.	136.968
RU -SP2-8	Diseño y construcción del parque lineal para los bordes urbanos de la quebrada San Carlos, en el área urbanizada.	23.236
RU -SP2-9	Diseño y construcción del parque lineal para áreas estratégicas en el borde urbano del frente marítimo del área metropolitana de Trujillo, en el área urbanizada.	39.812
RU -SP2-10	Incorporación del patrimonio en las acciones de cambio climático y en las iniciativas de drenaje pluvial.	4.665
RU	Costo total <sup>56</sup>	334.458

Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

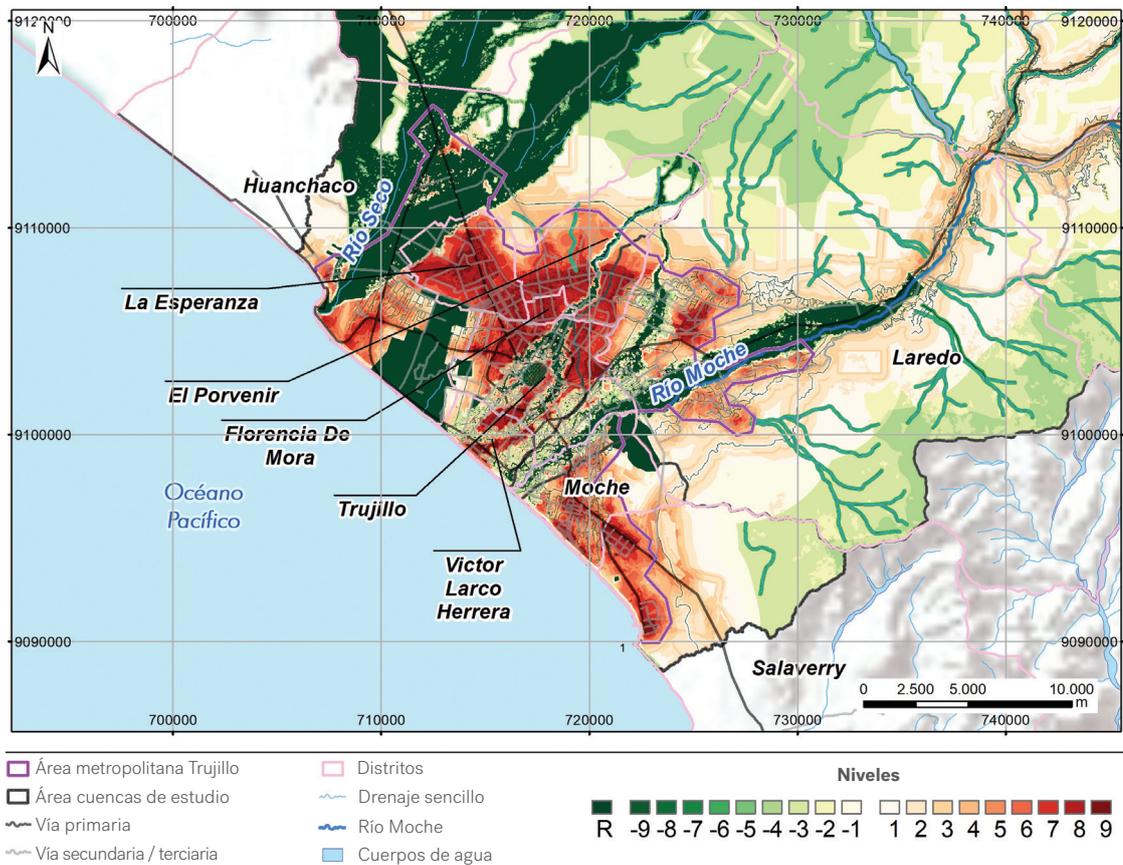
<sup>55</sup>Se puede construir a partir de estudios detallados si se incluyen y eliminan los criterios de los ecosistemas o se combinan los recursos en coordinación con el programa de MR.

<sup>56</sup>El costo estimado es un orden de magnitud, el cual se presenta en miles de dólares. El detalle del origen de los costos se presenta en la sección "Estimación de costos de referencia".

\* Costo dependiente de la realización de otras actividades del PACC, el cual será definido previa implementación de la medida.

## RU-SP3

## 3.3.2.3. Subprograma para el urbanismo y construcción sostenible



Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2021.

El subprograma busca la incorporación de medidas para la adaptación al cambio climático en los procesos de consolidación, redesarrollo y revitalización de zonas urbanas existentes, y en los procesos de urbanización a través de nuevos proyectos para la expansión del área metropolitana de Trujillo. Al seguir la tendencia de la densificación y crecimiento concéntrico, y evitar el asentamiento humano o de la infraestructura en sectores críticos, la urbanización se debería ubicar teniendo en cuenta los niveles de atracción (valores positivos) y restricción (valores negativos) presentados en el mapa del modelo territorial resiliente. Asimismo, el subprograma promueve la implementación de infraestructura de retención de agua dentro de los espacios privados y/o públicos de la ciudad, el incremento de las áreas de permeabilidad del suelo y la consolidación de los lugares de transición entre el río, el frente marítimo, la estructura ecológica principal y el área urbana.

Este subprograma plantea la implementación de medidas de adaptación en los procesos de urbanización y construcción. Estas medidas apuntan a generar cambios en el patrón de ocupación del suelo, con énfasis la creación de una ciudad más permeable en los nuevos desarrollos, pero también que aprovecha las oportunidades que ofrecen las zonas desocupadas con baja intensidad y vacíos urbanos (áreas públicas y privadas). Las medidas de adaptación contempladas estarán enmarcadas por los instrumentos de planificación intermedia y los proyectos urbanísticos que desarrollen e implementen los PAT, PDM y PDU, pues intervienen a nivel de sector urbano o barrio.

<b>Código</b>	<b>Componentes y medidas de adaptación</b>	<b>Costo (miles USD)</b>
<b>RU-SP3-1</b>	Diseño, publicación y difusión de una guía para el desarrollo de proyectos urbanísticos y de construcción que implementen medidas de adaptación.	<b>324</b>
<b>RU-SP3-2</b>	Creación de una bonificación de aprovechamiento urbanístico a los proyectos que incorporen medidas de adaptación.	<b>259</b>
<b>RU -SP3-3</b>	Desarrollo de incentivos, subsidios y asistencia técnica para la implementación de medidas en áreas privadas.	<b>388,8</b>
<b>RU -SP3-4</b>	Creación de un seguro ante pérdidas.	<b>324</b>
<b>RU -SP3-5</b>	Desarrollo de líneas de financiamiento para la implementación de medidas de urbanismo y construcción.	<b>259,2</b>
<b>RU</b>	Costo total <sup>57</sup>	<b>1.555</b>

Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

<sup>57</sup> El costo estimado es un orden de magnitud, el cual se presenta en miles de dólares. El detalle del origen de los costos se presenta en la sección "Estimación de costos de referencia".

### 3.3.3. Programa de recursos naturales y producción rural (RNPR)

Este programa está orientado a promover prácticas de manejo sostenible de los recursos naturales en la cuenca hidrográfica del río Moche. Su enfoque está basado en tres objetivos: i) protección y restauración de ecosistemas estratégicos y corredores biológicos para el abastecimiento de agua y conservación de la biodiversidad; ii) manejo integral del agua desde la gestión del riesgo por cambio climático, para amparar los cuerpos hídricos superficiales y subterráneos, así como la seguridad hídrica de las comunidades, y iii) mejoramiento de la gestión de los suelos a través de la diversificación de la producción rural, la reconversión económica y productiva y la armonización del uso de suelos. La cuenca del río Moche está principalmente afectada por el peligro de déficit hídrico, pero, además, es transcendental en el comportamiento del río, lo cual afecta el área metropolitana de Trujillo y sus inundaciones, lo que se tiende a intensificar de acuerdo con el escenario futuro.

