



Análisis de vulnerabilidad y riesgos climáticos para la ciudad de La Lima

Informe de país: Honduras

Autores: Michiel van Eupen, Manuel Winograd y William Rodriguez

Revisión: Lili Ilieva, Maria Paula Viscardo

LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

COPECO	Comisión Permanente de Contingencias
INE	Instituto Nacional de Estadística
ZIP	Zonas Industriales de Procesamiento para Exportaciones
SbN	Soluciones basadas en la Naturaleza
OMS	Organización Mundial de la Salud

LISTADO DE FIGURAS

Figura 3. Cobertura del suelo e inundaciones históricas en La Lima y El Progreso	13
Figura 4 Cobertura del suelo y dinámica urbana 2000 – 2020 en La Lima	14
Figura 5 Ejemplos de evaluaciones de riesgos e impactos de eventos climáticos extremos en La Lima.	15
Figura 6 Cambios del uso del suelo en La Lima y su área de influencia	19
Figura 7. Tendencias históricas y proyecciones climáticas para el periodo 2000-2100 en el Departamento de Cortes (Honduras) Fuente: Climate Knowledge Portal.....	21
Figura 8. Proyecciones climáticas en la cuenca Chamelecón para el periodo 2030-2050 en relación con línea de base.....	21
Figura 9. Potencial de inundación en la cuenca del Valle del Sula para el 2050 para un periodo de retorno de 100 años - Escenario pesimista con proyecciones del modelo GFDL - ESM2 RCP 8.5 ...	22
Figura 11. Inundaciones en La Lima para el periodo 2000-2020 y áreas potenciales inundables en relación con la expansión urbana y la franja de protección de ríos y quebradas.....	24
Figura 12. Inundaciones en el centro de La Lima para 2020 y potenciales en relación con la expansión urbana y la franja de protección potencial de ríos y quebradas.	25
Figura 13. Islas de calor actuales en las zonas urbanas de La Lima (2022). ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 14. Puntos críticos en La Lima.	27
Figura 15. Infraestructuras críticas en La Lima.....	29
Figura 16. Cascada de impactos climáticos por inundaciones en La Lima	32

LISTADO DE IMAGENES

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Inventario de datos para la evaluación de vulnerabilidad en La Lima ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 2. Componentes para la evaluación	9
Tabla 3. Efectos de diferentes eventos climáticos extremos en Honduras	

ÍNDICE

LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS	2
LISTADO DE FIGURAS	2
LISTADO DE IMAGENES	2
LISTADO DE TABLAS	2
ÍNDICE	3
1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVO	5
Público Objetivo	5
3. METODOLOGÍA	5
4. CONTEXTO DE LA CIUDAD LA LIMA	9
Contexto geográfico	9
Contexto socioeconómico	9
Actividad productiva	11
Actores e iniciativas clave	12
Características físico-ambientales	12
5. CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA LIMA	14
Condiciones climáticas actuales	14
Peligros climáticos	15
Impactos observados	15
Tormenta ETA y huracán IOTA	16
Causas de los impactos	18
Tendencias y proyecciones climáticas futuras	19
6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGOS CLIMÁTICOS	22
Vulnerabilidad y riesgos climáticos	23
Riesgo de islas de calor resultado de aumento de temperatura, sequías y limitado arbolado urbano	25
Riesgo de sequía	26
Detección de puntos críticos a los riesgos climáticos	26
Servicios ecosistémicos	27
Infraestructuras	27
Cascada de impactos	31
7. USO DEL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD Y RIESGOS CLIMÁTICOS EN LA PLANIFICACIÓN URBANA DE LA LIMA	32
8. REFERENCIAS	34
ANEXO 2. IDENTIFICACIÓN DE CONSECUENCIAS DE RIESGOS CLIMÁTICOS POR PARTE DE EXPERTOS LOCALES CONSULTADOS EN LA CIUDAD DE LA LIMA	37

1. INTRODUCCIÓN

El presente análisis de vulnerabilidades y riesgos climáticos se realiza en el marco del proyecto Nature4Cities, implementado por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), financiado por el Fondo Verde para el Clima (FVC) y cofinanciado por el programa de la Unión Europea Euroclima+. Este proyecto regional, implementado en La Lima y en otras 12 ciudades de la región, tiene por objetivo reducir la vulnerabilidad al cambio climático de las áreas urbanas a través de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN).

Para lograr este propósito, es necesario un proceso participativo que permita la co-creación de conocimientos y así facilitar la incorporación de todos los actores en el proceso de diagnóstico de los riesgos climáticos, exploración de soluciones y selección de las SbN a implementar. De esta manera se puede apoyar la toma de decisiones en las ciudades a través de la integración de la vulnerabilidad y riesgos en la planificación urbana para asegurar el escalonamiento de las SbN y sus múltiples co-beneficios vinculados al buen uso de los ecosistemas urbanos y periurbanos.

En este contexto, el objetivo de la presente evaluación es identificar en función de las problemáticas urbanas, los principales riesgos e impactos climáticos para poder seleccionar puntos, áreas y grupos críticos para la acción. Así se podrá conocer la exposición y la sensibilidad de las personas y grupos sociales, de las infraestructuras y de los servicios de los ecosistemas. Esta evaluación es realizada sobre la base de los datos e información existente en cada ciudad, tanto de los riesgos e impactos climáticos actuales como futuros y es geográficamente explícita y sensible a la variable género. Además, también cubre las zonas urbanas, peri-urbanas, rurales y las cuencas de las ciudades para así poder identificar las causas de los riesgos y las consecuencias de los impactos sociales, ambientales y económicos.

La función principal de este tipo de evaluaciones es la de disponer de información útil para la exploración e identificación de las SbN, el conocimiento de las escalas y niveles de decisión implicados y también como insumo para el intercambio y validación en la definición, implementación e integración de SbN en el contexto de la planificación urbana. El propósito de este documento no es el de realizar un nuevo diagnóstico, el propósito es el de poner a disposición de todas las personas e instituciones involucradas la información existente y necesaria para la integración de la vulnerabilidad y los riesgos climáticos en la planificación urbana y en la toma de decisiones de la ciudad.

2. OBJETIVO

Para el proyecto Nature4Cities se definió un marco conceptual práctico y fácil de utilizar que responda a las necesidades de las ciudades y las capacidades de los actores implicados en la planificación y toma de decisiones en las mismas.

En este contexto, el presente análisis tiene como objetivos:

1. Compilar los datos e información disponible en las ciudades, con el fin asegurar la integración de los conocimientos y capacidades ya existentes en las instituciones locales, evitándose así la dualidad de diagnósticos. Al mismo tiempo se utilizan una serie de herramientas apropiadas para cada etapa de la evaluación que permiten la elaboración de los productos necesarios (ver Anexo 1).
2. Identificar, en función de las problemáticas urbanas, los principales riesgos e impactos climáticos para la identificación posterior de puntos, áreas y grupos críticos para la implementación de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN).

Público Objetivo

La presente evaluación está dirigida principalmente a personal técnico, asesores y consultores de los gobiernos locales y otros actores clave a nivel de la ciudad tanto del sector público, la sociedad civil y el sector privado. Al mismo tiempo, los métodos y hallazgos de la evaluación integran y aseguran sinergias con otras iniciativas existentes en las ciudades. Al mismo tiempo, a nivel local y nacional, los gobiernos e instituciones se pueden beneficiar para mejorar y crear capacidades e integrar las metodologías y hallazgos para su replicación y escalamiento a otras ciudades

3. METODOLOGÍA

Marco metodológico

Las evaluaciones de vulnerabilidad y riesgo constituyen un elemento esencial para afrontar los desafíos complejos y apoyar a los tomadores de decisiones en la exploración e implementación de soluciones creativas, que sean rentables, aceptadas por las comunidades, técnicamente realizables y que brinden múltiples beneficios. Para facilitar su uso, estas deben identificar los riesgos de la población y de los servicios ecosistémicos a la variabilidad climática actual y futura (ej. provisión, soporte y regulación), para facilitar el análisis de las problemáticas (sus causas y consecuencias), con el fin de identificar puntos críticos donde es necesario explorar la implementación de posibles SbN piloto, integrando las perspectivas y las formas de accionar de todos los actores en la ciudad. Esto debe incluir la evaluación de los riesgos observados presentes y futuros sobre la base de las proyecciones (basadas en la información que proveen los Modelos de Circulación General (MCG) sobre cambios en la temperatura, precipitaciones y eventos extremos principalmente, para los escenarios alternativos de RCP utilizados por el IPCC). De esta manera se podrá seleccionar y priorizar un conjunto de acciones estratégicas y su posible escalonamiento en la ciudad. El enfoque ilustrado en la Figura 1 está basado en los diferentes marcos metodológicos¹ internacionalmente reconocidos y adaptado para las necesidades del proyecto Nature4Cities.

Como se ilustra en la Figura 1, en función del contexto de cada ciudad, los componentes principales para definir la métrica para la evaluación son:

¹ IPCC, 2014; IPCC, 2022; GIZ, 2018

- **Los peligros** (principales amenazas y elementos expuestos);
- **Los impactos** (principales efectos sobre los ecosistemas y la sociedad como consecuencia de los peligros);
- **La sensibilidad** (principales componentes socioeconómicos relacionados con las necesidades, infraestructuras y servicios);
- **La capacidad de adaptación** (principales medidas y acciones estructurales y no estructurales en el contexto de cada ciudad);
- **La vulnerabilidad** (principales grupos sociales y población, servicios ecológicos y recursos naturales e infraestructuras y servicios básicos propensos a ser afectados);
- **Los riesgos** (principales consecuencias de la interacción entre los peligros, la sensibilidad, los impactos y capacidad de adaptación en el contexto de cada ciudad).

La metodología utilizada para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgos está construida en siete etapas que incluyen:

Etapas 1: Esta etapa consiste en establecer la línea de base e identificar a los actores involucrados, para así conocer la situación y problemática de la ciudad, a partir de entrevistas e intercambios con dichos actores. Esta etapa permite además identificar datos e información disponible relevante para la evaluación. El mapeo de actores ayuda a identificar quién produce y utiliza datos e información de importancia para la ciudad (ver Figura 1, columna gris).

Etapas 2: Esta etapa consiste en identificar y evaluar los principales peligros climáticos y niveles de exposición de personas e infraestructura crítica para así analizar la sensibilidad socioeconómica. Esto permite conocer en las áreas urbanas, periurbanas y rurales de las ciudades, las afectaciones por peligros climáticos y al mismo tiempo permite evaluar la localización de las áreas y sectores más amenazados (incluidas infraestructuras, personas, grupos y servicios ecosistémicos) (ver Figura 1, columnas rojas).

Etapas 3: Esta etapa consiste en la evaluación y análisis de los principales impactos sobre los ecosistemas y la sociedad en función de los peligros climáticos y la sensibilidad y capacidad de adaptación (ver Figura 1, columnas naranjas).

Etapas 4: Esta etapa se enfoca en la evaluación de la sensibilidad de los principales componentes sociales y económicos (ver Figura 1, columna amarilla).

Etapas 5: Es la capacidad de adaptación, que aborda la identificación y exploración de las posibles opciones y tipos de respuestas ante la variabilidad y el cambio climático (ver Figura 1, columna verde). No obstante, como uno de los objetivos del proyecto es realizar las evaluaciones en el marco de procesos participativos, esta etapa se realiza en talleres con actores locales para explorar y priorizar las opciones y acciones de adaptación en función de las necesidades de cada ciudad y los procesos en curso (focalizando sobre todo en aquellas acciones orientadas a Soluciones basadas en la Naturaleza). De esta manera, se facilita la integración de los conocimientos, puntos de vista y necesidades de todos los actores en el contexto del ordenamiento y planificación urbana y la toma de decisiones en las ciudades.

La etapa 6: Consiste en identificar y analizar la vulnerabilidad desde las perspectivas sociales, ecológicas y económica (ver Figura 1, columna azul claro) que sumada la capacidad de adaptación

permite analizar y validar en la **etapa 7**: los riesgos para la población, los ecosistemas y las infraestructuras en función del contexto de cada ciudad (ver Figura 1, columna azul oscuro).

Etapa:	2. Peligros		3. Impactos		4. Sensibilidad	5. Capacidad de Adaptación		6. Vulnerabilidad	7. Riesgos
	a. Amenazas	b. Exposición	a. Ecológicos	b. Socio-económicos	Socio-económica	a. Estructural	b. No estructural		
La Lima (Valle – Ribereña)	Temperatura Precipitación Balance hídrico Eventos extremos	Población Grupos (genero, edad, ocupación) Infraestructuras Medios de vida Recursos naturales Servicios ecosistémicos	Regulación hídrica Control erosión Disponibilidad de agua Biodiversidad Producción de alimentos	Viviendas Servicios básicos Mortalidad Morbilidad Accesibilidad Grupos afectados Seguridad alimentaria Enfermedades	Acceso a servicios Nivel de ingresos Estructura de la población Tipo de viviendas Nivel educativo Cabezas de hogar Desempleo	Infraestructuras grises/verdes/azules Adaptación basada en ecosistemas Reforestación Protección Restauración Conectividad Movimiento y adaptación de cultivos	Gestión de desastres Seguros climáticos Transferencias condicionadas Seguridad social Reubicación planificada Políticas públicas Instrumentos urbanísticos	Social y población Servicios ecológicos y uso de tierras Infraestructuras y servicios básicos	Inundación Sequia Islas de calor
Producto:	- Mapeo de actores - Talleres virtuales - Recopilación de datos - Consulta y elaboración de información		- Producción de informe inicial		- Talleres exploración y priorización de opciones para la adaptación		- Integración y validación evaluación de vulnerabilidad y riesgos		

Figura 1. Componentes y variables de la evaluación en Nature4Cities para La Lima en función de las etapas y productos

A manera de resumen, como ilustra la Figura 1, en función del contexto de cada ciudad, los componentes principales para definir los indicadores y métrica para la evaluación son ⁽¹⁾:

- **Los peligros** climáticos (y como variables las amenazas por ej. inundaciones, temperaturas extremas y la exposición por ej. infraestructuras y población);
- **Los impactos** (principales efectos sobre los ecosistemas y la sociedad como consecuencia de los peligros por ej. efectos sobre la regulación hídrica, la p[rovisión de alimentos o el soporte de suelos);
- **La sensibilidad** (principales variables socioeconómicas relacionados con por ej. el acceso a servicios, las necesidades básicas, nivel de ingresos y estructura de la población);
- **La capacidad de adaptación** (principales variables relacionadas con medidas y acciones estructurales y no estructurales en el contexto de cada ciudad, por ej. implementación de acciones de reforestación y restauración de ecosistemas o sistemas de gestión de desastres y alerta temprana);
- **La vulnerabilidad** (principales grupos sociales y población, servicios ecológicos y recursos naturales e infraestructuras y servicios básicos propensos a ser afectados);
- **Los riesgos** (principales consecuencias de la interacción entre los peligros, la sensibilidad, los impactos y capacidad de adaptación en el contexto de cada ciudad, por ej, áreas e infraestructuras inundadas).

Con el marco metodológico definido, es pertinente plantear como punto de entrada, las principales preguntas relacionadas con las diferentes etapas de la evaluación de la vulnerabilidad y los riesgos.

Etapas 1: Definir el contexto y la línea de base

¿Cuáles son los principales problemas de la ciudad?

¿Quiénes son los actores involucrados en el ordenamiento territorial, urbano y la gestión de riesgos?

(1) Para una definición de términos se puede consultar la página del IPCC en: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_Annex-II.pdf

Etapa 3: Evaluación de los impactos

- ¿Cuáles son las causas y consecuencias de amenazas y exposición?
- ¿Cuáles son los impactos y como se distribuyen los riesgos y vulnerabilidades en la ciudad?

Etapa 4: Evaluar la sensibilidad socioeconómica

- ¿Qué elementos para el bienestar de las personas y la sociedad están comprometidos?
- ¿Qué pérdidas económicas y en vidas ocasionan los peligros e impactos?

Etapa 5: Analizar la capacidad de adaptación

- ¿Qué iniciativas existen para adaptarse al cambio climático y para la gestión de los riesgos?
- ¿Qué políticas e instrumentos urbanísticos existen para el ordenamiento territorial y urbano?

Etapa 6: Evaluar la vulnerabilidad:

- ¿Cuáles son los puntos críticos en las zonas urbana, peri-urbana y rural de la ciudad?
- ¿Cuáles son las causas y consecuencias de la(s) vulnerabilidad(es)?

