Análisis de vulnerabilidad y riesgo climático para Santo Domingo

Informe de país: Ecuador
Autores: Michiel van Eupen, Manuel Winograd
Revisión: Ophelie Drouault, María Paula Vizcardo, Lili Ilieva

LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

CONGOPE	Consorcio De Gobiernos Autónomos Provinciales Del Ecuador
FVC	Fonde Verde para el Clima
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
PNUMA	Programa de las Naciones para el Medio Ambiente
PUGS	Plan de Uso y Gestión del Suelo
SbN	Soluciones Basadas en la Naturaleza

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Etapas y productos de la evaluación en Nature4Cities para Santo Domingo....36
Figura 2. Inventario de datos para la evaluación de vulnerabilidad en Santo Domingo 37
Figura 3. Expansión urbana de Santo Domingo....39
Figura 4. Nivel socioeconómico de Santo Domingo 40
Figura 5. Principales actores identificados y nivel de requerimiento para la planificación y la gestión de riesgos en Santo Domingo....43
Figura 6. Uso del suelo en Santo Domingo y su área de influencia....44
Figura 7. Cambios del uso del suelo en el cantón de Santo Domingo....45
Figura 8. Distribución de los servicios de los ecosistemas....46
Figura 9. Dinámica del crecimiento de la ciudad y terrenos vacantes (Fuente: PUGS, 2021) 48
Figura 10. Uso del suelo en la microcuenca el rio Lelia y su área de influencia (Fuentes: PUGS, 2021; PDOT, 2020) 49
Figura 11. Tendencias en la precipitación anual para el periodo 2000-2100 en la Provincia de Santo Domingo (Ecuador). 50
Figura 12. Tendencias en la temperatura anual para el periodo 2000-2100 en la Provincia de Santo Domingo (Ecuador). 51
Figura 13. Cambios en las islas de calor en función de diferentes escenarios de incremento de temperatura media para el periodo 2030-2050 para la ciudad de Santo Domingo....53
Figura 14. Riesgo de inundación por nivel socioeconómico en los barrios y asentamientos de hecho en Santo Domingo 54
Figura 15. Riesgo de deslizamientos y áreas verdes y de protección en los barrios de Santo Domingo 55
Figura 16. Detalle de zona de riesgo de deslizamientos y áreas verdes y de protección en los barrios de Santo Domingo 55
Figura 17. Riesgo de deslizamientos por nivel socioeconómico en los barrios y asentamientos de hecho en Santo....56
Figura 18. Temperatura de superficie para 2020 en los barrios de Santo Domingo....57
Figura 19. Detalle de temperatura de superficie para 2020 en los barrios y zonas verdes y de protección de Santo Domingo 57
Figura 20. Índice de vegetación normalizado (NDVI) por barrios en el área urbana de Santo Domingo 59
Figura 21. Detalle del Índice de vegetación normalizado (NDVI) por manzanas en el área urbana de Santo Domingo 59
Figura 22. Índice de vegetación normalizado (NDVI) por manzanas, área construida y principales sejes viales que estructuran la ciudad de Santo Domingo 60
Figura 23. Detalle de localización de equipamientos básicos en función del riesgo de deslizamientos en la ciudad de Santo Domingo....61
Figura 24. Detalle de localización de asentamientos de hecho y nivel socioeconómico en función del riesgo de deslizamientos en la ciudad de Santo Domingo (Fuente: PUGS 2021)....62
Figura 25. Asentamientos Humanos de Hecho en Santo Domingo....63

Figura 26. Distribución de los asentamientos humanos de hecho en el territorio 64
Figura 27. Cascada de impactos por inundaciones y deslizamientos en la ciudad y el cantón de Santo Domingo 65

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Componentes para la evaluación 38
Tabla 2. Población urbana y rural de Santo Domingo 39
Tabla 3. Población de género por área urbana y rural 40

ÍNDICE

LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS 31
LISTADO DE FIGURAS 31
LISTADO DE TABLAS 32
ÍNDICE 32
1. INTRODUCCIÓN 33
2. OBJETIVO 34
3. METODOLOGÍA 34
4. CONTEXTO DEL MUNICIPIO Y DEL CANTON DE SANTO DOMINGO 38
Condición Socioeconómica de Santo Domingo 39
Actividad productiva 42
Actores Locales e iniciativas claves 42
Características físico-ambientales 44
5. CONTEXTO DE CAMBIO CLIMATICO 46
Condiciones climáticas actuales 46
Impactos observados 46
Causas de los impactos 47
Proyecciones climáticas futuras 49
6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGOS CLIMÁTICOS 53
Vulnerabilidad y riesgos climáticos 53
Incremento de las temperaturas/Islas de calor: 56
Detección de puntos críticos 58
Servicios Ecosistémicos en la ciudad 58
7. USO DEL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD Y RIESGOS CLIMÁTICOS EN LA PLANIFICACIÓN URBANA DE SANTO DOMINGO 66
ANEXO 1. HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN LA EVALUACIÓN DE RIESGOS Y VULNERABILIDAD 67

1. INTRODUCCIÓN

Esta evaluación 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 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 y las actoras 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 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 debe ser realizada sobre la base de los datos e información existente en cada ciudad, tanto de los riesgos e impactos climáticos actuales como futuros y debe ser espacialmente explícita y sensible a la variable género. Además, debe cubrir 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.

El principal uso que se busca para 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 como insumo para el intercambio y validación de la definición, implementación e integración de SbN en el contexto de la planificación urbana. No se trata de realizar nuevos diagnósticos, sino más bien poner a disposición de todas las personas e instituciones involucradas la información existente y aquella que es necesaria para la integración de la vulnerabilidad y los riesgos climáticos en la planificación urbana y la toma de decisiones.

La 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 tratan de integrar y asegurar sinergias con otras iniciativas existentes en las ciudades. Además, a nivel local y nacional, los gobiernos e instituciones, se pueden beneficiar para mejorar y crear capacidad e integrar las metodologías y hallazgos para su replicación y escalamiento a otras ciudades.

2. OBJETIVO

A nivel regional se persiguen estos objetivos**:**
Tomando como referencia los enfoques planteados por el Proyecto Nature4Cities, así como los lineamientos de la gestión nacional de cambio climático, y las necesidades y capacidades locales, se plantean los siguientes objetivos para el análisis de vulnerabilidad y riesgo de cambio climático, en el marco de un proceso de consulta con los actores del grupo de trabajo de esta iniciativa:

1. Identificar información que aporte al conocimiento sobre la vulnerabilidad y el riesgo de cambio climático en Santo Domingo, mediante una articulación nacional y local, y generar criterios para las capacidades institucionales y los procesos de planificación territorial.
2. Identificar cualitativamente los principales riesgos e impactos del cambio climático, y la problemática de la ciudad y de los ecosistemas, para la determinación de puntos críticos que motiven una propuesta de lineamientos de adaptación urbana basada en la naturaleza.

Para el proyecto Nature4Cities se definió un marco conceptual práctico, flexible y fácil de utilizar que responda a las necesidades de las ciudades y considere las capacidades y la participación de los actores y las actoras implicadas en la planificación urbana y la toma de decisiones.

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 y 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 presentes y futuros en el espacio urbano, periurbano y rural de las ciudades con el fin de seleccionar puntos, pixeles, áreas, servicios ecológicos y grupos críticos para la implementación de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN).

3. METODOLOGÍA

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 (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. De esta manera se podrá seleccionar y priorizar un conjunto de acciones estratégicas y su posible escalonamiento de su ejecución en la ciudad.

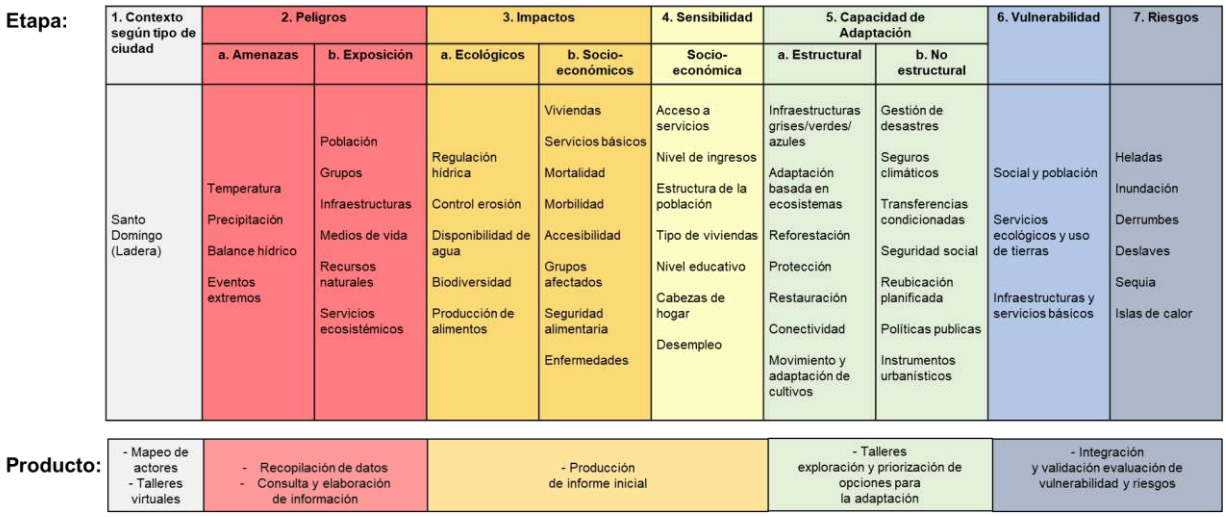
La primera etapa consiste en establecer la línea de base e identificar a los actores involucrados, para así conocer la situación y problemáticas de la ciudad, a partir de entrevistas e intercambios con dichos actores. Esta etapa permite además identificar datos e información disponible. El mapeo de actores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

La segunda etapa de la evaluación consiste en identificar y evaluar los principales peligros y niveles de exposición para así analizar la sensibilidad socioeconómica. Esto permite conocer en las áreas urbanas, periurbanas y rurales de las ciudades las afectaciones por peligros naturales y evaluar la localización de áreas y sectores más amenazados (incluidas infraestructuras, personas, grupos y servicios ecosistémicos) (ver Figura 1, columnas rojas).

Con esta información se puede pasar a la tercera etapa, que consiste en la evaluación y análisis de los principales impactos y consecuencias sobre los ecosistemas y la sociedad en función de los peligros y la sensibilidad (ver Figura 1, columnas naranja). En función de los peligros y los impactos es posible evaluar en la etapa cuatro, la sensibilidad de los principales componentes sociales y económicos (ver Figura 1, columna amarilla).

Una vez completadas estas etapas iniciales, es posible abordar la etapa cinco sobre 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 seis 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 siete los riesgos para la población, los ecosistemas y las infraestructuras en función del contexto de cada ciudad (ver Figura 1, columna azul oscuro).



Etapa:	1. Contexto según tipo de ciudad	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		
	Santo Domingo (Ladera)	Temperatura Precipitación Balance hídrico Eventos extremos	Población Grupos 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 publicas Instrumentos urbanísticos	Social y población Servicios ecológicos y uso de tierras Infraestructuras y servicios básicos	Heladas Inundación Derrumbes Deslaves 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. Etapas y productos de la evaluación en Nature4Cities para Santo Domingo

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

- **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);
- l**os riesgos** (principales consecuencias de la interacción entre los peligros, la sensibilidad, los impactos y capacidad de adaptación en el contexto de cada ciudad)**.**

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.

Etapa 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?

Etapa 2: Identificar las amenazas y evaluar la exposición

¿Cuáles son las principales amenazas climáticas en la ciudad?

¿Cuáles son los principales elementos expuestos (incluidos grupos sociales, servicios ecológicos e infraestructuras)?

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?

Sobre la base de esta información compilada en la primera etapa de la investigación, se realizaron análisis técnicos y consultas para identificar las amenazas y evaluar la exposición de las infraestructuras, grupos y servicios ecosistémicos con mayor peligro ante eventos relacionados con el clima actual y futuro. Esto con el fin de delimitar las zonas y los puntos críticos donde hay más vulnerabilidad y riesgos para las personas, grupos sociales, infraestructuras y servicios de ecosistemas.

Dado que existe limitada disponibilidad y dispersión en las bases de datos y diversidad en su fecha de actualización sobre muchas de las variables socioeconómicas (demografía, salud, vivienda, servicios y género) se utilizaron para el ejercicio datos del Censo de Población y Vivienda 2010. El plan de desarrollo municiapl de Sato Doi tranajo sobre este senso y yiene varios indicadores a dnivel socila, ambietal y económico. En el caso de variables biofísicas fue necesario completar los datos con información novedosa y de proxis (ej. índices de vegetación, temperatura de superficie o de humedad) dado que la evaluación se realiza por primera ocasión a escala de la ciudad (Tabla 1).

Ciudad	Mapeo de actores	Vulnerabilidad y riesgo											Vulnerabilidad y riesgo futuros				
	Encuesta	Peligros		Impactos		Sensi-bilidad	Riesgos										
		B	SE	B	SE	SE	B	SE	Escala	Formato	Fecha	Accesible	Escenarios	Riesgos	Escala	Formato	Accesible
Santo Domingo	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Prov	MAP, TAB	2012-2019?	SI					
									Mun	MAP, TAB Vectorial, Raster	2012-2019?	SI	Si	SI	10-100 mts	SHP	SI 2019

Ciudad	Otros datos								Datos Mitigación			Datos Capacidad de adaptación			
	Indices (NDVI, NLight, STem)	Escala	Huella urbana	Escala	Densidad de población	Escala	MDT	Escala	Inventario GEI	Acciones	SbN	POT/PGR	SbN	Evaluación Servicios Ecos.	PMACC
Santo Domingo	SI	30-10 mts	SI	30 mts 1985-2022	SI	250 mts	SI	30-10 mts	P (Provincia)	P	NO	SI	NO	P	NO

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

Figura 2. Inventario de datos para la evaluación de vulnerabilidad en Santo Domingo

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 climático 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 las actoras y los actores involucrados en la planificación urbana y territorial, es el de tomar en cuenta los niveles implicados en la toma de decisiones. Por esto, como en función de la escala, el análisis debe tomar en consideración el componente a ser evaluado en relación al nivel de la decisión y la acción a ser implementada, explorada o evaluada. Así por ejemplo:

Tabla 1. Componentes para la evaluación

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

4. CONTEXTO DEL MUNICIPIO Y DEL CANTON DE SANTO DOMINGO

La ciudad de Santo Domingo ha tenido un crecimiento significativo en las últimas 5 décadas con políticas de la ciudad en sus diferentes planes, que han definido un límite de crecimiento urbano, habilitando áreas de expansión (Figura 3). Bajo un proceso de asimilación de la población originada en las distintas provincias y cantones del país, y un reducido segmento de población de origen extranjero,el crecimiento territorial entre los anos 1986 y 2020, ha sido de 5,025 ha, de las 7,920 ha disponibles, lo que representa un 63,5% de ocupación, de acuerdo a lo establecido en el PDOT actualizado. El crecimiento demuestra una tendencia concéntrica y radial, como el de pocas ciudades del país; lo cual le atribuye ciertas ventajas para la planificación y la cobertura de servicios. Un anillo inicial aglomera el núcleo de origen de la ciudad, que es delimitado por una circunvalación vial. Un segundo anillo define la superficie actual de consolidación urbana, y es delimitado por vías perimetrales interprovinciales e interconectadas, resaltando que además existen 5 ejes de vías radiales en este nodo productivo del país. El tercer anillo ha sido actualizado en el reciente Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, con la delimitación del área de crecimiento urbano, proyectado para las siguientes décadas. Por otra parte existe la ordenanza municipal, vigente desde 2014, que especifica que no se puede construir a 15 metros de cada lado de los esteros y 50 metros de cada lado de los ríos, para evitar amenazas y riesgos de inundación.