Entre 1986 y 2017, la cuenca del río Moche perdió tres cuartas partes de su bosque, debido a cambios de uso del suelo, particularmente por el desarrollo agrícola y minero. Este fenómeno pone en riesgo el abastecimiento de agua en los cuerpos hídricos, la estabilidad de ecosistemas estratégicos y la provisión de servicios, con consecuencias tales como la fragmentación de hábitats y áreas de conectividad ecológica. Igualmente, dicha pérdida contribuye al aumento del caudal de escorrentía y a la erosión de los suelos, con lo que se exacerban los peligros aguas abajo.

Asimismo, la evolución de la producción rural implicó un incremento del 187 % del área cultivada en los últimos 30 años. Dicha expansión genera impactos sobre las zonas de recarga de acuíferos, la retención y deterioro del suelo, además de su capacidad agrológica. La fuerte conexión e interdependencia del área metropolitana de Trujillo con la cuenca del río Moche demanda prácticas de gestión integradas del recurso hídrico, específicamente en la regulación, priorización, distribución y uso del recurso, con el propósito de garantizar el abastecimiento continuo y sostenible, tanto en entornos rurales como urbanos. De esta forma, se resalta la necesidad conocer en más detalle la oferta hídrica y ejercer el seguimiento a la demanda del recurso hídrico superficial y subterráneo en la cuenca.

El programa de manejo sostenible de los recursos naturales renovables y la producción rural propende por la protección de los ecosistemas estratégicos, tales como bosques de alta montaña, bosques secos y bosques riparios. Con esto, se asegura el abastecimiento del agua, se establecen áreas prioritarias para la preservación de la biodiversidad, se aumenta la conectividad ecológica, se mejora la gestión de los recursos hídricos y se planifica la localización de actividades de producción rural en suelos aptos a lo largo de toda la cuenca.

#### Línea base para el levantamiento de información para el manejo sostenible de los recursos naturales y producción rural (RNPR-LB)

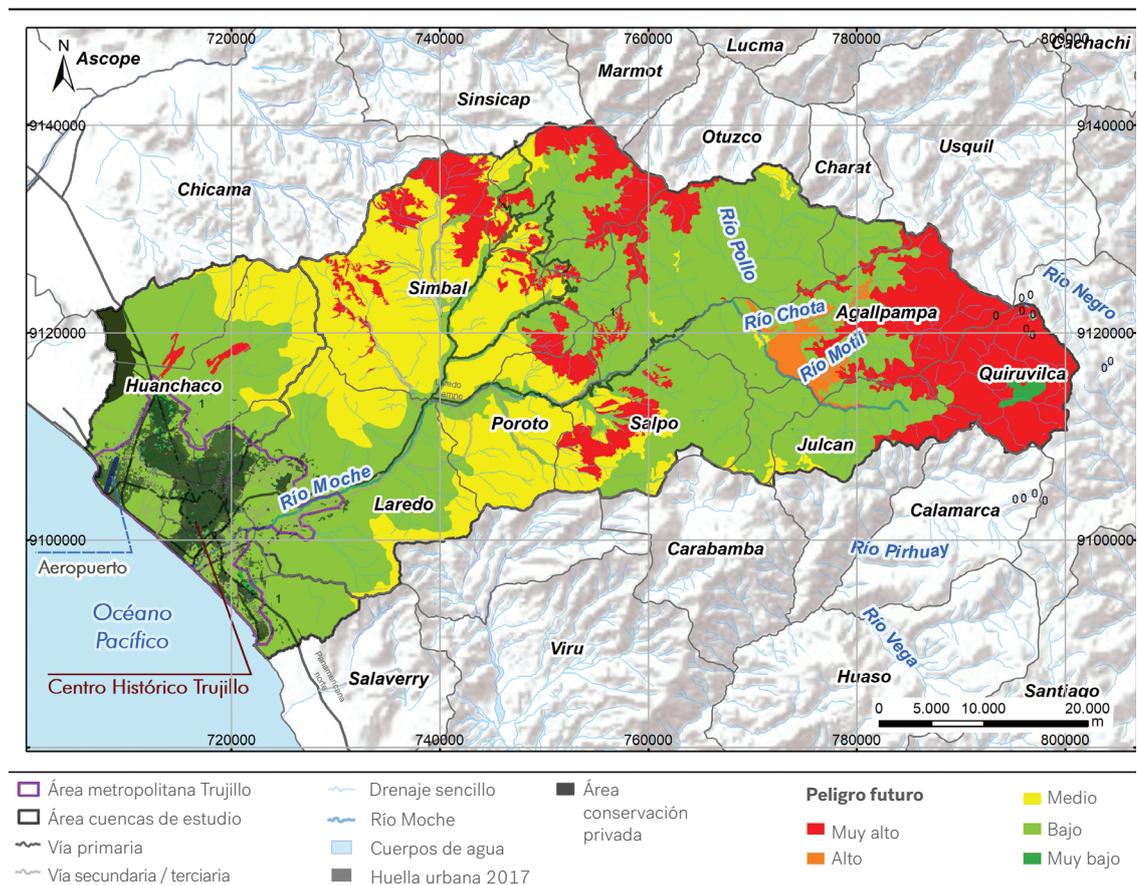
Al igual que el programa de mitigación del riesgo, este programa plantea una línea base que prepara el camino para la ejecución de los subprogramas y sus respectivas medidas. La línea base se centra en la obtención y actualización de información para la gestión de agua en la cuenca, lo cual se articula con el componente transversal del PACC; las medidas son:

- **RNPR-LB-1:** recolección y procesamiento de los datos base para la gestión del agua.
- **RNPR-LB-2:** información de detalle de tipo hidrológica, hidrogeológica y geomorfológica.



## RNPR-SP1

### 3.3.3.1. Subprograma para la recuperación de ecosistemas estratégicos y abastecedores de agua, y plan de manejo de fuentes superficiales y subterráneas



Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2021.

El subprograma se centra en la restauración, conservación y protección de áreas estratégicas para asegurar el aprovisionamiento de servicios ecosistémicos (mapa), lo que incluye la disponibilidad de agua, en términos de calidad y cantidad necesaria para el área metropolitana a corto y largo plazo. El adecuado estado de los ecosistemas estratégicos ayudará a la cuenca y, por ende, a la zona metropolitana de Trujillo para sobrellevar los impactos potenciales derivados de una menor reserva futura de agua y los eventos de precipitación más extremos.

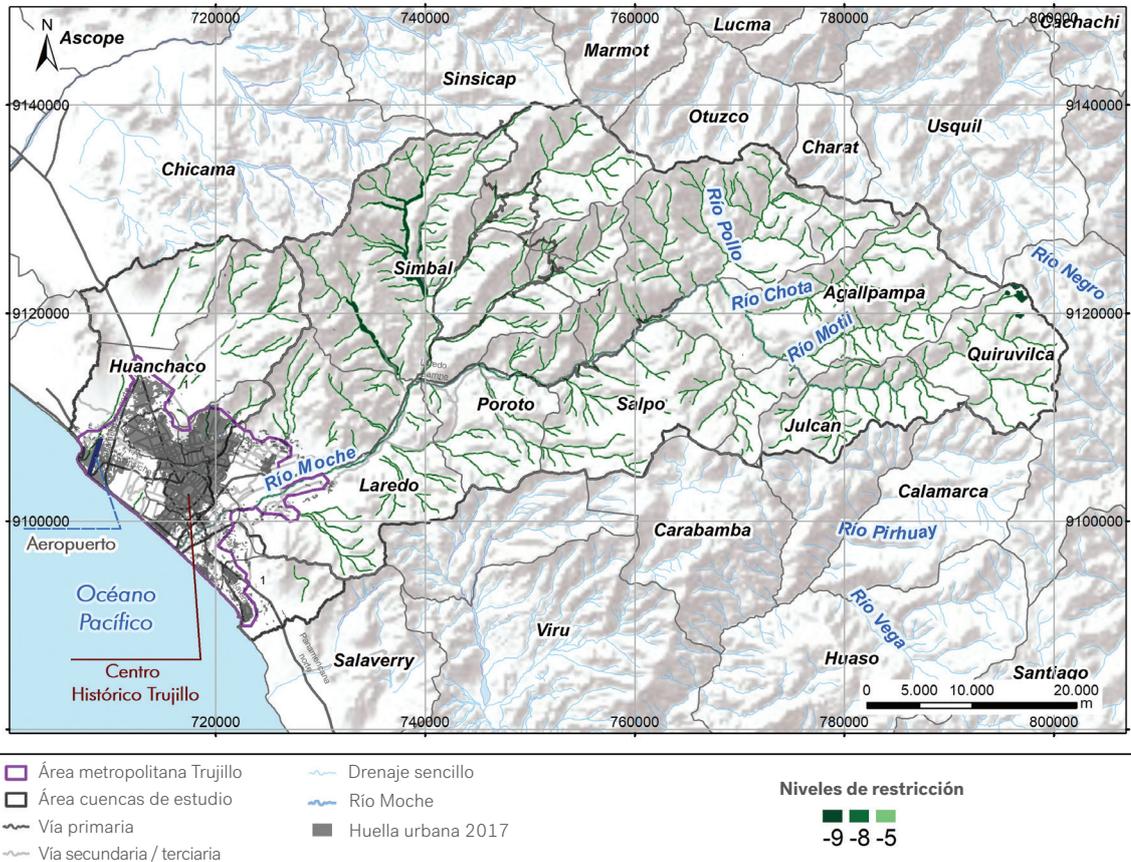
Los componentes y medidas de adaptación que abarca el subprograma se centran en los nacimientos de ríos, las áreas de recarga y descarga de acuíferos, los pozos de captación de agua subterránea, las zonas de conservación y protección ambiental, y la protección de los ecosistemas estratégicos de la cuenca del río Moche. La información contenida en el mapa de aprovisionamiento de servicios ecosistémicos (izq.) es un insumo inicial para el desarrollo del subprograma, la cual deberá ser complementada con las demás medidas de la línea base, previa implementación del subprograma.