Etapa 7: Evaluar los riesgos

- ¿Cuáles son los principales riesgos climáticos actuales y futuros en la ciudad?
- ¿Como se manifiestan y distribuyen los riesgos?

Datos

La evaluación utiliza datos primarios y secundarios recopilados a través de métodos mixtos. En la primera etapa de la investigación, se realizaron estudios analíticos de información existente y consultas a actores clave para identificar los riesgos climáticos, y la exposición de las infraestructuras, grupos sociales y servicios ecosistémicos con mayor peligro ante eventos relacionados con el cambio climático. Esto con el fin de delimitar las zonas y los puntos críticos donde hay mayor vulnerabilidad y riesgos para las personas, grupos sociales, infraestructuras y servicios de ecosistemas.

Dado que existe limitada disponibilidad, poca consistencia, dispersión en las bases de datos, diversidad en su fecha de actualización sobre muchas de las variables socioeconómicas (demografía, salud, vivienda, servicios y género) y formatos diferentes, solo se pudo utilizar para el ejercicio de la evaluación algunos datos del Censo de Población y Vivienda (INE 2013), consultas con las autoridades municipales y conteo físico en barrios vulnerables. Se agrego, en la medida de lo posible, información cualitativa sobre los sistemas de apoyo social y de estadísticas ya sea a nivel de barrio/colonia, consejo popular, municipio o provincia/departamento o se recurrió a indicadores proxis (Tabla 1). En el caso de variables biofísicas fue necesario completar los datos con información primaria y de proxis (ej. índices de vegetación, temperatura de superficie o nivel de humedad) dado que la evaluación se realiza por primera vez a escala de la ciudad.

Ciudad	Mapeo de actores	Vulnerabilidad y riesgo								Vulnerabilidad y riesgo futuros								
	Encuesta	Peligros		Impactos		Sensibilidad		Riesgos		Escala	Formato	Fecha	Accesible	Escenarios	Riesgos	Escala	Formato	Accesible
		B	SE	B	SE	SE	B	SE	B									
La Lima	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	P	Dep Mun	SHP PDF AUTOCAD	2000-2020? 2000-2020?	SI SI	SI	SI	Depto 025x025 0.50x0.50	SHP	SI 2020
Ciudad	Otros datos										Datos Mitigación			Datos Capacidad de adaptación				
	Indices (NDVI, NLight, STem)		Escala	Huella urbana	Escala	Densidad de población		Escala	MDT	Escala	Inventario			Evaluación Servicios Ecos. PMACC				
La Lima	SI	30-10 mts	SI	30 mts	SI	250 mts	SI	30-10 mts	NO	NO	NO	POT/PGR	SI	NO	NO	NO	NO	

B = biofísicos; SE = socioeconómicos incluido genero; P = Parcial

Tabla 1. Inventario de datos para la evaluación de vulnerabilidad en La Lima

En general, para el uso de los datos se puede partir de la premisa de que las zonas sujetas a un mayor riesgo e impacto potencial ante eventos climáticos son las que tienen mayor amenaza y exposición y con condiciones socioeconómicas más sensibles (vivienda, salud, estructura demográfica y socioeconómica).

Un aspecto crucial en este tipo de evaluaciones, que apoye a los actores involucrados en la planificación urbana y territorial, es el de tomar en cuenta las escalas territoriales implicados en los diferentes niveles de la toma de decisiones. Por esto, como en función de la escala, el análisis ha tomado en consideración el elemento a ser evaluado, este debe corresponder con el nivel de la decisión y la acción a ser implementada, explorada o evaluada. La Tabla 2 presenta un ejemplo de la consideración de escalas territoriales de algunos elementos analizados en relación con el nivel de decisión y el tipo de acciones de adaptación necesarias. En la práctica esto implica que a nivel de la cuenca y región los elementos importantes son las redes hidrológica y ecológica de paisajes, mientras que a nivel de las ciudades los elementos claves son la conectividad en y entre las zonas periurbanas y urbanas y en los barrios y comunas elemento clave son los diferentes tipos de infraestructuras.

Escala	Elemento analizado	Nivel de decisión	Acciones de adaptación
Macro	Red ecológica e hidrológica	Cuenca/Región	Identificación/Planificación
Meso	Red de conectividad (áreas verdes/red vial)	Metropolitana/Municipio	Diseño/Gestión
Micro	Infraestructuras verdes/grises/mixtas	Barrio/Manzana	Implementación/Mantenimiento

Tabla 2. Componentes para la evaluación (elaboración propia)

4. CONTEXTO DE LA CIUDAD LA LIMA

Contexto geográfico

El Municipio de La Lima, se encuentra en el norte del departamento de Cortés, entre el Río Chamelecón y el Río Ulúa en el Valle de Sula. Además de los dos ríos principales antes mencionados, el territorio es cruzado por el Río Chotepe y una red de canales donde destaca por su magnitud el Canal Maya, estructura de derivación de los caudales del Río Chamelecón y que atraviesa la ciudad de La Lima. Además, se han construido estructuras de bordos para protección de los asentamientos y zonas de cultivos. El Municipio de tiene una extensión territorial de 112.22 km² (Sinit, 2006), limita al norte con el Municipio de Choloma; al sur, con los municipios de Villanueva y San Manuel; al este, con El Progreso, Yoro; y, al oeste, con el Municipio de San Pedro Sula. De acuerdo con su división política cuenta con 4 aldeas y 39 caseríos (INE, 2013).

Contexto socioeconómico

Según base de datos INE, la población proyectada para el año 2018 en el Municipio de La Lima era de 80.000 habitantes, de los cuales 38,000 eran hombres, 42,000 mujeres; 73.000 ubicados en áreas urbanas (91 %) y 7,000 en áreas rurales (9 %). Se registraron 22,567 personas de 0 a 14 años (31.4 %); 45,044 personas de 15 a 64 años (62.6 %); y, 4,299 personas de 65 años o mayores (6 %). La tasa de crecimiento inter-censal para el período 1988-2001 fue de 2.77 % (Censo INE, 2001), y del 2001 al 2013 fue de 1.18 %, lo que significa que ha habido una reducción de la tasa de crecimiento en los últimos 12 años.



Gráfico 1. Población en la Lima.



Gráfico 2. Porcentaje de población urbana y rural en la Lima.



Gráfico 3. Porcentaje de edades en el municipio.

Según datos del Censo 2013 (INE), el municipio tenía 18 262 viviendas de las cuales 16 607 se encontraban ocupadas. De éstas, el 4 % de las viviendas se identificaron en mal estado, el 12 % no tenían acceso a servicios de agua por tubería, el 5 % sin saneamiento, el 2 % sin energía eléctrica y el 8 % en condiciones de hacinamiento. Del total de viviendas, 16 607 corresponden a áreas urbanas (aproximadamente el 91 %) y 1 655 a áreas rurales (9 %).

Los asentamientos principales se ubican en la parte suroeste del municipio, en la cercanía de las vías de comunicaciones principales; el centro urbano de La Lima, cabecera municipal, concentra el 90.9 % de la población total del municipio (85,395 personas) así como la mayor parte de la actividad comercial y de servicios, y el segundo centro urbano es Flores de Oriente con 4,570 personas (6.4 % de la población total del municipio). El resto de la población se distribuye en asentamientos humanos dispersos vinculados a las actividades productivas que predominan en el resto del territorio (fincas y campos dedicados al cultivo de caña de azúcar, banano, palma africana, ganadería y agricultura tradicional).

También, la evidencia recolectada por medio de la investigación de campo (encuestas, entrevistas en diferentes talleres y visitas a comunidades), sugiere que la migración de la población joven y económicamente activa desde la Lima hacia otras ciudades o fuera del país es bastante alta. Se ha podido comprobar que las diferentes organizaciones sociales como, por ejemplo, los comités de emergencia municipal, patronatos, juntas de agua, y algunos otros relacionados a temas de gestión de riesgos y cambio climático a nivel de barrios y colonias, son coordinados en mayor parte por mujeres cabeza de hogar o personas de la tercera edad.

Actividad productiva

En cuanto a las actividades económicas y productivas destacan las del sector Primario, con tres cultivos tecnificados predominantes: banano de exportación y productores independientes, palma africana que es procesada fuera del municipio para la producción de aceite y el cultivo de caña de azúcar. Se estima que se producen unas 275, 400 y 600 toneladas por año en cada uno de esos cultivos, respectivamente. Existe un ingenio azucarero que transforma la caña de azúcar que se produce en el municipio y a la vez absorbe parte de la producción de municipios vecinos. Existen muy pocos pequeños productores que se dedican a la producción de granos básicos a nivel de subsistencia, con eventuales excedentes que son comercializados a nivel local. La ganadería es también una actividad importante en el municipio. La actividad industrial cuenta con un amplio potencial de desarrollo con buena capacidad instalada en el área de la maquila, siendo una de las principales fuentes de empleo; destaca la Zona Industrial de Procesamiento (ZIP).

El uso de suelo en su mayoría es agropecuario, con una dedicación a la agricultura tecnificada, pastos y cultivos y palma africana de más del 85% del territorio. El 35 % del territorio es utilizado para la agricultura tecnificada, predominando el cultivo de caña de azúcar; un 25% es destinado para el cultivo de la palma africana y otro 25% para pastos y cultivos, predominando el banano de exportación de la antigua empresa Tela Rail Road Company y productores independientes, así como áreas de pastizales para ganadería (ver Figuras 3 y 4).

Cobertura de agua y alcantarillado

En La Lima, el 100% del agua que se consume es extraída por pozos de bombeo eléctrico, lo que genera gastos millonarios por energía eléctrica. En la ciudad, existen varios sectores que no tienen un buen servicio de agua, como el Centro, La Guaruma, el sector Guaymuras, y las colonias Planeta y la Meza. La cobertura de abastecimiento de agua es del 86.97 % del sistema de saneamiento. Para

obtener el índice de agua, se consultaron los datos del Censo de Población y Vivienda en la variable acceso a agua, luego se procesaron con relación a las proyecciones poblacionales al año 2020 a fin de contar estimaciones recientes. Con dichos datos se clasificó con acceso a agua aquellas viviendas que obtienen el agua por medio del sistema público o privado y sin acceso a las viviendas que la obtienen por otras fuentes (del río, de pozo entre otros). El estado de la red de alcantarillado es deficiente, por lo que ante eventos de intensas lluvias se pone de manifiesto la obstrucción de los sistemas de alcantarillado.

Actores e iniciativas clave

A través de recolección de información en el municipio se identificaron actores relacionados directa o indirectamente en el proceso planificación urbana, en la gestión de riesgos y formulación de planes de ordenamiento territorial. Estos actores se clasificaron como se ilustra en la Figura 2 según el sector gubernamental, privado, organizaciones no gubernamentales y de apoyo.

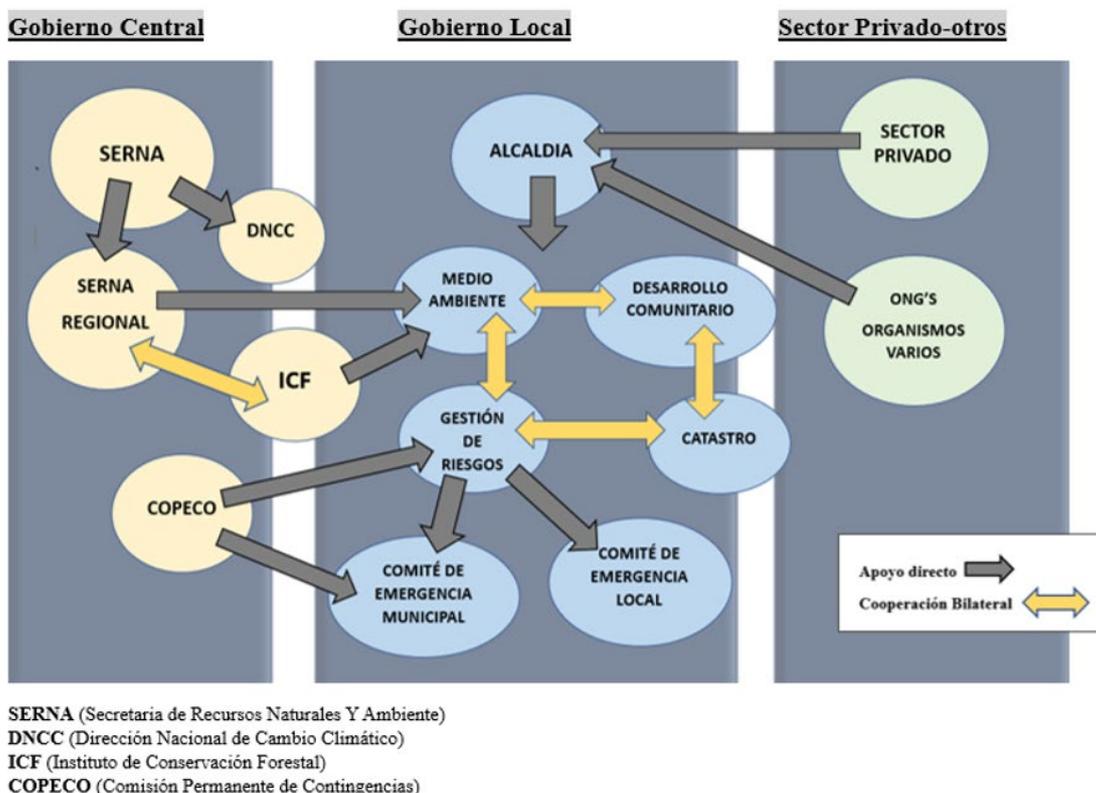


Figura 1. Principales actores identificados para la planificación y el ordenamiento territorial en La Lima.

Dentro de los planes, proyectos e iniciativas a resaltar se encuentran:

- Plan Municipal de Gestión de Riesgos (2006 y 2017).
- Plan Municipal de Ordenamiento Territorial (2006) y
- Plan de Desarrollo Municipal con enfoque de Ordenamiento Territorial (2012).

Características físico-ambientales

El municipio de la Lima se caracteriza por un uso de suelo en su mayoría productivo, con una dedicación a la agricultura tecnificada, pastos y cultivos y palma africana de más del 85% del territorio. El resto del territorio se destina para uso urbano, quedando muy poco remanente de uso forestal (menos del 1%). Los suelos de cobertura forestal del municipio han ido disminuyendo con el avance de las actividades agrícolas y la urbanización. Las quemas agrícolas se presentan de manera constante en el municipio vinculadas a las principales actividades productivas.

Los ecosistemas y la biodiversidad en La Lima están bastante deteriorados, aunque su ubicación geográfica es privilegiada y sus condiciones topográficas deberían favorecer la existencia de cierta variedad de hábitats, desde pequeños bosques, pastizales y sabanas y algunos humedales favorables para que exista diversidad de flora y fauna ya fueron convertidos en zonas agrícolas. En el municipio se pueden encontrar diferentes ecosistemas: El ecosistema predominante en todo el municipio es clasificado como sistema agropecuario, encontrando una pequeña área al norte del municipio de Herbazal pantanoso con gramíneas, palmas o arbustos; también se pueden observar pequeños bosques de galería a la orilla de los ríos y quebradas.

Tomando en cuenta que dentro del área de geográfica de implementación del proyecto Nature4Cities en Honduras se encuentra la ciudad de La Lima, que es colindante a la ciudad de El Progreso y ambas ubicadas en el valle de Sula, es importante el análisis en el contexto del Valle para comprender la dinámica territorial y urbana, los cambios en el uso del suelo y los efectos generados. La Figura 3 muestra la localización de las dos ciudades y los principales usos del suelo en el Valle del Sula que generan las condiciones para que las inundaciones se constituyan en el principal factor que modela el territorio y factor de presión más importante en la región. Es así como los usos agrícolas y su localización crean las condiciones para la falta de regulación hídrica y la deforestación en las partes altas de la cuenca.