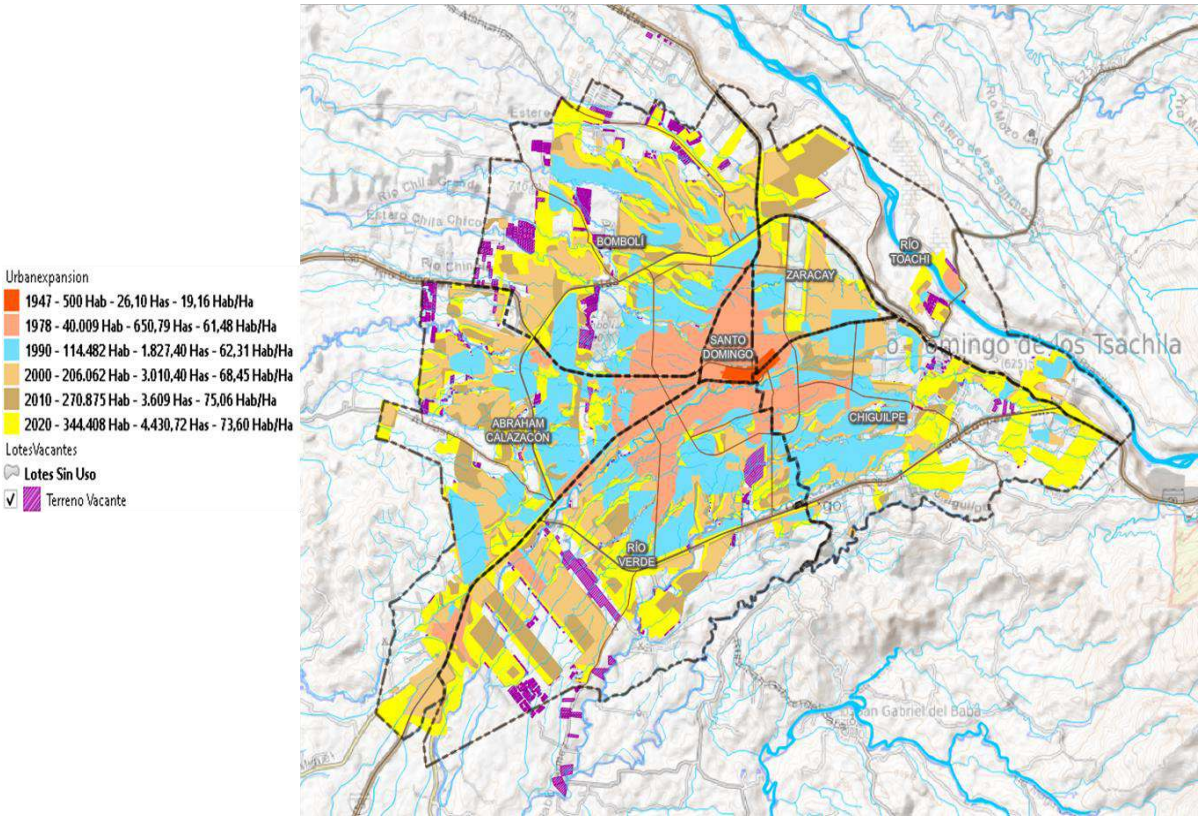


Figura 3. Expansión urbana de Santo Domingo

Fuentes: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santo Domingo, PUGS, 2021: PLAN DE USO Y GESTIÓN DEL SUELO CANTÓN SANTO DOMINGO 2020 – 2032.
ESA, 2022, Global Land Cover Map.

Condición Socioeconómica de Santo Domingo

Población: De acuerdo a la actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial y con base en los Censos 1974, 1982, 1090, 2001, 2010 y sus proyecciones, se establece las tasas de crecimiento poblacional en el área urbana y rural, Teniendo en cuenta que, con fecha 3 de julio de 1967, Santo Domingo de los Colorados es elevado a la categoría de Cantón, por lo tanto, entre el periodo 1950 – 1962 se consideraba como rural. A continuación, se detalla el incremento de la población desde el año 1950 hasta el año 2020, por lo que la ciudad de Santo Domingo cuenta con una población de 350,142 habitantes (año 2020).

Tabla 2. Población urbana y rural de Santo Domingo

Año	Urbana	Rural	Total
1950		6,951	6,951
1962		31,345	31,345
1974	30,523	72,692	103,215
1982	69,235	68,830	138,065
1990	114,422	76,514	190,936
2001	199,827	87,191	287,018
2010	289,669	89,709	379,378
2020	350,142	108,438	458,580

Fuente: INEC, Censos, PDOT 2021.

Nivel socioeconómico: Santo Domingo posee una gran cantidad de atributos económicos, naturales, geográficos y sociales, adquiriendo un gran potencial para ser generador de condiciones necesarias y facilitar un desarrollo adecuado en la población. El nivel socioeconómico del área urbana se conforma por diferentes grupos sociales, que se han constituido en torno a la dotación de servicios básicos, como luz eléctrica, agua potable, recolección de residuos sólidos; nivel de instrucción y tipo de vivienda. Así también se establecen las siguientes categorías de información para integrar el criterio de precariedad: Densidad de agua potable, densidad de alcantarillado, tamaño de predios e incompatibilidad y densidad poblacional por segmentos. Con el análisis de la información se detalla que estrato alto posee casas con todos los servicios básicos y el nivel de instrucción es medio alto.

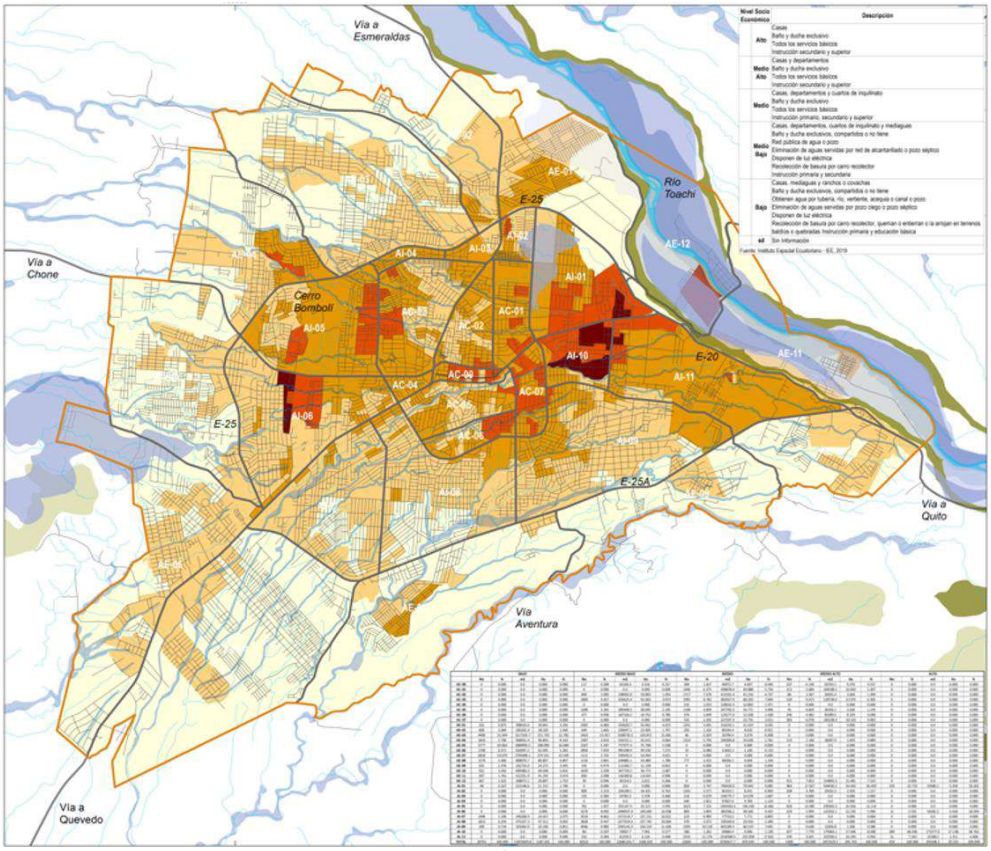


Figura 4. Nivel socioeconómico de Santo Domingo
Fuente: PUGS Santo Domingo

Población por área urbana y rural, desagregada por género:
Los indicadores de género son variables de análisis que describen la situación de las mujeres y hombres en la sociedad. El conocimiento de la realidad social, laboral, formativa, económica, desde un enfoque de género, requiere la utilización de estos indicadores que facilitan la comparación entre la presencia de mujeres y hombres e identifican las diferencias que puedan estar alimentadas por estereotipos. Con base al censo de población y vivienda desarrollado en el año 2010 y reconstruido con la División Político Administrativa del 2017, del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC. La provincia Santo Domingo cuenta con una población de 411.277 hab.

Tabla 3. Población de género por área urbana y rural

Provincia Santo Domingo			
Área (hab)			Porcentaje (%)
Urbana	Hombres	146.880	51,02

		Mujeres	152.998	48,98
	Rural	Hombres	58.109	52,16
		Mujeres	53.290	47,84

Fuente: Censo de Población y Vivienda, 2010. Atlas de Género, 2018

Se puede observar, que en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas la concentración femenina (51,02%) predomina en la zona urbana, mientras que el porcentaje de hombres (52,16%) predomina en la zona rural, teniendo en cuenta la existencia de una fuerte incidencia agrícola y ganadera en la provincia.

Servicios públicos:

El abastecimiento de agua potable tiene mayor disponibilidad en las áreas centrales y de consolidación de la ciudad, con una completa cobertura y tiempo al día de servicio. Las áreas de expansión y los asentamientos de hecho, cuentan con limitaciones en el acceso a este servicio, o con intermitencia en el tiempo diario de abastecimiento, que puede llegar al 50% del día. Si bien existe un sistema de abastecimiento con infraestructura y una empresa pública que lo opera, el acceso al agua todavía es un problema, y la calidad ha sido observada. En términos de superficie, el 79% del área urbana cuenta con servicio de agua potable. En términos de población, el 84% tiene cobertura de este servicio, representando 290 mil habitantes para el año 2020. En complemento, el 40% de la población tiene una densidad de cobertura de nivel bajo y muy bajo, y físicamente se encuentra en las áreas periféricas de la ciudad. La conducción del sistema de abastecimiento viene de la subcuenca del río Lelia, en el sector occidental del cantón, con un caudal promedio de 1,000 l/seg, y con déficit en el verano.

El servicio de alcantarillado tiene deficiencias mayores que el de abastecimiento de agua potable. Aunque se estima que el 75% del área urbana tiene una cobertura de alcantarillado, en términos de población, únicamente el 60% tiene acceso a este servicio. El sector norte de la ciudad, en el área que coincide con la subcuenca del río Blanco (y Toachi) presenta una densidad de cobertura de nivel bajo y muy bajo, concentrando al 28% de la población urbana. El sector sur de la ciudad, en el área que coincide con las subcuencas de los ríos Daule y Vinces, presenta densidades de cobertura altas y muy altas, sin embargo, aquí también se asocia la mayor cantidad de pozos de alcantarillado, que descargan directamente aguas residuales. Un escenario de contaminación se ha generado en los ríos Pove, Code, Verde y Poste, y en sí en estas subcuencas, que además incluyen y afectan a comunidades ancestrales de la nacionalidad Tsáchila. Como medida de solución, una planta de tratamiento se construye en el sur de la ciudad, que será alimentada por un interceptor instalado en la sección este del límite urbano.

Uso del suelo y tenencia de tierras: El acceso a suelo urbano legalizado es una clara demanda territorial, con dinámicas de apropiación que parten desde lo público, lo comunitario, e incluso lo privado. Los frentes de crecimiento urbano, que generalmente son promovidos por la figura comunitaria de cooperativas, han desencadenado escenarios de lotizaciones con exposición frente a riesgos naturales. La tercera parte de predios urbanos catastrados tienen superficies que fluctúan entre 100, 200 y hasta 300 m^2. Respecto a las superficies de usos de suelo, es preciso resaltar lo siguiente: el 43% se ocupa con una categoría residencial, el 9% lo ocupan los servicios de comercio, el 6% se relaciona son infraestructura educativa, el 4,5% está asociado a áreas de protección, y el 1,2% está destinado a recreación y deportes. Por otro lado, se identifica una acumulación de suelo de gran

extensión a lo largo de la ciudad, con superficies desde 25 mil m^2 hasta 200 mil m^2; registrándose 125 predios que cubren más de 780 hectáreas y ocupan más del 20% de la superficie del catastro al año 2020. Los propietarios son privados y públicos.

Actividad productiva

En el cantón de Santo Domingo la principal actividad productiva es agrícola-ganadera y la ciudad es punto de enlace entre las regiones del país por lo que el comercio es muy activo y es un puerto terrestre de intercambio entre sierra y costa con un turismo importante. La actividad agrícola se centra en los cultivos de café, palma africana, abacá, cacao, tubérculos, maíz, caucho, flores tropicales. Pero la actividad más importante es la ganadera, tanto que en la ciudad se desarrolla el mayor mercado ganadero del país.

Actores Locales e iniciativas claves

Los departamentos de las instituciones locales de planificación territorial, de gestión de riesgos, y de catastro o control del suelo, son las instancias que mayor retroalimentación pueden tener con una evaluación de vulnerabilidad y riesgo de cambio climático. Los resultados más entendibles y aplicables requieren de salidas cartográficas en mapas y la determinación de zonas con diferente categoría de intensidad. Para los equipos de riesgo y de catastro, la información resultante puede ser más aplicativa, ya que en su gestión habitual deben emitir informes técnicos de las condiciones de zonas o de predios. Para los equipos de planificación la aplicabilidad de resultados espaciales presenta una mayor complicación, toda vez que la zonificación urbana y rural se modifica mediante procedimientos legales como ordenanzas. Finalmente, las empresas públicas que brindan servicios a la ciudad, pueden aplicar en un nivel técnico los resultados de esta evaluación, en los casos que las intervenciones o infraestructuras demanden información sobre las amenazas naturales y climáticas.

Los principales actores que tienen incidencia en la planificación y gestión de riesgos es la Prefectura, a través de la Dirección de Planificación y la Dirección de Gestión Ambiental quien tiene la competencia de realizar un control y seguimiento ambiental, protegiendo los recursos naturales de las cuencas hídricas, estableciendo mecanismos de conservación como el instrumento del Plan Maestro de Cuencas Hídricas, la reforestación en zonas sensibles, el vivero forestal, la educación ambiental en el Bosque Kasama y el reconocimiento a iniciativas ambientales por medio del Mérito Ambiental, con la finalidad de garantizar un espacio libre de contaminación y protegiendo la salud de los habitantes de la provincia.

El Municipio por medio de la Unidad de Saneamiento y Gestión Ambiental, contribuye a la conservación, preservación, mejoramiento del ambiente y calidad de vida de los habitantes del cantón, posee las competencias en torno a los espacios verdes de la ciudad como avenidas, parques y jardines, campañas de sensibilización con la educación ambiental y coordina con diferentes instituciones proyectos de conservación y protección de áreas prioritarias de protección.

Con la finalidad de monitorear la implementación de los ODS en territorio, se han creado los Observatorios Locales en las provincias de Azuay, Galápagos, Manabí, Napo y Santo Domingo. Para la provincia de Santo Domingo se trabajan en función de 4 ODS: Trabajo decente y crecimiento económico; Reducción de las desigualdades; Vida de los ecosistemas terrestres; y Paz, justicia e instituciones sólidas. Las instituciones trabajan alineadamente en la recopilación de información estadística confiable e indicadores cualitativos que aterricen a la realidad local de diferentes sectores

como empleo, seguridad social, ambiente, turismo, agricultura para generar tomas de decisiones adecuadas y solventen las necesidades de estos sectores.

EL Gobierno provincial de Santo Domingo dentro de sus competencias maneja los Objetivos de Desarrollo Provinciales destacando el componente biofísico: Promover el desarrollo sostenible en la provincia priorizando la conservación y restauración del patrimonio natural. Para ello, manejan diferentes proyectos enfocados en la incorporación de nuevas áreas prioritarias para la conservación, la sensibilización ambiental, la reforestación, capacitación a través de la educación ambiental en la adaptación al cambio climático y dar seguimiento a las actividades que generen impacto al medio ambiente.