<b>Código</b>	<b>Componentes y medidas de adaptación</b>	<b>Costo (miles USD)</b>
<b>RNPR-SP1-1</b>	Realización de estudios de caracterización de ecosistemas para determinar el tipo, calidad y cantidad de servicios ecosistémicos que prestan.	<b>534</b>
<b>RNPR-SP1-2</b>	Delimitación de franjas ribereñas y corredores ecológicos.	<b>299</b>
<b>RNPR-SP1-3</b>	Intervención de los cauces de cuerpos hídricos para la regulación y retención del agua.	<b>172</b>
<b>RNPR-SP1-4</b>	Establecimiento de áreas prioritarias para la conservación y restauración de ecosistemas estratégicos para la biodiversidad y conectividad ecológica.	<b>89</b>
<b>RNPR-SP1-5</b>	Reforestación con especies nativas seleccionadas para la protección de bosques de alta montaña y riparios.	<b>2.451</b>
<b>RU</b>	Costo total <sup>58</sup>	<b>3.545</b>

Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

<sup>58</sup> El costo estimado es un orden de magnitud, el cual se presenta en miles de dólares. El detalle del origen de los costos se presenta en la sección "Estimación de costos de referencia".

### RNPR-SP2 3.3.3.2. Subprograma para la gestión del agua



Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2021.

Debido a los niveles muy alto, alto y moderado de riesgo ante el déficit hídrico, el alcance del subprograma se centra en la seguridad hídrica en toda cuenca del río Moche, especialmente en los sistemas de captación, distribución y vertimiento del recurso hídrico. La información, como el modelo de restricción del desarrollo territorial (mapa), servirá de insumo para el desarrollo del subprograma, lo que indica las áreas que se deberían proteger, tales como el bosque ripario (dentro de franjas marginales, franjas de suelo protegidas junto a los cuerpos de agua), que no serían objeto de explotación económica.

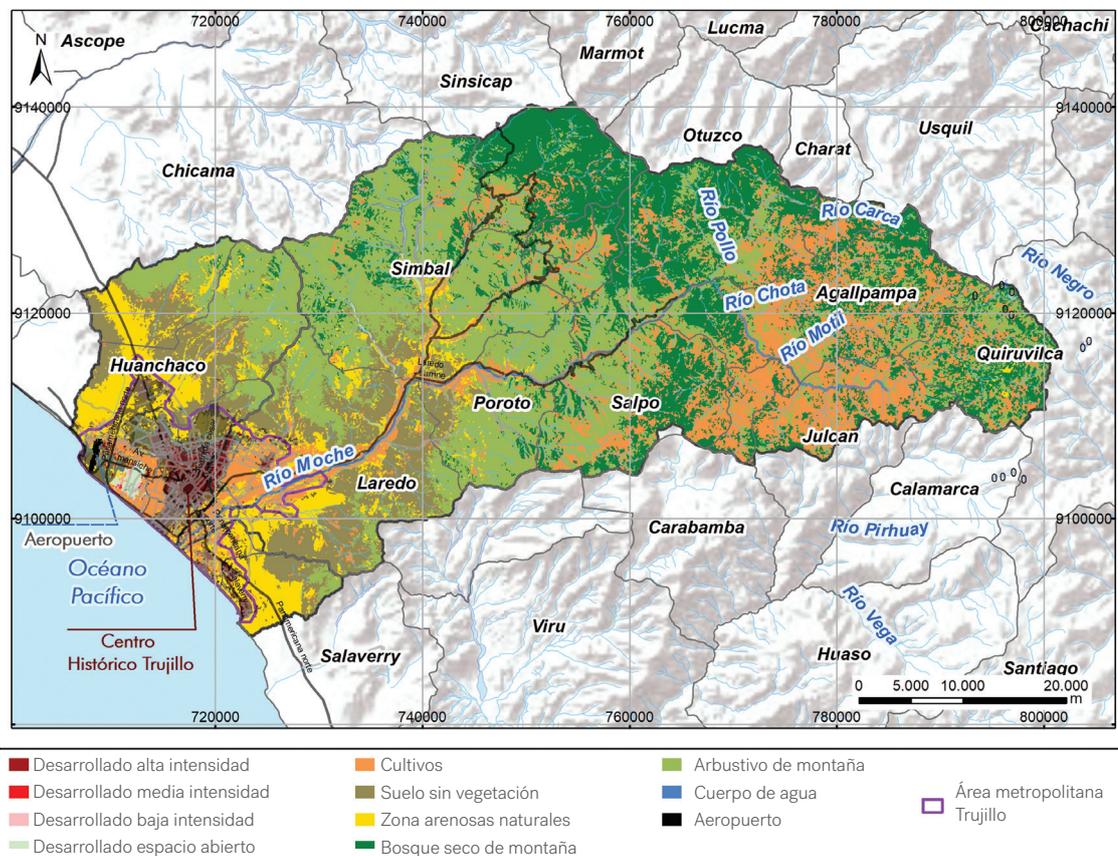
El subprograma abarca medidas de uso racional del recurso en el área metropolitana y en el territorio de la cuenca, tanto para abastecimiento urbano como rural, y para los distintos usos (industrial, agrícola, doméstico, entre otros), tanto del agua superficial como subterránea.

<b>Código</b>	<b>Componentes y medidas de adaptación</b>	<b>Costo (miles USD)</b>
<b>RNPR-SP2-1</b>	Realización de estudios de detalle de los riesgos por cambio climático sobre la oferta hídrica de la fuente abastecedora y la infraestructura de captación de agua.	<b>983</b>
<b>RNPR-SP2-2</b>	Caracterización, análisis y seguimiento de la oferta y demanda hídrica de las fuentes superficiales y subterráneas existentes en la cuenca.	<b>2.038</b>
<b>RNPR-SP2-3</b>	Fortalecimiento de las capacidades de la Autoridad Administrativa del Agua y de las administraciones locales de agua para la gestión de recursos hídricos.	<b>586</b>
<b>RNPR-SP2-4</b>	Mejoramiento de la infraestructura hidráulica para el riego en la cuenca.	<b>2.492</b>
<b>RNPR-SP2-5</b>	Mejoramiento de la infraestructura hidráulica para el suministro de agua potable en la cuenca.	<b>490</b>
<b>RNPR-SP2-6</b>	Implementación de prácticas de uso eficiente y ahorro de agua.	<b>4.867</b>
<b>RNPR</b>	Costo total <sup>59</sup>	<b>11.456</b>

Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

<sup>59</sup> El costo estimado es un orden de magnitud, el cual se presenta en miles de dólares. El detalle del origen de los costos se presenta en la sección "Estimación de costos de referencia".