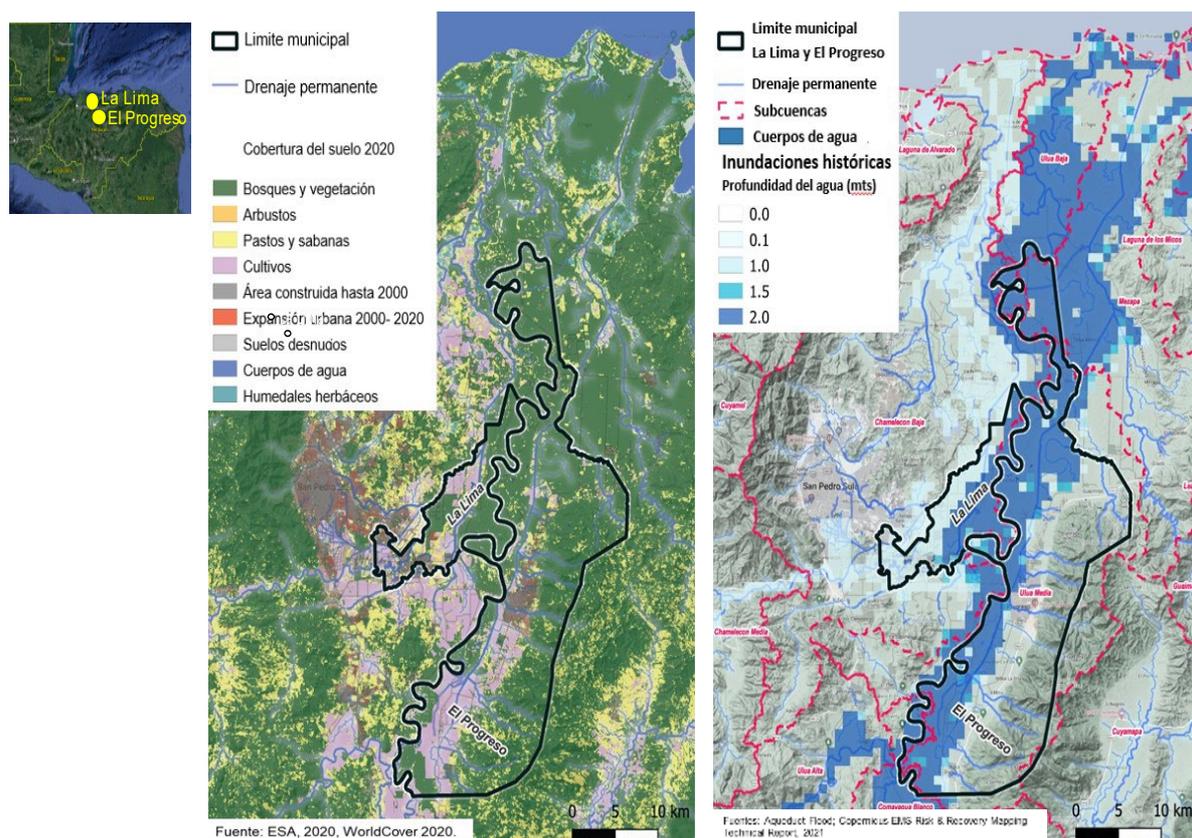


Figura 1. Cobertura del suelo e inundaciones históricas en La Lima y El Progreso

En cuanto a la dinámica de crecimiento urbano, se ha identificado que la expansión urbana se está desarrollando al Noreste del municipio, aunque el aumento de asentamientos humanos se da en forma continua en diversas zonas del área urbana (ver Figura 4). Sin embargo, toda el área que rodea al centro urbano es una zona con susceptibilidad alta a inundaciones, al igual que el resto del territorio del municipio, lo que requiere de estudios de evaluación del sitio de emplazamiento previo a cualquier intención de nuevas urbanizaciones (ver Figuras 10 y 11).

La mancha urbana actual del centro de La Lima debe tender a la densificación y, de acuerdo con el análisis geomorfológico encontrado en el plan municipal de gestión de riesgos, la zona de expansión se debería orientar hacia el Oeste; en suma, la expansión deberá estar limitada por las restricciones de altura de la franja de aproximación al Aeropuerto, y por la susceptibilidad a deslizamientos de la zona Noroeste del Centro Urbano de La Lima, en la cercanía con San Pedro Sula.

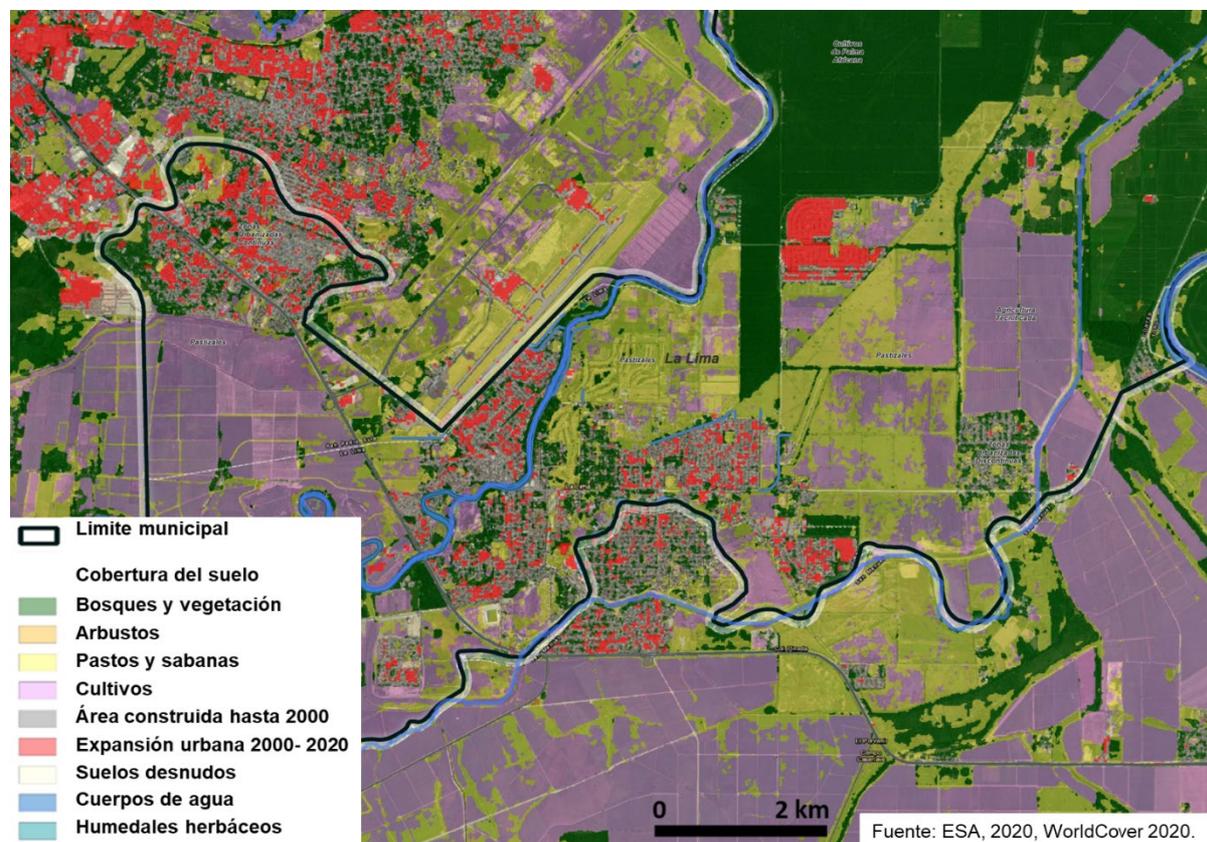


Figura. 2 Cobertura del suelo y dinámica urbana 2000 – 2020 en La Lima

El municipio se ve condicionado por la presencia de la autopista San Pedro Sula-El Progreso CA-13 Oriente y la Ruta 115 Lima-Búfalo, que enlazan a La Lima con el sector norte, centro y sur del país, y la cercanía con el Aeropuerto Internacional Ramón Villeda Morales en la ciudad de San Pedro Sula, infraestructuras importantes para la movilización de personas y productos a nivel nacional e internacional, pero cuya modificación y mantenimiento depende de instituciones a nivel central, no del municipio. Otro elemento que ha influido en el desarrollo productivo y la configuración de los asentamientos ha sido la infraestructura (estructuras comerciales, residenciales, urbanas, escuelas, carreteras) de las empresas bananeras norteamericanas, que en la actualidad han abandonado algunas de sus fincas.

5. CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA LIMA

Condiciones climáticas actuales

La temperatura promedio en el municipio oscila entre los 25 °C y 35 °C dependiendo de la época del año, más cálido durante el periodo seco y templado durante la época lluviosa y finales del año por los frentes fríos. Los ciclones tropicales son los sistemas meteorológicos que más afectan la ciudad, por la posición geográfica que tiene el país, se producen lluvias torrenciales que a su vez ocasionan inundaciones y deslizamientos. En La Lima, los veranos son cortos, cálidos y nublados; los inviernos

son cortos, calurosos, mojados y mayormente despejados. La temporada de lluvias dura 6,5 meses, de mayo a diciembre, con el mes más húmedo en septiembre, con un promedio de 12,1 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación. La temporada más seca dura 5,5 meses, de diciembre a mayo con un promedio de 3,5 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación. (COPECO, 2017).

Peligros climáticos

Dada la localización de la ciudad de La Lima, cerca de la costa Caribe, los principales peligros climáticos que se identifican son los cambios en la temperatura y precipitación, así como el balance hídrico y los eventos extremos (como sequías, lluvias intensas, huracanes y tormentas). Esto se traduce en una exposición y sensibilidad marcada a las inundaciones pluviales (por lluvias) y fluviales (por desborde), las lluvias intensas y los eventos extremos. Las lluvias intensas generan inundaciones y acumulación de sedimentos en ríos, calles y alcantarillados. Dada la urbanización creciente la ciudad empieza a experimentar fenómenos de islas de calor en barrios de la ciudad, con pérdida de confort térmico. Además, se identificó que los peligros de inundación se incrementan dado la problemática en la ciudad con un deficiente estado de drenajes para residuos sólidos y la falta de limpieza del sistema de alcantarillo y aguas lluvias.

Impactos observados

Las inundaciones han impactado fuertemente al municipio en eventos extremos como el Huracán Fiff en 1974, el Huracán Mitch en 1998 y las tormentas tropicales Eta e Iota en 2020, todos ellos provocando muertos, heridos, familias damnificadas e infraestructuras dañadas, especialmente en la cabecera municipal de La Lima, donde se concentra la mayor cantidad de personas (Figura 5) (Tabla 3).



Evaluación de áreas en riesgo de inundación y deslizamientos en el área del Valle del Sula en función de impactos de huracán Mitch 1998-2000 (San Pedro Sula, La Lima y El Progreso)

Imágenes de las inundaciones en La Lima consecuencia de Eta/Iota en 2021 (Arriba). Comparación entre la extensión teórica (izquierda abajo) y real (derecha abajo) de la inundación por Eta/Iota en 2020.

Fuente: CIAT, 2000

Fuente: Copernicus EMS Risk & Recovery Mapping, 2021

Figura. 3 Ejemplos de evaluaciones de riesgos e impactos de eventos climáticos extremos en La Lima.

En La Lima existe un peligro muy alto a inundaciones en prácticamente todo el territorio. Toda la población e infraestructuras del municipio se encuentra expuesta y además se ubican 120 centros educativos de los distintos niveles, y 5 unidades de salud, los que se ven afectados en todos los escenarios de inundación. Existen 43.84 km de red vial pavimentada (carretera CA-13 y ruta 115 La Lima - Búfalo) y 406.03 km de red vial no pavimentada en peligro alto de inundación, lo que tiene consecuencias muy latas en la accesibilidad y comunicación hacia la cabecera municipal y otros municipios de la región en momentos de inundación.

Efectos de huracanes Fifi y Mitch

	Año	Muertos	Población afectada	Daños
Huracán Fifi	1974	8 000	600 000	2 799 832
Huracán Mitch	1998	14 600	2 112 000	5 949 769
Totales		22 600	2 712 000	8 749 601
Proporción		0,84	0,40	0,86

Efectos de tormenta Eta y huracán Iota

	Público	Privado	Total
Daños	6 989	15 686	22 675
Pérdidas	791	26 289	27 080
Costos adicionales	1 269	1 075	2 344
Total	9 049	43 050	52 099

Fuente: BID y CEPAL, 2021

Tabla 3. Efectos de diferentes eventos climáticos extremos en Honduras

La mayor parte del territorio, por su topografía plana, no presenta movimientos de laderas, a excepción del lado oeste colindante con San Pedro Sula, donde se ubican terrenos con mayor pendiente que tiene algún peligro de deslizamientos superficiales (suelos lateríticos). Con las lluvias intensas se generan inundaciones que se amplifican por el deficiente estado del alcantarillado y drenajes pluviales de la ciudad.

Gran parte del área municipal presenta peligro medio a incendios, en los sectores Norte y Este en las aldeas Flores de Oriente, Cruz de Valencia y parte de El Paraíso. En el sector Suroeste (Centro Urbano de La Lima) se presenta propensión baja/ improbable a incendios y quemas agrícolas. Es importante resaltar que los suelos de cobertura forestal del municipio han ido disminuyendo con el avance de las actividades agrícolas y la urbanización. Las quemas agrícolas se presentan de manera constante en el municipio vinculadas a las principales actividades productivas.

Tormenta ETA y huracán IOTA

La temporada de huracanes de 2020 fue la más activa de la historia de la región, con un total de 30 tormentas, de las cuales 13 fueron huracanes y 6 de ellos obtuvieron un mayor grado, lo cual es más del doble del promedio anual. La tormenta ETA tuvo su formación el sábado 31 de octubre. El 2 de noviembre se declaró el Estado de Emergencia algunos departamentos del país y el 6 del mismo mes en todo el territorio nacional. El fin del evento climático extremo tuvo lugar el 13 de noviembre, caracterizado por un comportamiento errático, presentando numerosas variaciones en su intensidad. Se estimó que dejó un total de 380 a 635 mm en casi todo el territorio hondureño.

Por su parte, el huracán IOTA catalogado bajo las categorías 4 y 5 de huracán, debilitándose al tocar tierra firme, se formó el viernes 13 de noviembre. El 18 de noviembre se modificó el Decreto Ejecutivo Número PCM-109-202 y algunos artículos del decreto PCM-113-2020, para ampliar las acciones descritas a fenómenos climáticos que ocasionaran daño a la infraestructura productiva del país a nivel nacional". Se estimó que dejó una precipitación total de 500 a 750 mm en la parte norte del país.

Con el impacto de los fenómenos climatológicos Eta e Iota que golpearon al país por dos semanas consecutivas en noviembre de 2020 y en un contexto ya de por sí muy complicado por los drásticos efectos de la pandemia de la COVID-19, quedó nuevamente evidenciada la elevada vulnerabilidad de Honduras frente al cambio climático, y en términos de sacrificio humanitario, social y económico.

No existen evaluaciones detalladas para la ciudad de La Lima sobre estos eventos naturales, pero según COPECO el 25 de noviembre de 2020 en su informe de situación, la superficie afectada por las

tormentas Eta y Iota en la ciudad fue del 98% con pérdidas de más de un millón de USD en viviendas e infraestructura municipal. Según la misma fuente para los 5 departamentos más afectados por Eta e Iota (Cortés donde se sitúa La Lima es uno de ellos) los desaparecidos fueron 10 y las personas fallecidas fueron 95. Las colonias con mayor riesgo que sufrieron de las tormentas Eta e Iota, identificadas por la municipalidad de La Lima fueron: Planeta, Independencia, El Rosario, Nueva Jerusalén, Guaymurás, San Cristóbal y Santa Isabel (Sector 1); Rodas Alvarado y Alvares Martínez (Sector 2); Guaruma 1, Nueva Guadalupe y Monte de Simón (Sector 3). En el Departamento de Cortés, se evacuó aproximadamente el equivalente al 51% de su población y concentra al 54% de las 96.000 personas albergadas del país. Además 50% de las infraestructuras de salud y 10% de las de educación fueron afectadas en el departamento Cortés (BID y CEPAL, 2021).



Imagen 1. Efectos de los Huracanes ETA e IOTA



Imagen 2. Efectos de los Huracanes ETA e IOTA



Imagen 3. Efectos de los Huracanes ETA e IOTA

Causas de los impactos de inundaciones

La principal causa de los impactos de las inundaciones se debe a los cambios del uso del suelo en particular la expansión de la huella urbana hacia zonas con amenaza o exposición a inundaciones, sin considerar las restricciones y normativas. Además, las obras de mitigación necesarias o los sistemas de construcción adecuados siguen creando nuevas condiciones para los peligros (ver Figura 4 y 6). Evidencia de esto es que el Canal Maya, operativo desde 2005 para aliviar las crecidas del río Chamelecón que se observaron consecuencia del Huracán Mitch en 1998, mostro sus límites para controlar la crecida de las aguas y desfuegos de presas rio arriba, durante las tormentas Eta e Iota. Conjuntamente, existe una degradación de los ecosistemas (deforestación de bosques y pérdida de humedales, fauna y flora) a lo largo de toda la cuenca del Valle del Sula que acentúan los riegos ocasionados por las lluvias en épocas de invierno y durante eventos extremos.