Las instituciones y organizaciones identificadas en el Mapeo de Actores del Grupo de Trabajo del Proyecto (Actividad 2.2.1.2) fueron exploradas respecto a sus competencias, estructura y relación con el Proyecto, estableciendo un listado de contactos específico. Siguiendo la sectorización de los actores, a nivel público se seleccionó a los departamentos y las empresas públicas del Municipio, en acompañamiento de la Prefectura y la Dirección Zonal del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. También a nivel público de carácter nacional, se identificó a las Direcciones Zonales del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, del Ministerio de Agricultura y Ganadería, y el Servicio Integrado de Seguridad ECU 911.

Con la finalidad de dar cumplimiento a las acciones para solventar la problemática ambiental, resiliencia y cambio climático, Santo Domingo cuenta con la Mesa de Compromisos Ambientales y Cambio Climático y el Comité de Seguimiento integrado por miembros de la Sociedad Civil encargados de evaluar las acciones implementadas para la protección del agua, la biodiversidad y el clima de la provincia.



Figura 5. Principales actores identificados y nivel de requerimiento para la planificación y la gestión de riesgos en Santo Domingo
Fuente: Mapeo de Actores y partes interesadas para el Proyecto N4C Sto. Dgo

Características físico-ambientales

La ciudad de Santo Domingo: El relieve general presenta un área de planicies, conformadas por terrazas de depósitos aluviales, y por afloramientos de formaciones volcánicas que también han acumulado capas de suelo orgánico de aptitudes agrícolas. Intercalando estas planicies, se evidencia una trama de pendientes por el cruce de ríos menores (esteros) y de quebradas que son parte del paisaje del área urbana consolidada. El centro de la ciudad también es el punto de encuentro de 3 subcuencas que fluyen hacia la costa ecuatoriana. Hacia el norte fluye la subcuenca del río Blanco (y río Toachi) que aporta a la cuenca del río Esmeraldas. Hacia el sureste fluye la subcuenca del río Daule, y hacia el suroeste fluye la subcuenca del río Vinces, siendo las dos aportantes de la cuenca del río Guayas (Figura 6). Los esteros y quebradas han habilitado vegetación arbustiva y riparia en sus alrededores, con pendientes predominantes entre el 12% y 25%. Las descargas de aguas residuales son predominantes en los cauces del sur de la ciudad, lo cual genera contaminación que afecta a las poblaciones aguas abajo.

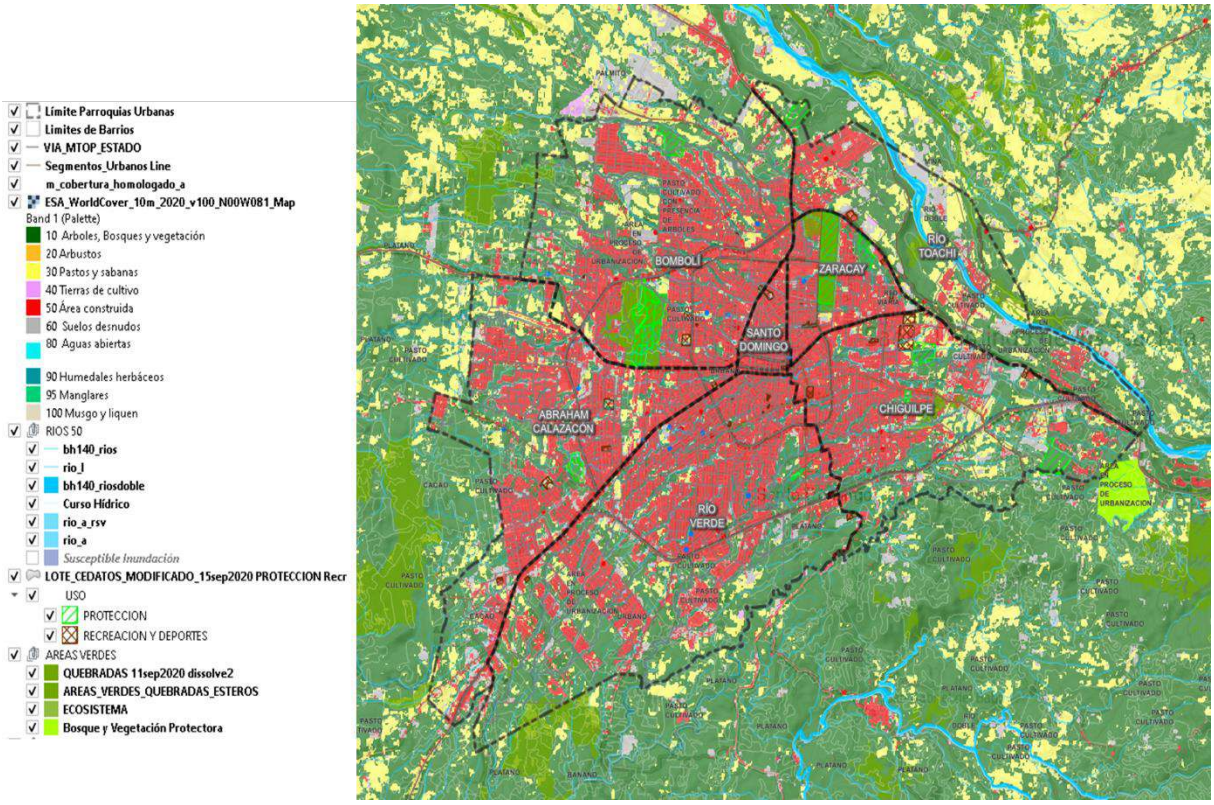


Figura 6. Uso del suelo en Santo Domingo y su área de influencia

El cantón de Santo Domingo: Se considera que el Cantón Santo Domingo es uno de los sectores del país con más alta tasa de deforestación. A nivel cantonal las competencias locales corresponden a la Municipalidad, tanto para el suelo urbano como rural. Se debe resaltar que, el territorio a nivel Provincial, incluye a este Cantón que ocupa la mayoría de su extensión, e incluye al noreste al Cantón La Concordia, con una superficie menor. Las competencias provinciales tienen la potencialidad de manejar los temas de conservación, el hídrico y de riego, y la agricultura. Los remanentes de bosque se ubican hacia el flanco occidental del Cantón, y responden a la vegetación de estribación de la cordillera, con zonas de vida de los Bosques de los Andes y los Bosques de la Costa del Chocó, siendo de una alta importancia ecológica e hídrica por el abastecimiento de agua para la ciudad. La sección oriental del cantón, está conformada por vegetación altamente intervenida por actividades agrícolas y

ganaderas. Al sur y hacia el este de la ciudad se ubican los territorios ancestrales de siete comunidades de la nacionalidad Tsáchila (Figura 7).

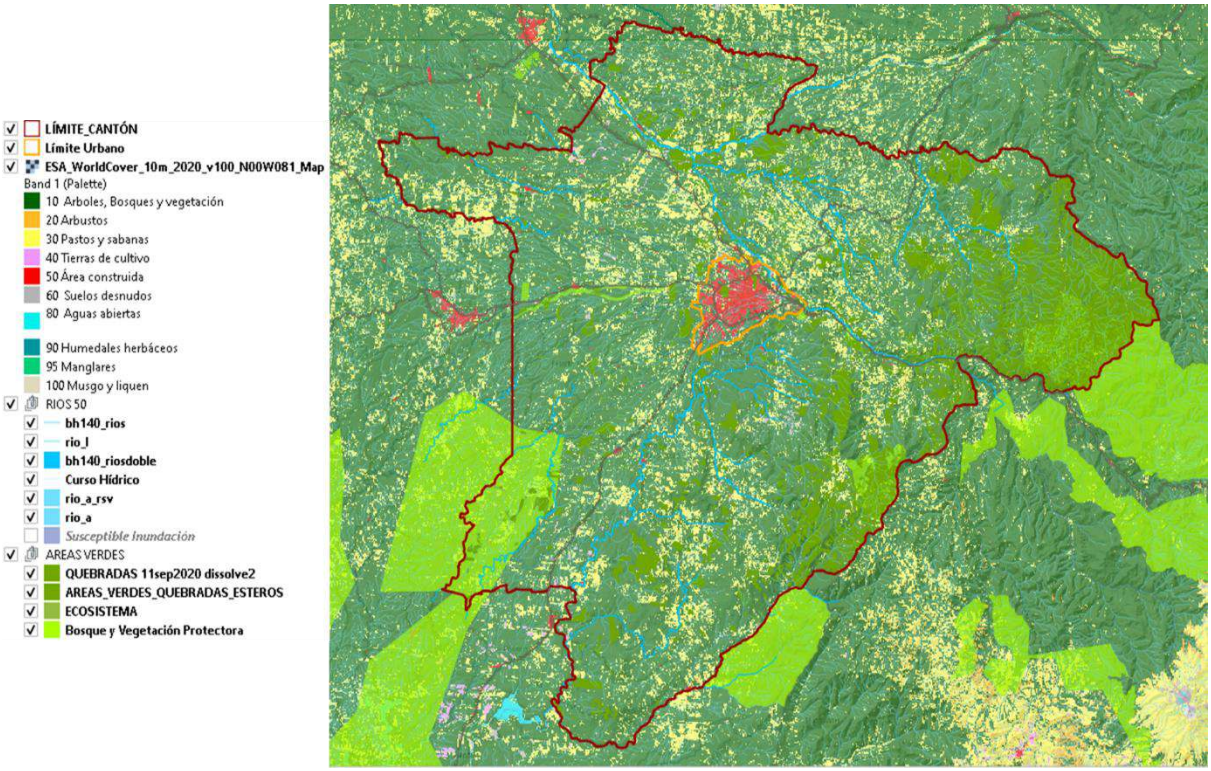


Figura 7. Cambios del uso del suelo en el cantón de Santo Domingo

La fuerte ocupación del suelo urbano ha desplazado la cobertura vegetal natural, y ha marcado una tendencia de viviendas con limitaciones en los servicios y en su estructura, o sin cumplir la normativa de construcción. De las evaluaciones del Plan de Desarrollo, existe una apreciación de deficiencia de áreas verdes en la ciudad, registrándose un índice verde de 4,36 m2/hab.

De la vegetación remanente de la ciudad, se pueden identificar dos tipos: la vegetación arbustiva de quebradas y esteros con una superficie de 994,1 ha, y la vegetación boscosa que se ha reservado con una superficie de 150,5 ha. Sin embargo, la vegetación arbustiva está generalmente asociada con ocupaciones de suelo de precariedad o con grandes superficies de terrenos sin un manejo; y las secciones de bosque se ubican en extensiones de parques y en el área del Cerro Bombolí, que es la principal elevación con pendientes escarpada de la ciudad.

Estas características ambientales permiten entender la gran diversidad de ecosistemas y de servicios ecológicos que se generan en el cantón y su área de influencia y de los cuales dependen en gran medida la ciudad de Santo Domingo. Cabe mencionar por ejemplo la provisión de agua al acueducto del río Lelia, la provisión de materiales y alimentos a la ciudad, el cantón y el país, la regulación hídrica de ríos y quebradas, el control de la erosión de suelos y el soporte a la biodiversidad (Figura 8).

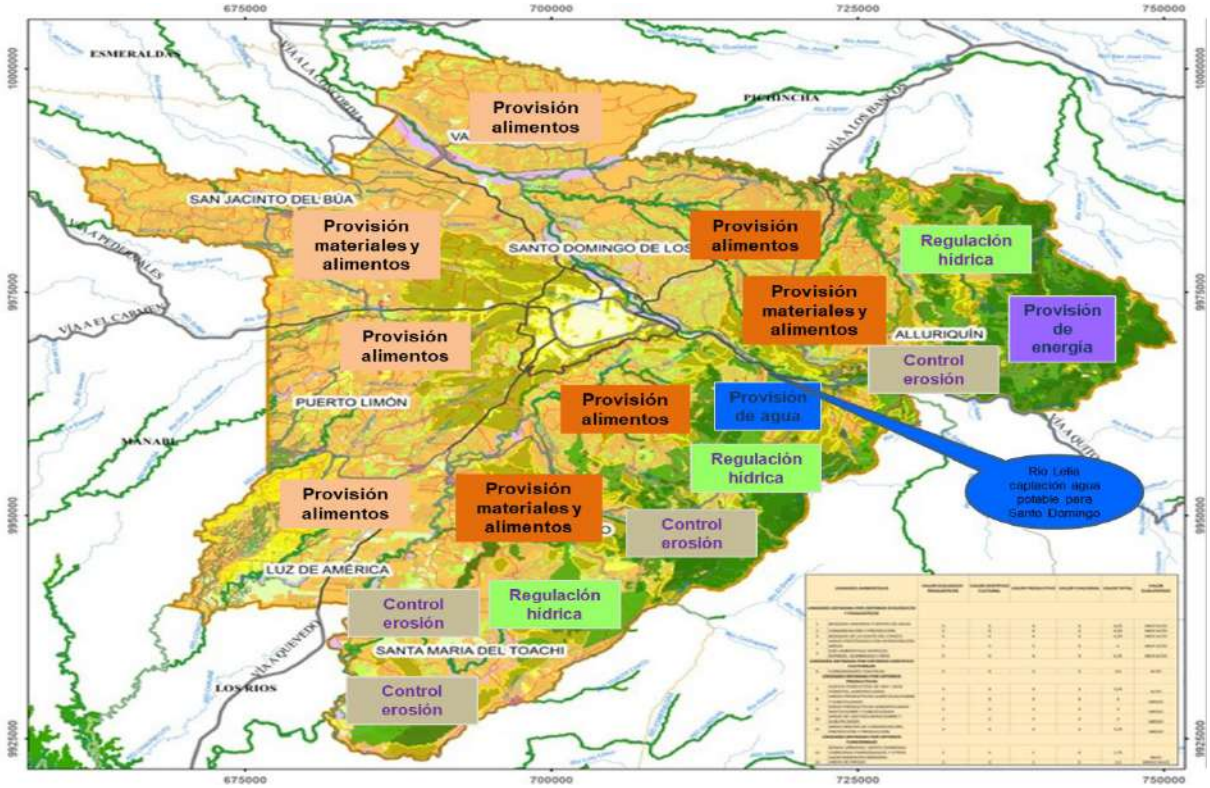


Figura 8. Distribución de los servicios de los ecosistemas

5. CONTEXTO DE CAMBIO CLIMATICO

Condiciones climáticas actuales

La precipitación en la provincia de Santo Domingo presenta una temporada de mayores precipitaciones entre Enero y Abril, y la de menores entre Julio y Septiembre. El rango de variabilidad de la precipitación ha sido alto, especialmente en los meses de la temporada de más lluvias. Esto debido principalmente a la influencia de los fenómenos de variabilidad climática El Niño – La Niña, los cuales ocasionan años con mayores o menores volúmenes mensuales de precipitación con relación a la climatología (el promedio del periodo 1981-2015) (CONGOPE, 2019). Las condiciones climáticas actuales muestran que las principales amenazas que existe para la ciudad y el cantón son las lluvias extremas, tanto a nivel urbano, como rural y las temperaturas extremas en menor nivel. Respecto a las áreas de exposición frente al clima extremo, la mayor tendencia se enfoca en los barrios que se encuentran cerca de los ríos, o aquellos que presentan niveles de vulnerabilidad social. Esto sucede sobre todo en sectores con procesos de posesión de suelo y posterior legalización mediante cooperativas. Las categorías que siguen en importancia son los poblados rurales y los barrios en sectores periurbanos y en zonas de crecimiento.

Impactos observados

La ciudad de Santo Domingo de los Colorados que alberga el 70% de los habitantes del cantón, no tiene mayores problemas por inundaciones; sin embargo, el sistema de alcantarillado acusa deficiencias por descargas a los sistemas naturales de drenaje de la ciudad (PUGS, 2021; PDOT, 2020). Es así como muchas de las inundaciones se originan por obstrucción del alcantarillado pluvial,

como sucedió en 2021 y 2022 (El Diario, 2021 y 2022[1]). Es importante anotar que de los 125 asentamientos de hecho, solo 6 están en las riberas del río Toachi. Se estima entre 4 y 5 mil familias (5 a 10% del total) están ubicadas en zonas de riesgo en el área urbana de Santo Domingo de los Colorados. Por otra parte muchos de los asentamientos de hecho están en los bordes de los ríos Verde y Pove.