### RNPR-SP3 3.3.3.3. Subprograma para el uso y producción rural sostenible



Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2021.

El subprograma se centra en un adecuado uso del suelo, acorde con su capacidad agrológica, con el propósito de realizar un desarrollo económico coligado a la agricultura y otras actividades compatibles de producción rural con la explotación sostenible de los suelos. Este subprograma contiene medidas asociadas a los usos del suelo que mejoran la capacidad de adaptación y/o reducen el nivel de peligro en áreas de producción rural en la parte alta y media de la cuenca: los valles intermontañosos de la cuenca superior del río Moche y el valle de la cuenca inferior, en el que se encuentra el área metropolitana, y que también tiene un impacto aguas abajo.

En este sentido, el programa busca potencializar las actividades productivas minimizando su impacto, principalmente en ecosistemas de importancia ecológica y zonas agrícolas en la cuenca que se detallan en el mapa. La información de la cobertura de suelos de la cuenca como la presentada en el mapa, será insumo para el establecimiento de la explotación sostenible del suelo.

<b>Código</b>	<b>Componentes y medidas de adaptación</b>	<b>Costo (miles USD)</b>
<b>RNPR-SP3-1</b>	Desarrollo de un estudio para la determinación de la capacidad agrológica de los suelos, e identificación de conflictos entre la capacidad y el uso del suelo.	<b>517,2</b>
<b>RNPR-SP3-2</b>	Análisis de la relación del cambio de coberturas, uso del suelo y la degradación de los suelos.	<b>81,3</b>
<b>RNPR-SP3-3</b>	Delimitación de los usos del suelo rural, con base en el estudio de la capacidad agrológica de los suelos y la disponibilidad y calidad del agua.	<b>520,6</b>
<b>RNPR-SP3-4</b>	Diseño y promoción de programas para la producción rural sostenible.	<b>1.480</b>
<b>RNPR-SP3-5</b>	Promoción de prácticas sostenibles que permitan la explotación económica y restaurar y/o conservar la capacidad agrológica de los suelos.	<b>3.312</b>
<b>RNPR-SP3-6</b>	Incorporación de parámetros de variabilidad climática en la selección de cultivos y desarrollo de proyectos de agricultura climáticamente inteligente.	<b>6.837</b>
<b>RNPR-SP3-7</b>	Generación de conocimiento sobre la dinámica de los sedimentos transportados por el río, quebradas y/o escorrentía en el área rural.	<b>760,4</b>
<b>RNPR-SP3-8</b>	Identificación y desarrollo de instrumentos de financiamiento innovadores para la promoción de proyectos productivos alternativos.	<b>80,4</b>
<b>RNPR-SP3-9</b>	Monitoreo de la degradación del suelo para la actualización de las capacidades agrológicas de los mismos en la cuenca.	<b>1.292</b>
<b>RNPR</b>	Costo total <sup>60</sup>	<b>14.881</b>

Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

<sup>60</sup> El costo estimado es un orden de magnitud, el cual se presenta en miles de dólares. El detalle del origen de los costos se presenta en la sección "Estimación de costos de referencia".

### 3.3.4. Componente transversal: planificación, conocimiento, gobernabilidad y gobernanza para el plan de adaptación

El componente transversal del plan de adaptación pretende asistir el proceso de toma de decisiones respecto al cambio climático, mediante el fortalecimiento de aspectos técnicos hacia su implementación. Este componente se organiza en tres temáticas que buscan la construcción colectiva y multidisciplinar de conocimiento: su difusión y circulación, el aseguramiento de la calidad y la disponibilidad de la información. El componente, igualmente, procura la articulación entre las distintas instituciones y los actores estratégicos, de manera que los esfuerzos se encuentren alineados y faciliten la implementación del PACC, así como el adecuado uso de las herramientas e instrumentos propios de cada actor y, por último, el seguimiento en la ejecución del plan, lo que permite una evaluación de la asimilación a través de su realización y la actualización periódica.

**Tabla 3-1.** Temáticas del componente transversal

<b>Gestión del conocimiento para la implementación del plan</b>	<b>Gobernanza y gobernabilidad de la gestión del cambio climático</b>	<b>Mejoramiento continuo del plan</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de información técnica y de conocimiento para la adaptación al cambio climático.</li> <li>• Sistemas y plataformas de integración tecnológica para la centralización de información para la toma de decisiones.</li> <li>• Transferencia y comunicación del conocimiento y de información de calidad gratuita y de fácil acceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporación de los resultados del IRCC y del Plan de adaptación en el Plan de adaptación en el Plan de Acondicionamiento Territorial, Plan de Desarrollo Metropolitano, y en el Plan de Desarrollo Urbano.</li> <li>• Creación de un comité interinstitucional para la gestión e implementación del plan.</li> <li>• Política pública e instrumentos de financiamiento para la implementación del plan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoreo, reporte y verificación de la implementación y ejecución del Plan de adaptación.</li> </ul>

Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

El costo de las acciones en el componente transversal, que se asocian con la implementación de las medidas propuestas, se definirá en función de los arreglos institucionales para la implementación de cada medida.

## 3.4 Estimación de costos de referencia

Los costos de las medidas presentados en las fichas de los subprogramas son valores de referencia, los cuales se estimaron bajo dos aproximaciones: i) estimación de presupuesto de consultoría, basado en experiencia de estudios y proyectos recientes, y ii) precios unitarios de productos basados en estudios con características similares<sup>61</sup>. Incluso, en algunos casos, el costo de algunas medidas concretas se obtuvo a partir de la combinación de ambas aproximaciones.

<sup>61</sup> El detalle de la estimación del costo de cada subprograma se especifica en el documento del objetivo 2 del estudio.

Según esta metodología, se realizó el cálculo aproximado de cantidades de consultoría y construcción requeridas en cada programa, en línea con la información geográfica y los resultados del IRCC. Se resalta que las cantidades consideradas y presupuestos presentados son aproximaciones, motivo por el cual están sujetos a cambios de acuerdo con los resultados de los estudios detallados<sup>62</sup>.

**Tabla 3-2.** Costos del PACC

<b>Programa de adaptación</b>	<b>Costo (miles USD)</b>
Programa de mitigación del riesgo (MR)	148.933
Programa de resiliencia urbana (RU)	341.214
Programa de recursos naturales y producción rural (RNPR)	29.882
Total	520.029

Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

Los costos generales<sup>63</sup> de la implementación de los tres programas del PACC se presentan en la tabla. El cálculo de los costos varía en función de las áreas priorizadas, el alcance de las medidas y las necesidades específicas del territorio, por tal razón, los resultados son diferentes para cada programa. En términos generales, las cifras presentadas indican que el programa de resiliencia urbana representa la mayor inversión del PACC, en vista de que este programa proyecta cambios estructurales acentuados e intervenciones en la infraestructura urbana existente y futura. En contraste, el programa de recursos naturales y producción rural requiere una menor inversión, teniendo en cuenta que las medidas contenidas en este hacen referencia a la recuperación de ecosistemas, prácticas de uso sostenible del recurso hídrico y el suelo, que si bien abarcan una mayor extensión (cuenca río Moche), en general no representan obras de alta complejidad.

A partir de esos cálculos obtenidos, se desarrolló un análisis costo-beneficio<sup>64</sup>, con el propósito de comparar las magnitudes de los beneficios económicos, las magnitudes de los costos totales de las inversiones y el financiamiento de cada programa. Como resultado de dicho análisis y, asumiendo los tiempos de implementación contenidos en la hoja de ruta<sup>65</sup> del PACC, todos los programas propuestos en el PACC para la ciudad de Trujillo presentaron resultados favorables para su desarrollo, dado que los costos derivados de las inversiones se compensan con los beneficios que las guías, estudios, diseños, intervenciones e incentivos generados en el territorio; por lo tanto, se concluye que los programas son viables.