Por otra parte, como se observó durante el huracán Mitch, las tormentas Eta e Iota y otros eventos climáticos extremos, existe una capacidad de respuesta limitada y una ausencia de sistema de alerta temprana ante los eventos adversos debido a la falta de personal, medios y equipos adecuados para hacer frente a los mismos; así como también una falta de aplicación de los PDOT definidos para una actuación en las fases anteriores y posteriores a un evento adverso. Además, dada la localización de la ciudad no se puede hacer ninguna planificación y ordenamiento territorial si no se toma en cuenta el comportamiento y dinámica del valle del río Sula (Figura 6).

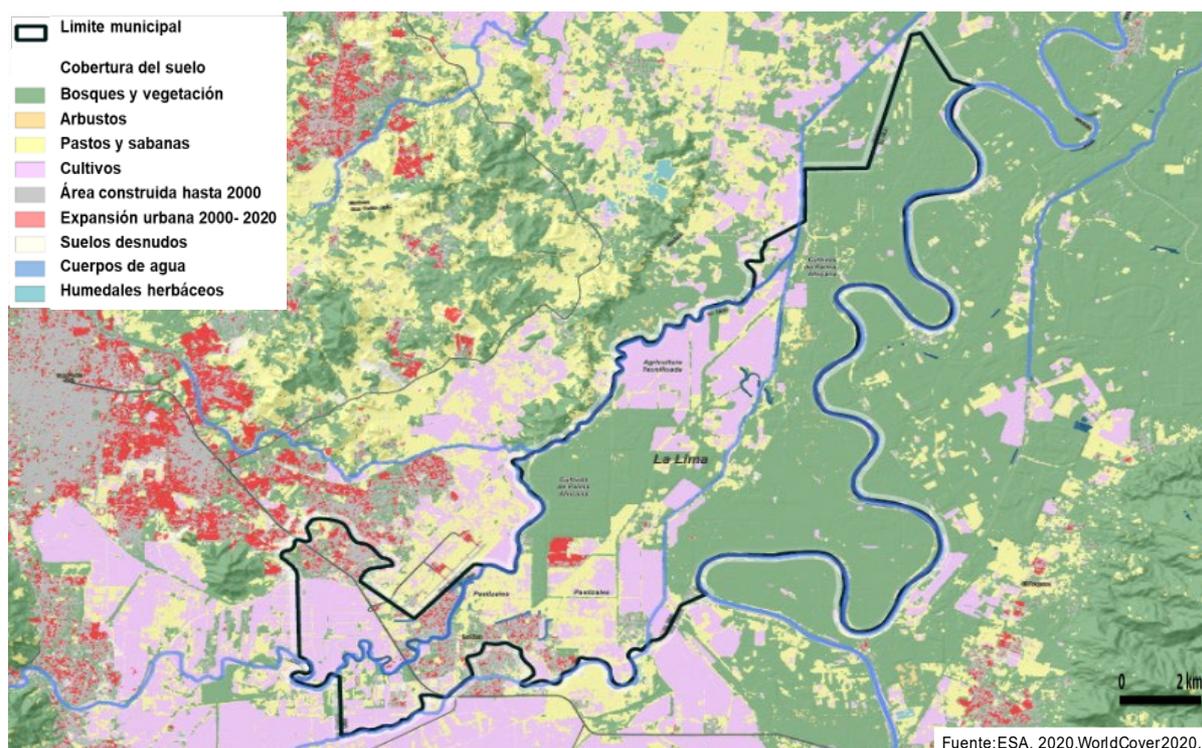


Figura. 4 Cambios del uso del suelo en La Lima y su área de influencia

Tendencias y proyecciones climáticas futuras

Las proyecciones de los impactos del cambio climático para los escenarios 2030 y 2100 muestran que existirán cambios importantes para el Departamento Cortes y las cuencas Chamelecón sobre todo en relación con las lluvias, los eventos extremos y en menor medida para las islas de calor potenciales (ver Figuras 7a y 7b para el Departamento Cortes y 8 para la cuenca del río Chamelecón):

- Precipitación: entre -3% a +5% según los 6 escenarios de RCP considerados ⁽²⁾.
- Temperatura media: aumento entre + 1 C y 2 C según los 6 escenarios de RCP considerados.
- Temperatura máxima: aumento entre + 0.2 C y 2.25 C según los 6 escenarios de RCP considerados.
- Eventos extremos: más islas de calor, más lluvias extremas o sequías extremas (entre junio y octubre), más efectos extremos por huracanes (entre agosto y noviembre) en todos los escenarios de RCP considerados.

Estos cambios, se pueden traducir en modificaciones en las inundaciones por intensas lluvias en función del comportamiento de los ríos del Valle del Sula y de los cambios en la época de lluvias. Así se pueden originar interacciones y cadenas de impactos muy complejas de diferentes factores, entre los cuales figuran: cambios en el uso de suelos, elevado escurrimiento superficial y subsuperficial y el limitado drenaje de los suelos, así como las modificaciones antropogénicas inapropiadas de las redes fluviales y sus características hidrológicas, ocasionando posibles efectos en cadena como los observados durante el huracán Mitch y las tormentas Eta e Iota.

³ Los RCP (por sus siglas en inglés) son las Trayectorias de Concentración Representativas que son trayectorias de concentración de gases de efecto invernadero (no emisiones) adoptada por el IPCC. Desde el último informe del IPCC de 2022 se utilizaron 7 trayectorias para la modelización del clima que describen diferentes futuros climáticos, todos los cuales se consideran posibles dependiendo del volumen de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos en los próximos años. Estos RCP actuales son, de mayor a menor fuerza radiativa, RCP 1.9, RCP 2.6, RCP 3.4, RCP 4.5, RCP 6, RCP 7 y RCP 8.5 (IPCC, 2014; IPCC, 2022)

Por otra parte, el incremento de las temperaturas, aunque en valores absolutos no parece muy significativo, se puede traducir en aumentos de las temperaturas medias de +1°C para el 2030, 2°C para el 2050 y hasta 4°C en el 2070 según los escenarios RCP considerados y que tiene alto nivel de certitud (ver figura 7a). En este contexto, son los días con temperaturas superiores a 35°C los que causan efectos sustanciales en el incremento de las islas de calor en las áreas urbana densas (World Bank, Climate Knowledge Portal). Por esto el incremento en la intensidad y frecuencia de eventos extremos se puede traducir en un incremento en la intensidad de lluvias extremas (ver Figura 7b) o sequias extremas y la intensidad de huracanes y tormentas tropicales categoría 4 y 5 (entre agosto y octubre). Sin embargo, a nivel de la dinámica de la anomalía mensual de precipitación anual para el periodo 1950-2100 para el departamento Cortes el nivel de incertidumbre es alto (Figura 7b).

Con este contexto de cambio climático, los principales peligros y riesgos para la ciudad de La Lima se pueden incrementar en particular a nivel de las inundaciones y de los eventos extremos. La Figura 9 muestra la posible magnitud potencial de inundación en la cuenca del Valle del Sula para el 2050 con un incremento en la probabilidad de inundaciones catastróficas como las ocurridas en 1998 y 2020. Este mapa se basa en la información sobre la inundación real consecuencia de las tormentas Eta y huracán Iota en 2020 (Copernicus EMS Risk & Recovery Mapping Technical Report; 2021) y de las proyecciones de inundación fluvial para el 2050 con una tasa de retorno de 100 años y para un escenario pesimista (RCP 8.5 sobre la base del modelo GFDL) (WRI, Aqueduct Flood Risk Tools). Es importante anotar que independientemente del escenario escogido, La Lima está bajo muy alto riesgo de inundación en la totalidad de su territorio, con cambios solamente en la profundidad de la inundación que van desde 0.25-0.50 cms. de promedio en un escenario optimista (RCP 1.9) a un promedio de 1-2.5 mts. En el escenario pesimista (RCP 8.5).

Dada la ausencia de datos actualizados confiables sobre exposición y riesgo de inundación para la ciudad de La Lima que permitan estimar los límites del riesgo sobre la base del MDT, la hidrología, el tipo y uso de suelos y flujos de ríos, se ha tomado como base para la estimación de los riesgos de inundación la delineación de áreas inundadas en 2020 y su calado en metros, calculadas sobre la base de las inundaciones consecuencia de la tormenta Eta y el huracán Iota por ESA (Copernicus EMS Risk & Recovery Mapping Technical Report; 2021).

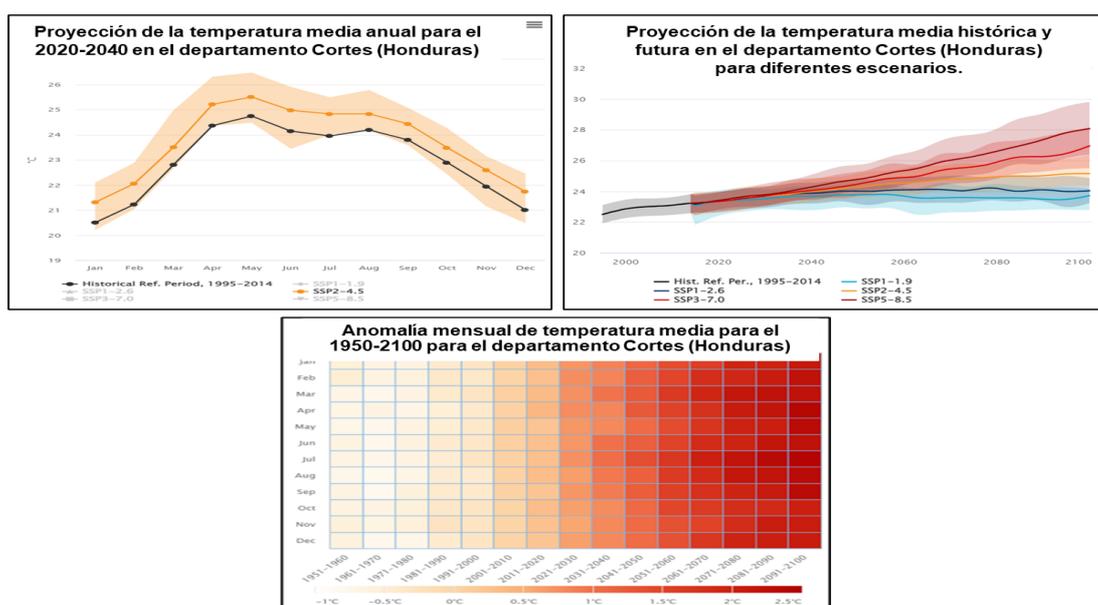


Figura 7a. Tendencias y proyecciones en la temperatura media para el periodo 2000-2100 en el departamento Cortes
Fuente: Climate Knowledge Portal

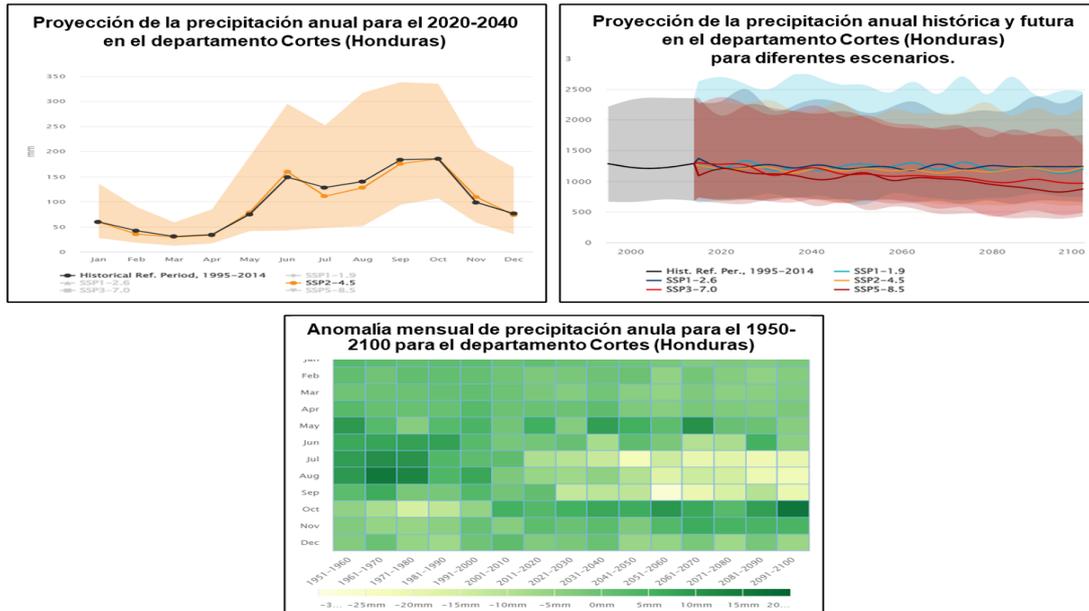
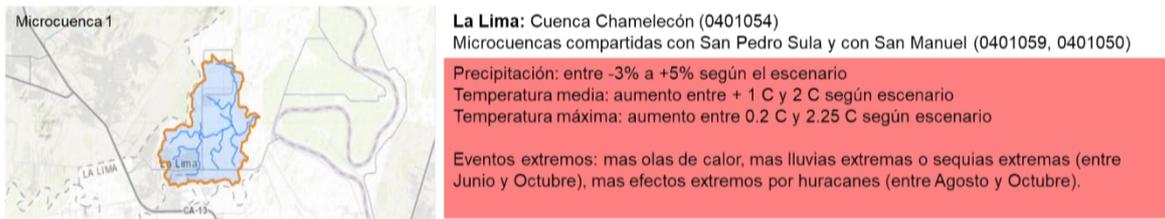


Figura 7b. Tendencias y proyecciones en la precipitación anual para el periodo 2000-2100 en el departamento Cortes
Fuente: Climate Knowledge Portal

Figura 5. Tendencias históricas y proyecciones climáticas para el periodo 2000-2100 en el Departamento de Cortes (Honduras) Fuente: Climate Knowledge Portal



	Base	2030	2050
Prec (mm)	1435		
RCP2.6		1473	1508.4
RCP4.5		1433.2	1440.1
RCP6.0		1469	1431.9
RCP8.5		1427.9	1382.3
T media (C)	27.21		
RCP2.6		28.2	28.38
RCP4.5		28.24	28.76
RCP6.0		28.2	28.68
RCP8.5		28.48	29.35
T max (C)	32.17		
RCP2.6		33.19	33.43
RCP4.5		33.26	33.83
RCP6.0		33.21	33.74
RCP8.5		33.5	34.43

Fuentes: Escenarios Cambio Climático, <https://aguadehonduras.gob.hn/>
Navarro Racines, Carlos E.; Monserrate, Fredy, 2018, "30-seconds (1 Km2) gridded Future Climate Change Scenarios for Honduras", <https://doi.org/10.7910/DVN/E3C1KB>, Harvard Dataverse, V130-seconds (1 Km2)

Figura 6. Proyecciones climáticas en la cuenca Chamelecón para el periodo 2030-2050 en relación con línea de base

En resumen, a causa de estas proyecciones climáticas futuras, se podría esperar:

- Inundaciones fluviales por desbordamiento de ríos que atraviesan la ciudad de La Lima, en época de lluvias intensas por eventos extremos, con un incremento en la profundidad de las inundaciones promedio de entre 0,25 mts. a 2.5 mts. según el escenario (Copernicus EMS Risk & Recovery Mapping Technical Report; 2021)
- Mayor riesgo de inundaciones fluviales por lluvias extremas en la cuenca del Valle del Sula.
- Incremento localizado de la posibilidad de aparición del fenómeno de islas de calor en la ciudad con efectos de mayor vulnerabilidad en grupos en riesgo (mayores, niños, enfermos).

Esto tiene importantes implicaciones en el tipo de acciones de adaptación en relación con el tipo de construcciones, sus diseños y localización para reducir los riesgos de inundación y la incidencia de las altas temperaturas.