Alluriquín se encuentra localizada en las estribaciones de la Cordillera Occidental de los Andes, es la parroquia rural con mayor área territorial del Cantón y su centro urbano es el más cercano a la ciudad, la carretera principal Aloag – Santo Domingo une la sierra con la costa ecuatoriana y de acuerdo al INEC, la población es de 12,118 habitantes. Conforme al PUGS 2032, las fortalezas surgen en torno a la actividad comercial de conexión, al acceso a fuentes de agua y a los espacios verdes que rodean a la cabecera parroquial. No obstante, las amenazas se sitúan en torno a desbordamientos de ríos, inundaciones y deslizamientos de la zona, principalmente por el Río Toachi. En este sentido, existe una declaratoria de emergencia por parte del Servicio Nacional de Gestión de Riesgo para proteger los asentamientos que se ubican en estas zonas de riesgo.

Causas de los impactos

Los impactos se derivan no solamente por la amenaza a fenómenos naturales y la exposición de áreas y grupos a factores climáticos (Figuras 9 y10). Por esto se debe tomar en consideración la dinámica de la urbanización y los cambios en el uso de las tierras (incluidos la dotación de recursos y servicios ambientales que generan diversos impactos sobre la población, los grupos sociales, las infraestructuras y los medios de vida). Estas diferencias que se pueden incrementar resultado del desarrollo urbano y de los consecuentes efectos diferenciales derivados del cambio climático.

[1] https://www.eldiario.ec/actualidad/tremendo-aguacero-genera-inundaciones-en-varios-sectores-de-santo-domingo/

Dinámica de urbanización en la ciudad (Figura 9) Dinámica de uso del suelo en el cantón (Figura 10)

Mapa 7A: Área construida 2020 y terrenos vacantes

Mapa 7B: Expansión urbana (1950 - 2020) y terrenos vacantes

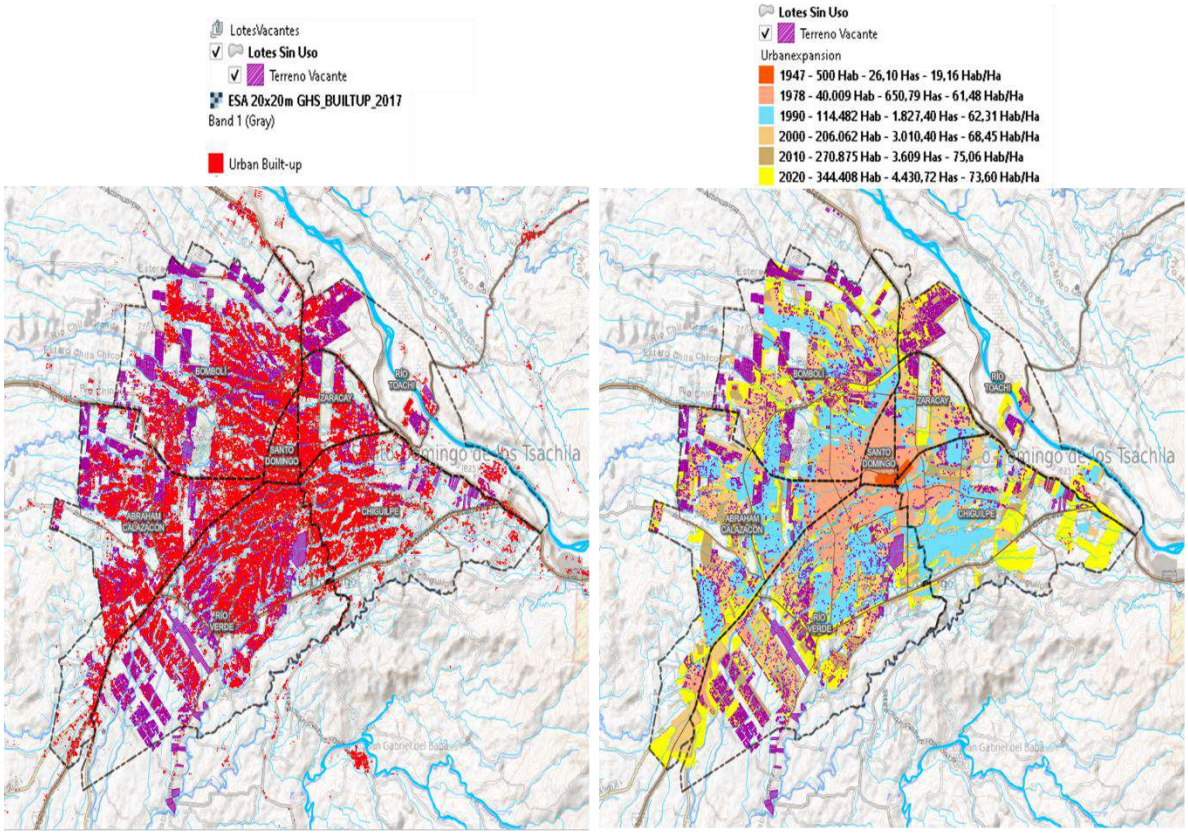


Figura 9. Dinámica del crecimiento de la ciudad y terrenos vacantes (Fuente: PUGS, 2021)

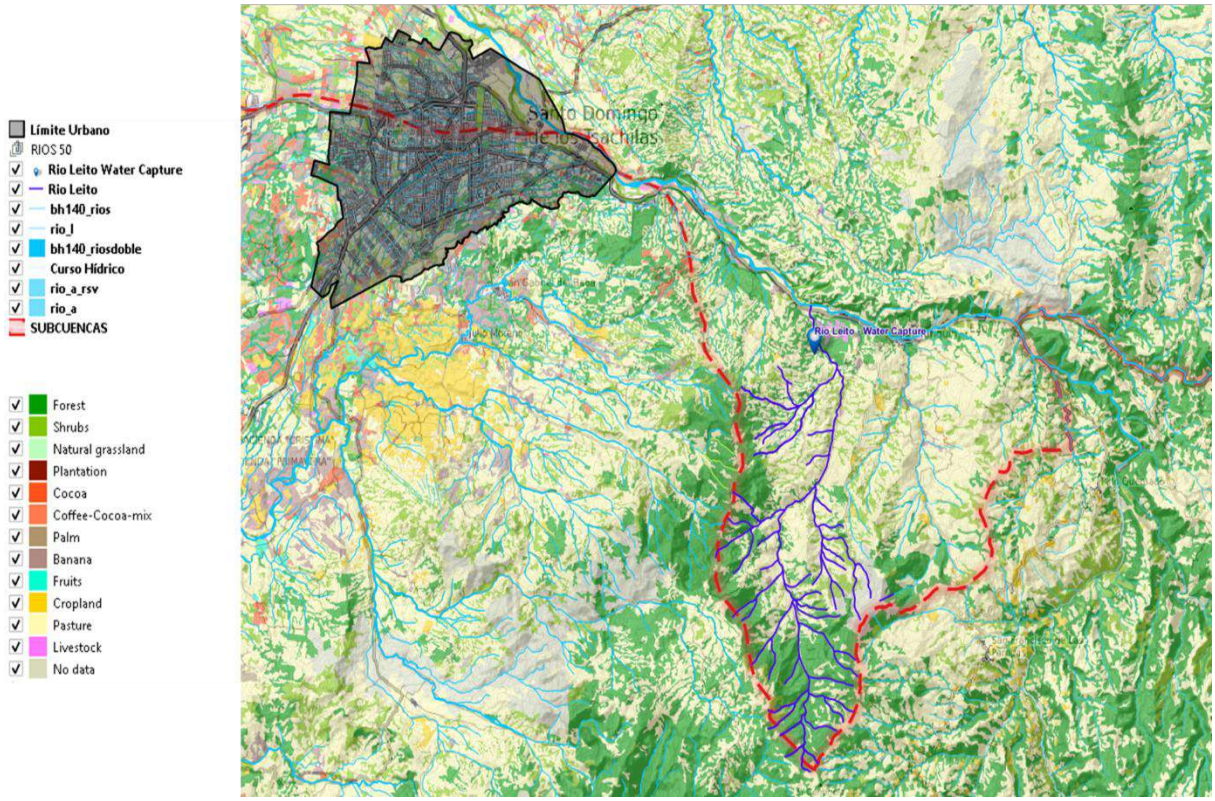


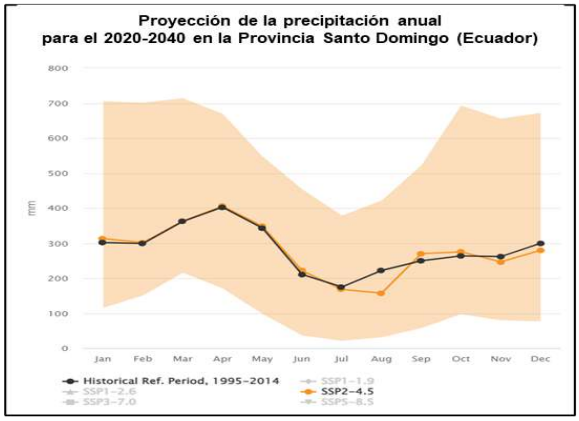
Figura 10. Uso del suelo en la microcuenca el rio Lelia y su área de influencia (Fuentes: PUGS, 2021; PDOT, 2020)

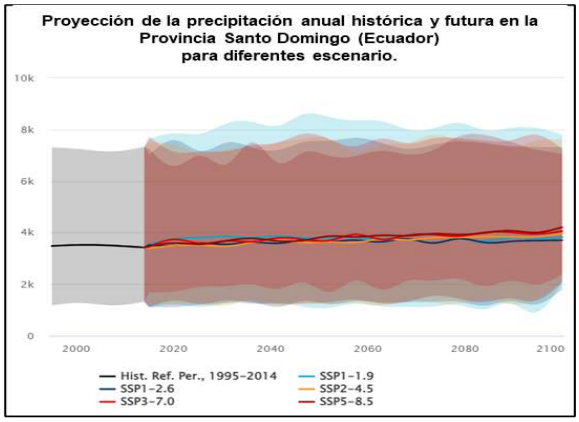
Proyecciones climáticas futuras

Los escenarios de cambio climático muestran en general incrementos de la precipitación, siendo más significativos en los primeros cuatro meses del año y al final del mismo. También se aprecia que habría una mayor frecuencia e intensidad de los fenómenos de variabilidad climática, que ocasionarían años con meses de lluvias muy intensas (superiores en más del 100% a la climatología actual y futura), siendo los más fuertes bajo el RCP 8.5 (CONGOPE, 2019).

Cada vez son más los años con temperaturas superiores al promedio, lo cual es una clara señal del cambio climático que se ha venido observando. En cuanto a los escenarios, si bien se mantiene el comportamiento a lo largo del año, los valores de la temperatura serán mayores, entre 0,8 y 1,0°C bajo el RCP 4.5 y entre 0,9 y 1,1°C bajo el RCP 8.5. Se aprecia además que el rango de variabilidad que tendría la temperatura media en el periodo futuro 2011-2040 presentaría casi todos los valores por encima del promedio actual, lo que nos indica que posiblemente en el futuro cuando haya la influencia de fenómenos de variabilidad climática que ocasionen descensos en la temperatura, los valores de ella serían casi iguales a los valores medios que se tienen en la actualidad (CONGOPE, 2019).

Las proyecciones de los impactos del cambio climático de escenarios[2] para 2030, 2050 y 2100 pronostican, en la provincia, algunos cambios en la pluviosidad y la precipitación (Figuras 11 y 12).





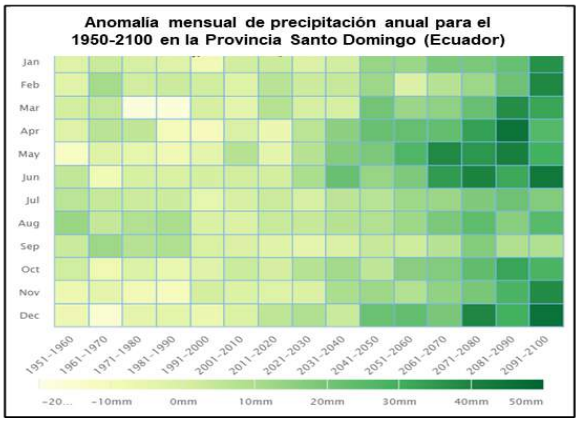


Figura 11. Tendencias en la precipitación anual para el periodo 2000-2100 en la Provincia de Santo Domingo (Ecuador). Fuente: Climate Knowledge Portal

---

[2] 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)

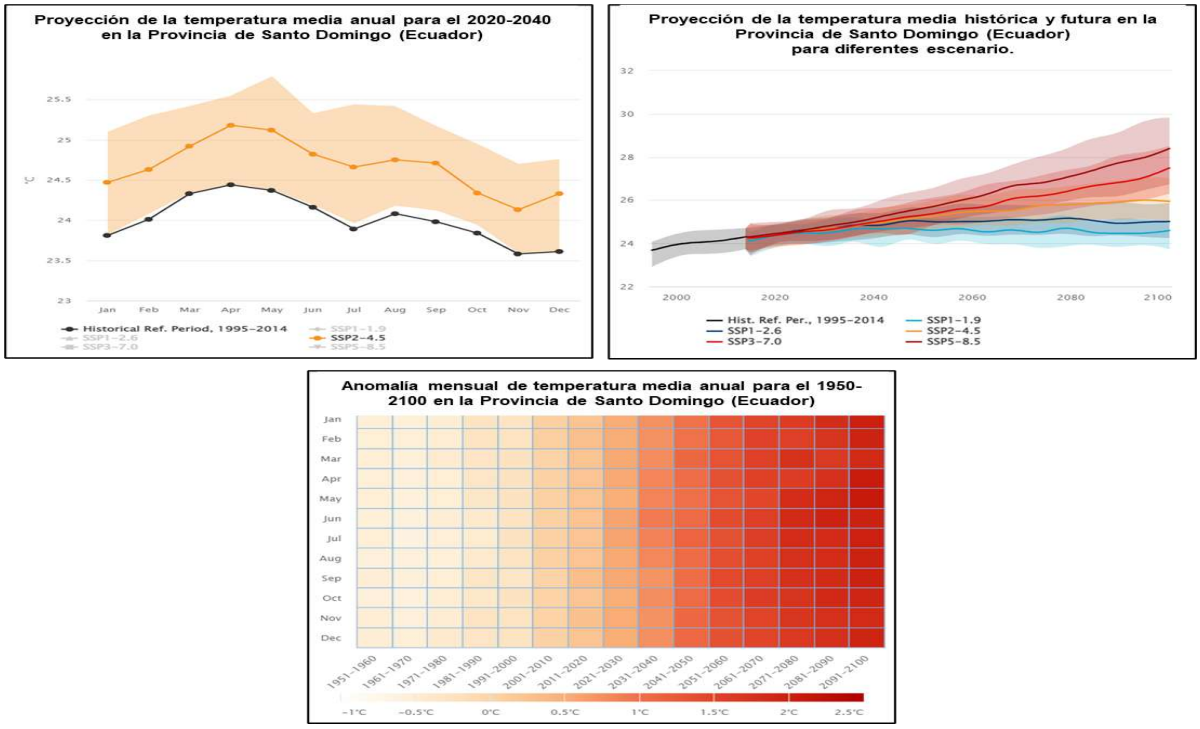


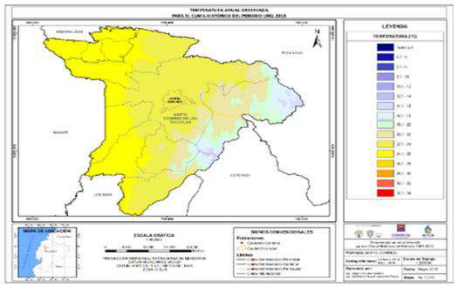
Figura 12. Tendencias en la temperatura anual para el periodo 2000-2100 en la Provincia de Santo Domingo (Ecuador). Fuente: Climate Knowledge Portal



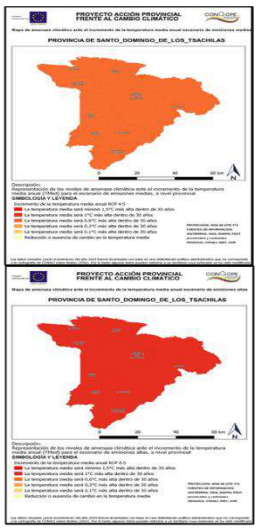
Precipitación: incremento entre 6% y 12% en próximos 30 años sobre la base de clima histórico, incremento entre 6% y 30% en próximos 30 años según el escenario.