Se resalta que la mesa técnica de expertos en la ciudad de Trujillo validó y priorizó el programa de mitigación del riesgo, debido a que este permite la reducción de los niveles de riesgo para los peligros identificados (déficit hídrico, inundación por desbordamiento del río Moche y por huaicos, e inundaciones y erosiones costeras), de manera que se espera que los esfuerzos institucionales estén orientados a la financiación e implementación del mismo.

62 En los casos donde se tengan zonas de riesgo alto no mitigable, se aplicarán medidas de reasentamiento de población (si aplica), mientras que, si se definen zonas de alto riesgo mitigable, procederán las medidas estructurales y no estructurales planteadas en el programa, con el fin de reducir el riesgo por cambio climático.

63 Para consultar el costo total de cada subprograma y/o alguna actividad en particular, remitirse a la respectiva ficha.

64 Los resultados de dicho análisis se pueden consultar en mayor detalle en el documento del objetivo 2 - Identificación, priorización y análisis de medidas de adaptación para Trujillo metropolitana.

65 Hoja de ruta se presenta en el anexo 7-3.



# 4

RECOMEN-  
DACIONES  
**DE IMPLI-  
MENTACIÓN**

**Fotografía 4-1.** Muelle turístico de Huanchaco, julio 2019.



*Fotografía por Adriana Vega.*

Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

Con el objetivo de direccionar la implementación del PACC, el equipo consultor presenta las siguientes recomendaciones dirigidas a los diferentes niveles del Gobierno:

#### **Para los Gobiernos locales y regional**

- **Iniciar la implementación de las medidas de adaptación que no requieren conocimiento adicional con la mayor brevedad posible.** Trujillo y el departamento de La Libertad han sido afectados por eventos extremos, como el FEN de 2017 y los escenarios de riesgo futuro, lo que plantea la necesidad de actuar rápidamente. Se recomienda la ejecución de las siguientes medidas de adaptación, a partir de la información actual: i) barreras físicas de protección vegetal en los bordes del río Moche y quebradas San Idelfonso, San Carlos y El León/Río Seco; ii) incorporación de los resultados del IRCC y el PACC en los planes de desarrollo territorial (PAT, PDM y PDU), y iii) la elaboración de estudios de detalle requeridos por cada subprograma<sup>66</sup>.
- **Implementar el PACC de manera integral y en línea con lo planteado en la hoja de ruta<sup>67</sup>.** Se recomienda la implementación integral del plan con todos sus programas, subprogramas y medidas, incluyendo el componente transversal en las escalas planteadas. No obstante, el PACC es flexible y se puede adaptar a la disponibilidad de recursos y/o condiciones institucionales, e incorporar medidas en curso o que surjan en su ejecución con actualizaciones.

<sup>66</sup> Estudios de detalle como la elaboración de un MDE, topobatimetrías o estudio de suelos a la escala deseada para el programa de mitigación del riesgo y/o estudios de la hidrología, hidrogeología y geomorfología local para la cuenca.

<sup>67</sup> Hoja de ruta se presenta en el anexo 7-3.

Las actualizaciones deberán llevarse a cabo al menos cada 10 años, para incorporar iniciativas en curso, nuevos conocimientos, renovar programas, costos y tiempos, de acuerdo con el avance en la implementación de medidas, y alinearse cada dos ciclos de formulación de PDU (10 años) y cada ciclo de PAT y PDM (20 años).

- **Desarrollar el componente transversal como base instrumental de la implementación.** Este componente y sus pilares (planificación, conocimiento, gobernabilidad y gobernanza) tienen carácter urgente, y dependen del liderazgo y los acuerdos de los gobiernos locales y regionales, por lo que se sugiere establecer un pacto por la adaptación.
- **Promover la transferencia del conocimiento generado y continuar cerrando brechas que impiden avanzar hacia la acción.** La difusión del IRCC y PACC es el punto de partida para fomentar la adaptación al cambio climático. El primer paso es centralizar esta información y los datos de iniciativas en curso en una plataforma abierta en línea con el componente transversal y las líneas base de los programas para llenar los vacíos de conocimiento detectados<sup>68</sup> y ejecutar los estudios de detalle de riesgo en las áreas priorizadas<sup>69</sup>.
- **Continuar el trabajo con los Gobiernos regional y locales hacia la implementación.** Según la Ley Marco de Cambio Climático de Perú, el principal responsable del tema es el Gobierno regional; no obstante, la adecuada implementación del PACC se debe articular con las instituciones locales. Además, se requiere comprometer recursos locales, regionales, nacionales y de cooperación internacional. Se necesita del fortalecimiento de las capacidades técnicas e institucionales para incorporar el cambio climático en las funciones, competencias y presupuestos de las instituciones existentes, y para coordinar entre los niveles, con el fin de empezar a actuar a corto plazo y definir un arreglo institucional para la implementación del PACC a mediano plazo.

#### Para el Gobierno nacional

- **Apoyar la implementación del PACC de Trujillo.** En particular, respaldar los componentes que se alinean con las CND<sup>70</sup>, la Ley Marco de Cambio Climático<sup>71</sup> y la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres<sup>72</sup>, en la financiación y gestión de acciones en el territorio, la gobernanza y la gobernabilidad.
- **Evaluar la posibilidad de consolidar la metodología de estimación del IRCC y la formulación del PACC para replicarlos en otras ciudades de Perú.**

68 Ver anexo 7-4 para un extracto de la información faltante. La lista completa se puede consultar en el documento del objetivo 2 del estudio.

69 Ver programa de mitigación del riesgo (MR).

70 Las contribuciones nacionalmente determinadas (CND) son compromisos de cada país para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, de acuerdo con la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Perú ha priorizado cinco sectores, entre los que se encuentran Agricultura y Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura, que se alinean con el programa de manejo sostenible de los recursos naturales y la producción rural que está en el PACC.

71 El programa de resiliencia urbana del PACC se alinea con el objetivo 1 de la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático 2021 y con la ley Marco en planificación territorial a escala regional y local, adaptación de infraestructura y edificaciones, ciudades sostenibles, resilientes y ambientalmente seguras.

72 El desarrollo del programa de Mitigación del Riesgo está alineado con los instrumentos de riesgo y con la Ley Marco en mitigación y adaptación basada en cuencas hidrográficas, ecosistemas, planificación territorial y gestión de riesgos climáticos.



A night view of a city with a mountain in the background, overlaid with a green geometric shape containing text. The city lights are visible, and the mountain is silhouetted against the dark sky. The green shape is a large, irregular polygon that covers the left side of the image. The text is white and centered within this shape.

5

CONSIDERACIONES  
**FINALES**

Como parte de la iniciativa LAIF sobre ciudades y cambio climático, CAF y la AFD contrataron a la Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim para el desarrollo del IRCC para Trujillo metropolitana y su correspondiente PACC. El IRCC desarrolló el estudio de riesgo y sus respectivos componentes (peligros priorizados<sup>73</sup>, vulnerabilidad y exposición, de acuerdo con la metodología del AR5 del IPCC), y constituye la base para el desarrollo del PACC. En adición a los tres programas de adaptación del PACC, el plan contiene una hoja de ruta y las recomendaciones para su implementación. A su vez, se desarrolló una amplia discusión sobre el IRCC y PACC a través de un proceso participativo con 97 representantes de 27 instituciones del sector público, privado y la academia, por medio de talleres y mesas técnicas. El proceso participativo establece las condiciones para la sensibilización de los actores, la retroalimentación, la priorización de los peligros, la validación de los resultados del IRCC y del PACC, y la generación de propuestas que fortalecieron el estudio y el plan. Además, se generaron los mecanismos para la transferencia del conocimiento y apropiación del IRCC y el PACC en las instituciones peruanas participantes.

De acuerdo con los resultados del IRCC, el PACC plantea tres plazos de ejecución: corto (2020-2022), mediano (2023-2040) y largo (a partir de 2041). Asimismo, desde el IRCC se estableció que, dada la naturaleza hidrometeorológica de los peligros analizados en el contexto de cambio climático, las condiciones de la cuenca hidrográfica o su alteración afectarán los niveles de riesgo sobre el área metropolitana de Trujillo. Por esta razón, las medidas de adaptación planteadas en el PACC, aun cuando son para Trujillo metropolitana, también abordan el riesgo a nivel de cuenca.