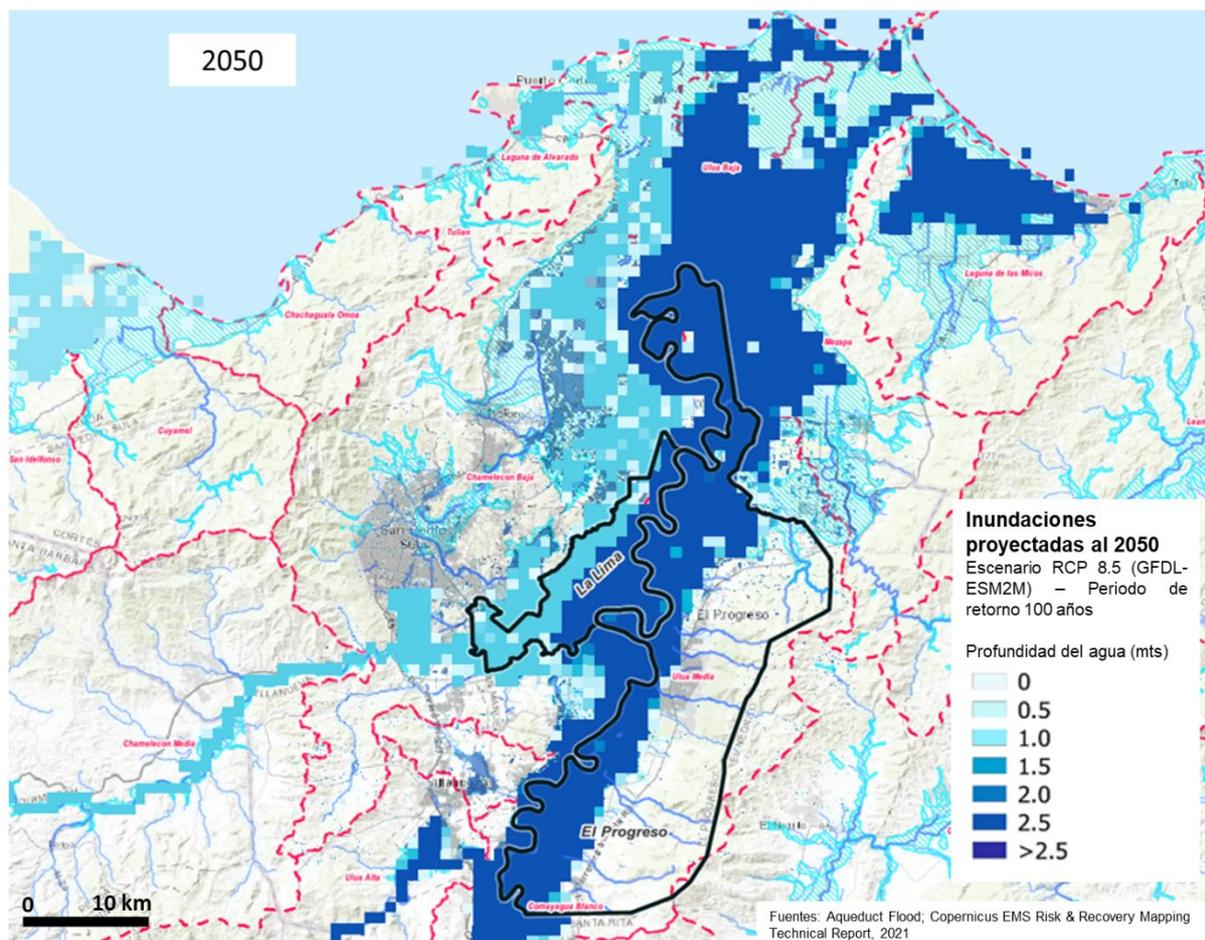


Figura 7. Potencial de inundación en la cuenca del Valle del Sula para el 2050 para un periodo de retorno de 100 años - Escenario pesimista con proyecciones del modelo GFDL - ESM2 RCP 8.5

6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGOS CLIMÁTICOS

Indicadores y métrica

En el caso de Nature4Cities los análisis de vulnerabilidad y riesgo en las ciudades son específicos al contexto socioeconómico y ambiental de cada ciudad, y en consecuencia a las causas y resultados generados por la variabilidad y cambio climático en relación con las acciones de planificación y gestión territorial local. Por esto, el uso, la incorporación y la interpretación de los indicadores debe tomar en cuenta el contexto de la ciudad y la disponibilidad de información. Se debe realizar un adecuado proceso de evaluación para la identificación de puntos críticos y la exploración de opciones de adaptación y mitigación al cambio climático, así como también en las necesidades y capacidades de los actores.

En el caso de La Lima, en función de los componentes (por ejemplo peligros, impactos, sensibilidad y capacidad de adaptación) y las variables (por ej. amenazas y exposición; ecológicos y socioeconómicos; estructurales y no estructurales) y de la información disponible y las necesidades para la planificación y ordenamiento urbano, se seleccionó un conjunto de indicadores para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgos (Figura 10).

2. Peligros		3. Impactos		4. Sensibilidad	5. Capacidad de Adaptación		6. Vulnerabilidad	7. Riesgos
a. Amenazas	b. Exposición	a. Ecológicos	b. Socio económicos	Socio económica	a. Estructural	b. No estructural		
Temperatura media (cambio)	Localización de población Localización de equipamientos - Escuelas - Hospitales - Centro de salud Localización infraestructuras - Vías - Puentes	Servicios de ecosistemas - Regulación hídrica - Regulación temperatura	Barrios afectados Servicios básicos afectados	Acceso a servicios Estructura de la población	Zonas verdes	Gestión de desastres Reubicación planificada PDOT	Población afectada Servicios de ecosistemas afectados Infraestructuras afectadas	Áreas inundadas Infraestructuras inundadas Áreas e infraestructuras afectadas por islas de calor
Temperatura de superficie (cambio)					Zonas de protección			
Precipitación anual (cambio)					Índice de vegetación normalizado (NDVI)			
Eventos extremos (lluvias, temperatura de superficie) (cambio / ocurrencia)					Reforestación			

Figura 10. Componentes, variables e indicadores para la evaluación en Nature4Cities para La Lima.

Vulnerabilidad y riesgos climáticos

En función de los peligros, los impactos y la sensibilidad socioeconómica, los principales efectos climáticos en La Lima se relacionan con la vulnerabilidad de la población, las infraestructuras y los servicios de los ecosistemas e implican riesgos en todas las áreas e infraestructuras de la ciudad principalmente por inundaciones pluviales y por desbordamiento, las lluvias intensas y los eventos extremos y en menor medida por islas de calor.

Riesgos de inundaciones fluviales y pluviales

Las inundaciones de 1998 y 2020 muestran el alto grado de vulnerabilidad y riesgo de la ciudad de La Lima a inundaciones por lluvias intensas, saturación de los suelos y desbordamiento de ríos. Como se ilustra en la Figura 11, las inundaciones máximas pronosticadas por los modelos de inundación (Copernicus EMS Risk & Recovery Mapping Technical Report. 2021), son en muchos casos, como en el caso de las tormentas Iota y Eta en 2020, similares a las áreas inundadas en la ciudad. Además, como la potencial regulación sobre franja de protección de 200 mts de lado y lado de las riberas de ríos y quebradas no está implementada en los PDOT (ver Figura 11 y 12 en particular zona amarilla), los riesgos de inundación de la zona centro y en las nuevas áreas urbanizadas es cada vez más alta (Figura 12). Como ilustran las Figuras 11 y 12 las áreas de expansión urbana (en rojo) y algunas de las infraestructuras esenciales como vías principales, puentes, escuelas y centros de salud (ilustrados por los puntos verdes en las Figuras 11, 12 y 15) están con un alto riesgo de inundación consecuencia de las lluvias intensas en el Valle del Sula y como resultado de la saturación de los suelos y el desbordamiento de ríos y quebradas dada la mala planificación y uso del suelo.

En consecuencia, toda la ciudad de La Lima está en alto riesgo de inundación, sobre todo en las áreas más densamente pobladas y las infraestructuras básicas como puentes, carreteras, centros educativos y unidades de salud. Por ejemplo, la carretera principal que comunican a La Lima con San Pedro Sula (Boulevard del Este) está en alto riesgo de inundación con impactos en cada fenómeno climático a la accesibilidad de personas y mercancías. Dada la expansión de las áreas urbanas hacia zonas con alto riesgo de inundación sin respetar un área mínima como franja de protección (establecida en muchas ciudades entre 150 y 200 metros de lado y lado de ríos y quebradas, ver Nature4Cities, 2022), las obras de mitigación tienen efectos limitados y las posibles soluciones con infraestructuras grises y verdes además de ser muy costosas y difíciles de implementar, tiene altos costos de mantenimiento para el limitado presupuesto de la ciudad. Las pocas obras de mitigación de inundaciones existentes, como el dique de contención construido en el siglo pasado por la empresa bananera Tela railroad Company en

el río Chamelecón está muy degradado y necesita de una reconstrucción, o el Canal Maya que facilita el flujo de aguas, que fue destruido por las tormentas Eta y Iota y debió que ser reconstruido así como muchas de las infraestructuras críticas, como hospitales, escuelas, centros de salud, supermercados (Figura 11) ⁴.

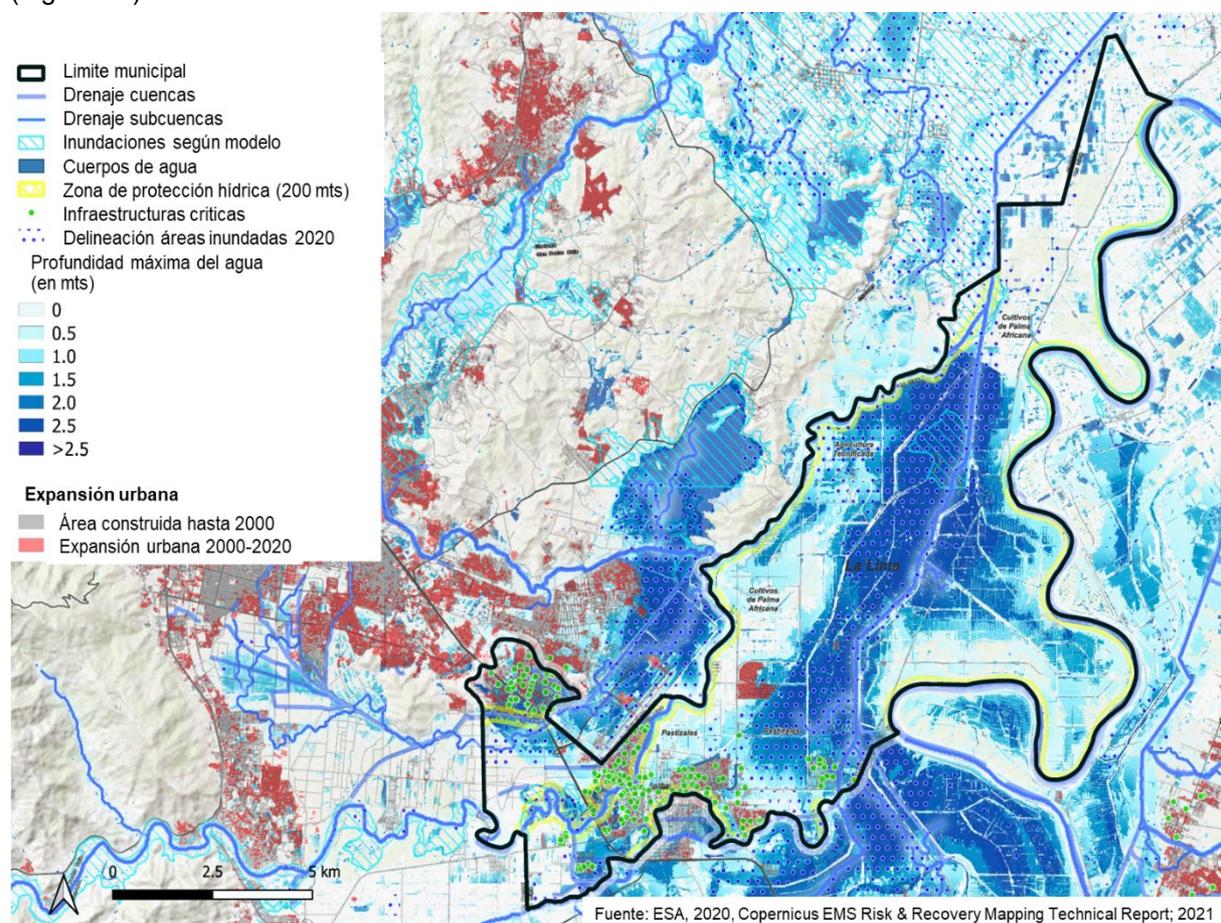


Figura 81. Inundaciones en La Lima para el periodo 2000-2020 y áreas potenciales inundables en relación con la expansión urbana y la franja de protección de ríos y quebradas.

Además, como lo indica la evidencia, existe una escasa capacidad de respuesta de la municipalidad ante los eventos adversos debido a la falta de personal, recursos presupuestarios y equipos pesados adecuados para hacer frente a los mismos; así como también una falta de planes de alerta temprana y emergencia para las fases previas y posteriores a eventos climáticos.

⁴ “a 16 meses de las inundaciones de Eta y IOTA el canal Maya necesita aun trabajos de limpieza, desazolvamiento y reforzado de bordos. Sin el mantenimiento más de 110.000 personas están en riesgo de inundación” (20/3/2022).

<https://www.laprensa.hn/honduras/canal-maya-es-vulnerable-ante-nuevas-inundaciones-ML6629871>

“para proteger a La Lima es necesario la recanalización del Canal Maya y de parte del río Chamelecón, pues han reparado los bordos pero no la caja hidráulica, lo que hace muy vulnerable estas infraestructuras básicas para la protección” (8/3/2023).

<https://www.laprensa.hn/honduras/la-lima-urgen-proyecto-recanalizacion-rio-chamelecon-CE12523607>

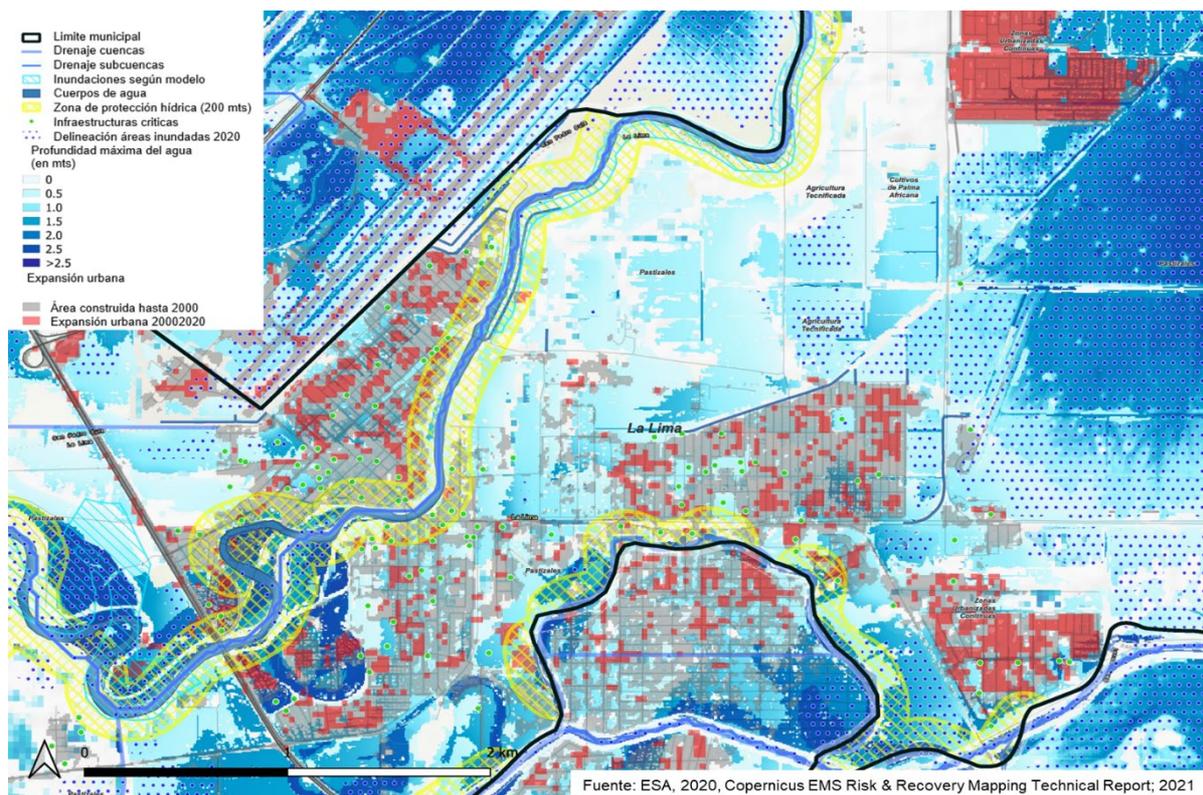


Figura 92. Inundaciones en el centro de La Lima para 2020 y potenciales en relación con la expansión urbana y la franja de protección potencial de ríos y quebradas.