Eventos extremos: mas lluvias extremas (en algunas zonas particulares de la provincia sequias extremas mensuales).

Fuentes: Diagnóstico de la Estrategia Provincial de Cambio Climático, 2019,http://www.congope.gob.ec/?page_id=15335
Plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático en el Ecuador https://www.adaptacioncc.com/publicaciones-documentos/mapas



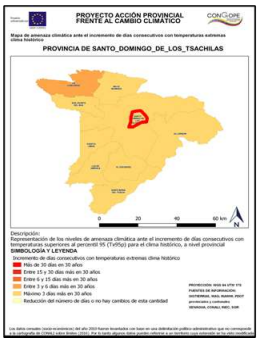


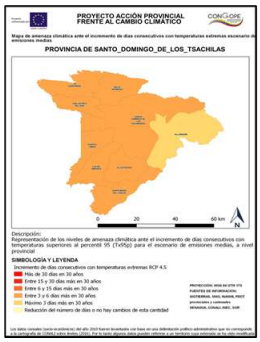


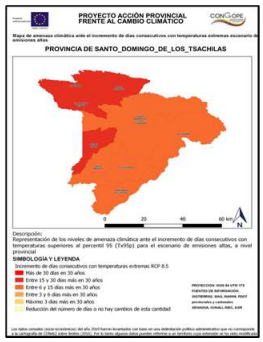
Temperatura media: aumento de 0,3 C en los próximos 30 años sobre la base de clima histórico. Aumento entre 0.6 C y 1 C según escenario en los próximos 30 años.

Eventos extremos: mas olas de calor.

Fuentes: Diagnóstico de la Estrategia Provincial de Cambio Climático, 2019,http://www.congope.gob.ec/?page_id=15335
Plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático en el Ecuador https://www.adaptacioncc.com/publicaciones-documentos/mapas







Temperatura extrema: 3 días mas en los 30 años sobre la base de clima histórico. Aumento entre 3 y 15 días mas según escenario en los próximos 30 años.

Eventos extremos: mas olas de calor.

Fuentes: Diagnóstico de la Estrategia Provincial de Cambio Climático, 2019,http://www.congope.gob.ec/?page_id=15335
Plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático en el Ecuador https://www.adaptacioncc.com/publicaciones-documentos/mapas

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

• Inundaciones en la ciudad debido a fenómenos de lluvias extremas consecuencia de la urbanización en áreas en riesgo y al comportamiento variable de ríos, quebradas y cañadas que atraviesan Santo Domingo.

• Inundaciones en el cantón, en particular en bordes del río Toachi debido a fenómenos de lluvias extremas incrementadas por los cambios en el uso.

• Deslizamiento en zonas de ladera y bordes de quebradas y cañadas en la ciudad debido a incremento de lluvias extremas consecuencia de la urbanización en áreas en riesgo y a la erosión y degradación de bordes de ríos, quebradas y cañadas que atraviesan Santo Domingo.

• Incremento de fenómeno de islas de calor en la ciudad, con efectos en grupos de riesgo (mayores, infantes, enfermos).

Así por ejemplo como se ilustra en la Figura 13, en función del incremento de la temperatura en la ciudad, según diferentes escenarios de cambio climático, se puede observar los efectos en las islas de

calor en la ciudad. Esto puede tener incidencia en la calidad de vida y la salud de importante grupos sociales y zonas de la ciudad.

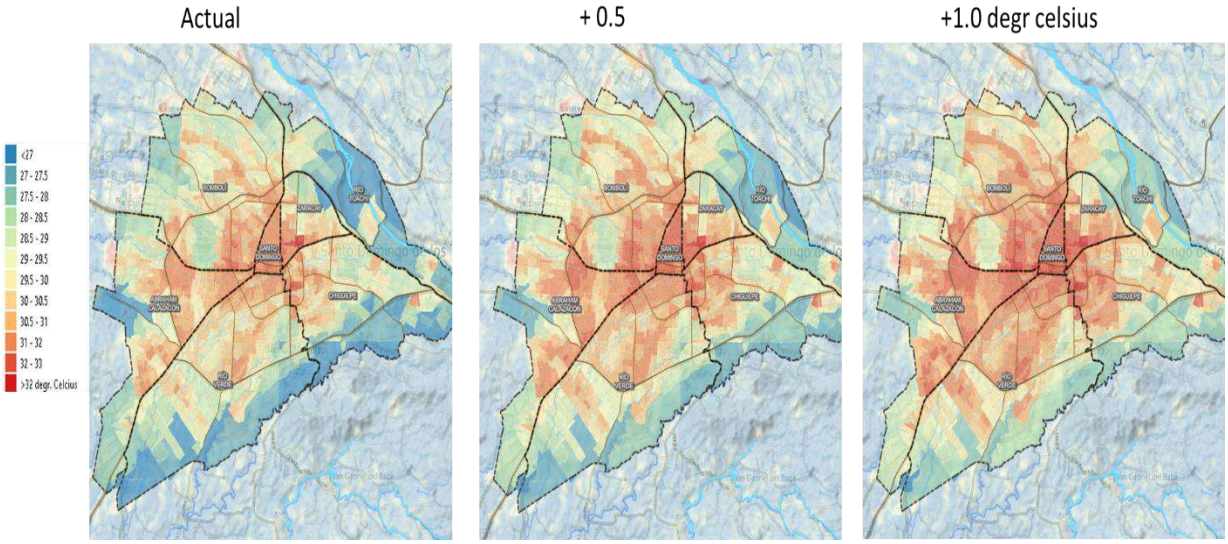


Figura 13. Cambios en las islas de calor en función de diferentes escenarios de incremento de temperatura media para el periodo 2030-2050 para la ciudad de Santo Domingo

6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGOS CLIMÁTICOS

Vulnerabilidad y riesgos climáticos

En relación a los deslizamientos y movimientos en masa, el PDOT cantonal 2021 establece que de acuerdo al Sistema de Inventario de Desatres Desinventar entre los años 2008 y 2016 se registraron 79 eventos, que están asociados con la precipitación y sus anomalías como las principales amenazas naturales locales.

Respecto a los predios urbanos y su exposición, se resalta lo siguiente: 48,664 lotes tienen un nivel de susceptibilidad media a movimientos en masa, siendo casi la mitad de predios en la ciudad; y 1,993 lotes tienen un nivel de susceptibilidad baja a inundaciones, siendo casi el 2% de los predios de la ciudad.

El PUGS 2021 estima que 4,500 viviendas de asentamientos informales se ubican en zonas de riesgo por deslizamientos e inundaciones, estando cerca de los bordes de los más de 30 ríos, esteros y quebradas que atraviesan la ciudad; y se estima que más de 50 mil habitantes viven en estas zonas. Sobre la ocupación en las inmediaciones en el río Toachi, según esta fuente de información, es de nivel bajo, sin embargo en la actualidad se evidencian nuevas lotizaciones en la margen derecha del río.

Inundaciones:

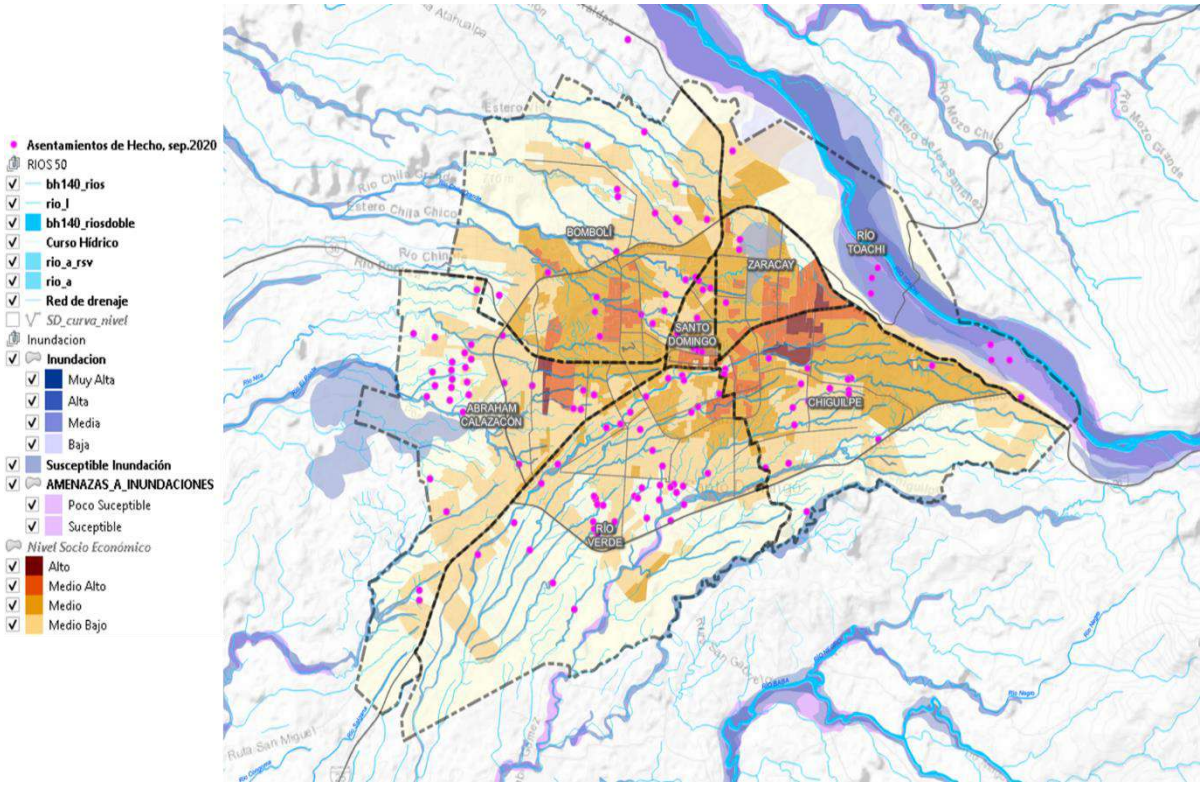


Figura 14. Riesgo de inundación por nivel socioeconómico en los barrios y asentamientos de hecho en Santo Domingo Fuente: PUGS, 2021

Deslizamientos:

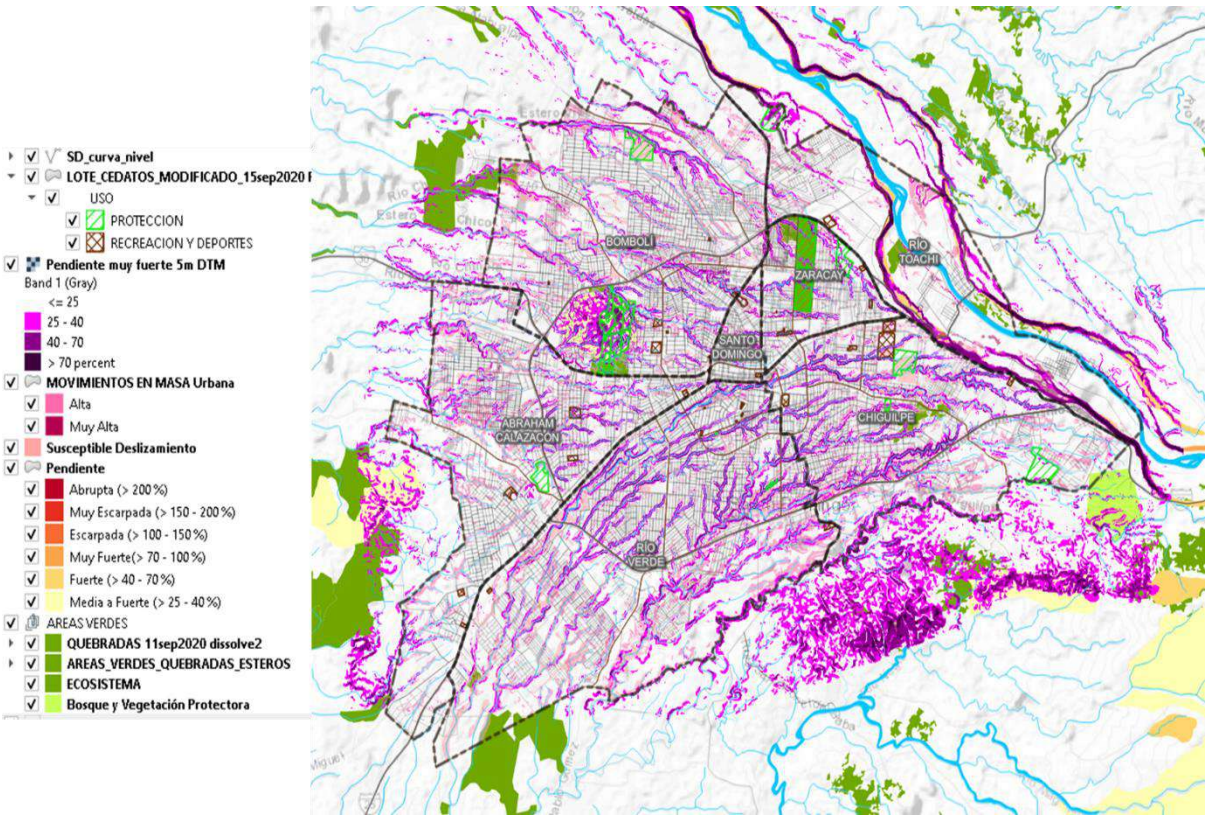


Figura 15. Riesgo de deslizamientos y áreas verdes y de protección en los barrios de Santo Domingo (Fuente: PUGS, 2021)

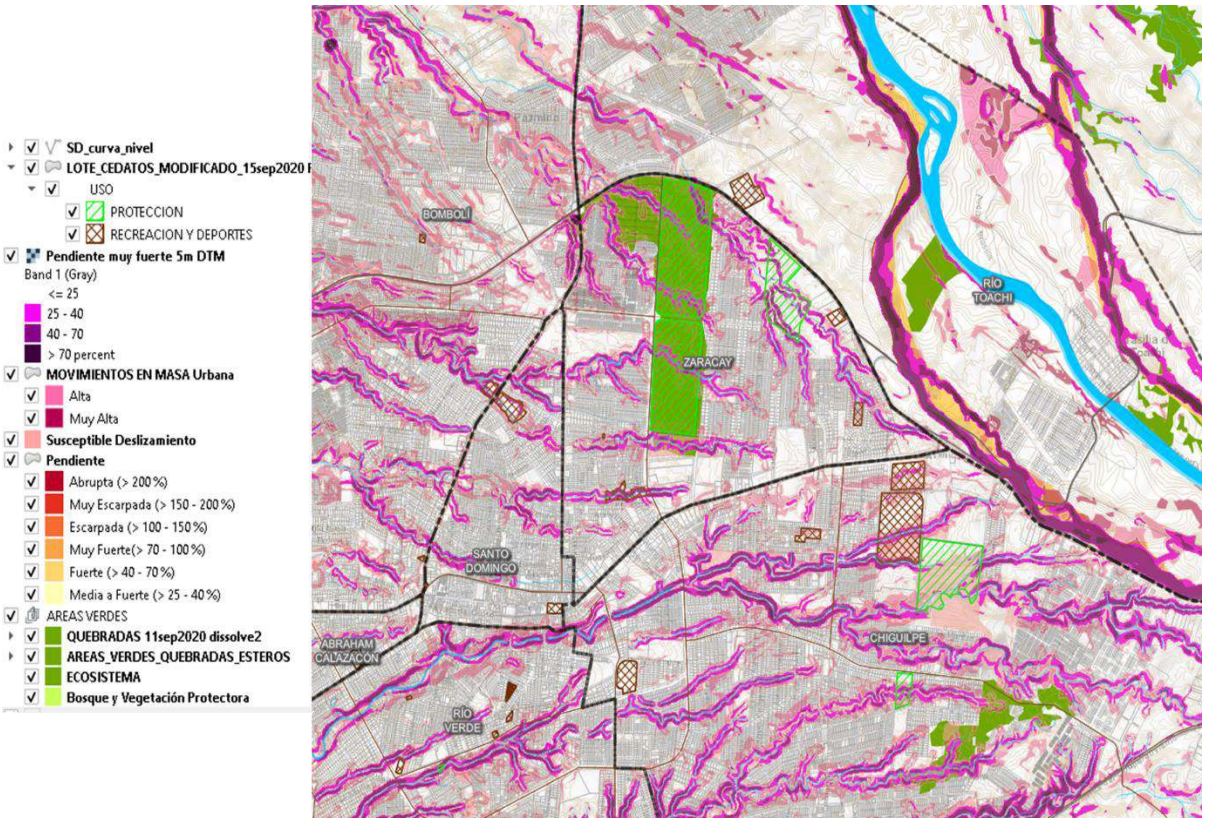


Figura 16. Detalle de zona de riesgo de deslizamientos y áreas verdes y de protección en los barrios de Santo Domingo (Fuente: PUGS, 2021)