El área metropolitana de Trujillo se encuentra en la parte baja de la cuenca del río Moche, la cual presenta intervenciones antrópicas significativas que evidencian no solo con cambios en el uso y las coberturas del suelo<sup>74</sup>, sino también en la urgencia de implementar prácticas de gestión integrada del recurso hídrico, con el fin de garantizar su disponibilidad y calidad. En las últimas tres décadas, la huella urbana de Trujillo creció 2,6 veces su tamaño y algunos patrones de ocupación del suelo acrecentaron la exposición y el riesgo de su población e infraestructura; por lo tanto, la planeación urbana es importante en el direccionamiento de los retos relacionados con la adaptación al cambio climático.

De acuerdo con los resultados del IRCC, 87.782 habitantes (9,1 % de la población del área metropolitana) se encuentran en áreas de peligro<sup>75</sup>. Por mencionar algunos casos específicos, la población e infraestructura ubicada en los sectores urbanizados de Santa Teresa de Ávila y Los Naranjos se verán afectadas por el huaico de la quebrada San Idelfonso y en el sector de Los Milagros, María del Socorro y el aeropuerto por el huaico de la quebrada El León/Río Seco, motivo por el cual deberán ser áreas priorizadas en su intervención cuando se empiece a implementar el PACC. Mientras, los huaicos (quebradas El León/Río Seco y San Idelfonso) representan peligros importantes para la población e infraestructura metropolitana, se debe priorizar la intervención del huaico de la quebrada de San Idelfonso, dado que el área alrededor de dicha quebrada ya se encuentra urbanizada y la información disponible podría facilitar las intervenciones a corto plazo.

Bajo este contexto, el PACC plantea tres programas de adaptación y un componente transversal, y propone medidas de adaptación para todas las escalas de estudio: cuenca, área metropolitana y sector específico dentro de la ciudad. Conviene resaltar que, si bien todos los programas a continuación enlistados son prioritarios para la adaptación al cambio climático en Trujillo y la cuenca del río Moche, los miembros de la mesa técnica priorizaron el financiamiento e implementación del programa de mitigación del riesgo y el subprograma de bordes urbanos seguros, que se encuentra dentro del programa de resiliencia urbana.

- **Mitigación del riesgo (MR):** reduce el nivel de riesgo metropolitano mediante medidas organizadas en los siguientes subprogramas: mitigación del riesgo de inundación por desbordamiento del río Moche, mitigación del riesgo de inundación por huaicos, mitigación de los peligros de inundación y erosión costera y la implementación de un SAT y centro de pronóstico hidrometeorológico.

73 Los peligros priorizados son: peligro por déficit hídrico, inundación por desbordamiento del río Moche, inundaciones por huaicos e inundación y erosión costera.

74 En el periodo 1986-2017, se redujo la cobertura de bosque de montaña en un 75 % y el área destinada a agricultura se duplicó.

75 Incluye las áreas con niveles de peligro superior a moderado, debido a la inundación por desbordamiento del río y los huaicos.

- **Resiliencia urbana (RU):** fortalece la resiliencia de la ciudad ante el cambio climático, a través de medidas planteadas en tres subprogramas: infraestructura adaptada, bordes urbanos seguros y urbanismo y construcción sostenible.
- **Recursos naturales y producción rural (RNPR):** fomenta la conservación y restauración de la biodiversidad, calidad del suelo y gestión del agua, mediante tres subprogramas: gestión del agua, uso y producción rural sostenible, además de la recuperación de ecosistemas estratégicos y abastecedores de agua.
- **Componente transversal (CT):** de carácter instrumental, apoya la implementación de los tres programas temáticos. Se enfoca en la planificación, conocimiento, gobernabilidad y gobernanza, así como la financiación para facilitar la articulación entre programas e instituciones, el desarrollo de aspectos técnicos y de gestión necesarios para la implementación y el seguimiento en la ejecución del plan.

Finalmente, la implementación de los programas de adaptación presentados requiere de una inversión asociada. Dicha inversión se calculó a partir de las medidas de adaptación que componen a cada uno de los subprogramas dentro de los tres programas de adaptación que conforman el PACC. A partir de esta aproximación se tomaron valores y cantidades de referencia, obteniendo como resultado el costo de los tres programas. Así, se estableció un valor de USD 520.089.000 para el programa de mitigación del riesgo, USD 341.214.000 para el programa de resiliencia urbana y USD 29.882.000 para el programa de recursos naturales y producción rural. El costo del componente transversal, el cual considera también una serie de medidas de adaptación, no fue cuantificado, dado que el valor de implementación de dichas medidas se espera sea establecido por las distintas entidades e instituciones involucradas, de acuerdo con el arreglo interinstitucional al que lleguen entre ellas.





6

**BIBLIOGRAFÍA**

- Autoridad Nacional del Agua. (s.f.). *Autoridad Nacional del Agua*. Obtenido de <https://www.ana.gob.pe/nosotros/la-autoridad/nosotros>
- Capitanía del Puerto de Salaverry. (s.f.). *Capitanía del Puerto de Salaverry*. Obtenido de <https://www.dicapi.mil.pe/direcciones/dicapi>
- CENEPRED. (2020). Obtenido de <https://cenepred.gob.pe/web/quienes-somos/>
- CENEPRED. (2020). *Normas legales*. Obtenido de <https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Normatividad/Sinagerd/29664.pdf>
- Gerencia Regional del Ambiente. (s.f.). *Manual de Organización y Funciones del Gobierno Regional la Libertad*. Obtenido de <http://www.regionlalibertad.gob.pe/web/opciones/pdfs/mof.pdf>
- IDEAM. (2010). *Índice de Aridez (IA)*. Colombia. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/agua/ia>
- INDECI. (s.f.). *INDECI: Defensa civil, para de todos*. Obtenido de Recomendaciones: <https://www.indeci.gob.pe/recomendaciones/huaico/>
- Instituto Nacional de Recursos Naturales. (2009). *Mapa de suelos del Perú*. Obtenido de <https://www.geogpsperu.com/>
- IPCC. (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge.
- IPCC. (2013). *Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I: Glosario*. Obtenido de [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI\\_AR5\\_glossary\\_ES.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf)
- IPCC. (2014). *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. (Equipo principal de redacción, R. Pachauri, & L. Meyer, Edits.) Ginebra, Suiza: IPCC. Recuperado el 5 de mayo de 2019, de [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf)
- MINAM. (2015). *Mapa nacional de cobertura vegetal: memoria descriptiva*. Lima-Perú. Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/MA-PA-NACIONAL-DE-COBERTURA-VEGETAL-FINAL.compressed.pdf>
- Municipalidad Provincial de Trujillo. (s.f.). *Portal Institucional Municipalidad Provincial de Trujillo*. Obtenido de [http://www.munitrujillo.gob.pe/portal/Organismos\\_municipales/42/010045](http://www.munitrujillo.gob.pe/portal/Organismos_municipales/42/010045)
- OEFA. (s.f.). *Somos OEFA*. Obtenido de <https://www.oefa.gob.pe/somos-oefa/>
- Proyecto Chavimochic. (s.f.). *Proyecto Chavimochic*. Obtenido de <http://www.chavimochic.gob.pe/mision-y-vision>
- Sedalib S.A. (2019). *Plan de emergencia*. Obtenido de <http://www.sedalib.com.pe/?f=pgcsitio&ide=90>
- Sedalib S.A. (s.f.). *Reseña histórica*. Obtenido de <http://www.sedalib.com.pe/?f=PGPPWEBS&portal=00004&ide=81>
- SENAMHI. (1988). *Clasificación Climática-Método de Werren Thornthwaite*. Perú. Obtenido de <https://debconsulting.weebly.com/peruacute-clasif-climat-senamhi---wt.html>
- Unión Europea. (2014). *Construir una infraestructura verde para Europa*. Obtenido de <https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/GI-Brochure-210x210-ES-web.pdf>