Riesgo de islas de calor resultado de aumento de temperatura, sequías y limitado arbolado urbano

Es claro que el cambio de uso del suelo en las zonas urbanas, peri-urbanas y rurales de las ciudades tienen importantes impactos sobre los peligros climáticos. Es así como consecuencia de la urbanización creciente y descontrolada en La Lima, la vulnerabilidad a las islas de calor aumenta, en particular en el centro urbano y las zonas urbanas de las colonias al noreste, dada la disminución de áreas verdes que actúan como un regulador de la temperatura urbana (Figura 13). Estos fenómenos de islas de calor se incrementan con el cambio climático (aumento de la temperatura) sumado a la expansión urbana y densificación de la construcción. Como se ilustra en la Figura 13 las temperaturas en la ciudad pueden variar entre 5 a 10 grados centígrados según el tipo de cobertura del suelo y vegetal, la densidad y el tipo de construcción de las viviendas. Además, si sumamos el peligro a la sequía meteorológica, vemos que los impactos sobre la ciudad tienen como consecuencias las altas temperaturas en algunas infraestructuras básicas (hospitales, escuelas), grupos etarios (personas menores y mayores).

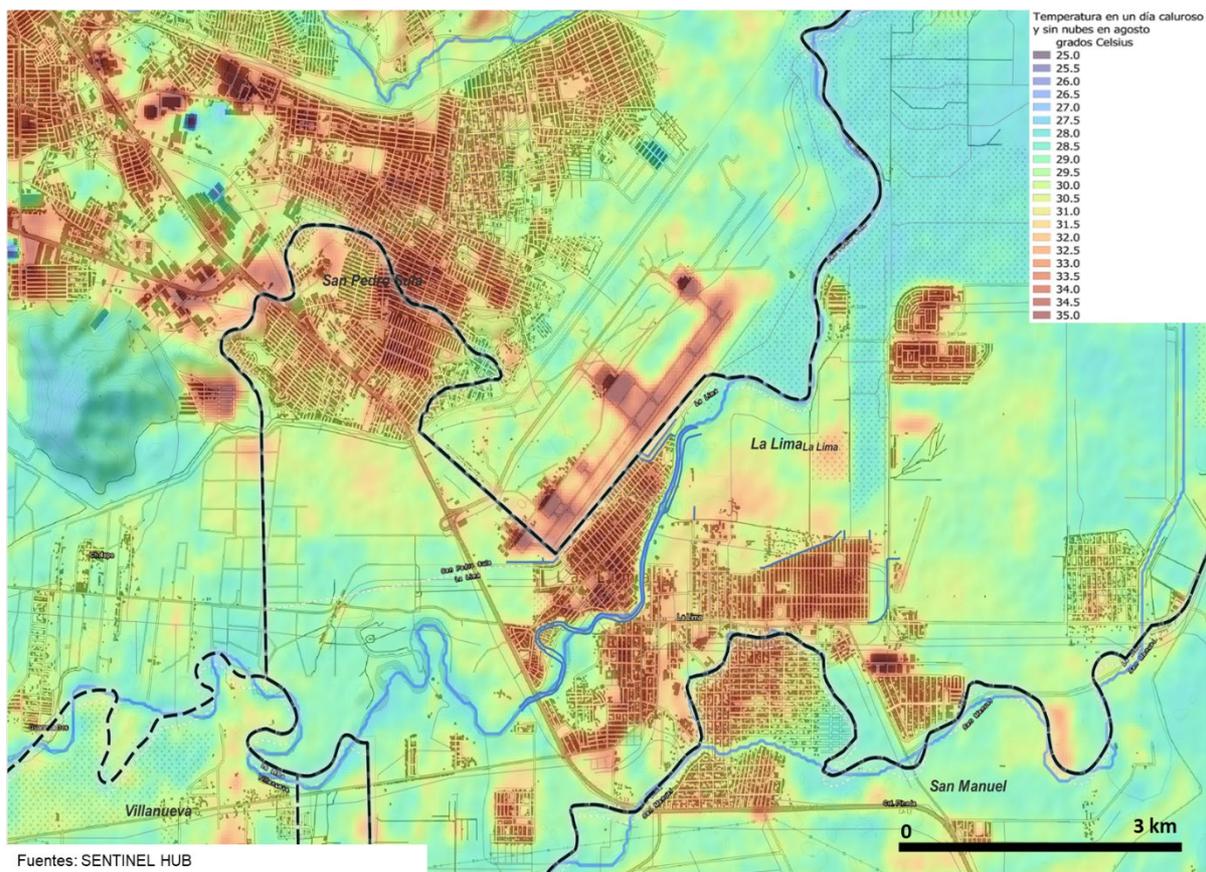


Figura 10. Islas de calor actuales en las zonas urbanas de La Lima (2022).

Riesgo de sequía

El riesgo de sequía meteorológica, por la escasez de las precipitaciones durante un período de tiempo y que varía en función de condiciones atmosféricas, es ocasional en la ciudad. En el Municipio de La Lima se identifican problemas de sequía de las fuentes locales, que la población relaciona con monocultivos. Aunque existe poca información georreferenciada sobre el tema, los actores han identificado afectaciones en barrios y colonias del centro urbano, considerando que se debe a los impactos del cambio climático combinado con las consecuencias de la siembra de palma africana, actividad productiva que consume una abundante cantidad de agua. Según COPECO (2017) se observa que el Municipio de La Lima presenta sequía de fuerte a muy fuerte en su territorio municipal, por eso sigue siendo fundamental el manejo y protección ambiental, ya que con ella se podrán planificar y gestionar proyectos a desarrollar en estas áreas. Aunque no existen datos, es necesario un análisis más detallado para determinar de qué forma la reducción de las precipitaciones promedio afecta la disponibilidad en las principales fuentes de agua que abastecen al municipio, así como las afectaciones a la agricultura.

Detección de puntos críticos a los riesgos climáticos

Los puntos críticos (hotspots) son áreas sobresalientes para las ciudades por su vulnerabilidad o alta concentración de riesgos ante los eventos relacionados con el clima. Son especialmente importantes para identificar las zonas, infraestructuras y servicios ecosistémicos que requieren de acciones de adaptación y/o la gestión de riesgos y manejo de los recursos naturales.

La Comisión Permanente de Contingencias (COPECO) (COPECO, 2017) definió para la ciudad de La Lima en su Plan Municipal de Gestión de Riesgo y Propuesta de Zonificación Territorial los sitios críticos por amenaza a inundaciones para el centro urbano, las zonas peri-urbana y la zona rural, donde

se resaltan las planicies de inundación urbanizadas, los bordes de los ríos Chamelecón y Chotepe y las zonas protegidas por bordos o diques de contención.

Servicios ecosistémicos

Toda la ciudad de La Lima está bajo algún tipo de riesgo, sobre todo inundación. Por esto uno de los puntos críticos son las riberas y bordes de ríos y quebradas que contribuyen a la regulación y soporte de los ciclos hídricos, regulando los flujos de agua y soportando la calidad de suelos evitando la erosión (ver Figura 14). Otro punto crítico es el relacionado con la provisión de materiales y alimentos pues en La Lima existen áreas dedicadas a la agricultura intensiva de banano de exportación, palma africana y caña de azúcar (85% del territorio está bajo uso de agricultura intensiva y ganadería).

Áreas urbanizadas

El área urbanizada de La Lima está en alto riesgo de inundación, existen sectores, colonias y barrios en muy alto riesgo (Figura 14 zonas en violeta punteadas). Es así como la zona norte (Sector 1), la zona sur (Sector 3) y parte del área central (Sector 2) están en zonas de muy alto riesgo de inundación, en donde a cada evento natural se repiten los impactos y daños de manera recurrente.

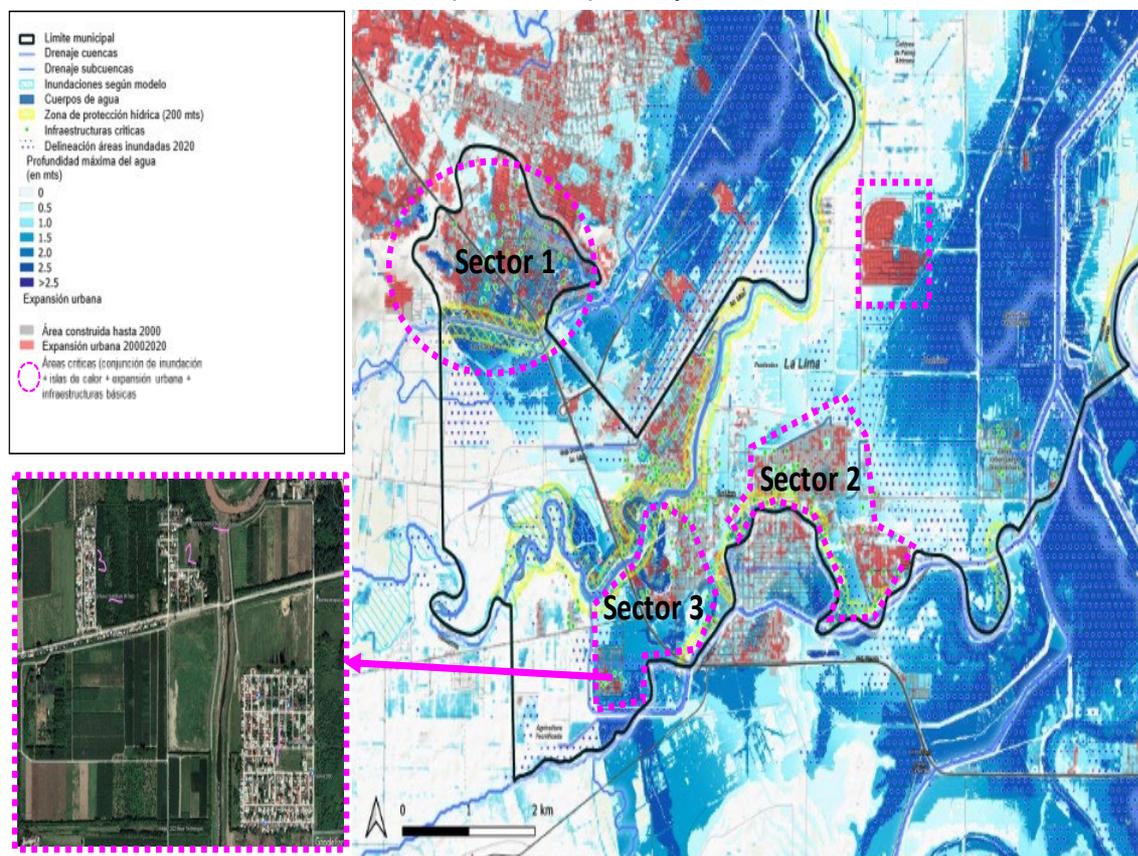


Figura 114. Puntos críticos en La Lima.

Infraestructuras

En cuanto a las infraestructuras básicas, en toda la zona urbanizada existe un alto riesgo de inundación para las carreteras y puentes (puntos amarillos rodeados de rojo en la Figura 15), escuelas, centros de salud, hospitales y Zona Industrial de Procesamiento (ZIP) (puntos verdes en la Figura 15). Los bordos y diques de contención son insuficientes, así como los canales para aliviar las inundaciones (ej. Canal Maya) que como se ha evidenciado, no reciben el mantenimiento y dragado adecuados. Por otra parte, muchas infraestructuras están localizadas y construidas sin ninguna planificación lo que incrementa el riesgo e impactos e las inundaciones (Figura 15).

Conjuntamente a las inundaciones pluviales, hay acumulación de agua en la zona urbana por la falta o deficiencia del sistema de alcantarillado y drenaje en los barrios y colonias de la ciudad. En consecuencia, resulta un problema de escorrentías y arrastre de basura, junto a desechos sólidos domiciliarios que acentúan las inundaciones y estancamiento de agua. El servicio de acueducto es asegurado mayoritariamente por agua de pozos que es bombeada para abastecer las viviendas, con impactos importantes cuando ocurren las inundaciones dada la contaminación de las aguas freáticas.

Por otra parte, muchos barrios precarios (ej. Colonia Guaruma 1; Colonia Nueva Guadalupe, Asentamiento Monte de Sion) están localizados en zonas de alto riesgo, que dadas las infraestructuras construidas sin planificación (ej. carreteras, puentes) y sin mantenimiento suficiente (canal Maya, bordos), son sujetos a inundaciones con pérdidas de viviendas, vidas y desplazamientos forzados (ej. Huracanas Mitch em 1998, Eta e Iota en 2020 y tormenta Ian en 2022). Se debe anotar una particularidad en los grupos vulnerables, relacionada con el hecho de que en muchos de los barrios precarios y vulnerables los grupos en riesgo son los adultos mayores e infantes dado que mucha de la población joven emigra en busca de trabajo.

Sector No. 1
Colonia Ciudad Planeta Colonia Independencia Colonia El Rosario Colonia Nueva Jerusalén Colonia Guaymurás Colonia San Cristóbal Colonia Santa Isabel Aplicano
Sector No. 2
Colonia Rodas Alvarado Colonia Álvarez Martínez
Sector No. 3
Colonia Guaruma 1 Colonia Nueva Guadalupe Asentamiento Humano Monte de Sion
Sector No. 4
Residencial Oro Verde

Barrios Precarios por sector (Fuente de información: Unidad de Desarrollo comunitario, alcaldía Municipal de La Lima, 2022.)

Población género y grupos sociales: No hay datos precisos para la ciudad de La Lima que permitan realizar un análisis de las vulnerabilidades y riesgos sensible al género y otros grupos sociales como ancianos e infantes. No obstante, el modelo de urbanización y crecimiento de la ciudad ha generado graves problemas de segregación social por acceso a los servicios básicos en muchos barrios de la ciudad, en particular aquellos sectores que se construyeron cerca de bordos de ríos y quebradas (ver Figura 14). Según información obtenida durante entrevistas, talleres y visitas de campo, en La Lima el

problema de la migración de la población joven y económicamente activa hacia otras ciudades o fuera del país es bastante alarmante y se pudo verificar en las visitas de campo para el taller que los comités de emergencia municipal y las actividades relacionadas a gestión de riesgos, agua y cambio climático a nivel de barrios y colonias son coordinadas por mujeres y personas de la tercera edad, habiendo muy poca presencia de personas jóvenes que pueda contribuir en estas actividades de respuesta comunitaria ante emergencias. Como consecuencia, en muchos barrios las mujeres y ancianos están no solo a cargo de comités de emergencia y de la gestión de los acueductos comunitarios si no también al cuidado de los menores y el mantenimiento de los hogares en barrios muy vulnerables a los desastres climáticos.