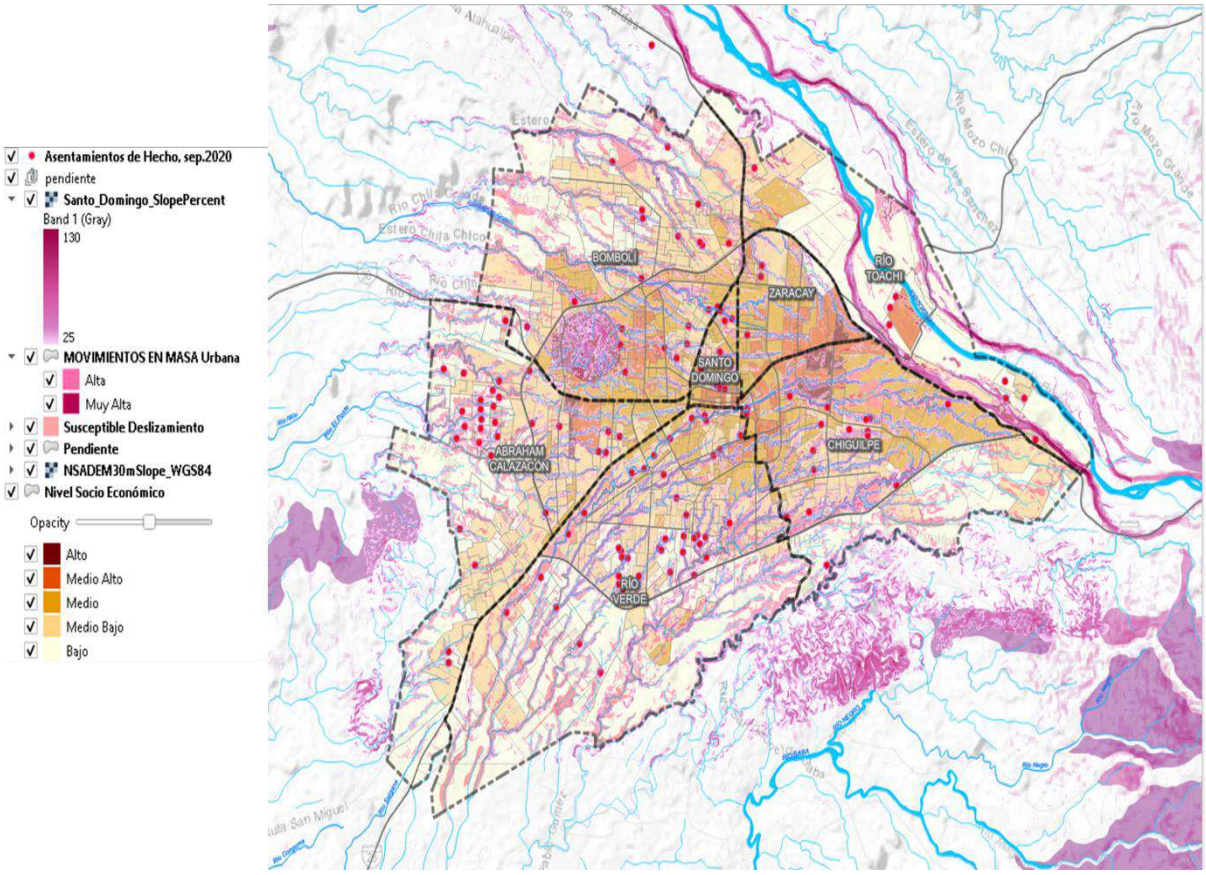


Figura 17. Riesgo de deslizamientos por nivel socioeconómico en los barrios y asentamientos de hecho en Santo Domingo (Fuente: PUGS, 2021)

Incremento de las temperaturas/Islas de calor:

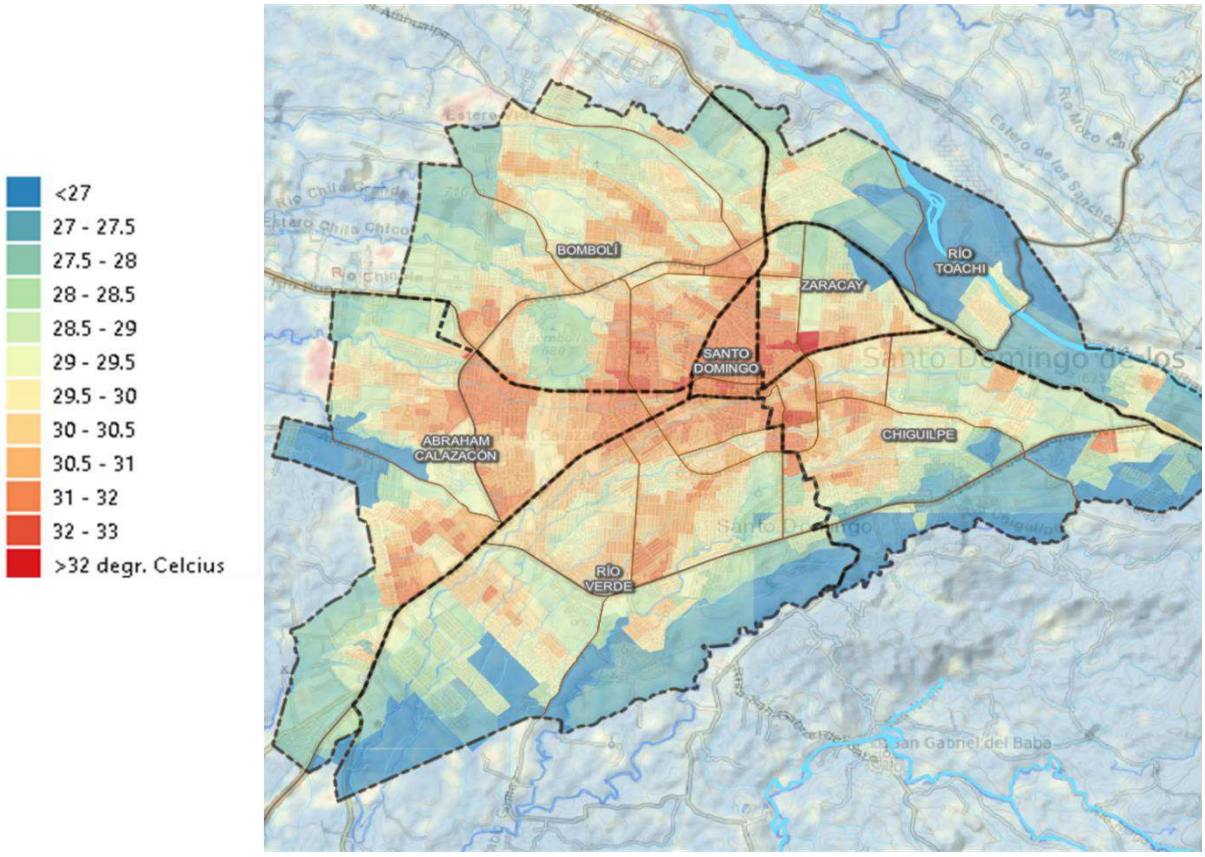


Figura 18. Temperatura de superficie para 2020 en los barrios de Santo Domingo (Fuente: SENTINEL, 2020)

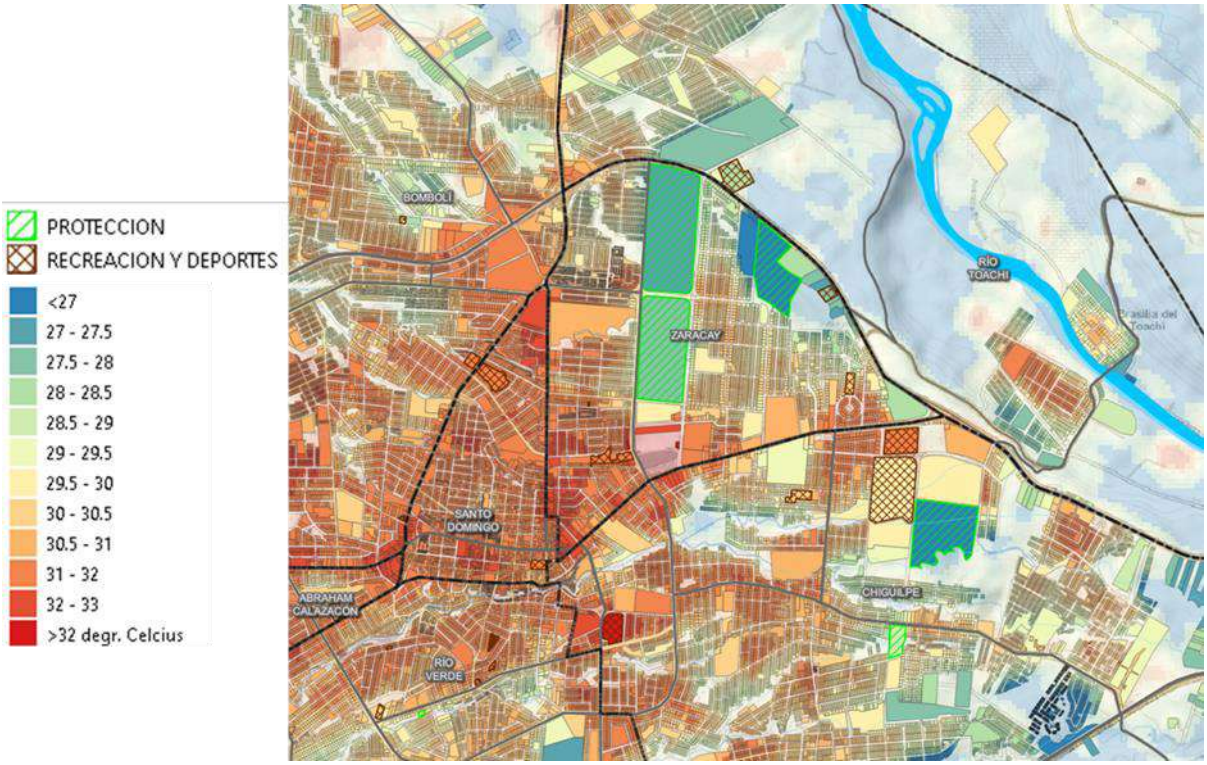


Figura 19. Detalle de temperatura de superficie para 2020 en los barrios y zonas verdes y de protección de Santo Domingo (Fuentes: PUGS, 2021; SENTINEL, 2020)

Detección de puntos críticos

Los puntos críticos (hotspots) son áreas sobresalientes para las ciudades por el impacto que genera el clima repercutiendo en la concentración de riesgos ante los eventos relacionados con el clima. Los hotspots son especialmente importantes para identificar las zonas, infraestructuras, grupos sociales y servicios ecosistémicos que requieren de acciones de adaptación y/o la gestión de riesgos y manejo adecuado de los recursos naturales. Basados en las consultas realizadas a los actores acerca de la percepción y conocimiento de los principales impactos climáticos y la información disponible se priorizaron para la ciudad Santo Domingo las áreas de riesgos relacionados con el ascenso nivel del mar, las inundaciones y las islas de calor, las sequías y los impactos sobre los servicios de los ecosistemas e infraestructuras.

Servicios Ecosistémicos en la ciudad

Uno de los servicios de las áreas verdes urbanas es el control a la exposición a fenómenos de islas de calor y la consecuente sensibilidad de grupos de población e infraestructuras. Es así como las temperaturas en la ciudad pueden variar entre 1 y 5 grados centígrados según el tipo de cobertura del suelo, la densidad y el tipo de construcción de las viviendas como se observa en la figura 18 el incremento de temperatura se evidencia hacia la zona urbana de la ciudad con presencia de 30 a 32 grados, y la falta de vegetación (figura 20), disminuye los servicios ecosistémicos de provisión. Por esto un aspecto importante, son las áreas verdes como reguladoras de la temperatura.

El cambio de uso del suelo en las zonas urbanas, peri-urbanas y rurales de las ciudades tienen importantes cambios en la regulación de los flujos hídricos y la erosión de los suelos con impactos sobre la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos. Es así como el cambio en la cobertura del suelo, reflejado en el índice de vegetación normalizado (NDVI) muestra importantes diferencias si está cubierto de vegetación o zonas verdes o tiene una trama urbana densa o difusa, tanto en la zona urbana densa como periurbana (Figura 20 y 21). Además, este tipo de información permite conocer el tipo de vivienda y construcción para mejorar la identificación de los riesgos (Figura 21 recuadro verde mostrando viviendas nivel socioeconómico alto y recuadro rojo mostrando viviendas nivel socioeconómico bajo). Así también, estas áreas verdes, incluidas las zonas con vegetación en bordes de quebradas, contribuyen a la regulación de los flujos hídricos y el control de la erosión de suelos y deslizamientos (ver Figuras 15 y 16).