# 7

**ANEXOS**

## Anexo 7-1. Listado de actores participantes en el estudio

N°.	Nombre	Entidad	N°.	Nombre	Entidad	N°.	Nombre	Entidad
1	Luis Mariano Villavicencio Villar	Autoridad Administrativa y Local del Agua Moche, Virú y Chao	13	Cristina Dongo	Gobierno regional	32	Marco A. Navarro Varas	Junta de Usuarios de Riego Moche
2	Luis Villegas Rodríguez	Autoridad Administrativa y Local del Agua Moche, Virú y Chao	14	Ernesto Ramos Ávila	Gobierno regional	33	Antonio Torres Benites	MAVEK Consultoría y Proyectos
3	Carlos Juárez	Autoridad Nacional del Agua (ANA)	15	Evlín Bocanegra Ríos	Gobierno regional	34	Tatiana Vigo Requejo	MAVEK Consultoría y Proyectos
4	César Calderón López	Autoridad Nacional del Agua (ANA)	16	Félix Gonzales Mendieta	Gobierno regional	35	Juan V. Vidal	Ministerio de Cultura
5	Luis A. Villegas	Autoridad Nacional del Agua (ANA)	17	Guillermo Pizarro	Gobierno regional	36	Walter Sandoval	Ministerio de Cultura
6	Ana María Flores Ruiz	Centro de Investigación y Desarrollo para la Gestión del Riesgo y Medio Ambiente (Amanecer - ONG)	18	Javier A. Cossa Cabanillas	Gobierno regional	37	José Martínez Ulloa	Municipalidad Distrital de La Esperanza
7	Ema Torres R	Centro de Investigación y Desarrollo para la Gestión del Riesgo y Medio Ambiente (Amanecer - ONG)	19	José Paz Castillo	Gobierno regional	38	Juan Elías Pando Pérez	Municipalidad Distrital de La Esperanza
8	Germán Lizarzaburu A.	Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ)	20	Julio Cava Reyna	Gobierno regional	39	Sherly Villegas Aguilar	Municipalidad Distrital de La Esperanza
9	Martin Barrueto Castañeda	Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial (Corpac)	21	Julio Mendoza Cabrera	Gobierno regional	40	María Alexandra Flores Vásquez	Municipalidad Distrital de Laredo
10	Alberto Valentín Zevallos Echevarría	Gobierno regional	22	Luis Bernardo Valderrama	Gobierno regional	41	Juanita Marianela Azabache Castro	Municipalidad Distrital de Moche
11	Carlos Quiroz Moreno	Gobierno regional	23	Luis Mantilla Pita	Gobierno regional	42	María Fernanda Rodríguez Zavaleta	Municipalidad Distrital de Moche
12	Carlos Quiroz	Gobierno regional	24	Luis Valderrama Blas	Gobierno regional	43	Humberto Villavicencio	Municipalidad Distrital de Salaverry
			25	Manuel Rodríguez Rodríguez	Gobierno regional	44	José Antonio Zárate	Municipalidad Distrital de Trujillo
			26	Richard Pablo Otiniano	Gobierno regional	45	Ángela Romero Quiroz	Municipalidad Distrital de Víctor Larco Herrera
			27	Roger Angulo	Gobierno regional	46	Carlos Alfaro Castellanos	Municipalidad Distrital de Víctor Larco Herrera
			28	Rosa Estela Araújo Vásquez	Gobierno regional	47	José Vitelio Trujillo Cárdenas	Municipalidad Distrital El Porvenir
			29	Sonia Nomberto Purizam	Gobierno regional			
			30	Wilder Leyva Córdova	Gobierno regional			
			31	Claudina Ruiz	Junta de Usuarios de Riego Moche			

Nº.	Nombre	Entidad	Nº.	Nombre	Entidad	Nº.	Nombre	Entidad
48	Ana Thais Mejía Cieza	Municipalidad Provincial de Trujillo	65	Óscar Castillo Cachay	Municipalidad Provincial de Trujillo	81	Katary Carlos Díaz Fuentes	Proyecto Especial Jequetepeque – Zaña (Proyecto Pejeza)
49	Angélica Villanueva Guerrero	Municipalidad Provincial de Trujillo	66	Óscar Villacorta D.	Municipalidad Provincial de Trujillo	82	Ana Claudia Fernández Vásquez	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de la Libertad Sociedad Anónima (Sedalib S. A.)
50	Bryan Castillo Cachay	Municipalidad Provincial de Trujillo	67	Pamela Zúñiga Carranza	Municipalidad Provincial de Trujillo	83	Carlos Zaldívar	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de la Libertad Sociedad Anónima (Sedalib S. A.)
51	Carlos Pacheco Martos	Municipalidad Provincial de Trujillo	68	Raquel Cieza Calderón	Municipalidad Provincial de Trujillo	84	Juan Mimbela	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de la Libertad Sociedad Anónima (Sedalib S. A.)
52	Cecilia Serrano Hernández	Municipalidad Provincial de Trujillo	69	Ruby Peláez Lescano	Municipalidad Provincial de Trujillo	85	Segundo Gutiérrez Gamboa	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de la Libertad Sociedad Anónima (Sedalib S. A.)
53	César Sánchez	Municipalidad Provincial de Trujillo	70	Shirley Rojas	Municipalidad Provincial de Trujillo	86	Enrique Espinoza Estrada	Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo
54	Doris Ramírez Hernández	Municipalidad Provincial de Trujillo	71	Tania Vanesa Vergara Lau	Municipalidad Provincial de Trujillo	87	Martín Daniel Caillahua Argüelles	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
55	Erick Sagastegui Vásquez	Municipalidad Provincial de Trujillo	72	Thaís Mejía Cieza	Municipalidad Provincial de Trujillo	88	Arturo Roncalla	Universidad Nacional de Trujillo
56	Fanny Suarez	Municipalidad Provincial de Trujillo	73	Walter Orlando Sánchez	Municipalidad Provincial de Trujillo	89	Jorge Vergara Rojas	Universidad Nacional de Trujillo
57	Iris Madrid Noblecilla	Municipalidad Provincial de Trujillo	74	Yessenia Judith Cruz Castillo	Municipalidad Provincial de Trujillo	90	Martha Castillo	CAF
58	Jean Carlo Sánchez Trujillo	Municipalidad Provincial de Trujillo	75	Yessenia Coronel Huaman	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	91	Camilo Rojas	CAF
59	Julio Mijail Sebastián Quispe	Municipalidad Provincial de Trujillo	76	Henry Zabaleta Alza	Periódico Panorama Trujillano	92	Juan Felipe Caicedo	CAF
60	Katerin Bustinza	Municipalidad Provincial de Trujillo	77	Carlos Gálvez	Proyecto Especial Chavimochic			
61	María Cecilia Serrano	Municipalidad Provincial de Trujillo	78	José Reyes Labenita	Proyecto Especial Chavimochic			
62	Nancy Pretell Díaz	Municipalidad Provincial de Trujillo	79	Judith Gamarra Quipas	Proyecto Especial Chavimochic			
63	Nelly Cieza Calderón	Municipalidad Provincial de Trujillo	80	Regis Medina Delgado	Proyecto Especial Chavimochic			
64	Orlando Sánchez	Municipalidad Provincial de Trujillo						

N°.	Nombre	Entidad	N°.	Nombre	Entidad
93	Adriana Vega	Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim	96	Gina Juliana Rincón	Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim
94	Natalia Colina	Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim	97	Felipe Vásquez López	Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim
95	Nelson Obregón	Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim			

Fuente: Unión Temporal INERCO-MAPPA-METEOSIM, 2020.