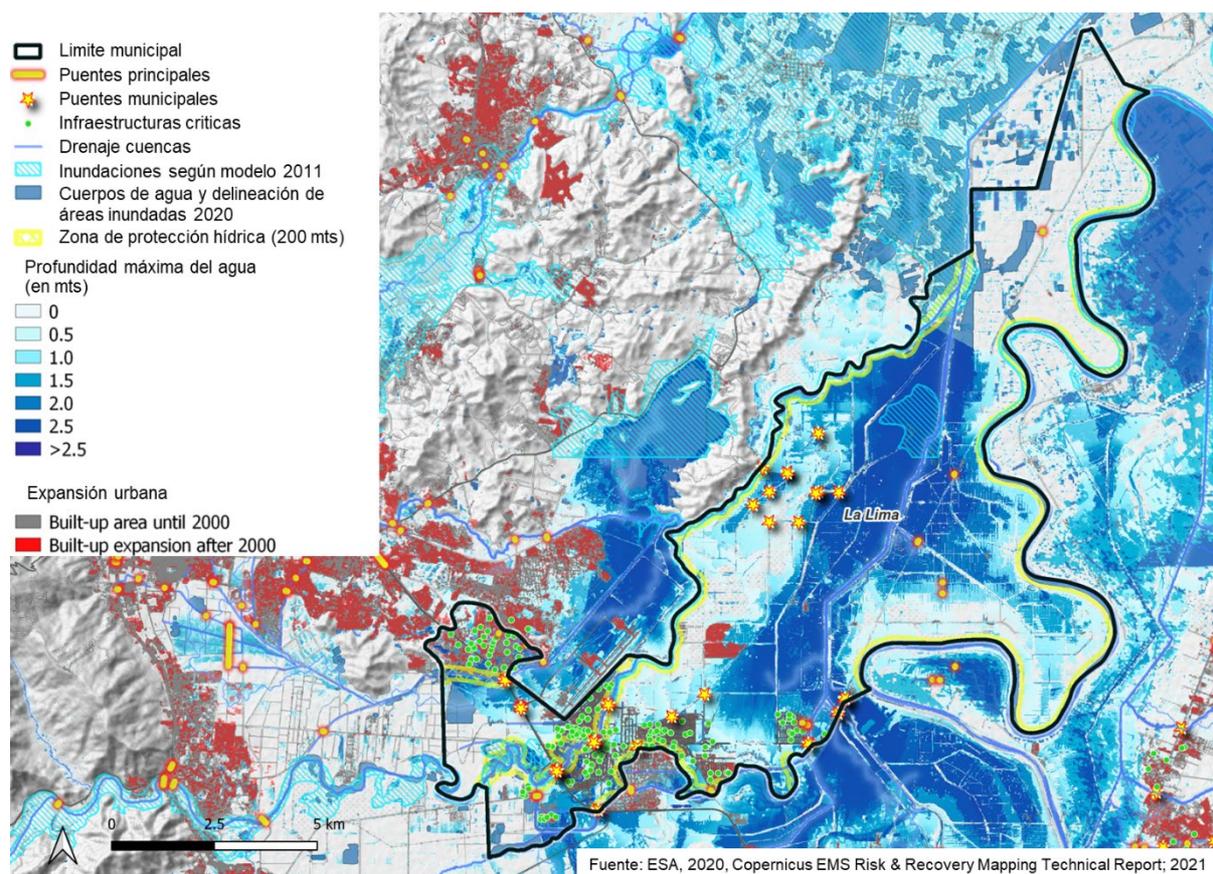


Figura 125. Infraestructuras críticas en La Lima.

A manera de resumen sobre los principales riesgos en la ciudad de La Lima, la Tabla 4 presenta los porcentajes de riesgo de inundación en función de la profundidad y según un escenario tendencial con tormenta tipo Eta/lota o un escenario pesimista (RCP 8.5) para: A. las manzanas en la ciudad; B. las infraestructuras críticas en la ciudad y C. los inmuebles en la ciudad. La Tabla 5 muestra los riesgos de inundación modelada potencial por manzanas en La Lima según un escenario tendencial (Tormenta lota) o un escenario pesimista (RCP 8.5). Estos números muestran que en la ciudad menos del 10% de sus manzanas, infraestructuras críticas e inmuebles se encuentran sin riesgo de inundación y que aun en un escenario tendencial, como lo que sucede en la actualidad, los eventos naturales que ya han afectado a la ciudad, serán de similar o mayor magnitud con el cambio climático. Estos datos dan pistas del alto nivel de riesgo a inundaciones y los tipos de impactos futuros así como la localización de las soluciones y acciones urgentes necesarias para la adaptación y la mitigación de los efectos de los crecientes fenómenos naturales.

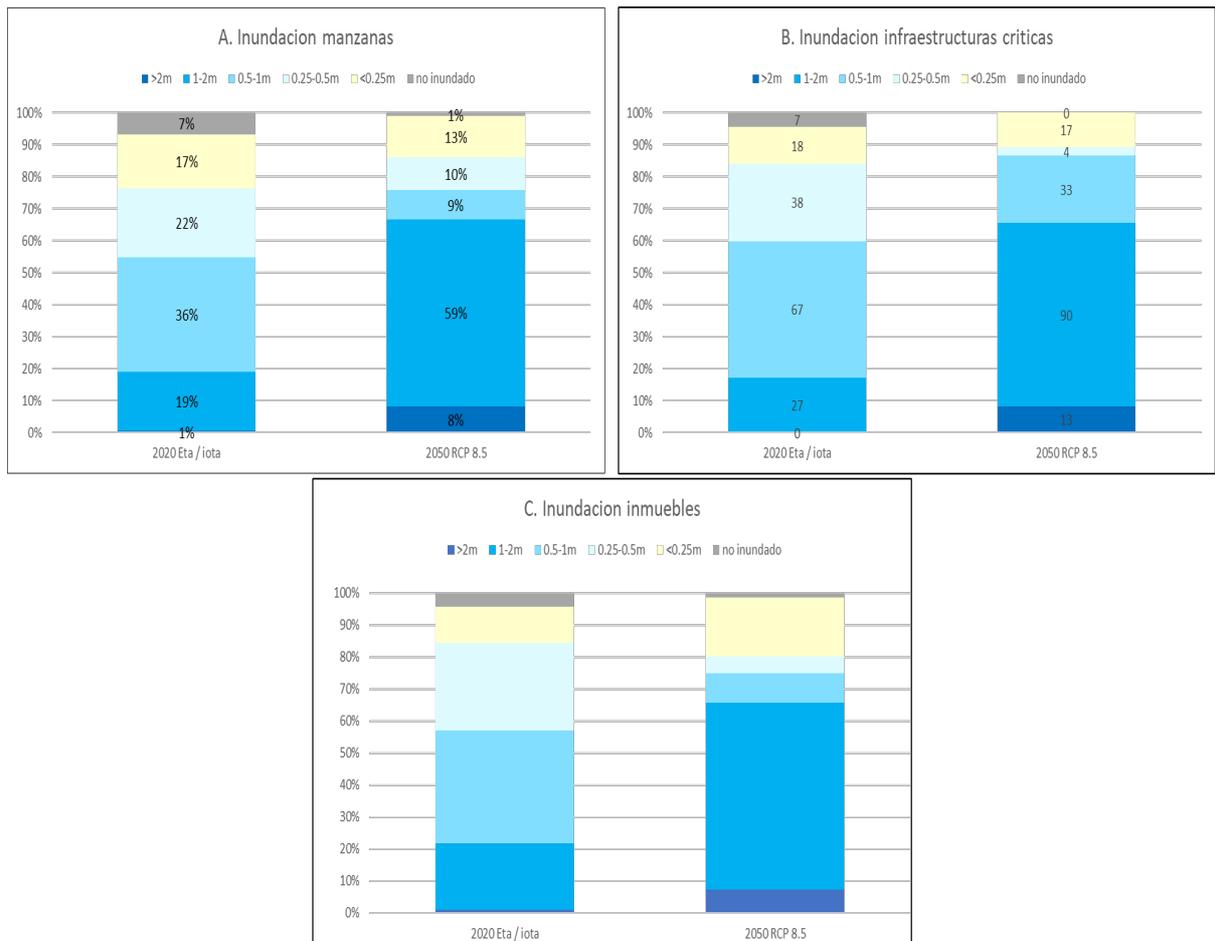


Tabla 4. Riesgos de inundación en La Lima en función de la profundidad y según un escenario tendencial (Tormenta Iota) o un escenario pesimista (RCP 8.5)

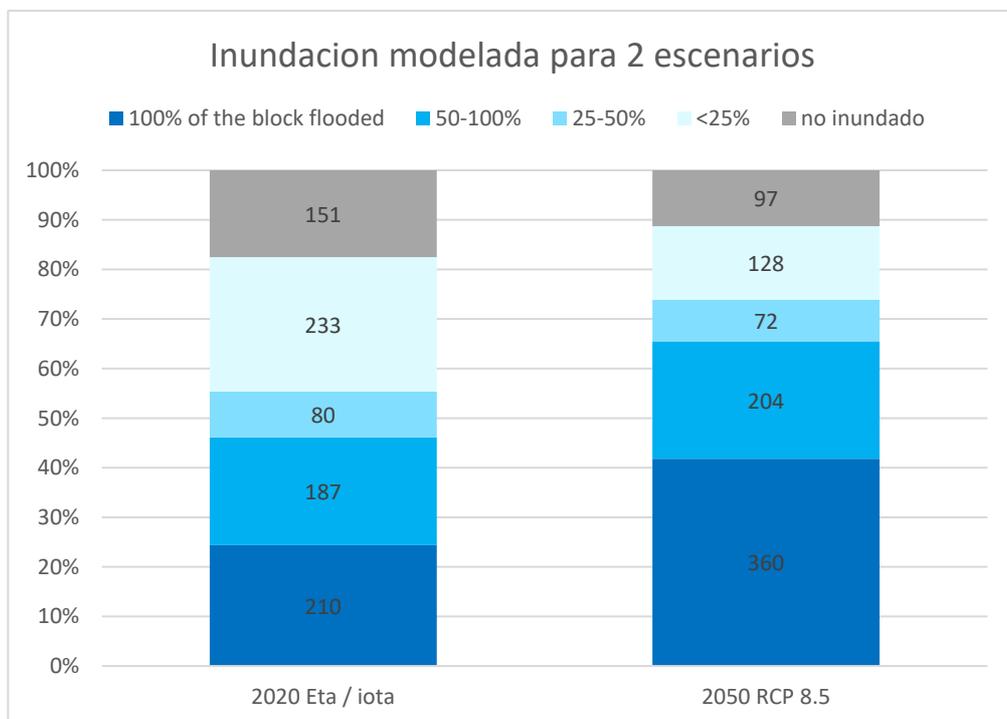


Tabla 5. Riesgos de inundación modelada en La Lima según un escenario tendencial (Tormenta Eta/Iota) o un escenario pesimista (RCP 8.5) (los números adentro de los bloques equivalen al total de manzanas inundadas).

Cascada de impactos

Las interdependencias entre las causas y consecuencias de la vulnerabilidad y riesgos en los sistemas naturales y socioeconómicos que están acoplados resultan en una serie de efectos e impactos en cascada. Los efectos combinados de estos factores que interactúan pueden afectar la capacidad de los actores, los gobiernos y los sectores público y privado para responder y adaptarse con suficiente tiempo previo a que ocurran daños generalizados irreversibles. En las áreas urbanas, la variabilidad y el cambio climático observados han causado impactos adversos en la salud humana, los medios de vida, los servicios de los ecosistemas y las infraestructuras básicas. Estos impactos en las infraestructuras urbanas, incluidos los sistemas de transporte, de distribución de agua, de saneamiento y energía, que se ven comprometidas por eventos extremos y de evolución lenta, con las consiguientes pérdidas económicas, interrupciones de los servicios e impactos diferenciales negativos, generan una serie o cascada de impactos adversos que en general se concentran entre los residentes urbanos económica y socialmente más marginados (IPCC, 2023).

Dada la ubicación de la ciudad en la cuenca del Valle del Sula y la mala planificación y ausencia de infraestructuras adecuadas no debe sorprender los recurrentes impactos de las inundaciones. Estos impactos debidos a la variabilidad y el cambio climático, además de ser complejos pueden tener efectos sinérgicos y en cascada. Por esto es muy importante analizar las posibles cascadas de impactos climáticos en relación con las infraestructuras (sociales, hidráulicas y sanitarias). Como ilustra la Figura 16, en el caso de La Lima la combinación de los efectos del cambio climático (más eventos extremos y más intensidad) adicionados a los efectos de la urbanización y el cambio en el uso de suelos pueden tener importantes impactos en cascada. Es así como por ejemplo que en las colonias más vulnerables (Nueva Jerusalén, Guaymuras, Rodas Alvarado, Alvares Martinez, Guaruma 1, Nueva Guadalupe y Monte de Sion), a los riesgos de inundación por su localización, se adicionan la degradación de bordos y canales y la construcción de infraestructuras viales que bloquean la evacuación de aguas, que unido a la ausencia de alcantarillado y de sistemas de evacuación de aguas de lluvia y otros desechos, crea una cadena de impactos que afecta a la ciudad de manera recurrente con cada evento extremo.

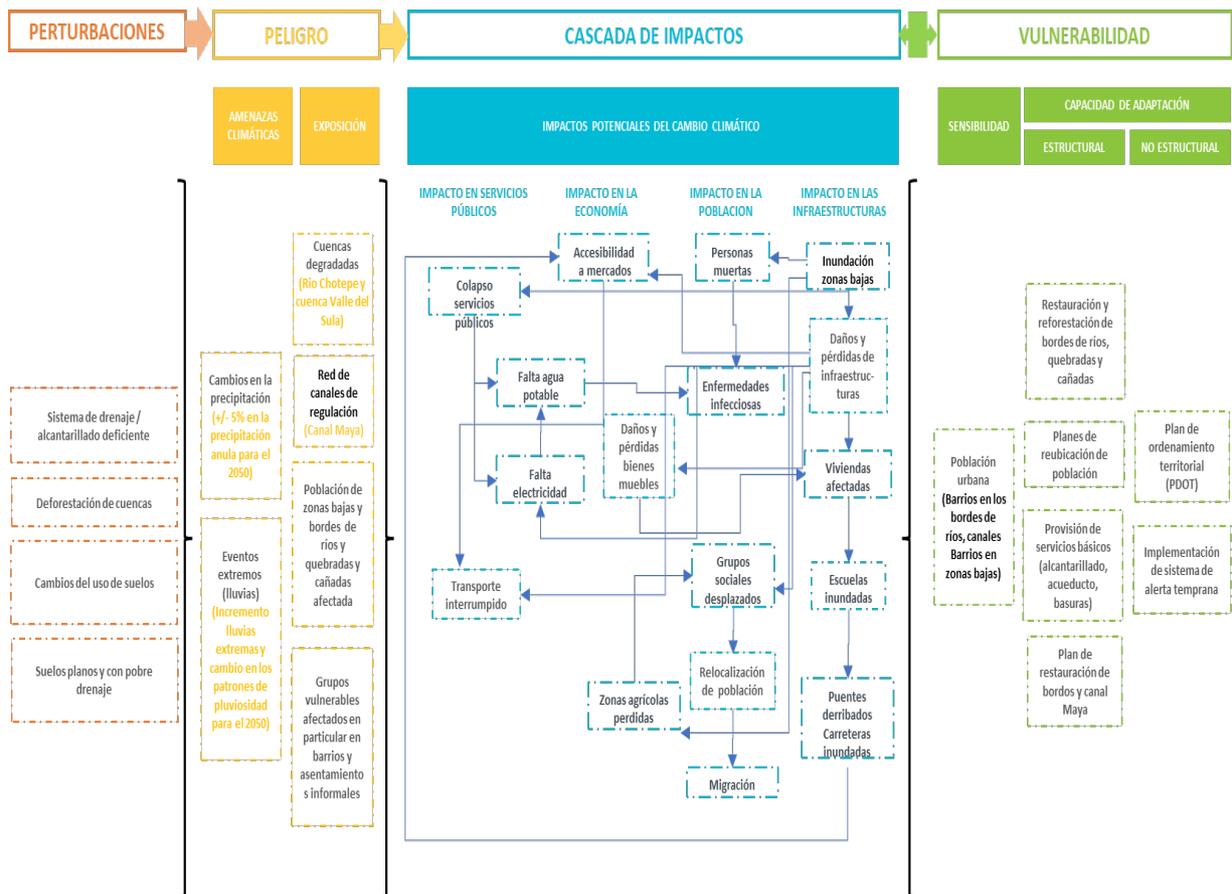


Figura 136. Cascada de impactos climáticos por inundaciones en La Lima

7. USO DEL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD Y RIESGOS CLIMÁTICOS EN LA PLANIFICACIÓN URBANA DE LA LIMA

Aunque existen muchos datos sobre los riesgos, la vulnerabilidad y los impactos frente a la variabilidad del clima, el cambio climático y los eventos naturales, es necesario facilitar el acceso a los datos para su integración y uso en los procesos de planificación urbana. De esta manera se pueden transformar los conocimientos en acciones para construir resiliencia y mejorar la adaptación frente a los riesgos en zonas urbanas y periurbanas de las ciudades.