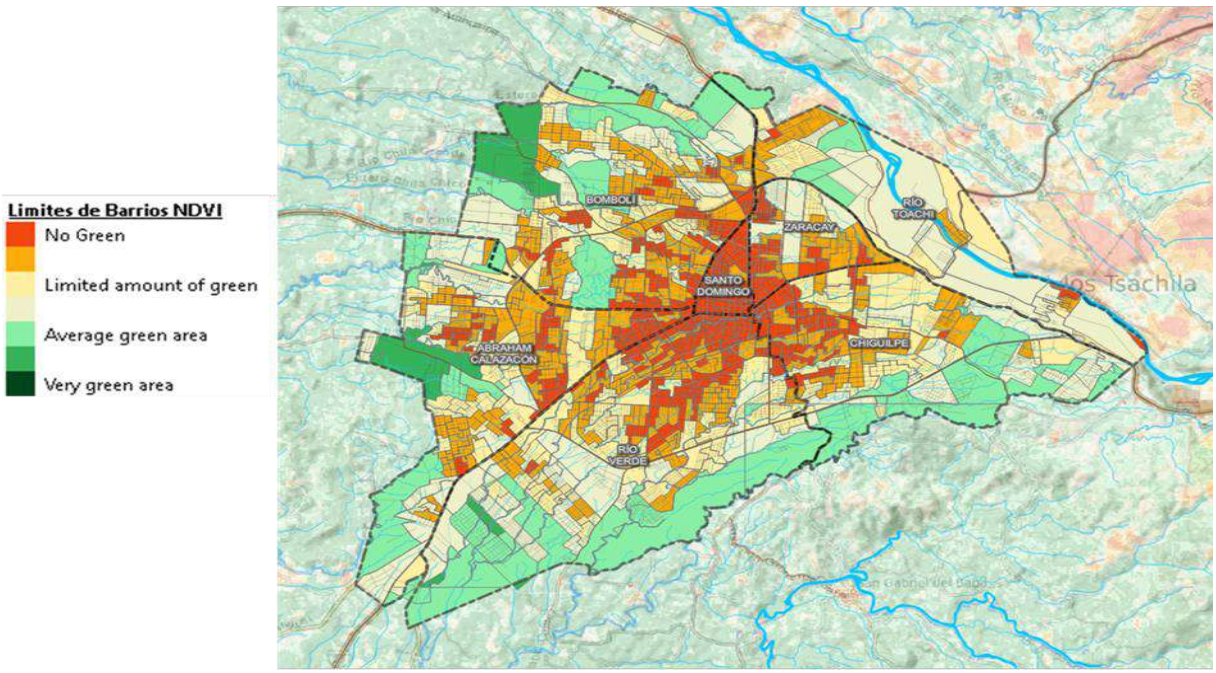


Figura 20. Índice de vegetación normalizado (NDVI) por barrios en el área urbana de Santo Domingo (Fuentes: Sentinel, 2020 y PUGS, 2021)

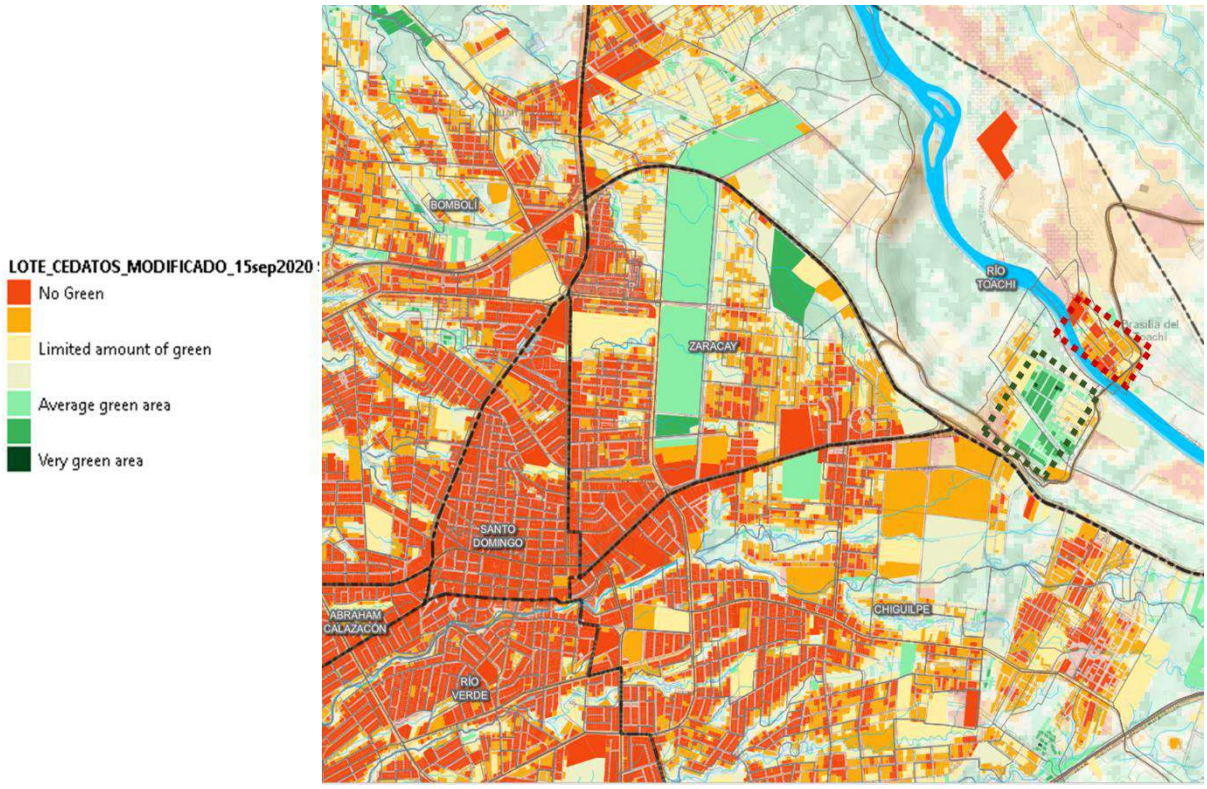


Figura 21. Detalle del Índice de vegetación normalizado (NDVI) por manzanas en el área urbana de Santo Domingo (Fuentes: Sentinel, 2020 y PUGS, 2021)

Como resultado existe una fuerte ocupación del suelo urbano que ha desplazado la cobertura vegetal natural, y ha marcado una tendencia de viviendas con limitaciones en los servicios y en su estructura, o sin cumplir la normativa de construcción (Figura 22). De las evaluaciones del Plan de Desarrollo, existe una apreciación de deficiencia de áreas verdes en la ciudad, registrándose un índice verde de 4,36 m2/hab. Claramente se observan cifras de 0 a 15 mts2/habitante (debajo de lo recomendado por

la OMS de un mínimo de 15 mts/habitante) en toda la zona central, mientras que las áreas más periféricas al centro disponen de áreas verdes aparentemente suficientes. Esto debe ser analizado más en detalle no solo en relación a la cantidad, si no sobre todo en relación a la accesibilidad y la distancia a estas zonas verdes. Así por ejemplo muchas zonas en borde de ríos y quebradas que aparecen como áreas verdes no son accesibles o están muy degradadas y contaminadas. De la vegetación remanente de la ciudad, se pueden identificar dos tipos: la vegetación arbustiva de quebradas y esteros con una superficie de 994,1 ha, y la vegetación boscosa que se ha reservado con una superficie de 150,5 ha. Sin embargo, la vegetación arbustiva está generalmente asociada con ocupaciones de suelo de precariedad o con grandes superficies de terrenos sin un manejo; y las secciones de bosque se ubican en extensiones de parques y en el área del Cerro Bombolí, que es la principal elevación con pendientes escarpada de la ciudad. Sobre la cobertura de vialidad urbana, los diferentes barrios y cooperativas cuentan con accesos, sin embargo las secciones centrales de la ciudad y los ejes viales principales, son asfaltados.

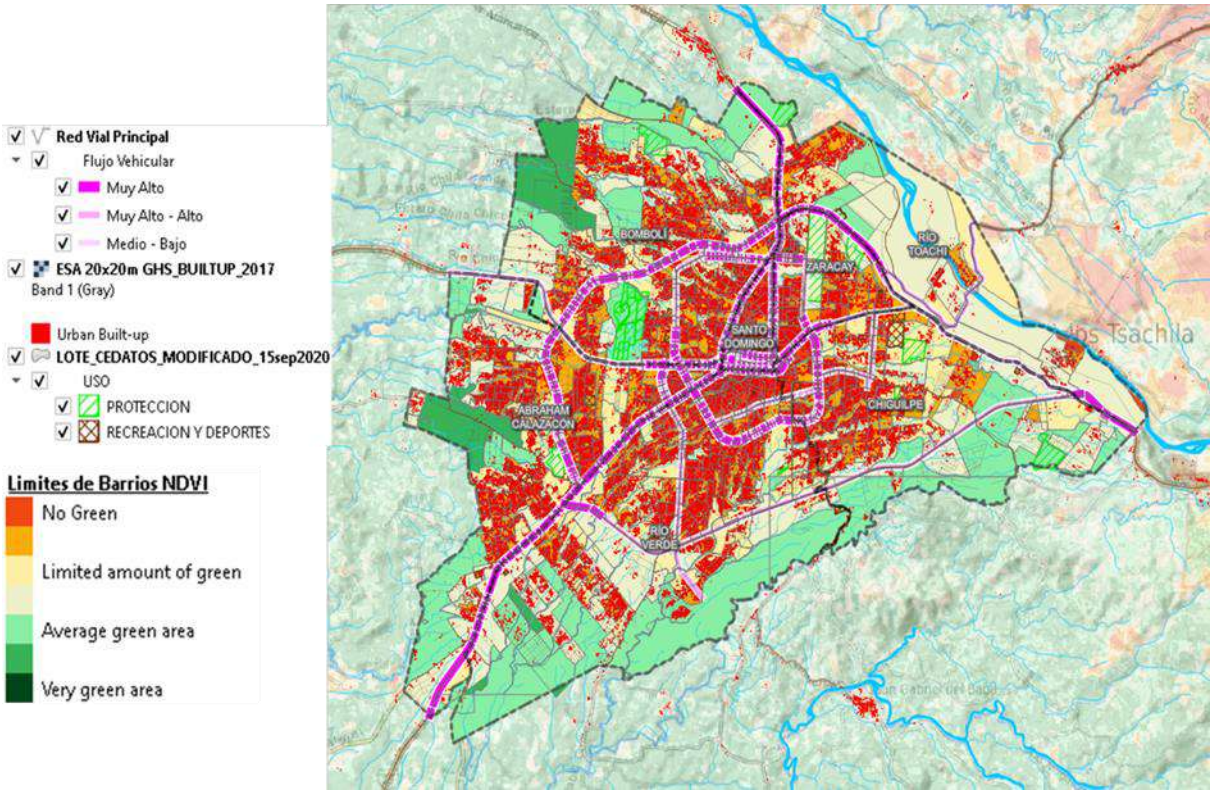


Figura 22. Índice de vegetación normalizado (NDVI) por manzanas, área construida y principales sejes viales que estructuran la ciudad de Santo Domingo
(Fuentes: Sentinel, 2020 y PUGS, 2021)

Servicios Ecosistémicos en el cantón.

Como mencionado las características ambientales del cantón permiten entender la gran diversidad de ecosistemas y de servicios ecológicos que se generan como la provisión de agua al acueducto del rio Lelia, la provisión de materiales y alimentos a la ciudad, el cantón y el país, la regulación hídrica de ríos y quebradas, el control de la erosión de suelos y el soporte a la biodiversidad (Figuras 8 y 10).

Infraestructuras

Infraestructuras sociales

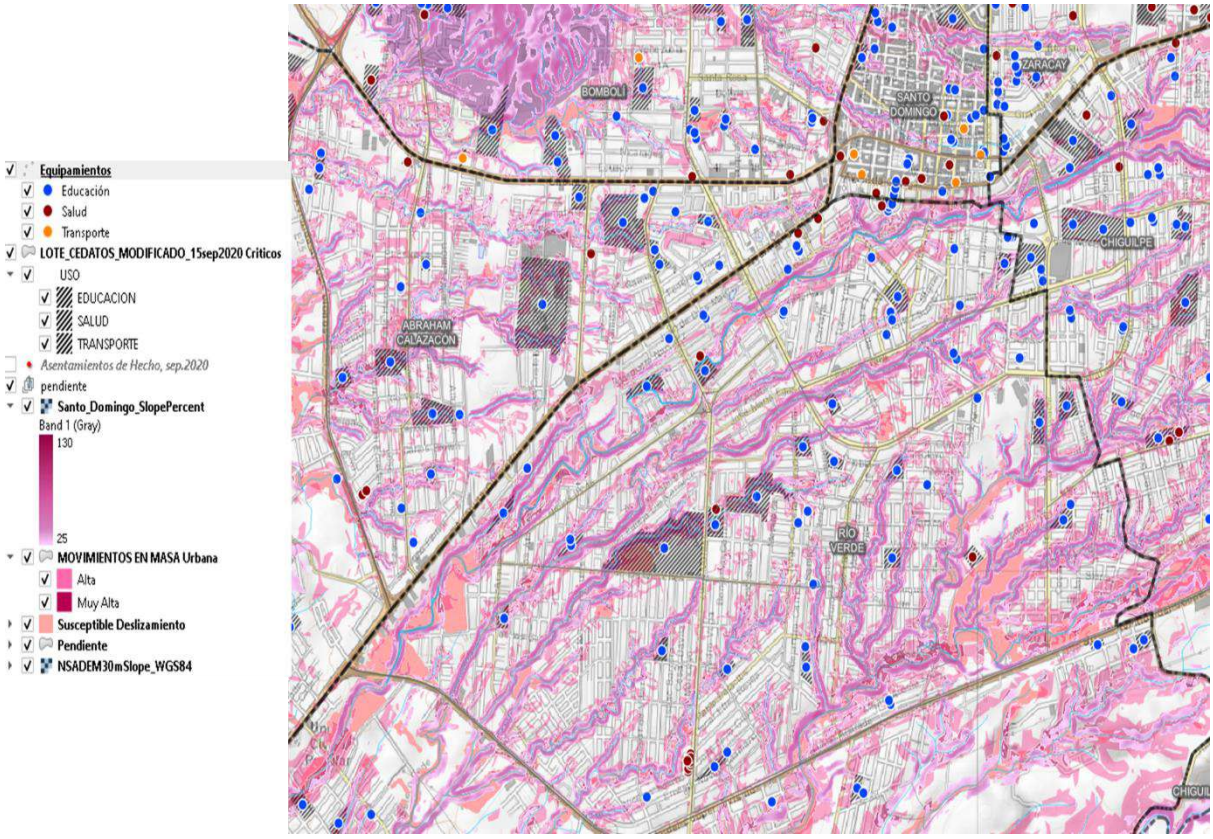


Figura 23. Detalle de localización de equipamientos básicos en función del riesgo de deslizamientos en la ciudad de Santo Domingo
(Fuente: PUGS, 2021)

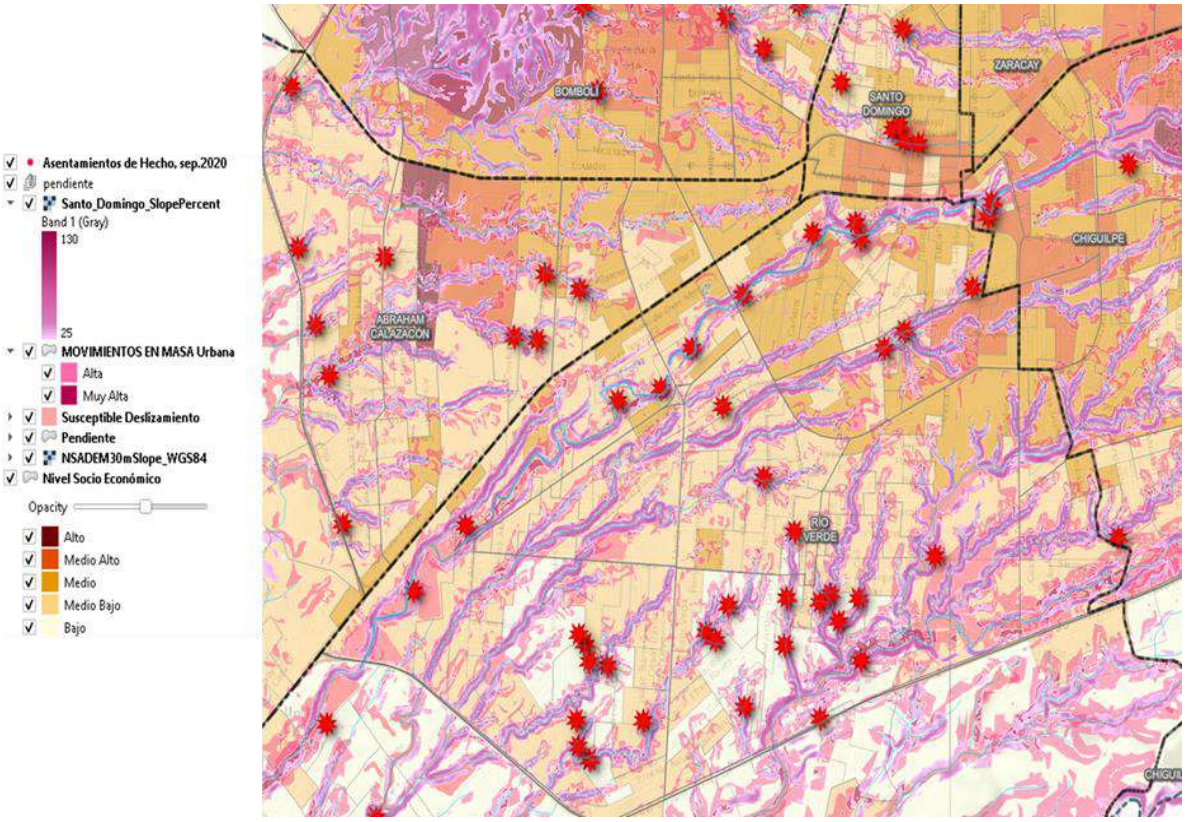


Figura 24. Detalle de localización de asentamientos de hecho y nivel socioeconómico en función del riesgo de deslizamientos en la ciudad de Santo Domingo (Fuente: PUGS 2021)

Las vulnerabilidades se presentan en todo el territorio de Santo Domingo, y se encuentran relacionadas con condiciones sociales, económicas y ambientales ya existente, asi como de infraestura, equipamiento expuesto y por la exposición de asentamientos humanos y viviendas precarias. De acuerdo con el PDOT cantonal, en la ciudad se ha identificado asentamientos ilegales en bordes y laderas de más de 30 esteros y quebradas que cruzan en sentido este a oeste, por la presencia de suelo inestable implicando una vulnerabilidad alta y estimando que unas 4500 viviendas se ubican en estas zonas. En este sentido los más afectados por estas condiciones son:

Asentamientos humanos:

- Valles del Toachi: Alluriquín, Brasilia del Toachi
- Rios Blanco y Cristal: Valle Hermoso
- Búa y Baba: Julio Moreno y San Gabriel del Baba

Las áreas con mayor susceptibilidad a movimientos en masa como deslaves, aludes o desplazamientos:

- Alluriquin, parroquia declarada zona de alto riesgo por la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos con fecha 25 de marzo de 2015, considerando un polígono de 185 km2 desde el sector de La Palma hasta Villa Aidita incluido los recintos Unión del Toachi y El Paraíso. El área urbana presenta edificaciones y actividades comerciales ubicadas en los márgenes del río Damas, lo cual aumenta la vulnerabilidadad ante amenazas climaticas.
- Santa María del Toachi
- Recintos del Lelia

- El Esfuerzo.