**Anexo 7-2.** Descripción de actores estratégicos en el marco del plan de adaptación

<b>Actor</b>	<b>Descripción</b>
Gobierno Regional de La Libertad	<p>Autoridad político-administrativa del departamento La Libertad con autonomía regional, política, económica y administrativa, que aplica políticas e instrumentos de desarrollo económico, social, poblacional, cultural y ambiental a través de planes, programas y proyectos para el crecimiento económico armonizado con la dinámica demográfica, el desarrollo social y la conservación de los recursos naturales y el ambiente en el territorio regional.</p> <p>A través de la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente, se rigen (formula, aprueba, ejecuta, evalúa, dirige, controla y administra) los planes regionales y sectoriales desde el ámbito ambiental y su articulación con los planes de los gobiernos locales. Asimismo, formula, coordina y supervisa la aplicación de proyectos y programas de protección de la biodiversidad y el cambio climático, así como de promoción de la educación e investigación ambiental (Gerencia Regional del Ambiente, s.f.)</p>
Municipalidad Provincial de Trujillo	<p>La autoridad político-administrativa de la provincia de Trujillo lidera la planificación, implementación e iniciativas de desarrollo desde los ámbitos social, económico y ambiental en todo el territorio de su jurisdicción, lo cual incluye el ordenamiento territorial, así como la prestación de los servicios públicos y las obras de inversión asociados a estos.</p> <p>Asimismo, a través de la subgerencia de Defensa Civil, programa y ejecuta las acciones de defensa y preparación ante conmoción social y desastres naturales. La oficina de Plan de Desarrollo Territorial de Trujillo está encargada de promover, formular y evaluar la gestión, ejecución y actualización del Plan de Desarrollo Metropolitano de Trujillo y los Planes de Desarrollo Local complementarios Municipalidad provincial de Trujillo.</p>
Autoridad Local del Agua Moche-Virú-Chao	<p>Institución supeditada a la Autoridad Nacional del Agua (ente rector y autoridad máxima de la gestión del recurso hídrico), la cual administra los recursos hídricos en las cuencas Moche, Virú y Chao, al tiempo que brinda apoyo a las Autoridades Administrativas de Agua (AAA) de la misma institución. Esta se encarga de capacitar, sensibilizar y de hacer campañas de comunicación enfocadas a un uso responsable del recurso hídrico (Autoridad Nacional del Agua, s.f.)</p>
Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED)	<p>El CENEPRED es un organismo público ejecutor, responsable técnico de coordinar, facilitar y supervisar la formulación e implementación de la Política Nacional y el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, en los procesos de estimación, prevención y reducción del riesgo, así como de reconstrucción. La entidad propone y asesora al ente rector, así como a los distintos entes públicos y privados que integran al Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres sobre la política, lineamientos y mecanismos referidos a los procesos de estimación, prevención y reducción de riesgo y reconstrucción (CENEPRED).</p> <p>Tiene un enfoque proactivo y reactivo en los cuales brinda asistencia técnica a los Gobiernos nacional, regionales y locales en la planificación para el desarrollo con la incorporación de la gestión del riesgo de desastres, específicamente en lo referente a la gestión prospectiva y correctiva en los procesos de estimación, prevención y reducción del riesgo, así como la reconstrucción. Genera información asociada a la prevención, gestión y mitigación del riesgo de desastres para distintos peligros naturales del orden hidrometeorológico (CENEPRED).</p>
Proyecto Especial Chavimochic	<p>El Proyecto Especial Chavimochic se creó en la década de 1960 por una dependencia del Gobierno nacional. En la actualidad es administrado por el Gobierno regional de La Libertad. Es un sistema de irrigación el cual busca garantizar el suministro de agua en los valles e intervalles de Chao, Virú, Moche y Chicama para actividades de índole agrícola, a través del trasvase de agua del río Santa (Proyecto Chavimochic, s.f.)</p> <p>Adicional al suministro de agua, el proyecto fomenta el desarrollo agrícola sostenible en las áreas de su influencia, administra el recurso hídrico y genera un ordenamiento y manejo del río Moche. A través de su subgerencia de estudios, propone, ejecuta, supervisa y controla los estudios e investigaciones a realizar en el proyecto asociados a aguas subterráneas, redes de drenaje, infraestructura de riego, protección del canal madre, entre otros (Proyecto Chavimochic, s.f.)</p>

Actor	Descripción
Sedalib S. A.	Sedalib S. A. es la empresa encargada del suministro de agua y saneamiento básico en la ciudad de Trujillo, así como la responsable de la infraestructura de acueducto y alcantarillado (SEDALIB S.A., 2019). Dentro de su operación considera la mitigación y adaptación ante diversos peligros, dentro de los cuales considera las inundaciones y erosión costera en el marco del cambio climático (SEDALIB S.A., s.f.).
Capitanía del Puerto de Salaverry	Autoridad marítima, fluvial y lacustre encargada de la protección del medioambiente y del cumplimiento de las normas en los ambientes de su jurisdicción, ubicados entre el límite departamental de Lambayeque-La Libertad y el límite departamental de La Libertad-Ancash. Además de velar por la protección y cumplimiento de normas ambientales, así como de ordenamiento territorial, responde a eventos derivados de fenómenos naturales, por lo que genera y transmite información hidrometeorológica (Capitanía del Puerto de Salaverry, s.f.).
Organismos de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA)	Órgano público técnico especializado, adscrito al Ministerio del Ambiente, encargado de impulsar y promover el cumplimiento de la normativa ambiental, para resguardar el equilibrio entre las distintas actividades económicas y la protección ambiental (OEFA, s.f.). En el marco del cambio climático, la empresa realiza un reconocimiento a las empresas que promueven el sobrecumplimiento de la normativa ambiental y realiza campañas de concientización frente al cambio climático.

Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

Anexo 7-3. Cronograma de implementación



Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

**Anexo 7-4.** Listado de información identificada como faltante

<b>Información deseada</b>	<b>Insumo útil para</b>
Topografía de detalle o LiDAR, incluyendo batimetrías de cuerpos lénticos y lóticos y canales de drenaje y/o irrigación.	IRCC – Modelación de peligros
Información climática de detalle y de calidad.	IRCC – Caracterización climática
Información de detalle de vendavales para análisis de escenarios de cambio climático.	IRCC – Caracterización climática
Información histórica de vendavales y de focos de calor para la modelación de incendios forestales en escala de detalle para el contexto del área metropolitana.	IRCC – Modelación de peligros (peligro adicional: incendios forestales)
Línea base epidemiológica para análisis de impactos de cambio climático.	IRCC – Modelación de peligros (peligro adicional: enfermedades influenciadas por cambio climático)
Información censal de mayor detalle para hacer más robusta la estimación de la vulnerabilidad y la exposición a los peligros.	IRCC – Vulnerabilidad y Exposición
Información catastral desagregada a nivel mínimo de barrio, idealmente de manzana y predio que permita generar una caracterización detallada de la ocupación del suelo, las poblaciones urbanas y las condiciones de habitabilidad.	IRCC – Vulnerabilidad y Modelo territorial
Información hidrogeológica para promover la generación de modelos conceptuales y, posteriormente, numéricos.	IRCC – Modelación de peligros
Información geográfica de intervenciones antrópicas como promotora de condiciones de peligro y/o de riesgo por cambio climático.	IRCC – Modelación de peligros
Información para calibración de modelos de peligros. Por ejemplo, levantamiento periódico de encuestas a la población y georreferenciación de los lugares y viviendas afectadas en el evento más reciente.	IRCC – Modelación de peligro IRCC – Modelación de riesgo
Inventario y generación de reportes de hallazgos periódicos de puntos de control de las principales estructuras hidráulicas asociadas al manejo hídrico en la ciudad.	PACC – Programa de mitigación del riesgo y de resiliencia urbana
Granulometría de detalle del suelo para determinar el potencial de infiltración y la permeabilidad del suelo.	IRCC – Modelación de peligros
Mapa de cobertura vegetal actualizado mínimo a escala 1:10.000.	IRCC – Evolución uso del suelo IRCC – Modelo territorial PACC – Programa de recursos naturales y producción rural (RNPR)
Levantamiento topográfico de detalle del área a estudiar.	IRCC – Modelación de peligros
Caracterización de flujo de recurso hídrico superficial.	IRCC – Modelación de peligros
Planos y diseños de las estructuras hidráulicas asociadas al manejo de recursos hídricos en la cuenca.	IRCC- Vulnerabilidad PACC – RNPR

Fuente: Unión Temporal Inerco-Mappa-Meteosim, 2020.