Abordar el desafío de la adaptación en las ciudades requiere equilibrar objetivos múltiples, a menudo conflictivos y específicos al contexto local. La participación de todos los actores es primordial para lograr una planificación urbana eficiente, creíble y transparente que facilite la adaptación a los cambios, incluidos la renovación de las ciudades y la reducción de los riesgos ante los desastres naturales. En consecuencia, el proceso para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgos debe incluir varias etapas de consulta, intercambio, validación y co-construcción con los actores.

Para el proceso de consulta con los actores, es necesario identificar las problemáticas (incluidas las causas y consecuencias), búsqueda de datos y producción de información pertinente (incluidos datos ambientales, sociales y económicos, así como indicadores proxies en caso de ausencia de información), proceder a la validación de resultados y a la integración para una exploración de las opciones de adaptación en las ciudades en el contexto de la planificación urbana y de otros procesos en curso.

Sin embargo, algunos enfoques necesarios, como el enfoque de género, muchas veces, encuentran limitaciones en su uso real y la incidencia en la planificación urbana dada la escasez de datos e información pertinente. Por esto, es recomendable avanzar en los métodos para desagregar más información de género y grupos vulnerables o el uso de indicadores proxis para poder pasar de análisis cualitativos a análisis cuantitativos y espacialmente explícitos que permitan conocer y localizar el dónde, el quien y el cuándo.

Por esto es de gran utilidad en el proceso de planificación urbana facilitar y apoyar la exploración de opciones de adaptación y mitigación al cambio climático. Esto implica integrar en la exploración de opciones las SbN para la adaptación y mitigación, así como las sinergias y co-beneficios con opciones de basadas en infraestructuras grises más tradicionales y las medidas no estructurales como la legislación, los instrumentos urbanísticos y las políticas públicas para así incidir en los procesos de toma de decisiones de las ciudades.

Esto implica que la exploración de posibilidades para el diseño de opciones de adaptación incluye la realización de talleres participativos, en donde los análisis de la vulnerabilidad y riesgos climáticos son insumos esenciales. Además, los talleres de exploración permiten validar los resultados de los análisis en función a las necesidades y contextos de los actores. Esta búsqueda, sienta las bases para validar la implementación de las acciones de adaptación en el corto, mediano y largo plazo. De esta forma se integran las evaluaciones en la planificación urbana, sumando las perspectivas y las formas de accionar de todos los actores en la ciudad. Esto, además, facilita la integración con otras iniciativas en curso con el fin de obtener los máximos co-beneficios y sinergias en el desarrollo de un portafolio de acciones de adaptación.

En el caso de La Lima, dada su ubicación y la naturaleza de los problemas que enfrenta, el uso de la evaluación para explorar e identificar las soluciones a la vulnerabilidad y riesgos climáticos pasa necesariamente por una integración de estrategias y acciones a escala de la ciudad y a escala de la gran cuenca del Valle del Sula, como lo ilustran las conclusiones del taller de validación:

La Lima	Valle de Sula
Fomentar la construcción sobre pilotes, fortalecer y en algunos casos proveer de alumbrado eléctrico a barrios y colonias, mejorar sistema de recolección de basura y fomentar el reciclaje.	Reforestar las cuencas de otros municipios que bañan los ríos Chamelecón y Ulua.
Mejoramiento de bordos, cunetas, alcantarillado.	Crear sistemas de contención de aguas con soluciones mixtas (arborización y Lagunas de infiltración)
Implementación de sistemas de captación de aguas lluvias en escuelas y casas en zonas urbanas	Crear barreras y zanjas de infiltración en zonas periurbanas.
Obras de protección a los márgenes de río Chamelecón y ulua para evitar problemas de inundación por lluvias intensas. (pluviales). Colaboración Municipalidad-Empresa Privada.	Creación de barreras vivas de protección ante inundaciones pluviales (arborización al margen de ríos)
Mejorar y proveer de sistema de agua Potable en barrios y colonias.	Fomentar, promover y apoyar la Agricultura sostenible para evitar la deforestación en zonas periurbanas y cuenca.
Pavimento verde y arborización en Parques- con apoyo de empresa privada, ONG,s, instituciones varias	Crear mancomunidades para la solución de problemas comunes en los municipios.
Creación y adecuado mantenimiento de huertos comunitarios, arborización y mantenimiento de vegetación en áreas urbanas.	Implementar en las municipalidades proyectos de viveros municipales, crear campañas de reforestación en colegios, escuelas y universidades.

Promover Medidas no estructurales de educación en escuelas y colegios con apoyo de la academia.	Impulsar la economía circular y reciclamiento.
No se toma en cuenta el arbolado urbano en los instrumentos de planificación territorial.	Mapear empresas que se dedican a la tala ilegal y proponer sanciones más fuertes.
Buscar alternativas de arborización para afirmar diques y bordos y evitar la erosión.	Aprovechamiento de canales para cultivos sostenibles.
Creación de barreras vivas de protección ante inundaciones pluviales (arborización al margen de ríos y quebradas)	Fomentar el pago de impuestos de los ciudadanos para la inversión en obras en los municipios.
Mayor fuerza en la aplicación de restricciones en construcciones.	

Por esto, las soluciones, incluyendo infraestructuras grises y verdes que se priorizan tendrán efectos limitados para mitigar y adaptarse a los efectos de los desastres naturales y del cambio climático sino se toma en cuenta el manejo integral y el escalonamiento de las acciones a nivel de la cuenca del Valle del Sula y sus tributarios. Así por ejemplo una de las soluciones para resolver las inundaciones recurrentes de los ríos Chamelecón y Ulúa es la construcción de las presas Llanitos y Jicatuyo (rio arriba del rio Ulua en el Departamento de Santa Barbara) programadas en 2009 y adjudicada pero nunca construidas.

Es necesario un análisis de manera integral a escala de la cuenca y en función de los riesgos y peligros para evaluar así los posibles impactos beneficios, los costos y (co)beneficios. Por esto, en el caso de La Lima, el proceso de evaluación de vulnerabilidad y riesgos debe tomar cuidadosamente en cuenta la información y capacidades disponibles, puesto que en muchos casos se subestima o sobreestima las problemáticas de la ciudad (ver Figuras 10 y 13 sobre los riesgos reales y estimados para las inundaciones). Por esto es importante el proceso de consulta, intercambio y validación con los actores (ver Anexo 2).

A manera de conclusión, los resultados de este análisis permiten ver que la ciudad en un contexto de cambio climático seguirá siendo muy vulnerable a las inundaciones. Es así como en la actualidad un 78% de las manzanas y un 82% de los inmuebles sufrieron las inundaciones de Eta e Iota. Para un futuro con cambio climático, bajo un escenario pesimista (RCP 8.5 para el 2050) el 86% de las manzanas y el 82% de los inmuebles están en riesgo de inundación. Sin embargo, si se toma en cuenta periodos de retorno de 25 años (22 años entre Fifi y Mitch y 24 años entre Mitch y Eta/Iota) un 90% de las manzanas están en riesgo de inundación. La evidencia presente demuestra el alto riesgo que corre la ciudad en el futuro dentro de un contexto de la incorrecta planificación territorial y el mal manejo de las cuencas que se han realizado, sin cambios sustanciales en las acciones y políticas de ordenamiento territorial, las acciones de respuesta a emergencias y de gestión de desastres seguirán siendo la constante en el municipio.

8. REFERENCIAS

1. BID y CEPAL. 2021. Evaluación de los efectos e impactos de la tormenta tropical Eta y el huracán Iota en Honduras. Banco Interamericano de Desarrollo, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Nota técnica del BID.

2. COPECO. 2017. Plan Municipal de Gestión de Riesgo y Propuesta de Zonificación Territorial Municipio de La Lima, Departamento de Cortes.

3. Copernicus EMS Risk & Recovery Mapping Technical Report. 2021. EMSN084: ETA and IOTA hurricanes effects in Honduras.

4. ESA. 2020. World Cover 2020, consultado Julio y Agosto, 2022, <https://worldcover2020.esa.int/>

5. GIZ-EURAC-UNU. 2018. El Libro de la Vulnerabilidad: Concepto y lineamientos para la evaluación estandarizada de la vulnerabilidad. Autores: Kerstin Fritzsche, Stefan Schneiderbauer, Philip Bubeck, Stefan Kienberger, Mareike Buth, Marc Zebisch y Walter Kahlenborn.

6. IPCC. 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

7. IPCC. 2022. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp.5. IPCC, 2014

8. IPCC. 2023. SYNTHESIS REPORT OF THE IPCC SIXTH ASSESSMENT REPORT (AR6): Summary for Policymakers.

Acceso el 21/3/2023 https://report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf

9. Perfil Municipal, Índice de Municipal Desarrollo: La Lima, Cortés. 2022. Secretaria de Estado en los despachos de Gobernación, Justicia y Descentralización.

10. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA XVII CENSO DE POBLACIÓN Y DE VIVIENDA 2013, XVII Censo de Población y de Vivienda 2013 Tomo 291 Municipio de La Lima 18-04, Departamento de Cortes. Características Generales de la Población y las Viviendas.

11. WRI, Aqueduct Flood Risk tool, <https://www.wri.org/applications/aqueduct/water-risk-atlas/>
Consultado: 9/9/2022

12. Nature4Cities. 2022. Van Eupen M., M. Winograd, K. Rivero. **Análisis de vulnerabilidad y riesgos climáticos para la ciudad de Santiago de los Caballeros,** Informe de país: República Dominicana.

ANEXO 1. HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN LA EVALUACIÓN DE RIESGOS Y VULNERABILIDAD

Las siguientes herramientas se dan como ejemplos de las que se pueden utilizar para las evaluaciones. Aunque la lista no es exhaustiva y no todas las herramientas citadas se utilizaron en el presente estudio, se trata de ilustrar su uso para determinar el alcance de la evaluación, identificar y trabajar con los actores, seleccionar datos y co-crear información, analizar y validar para crear capacidades y conocer las escalas de recursos naturales y niveles de decisión a ser considerados y definir y priorizar puntos, áreas y grupos críticos para la acción.

Herramienta	Se usa para	Etapas
Entrevistas o grupos focales	Entrevistas guiadas a grupos seleccionados de actores para identificar, conocer y evaluar la condición y usos de los servicios de ecosistemas y de las actividades relacionadas con los medios de vida.	1 2
SIG participativos	Utilización de sistema de información geográficos con los actores para identificar relaciones críticas, localizar regiones claves e identificar poblaciones objetivo. Evaluación de tendencias en uso, degradación, conservación, mejora de ecosistemas y servicios de ecosistemas, con relación a los medios de vida.	1 2 3
Mapeo de actores	Se usa para definir con los actores el contexto institucional, político, social-económico y ambiental para conocer dónde están los problemas y quienes están siendo afectados, colaborando con los objetivos del proyecto y formando parte de las decisiones de planificación	1 2
Flujo de relaciones	Ubicación espacial de los actores para determinar dónde se localizan y concentran las diferentes relaciones entre ellos y sus efectos sobre la toma de decisiones.	1 2 3
Entrevistas	Entrevistas guiadas a grupos seleccionados de actores para identificar problemáticas, analizar opciones y evaluar alternativas. Por medio de las entrevistas se busca identificar opciones y alternativas de adaptación en conjunto con los actores.	1 2
Juicio de expertos	Evaluación técnica en el terreno y en talleres acerca de problemáticas específicas para la construcción de matrices de conocimiento y análisis de temas específicos.	1 2 3
Indicadores	Compilación de datos y conocimientos organizados en un marco que permite construir información a diferentes niveles de decisión y de escalas de riesgo. Utilizada para evaluar y monitorear con relación a impactos, límites y objetivos las acciones, estrategias y políticas de mitigación y de adaptación.	1 2 3
Cartografía cognitiva	Cartografía y mapeo en base a los conocimientos de los actores.	1 2 3
Construcción y/o uso de escenarios	Evaluación de las implicaciones de los riesgos, las opciones y las alternativas a través de la variación de valores e impactos claves.	1 2
Análisis costo-beneficio	Es la valoración de los beneficios, los costos y los impactos, definidos de la siguiente manera: <u>Beneficios</u> : son las ventajas o los efectos positivos de las SbN. <u>Costos</u> : son los recursos requeridos para aplicar las SbN y las desventajas o los efectos negativos causados por estas. <u>Impactos</u> : son los efectos o cambios en situaciones o circunstancias que se producen como consecuencia de la adopción de las SbN. La valoración no abarca únicamente mediciones monetarias, sino también la evaluación no monetaria.	3
Análisis multicriterio	Método de evaluación para priorizar de manera cualitativa un conjunto de medidas. Este tipo de análisis permitirá seleccionar medidas en función de criterios y pesos definidos por los actores involucrados.	3
Lluvia de ideas	Intercambio de conocimientos y percepciones para identificar necesidades y opciones con el fin de ayudar a la construcción de información sobre problemas, causas, consecuencias y soluciones.	1 2 3

ANEXO 2. IDENTIFICACIÓN DE CONSECUENCIAS DE RIESGOS CLIMÁTICOS POR PARTE DE EXPERTOS LOCALES CONSULTADOS EN LA CIUDAD DE LA LIMA.

Impacto del CC	Resumen de datos y análisis con expertos locales
Sequías	<ul style="list-style-type: none"> • En La Lima, el 100% del agua que se consume es extraída por pozos de bombeo eléctrico, lo que genera gastos millonarios por energía eléctrica. • Se estima que el alto consumo de agua por parte de la población es superior a la capacidad de abasto de la red hidráulica. • No existe tradición de construcción de sistemas de recolección de agua de lluvia. • Se han identificado afectaciones por falta de suministro en barrios y colonias del centro urbano, considerando que se debe a los impactos del cambio climático combinado con las consecuencias de la siembra de palma africana, actividad productiva que consume una abundante cantidad de agua.
Lluvias intensas e inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Además de las Riveras de los ríos que atraviesan la ciudad, hay zonas que se inundan por precipitaciones al producirse lluvias intensas, debido a problemas de drenaje. • Resulta un problema las escorrentías y el arrastre de basura, junto a desechos sólidos domiciliarios. • Acumulación de agua en la zona urbana por la falta o deficiencia del sistema de alcantarillado y drenaje en algunos barrios de la ciudad. • El alcantarillado presente en la ciudad es insuficiente o requiere de mejoras. • Muchos barrios y colonias en la ciudad son impactado por inundaciones de crecida de los ríos, en este sentido, la municipalidad con apoyo del gobierno central ha realizado trabajos de mejoras y dragados en algunas de las zonas donde la población es más vulnerable. • Según datos obtenidos durante entrevistas, talleres y visitas de campo, el problema de la migración de la población joven y económicamente activa hacia otras ciudades o fuera del país es bastante alarmante, se ha podido verificar en las visitas de campo que los comités de emergencia municipal y las actividades relacionadas a gestión de riesgos, agua y cambio climático a nivel de barrios y colonias son coordinadas por mujeres y personas de la tercera edad, habiendo muy poca presencia de personas jóvenes que pueda aportar en estos temas y en temas de respuesta comunitaria ante emergencias.

Islas de calor

- Proponer soluciones que permitan modificar la imagen de la ciudad: uso de macetas y jardineras grandes, jardines verticales, plantas que brinden diseños paisajísticos adecuados. No existe tradición en tal sentido.
- Se hace necesario crear cultura sobre “verde urbano” para implementar SbNs, así como también es necesario introducir huertos colectivos, fomentar barreras forestales, protección a los márgenes de los ríos etc.
- Mejorar la selección de las especies a plantar en cuanto a altura, tipos requeridos y disponibilidad de estas.
- Debe elevarse la capacidad de producción de los viveros forestales ya que hay una falta de condiciones técnicas necesarias para la sostenibilidad de los viveros en términos de cultivo y riego.
- Realizar talleres con la población por localidades para impulsar el tema.
- Vincular el sector académico por medio de tesis de grado que involucren este tema en el desarrollo urbano de la ciudad.
- Crear campañas educativas para incrementar y mantener el arbolado y jardines en plazas de la ciudad e impulsar la agricultura urbana.
- Promover mantenimiento y restauración de los parques existentes.
- Cumplir con las normas de ocupación del suelo en las zonas de nueva urbanización y controlar la sustitución del verde diseñado por la invasión de viviendas u otros usos no compatibles.
- Fortalecer y actualizar Planes existentes para la recuperación de Áreas Verdes.
- Capacitación y divulgación de acciones para todos los actores de la sociedad y por diversos medios.
- Se requiere realizar el mantenimiento de espacios verdes con mayor regularidad, por lo que se propone vincular al sector privado en esta actividad.