La zona urbana está atravesada por un conjunto de sistemas hídricos y una geografía particular por el Río Toachi, la vulnerabilidad se incrementa en las viviendas ubicadas en los bordes y laderas de los esteros y quebradas, por cuanto se estima que entre 4 mil y 5 mil familias están zanas de riesgo por deslizamiento, de acuerdo al PDOT provincial. La parroquia Rio Verde es la más afectada a sufrir movimientos en masa e inundaciones con un 26,37%, seguido de la parroquia Bombolí con un 23,96%, Abraham Calazacón con 16,94%, y Chiguilpe con 16,92%. La descarga de aguas residuales de los predios que confluyen con los ríos ha degradado la calidad de agua, generando una contaminación paisajística y afectando la fauna existente en estos cuerpos hídricos En la figura se puede observar que los asentamientos humanos de hecho se encuentran distribuidos en gran parte del territorio, no obstante se concentran mayormente en la parroqui Rio Verde.

De acuerdo con el PUGS 2032, Santo Domingo cuenta con 133 asentamientos humanos de hecho, los mismos que se caracterizan por estar establecidos en zonas de riesgo con una forma de ocupación del territorio que no ha respetado el planeamiento urbanístico. En este sentido la Municipalidad promueve su legalización con la finalidad de generar medidas para incorporarlos en sitios seguros.

N°	NOMBRE DEL ASENTAMIENTO	N°	NOMBRE DEL ASENTAMIENTO	N°	NOMBRE DEL ASENTAMIENTO
1	Asentamiento El Ébano 2	46	Plan de Vivienda Regalo de Dios	91	Asociación Bahía Colorada
2	Urbanización Municipal El Ébano	47	Asentamiento 21 de Febrero	92	Gremio Comercial Proletariado
3	Comité Pro-Mejoras Valle del Toachi	48	Asentamiento Riveras del Río Pove	93	Asentamiento María Auxiliadora
4	Asentamiento El Romeral	49	Asentamiento Tres Postes	94	Comité Pro-Mejoras Bellavista
5	Coop. de Vivienda Playa de las América	50	Barrio San Jacinto	95	La Esperanza
6	Asentamiento 16 de Mayo	51	Barrio San Francisco	96	Asentamiento Nueva Loja
7	Asentamiento El Paraíso	52	Asentamiento Sueño de Vivir	97	Barrio Zaracay Sector 1 2 3
8	Asentamiento Rochdalle	53	Asentamiento Nuevo Proletariado	98	Asentamiento San Marco
9	Asentamiento leras del Carmen	54	Asentamiento 21 de Junio	99	Barrio Zaracay Sector 5
10	Asentamiento Luis María Burneo	55	Comité Pro-Mejoras Israel	100	Asentamiento Gómez de la Torre
11	Asentamiento Marina Peñaherrera	56	Asentamiento 14 de Mayo	101	Asentamiento Voluntad de Dios
12	Asentamiento Nuevo Horizonte	57	COOP MODELO	102	Asentamiento 24 de Febrero
13	Comité Pro-Mejoras Nueva Provincia	58	Asentamiento Barrio Bellavista	103	Comité Pro-Mejoras Barrio 25 de Diciembre
14	Asentamiento Nuevo Miraflores	59	30 de Junio	104	Asociación 12 de Febrero
15	Asentamiento Sueños Juveniles	60	Las Playas	105	Asentamiento Kasama
16	Asentamiento La Nueva Esperanza	61	Asentamiento el Playón	106	PDV Atahualpa antes Comité PM Los Laureles
17	Asentamiento Santa Marianita	62	Barrio Voluntad de Dios	107	Asentamiento Barrio La Paz
18	5 de Agosto	63	Barrio San Juan y San Pablo	108	Mercado 5 de Agosto
19	Niño de Belén	64	Asentamiento Luz del Día	109	La Castellana Etapa I
20	Trabajadores Municipales	65	Urbanización Sutram	110	La Castellana Etapa II
21	Asentamiento Monuca Alejandra	66	Barrio Jehová es mi Pastor	111	Asentamiento Los Vencedores
22	Asentamiento Jesús del Gran Poder	67	Barrio El Mirador	112	Asentamiento Nueva Esperanza
23	Asentamiento 25 de Julio Sector 2	68	Barrio Johana Reyes	113	Asentamiento 21 de Junio
24	Asentamiento Virgen del Cisne	69	Barrio Laura Flores	114	Asentamiento 24 de Mayo
25	Asentamiento El Platanito	70	Barrio Virgen del Cisne	115	Barrio Lirio de los Valles
26	Asentamiento El Cañaveral	71	31 de Enero	116	Barrio 4 de Abril
27	Asentamiento Nuevo Jerusalén	72	Asentamiento Eloy Alfaro	117	Barrio 14 de Junio
28	Santa Martha Sector 5	73	Asentamiento La Primavera	118	Asentamiento El Bosque
29	Asentamiento 25 de Julio	74	Barrio Atahualpa	119	Barrio 12 de Octubre
30	Asentamiento La Inmaculada	75	7 de Septiembre	120	Barrio 1 de Mayo
31	Asentamiento 18 de Octubre	76	Asentamiento Caminos Al Búa	121	Barrio 25 de Diciembre
32	Asentamiento Voluntad de Dios	77	Reina del Cisne	122	Barrio 9 de Mayo
33	Asentamiento El Cañaveral 2	78	Asentamiento Laura Flores 3	123	Asentamiento Guadalupe Larriva
34	Barrio La Independencia	79	Asentamiento Montoneros de Alfaro	124	Barrio Municipal Metropolitano
35	Asentamiento 12 de Septiembre	80	Plan de Vivienda Municipal Renacer	125	Asentamiento Urb. Moreira
36	Asentamiento Río Chico	81	Las Iguanas	126	Ciudadela Central
37	Asentamiento Laura Flores 2	82	Asentamiento Los Pelucones	127	Asentamiento Brisas del Colorado
38	Asentamiento 16 de Marzo	83	10 de Agosto	128	Gaviotas
39	Asentamiento El Cosmopolita	84	Asentamiento 14 de Febrero	129	Asentamiento Fuerza y Libertad
40	Asentamiento Barrio Niño Jesús	85	Frente de Lucha de la Mujer Trabajadora	130	Chilachi 'to
41	Asentamiento La Isla	86	José María Velazco Ibarra	131	Centro Comercial Pupusa
42	Asentamiento Ciudad Colorada	87	Comité Pro-Mejoras del Barrio Nazareth	132	Calle Schumacher
43	Asentamiento El Cañaveral 3	88	Asentamiento 30 de Julio	133	El Comisario
44	Asentamiento Las Honduras	89	Niño de Belén		
45	Comité Pro-Mejoras La Isla	90	Tiwinza y Asoc. 10 de Noviembre		

Figura 25. Asentamientos Humanos de Hecho en Santo Domingo
Fuente: PUGS 2032 Santo Domingo

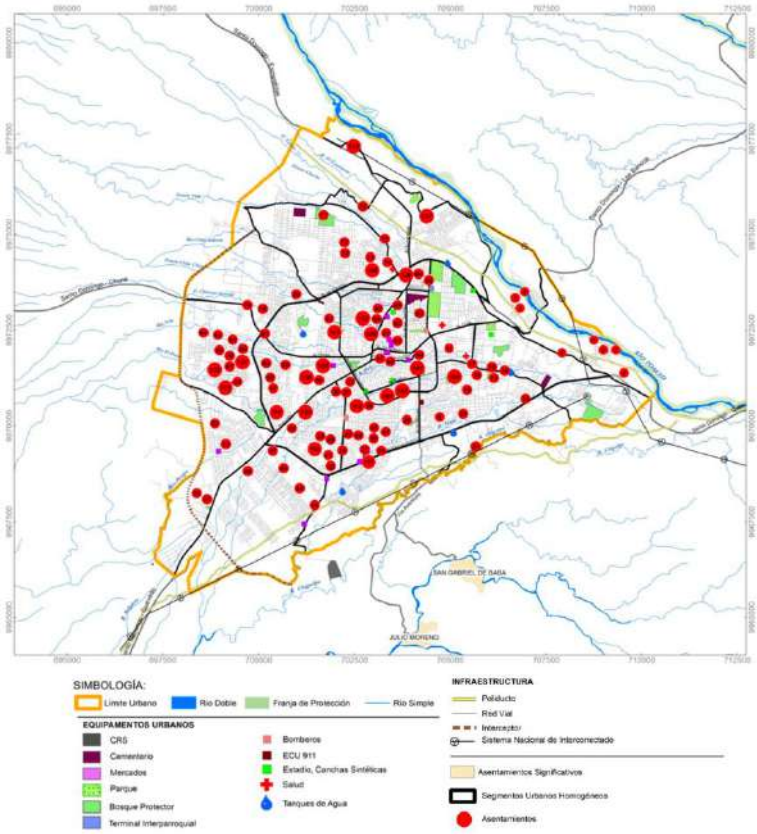


Figura 26. Distribución de los asentamientos humanos de hecho en el territorio
Fuente: PUGS 2032 Santo Domingo

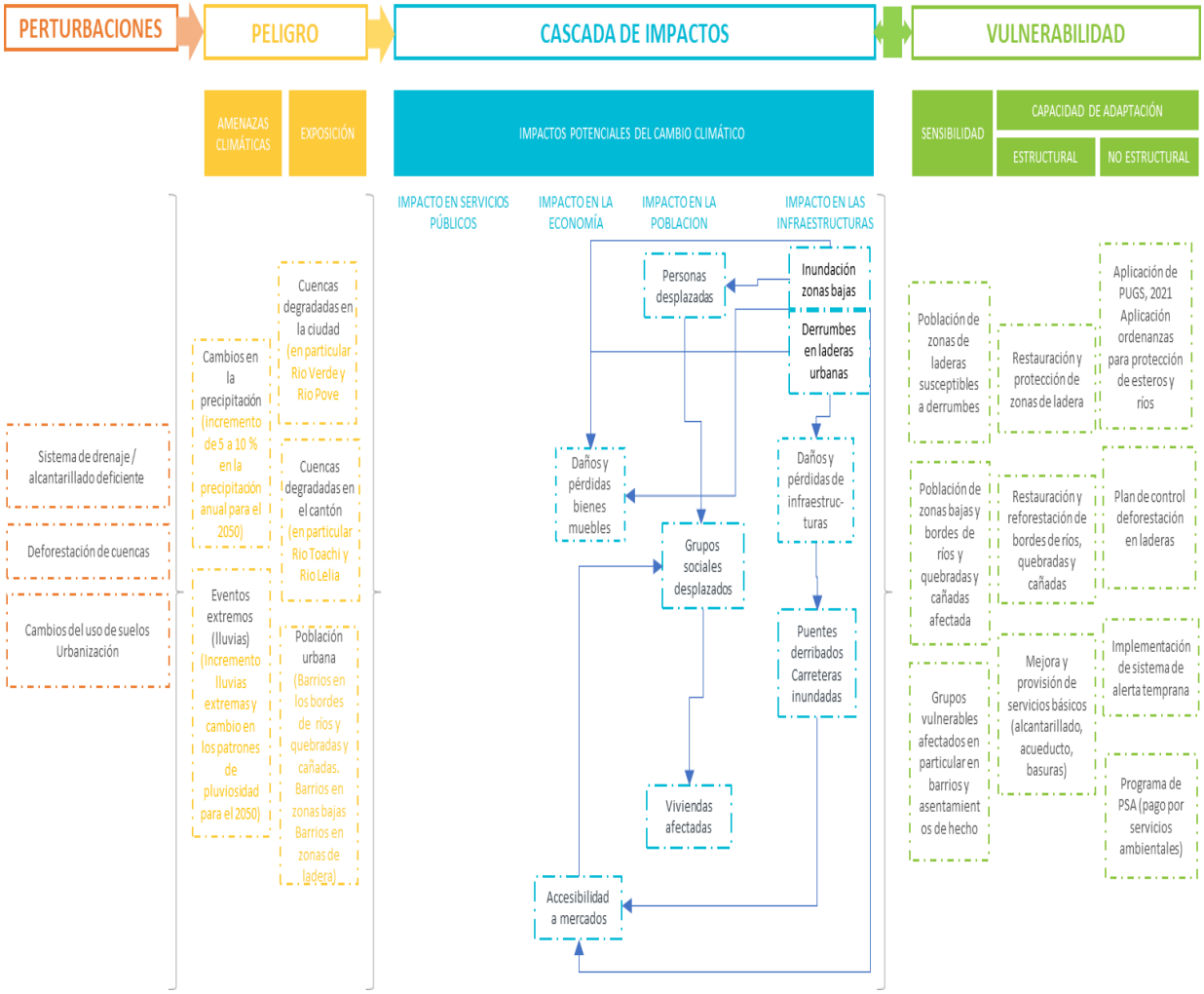


Figura 27. Cascada de impactos por inundaciones y deslizamientos en la ciudad y el cantón de Santo Domingo

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

Aunque existen muchos datos sobre los riesgos, la vulnerabilidad y los impactos frente a la variabilidad del clima, el cambio climático y los desastres 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 y todas las actoras 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 proxis 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 quién 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.

La exploración de posibilidades para el diseño de opciones de adaptación debe por lo tanto incluir 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.

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

Las siguientes herramientas se utilizan entre otras cosas, para determinar alcance de la evaluación, identificar y trabajar con los actores, seleccionar datos y co-crear información sobre los riesgos y vulnerabilidades, analizando y validando los análisis para crear capacidades y conocer las escalas de recursos naturales y niveles de decisión a ser considerados, definiendo y priorizando los puntos, áreas y grupos críticos para la acción.

Herramienta	Se usa para	Etapa
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: Beneficios: son las ventajas o los efectos positivos de las SbN. Costos: son los recursos requeridos para aplicar las SbN y las desventajas o los efectos negativos causados por estas. Impactos: 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