



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

ICMA

Leaders at the Core of Better Communities



FEDOMU
FEDERACIÓN DOMINICANA DE MUNICIPIOS

Pautas para la Evaluación de la Vulnerabilidad Climática de los Municipios en el marco del Plan de Ordenamiento Territorial Municipal



Pautas para la Evaluación de la Vulnerabilidad Climática de los Municipios para el Plan de Ordenamiento Territorial Municipal

Una sistematización de las experiencias del Programa de Planificación para la Adaptación Climática en Santiago, San Pedro, Las Terrenas y el Distrito Nacional

Referencia: ICMA/ICF (2016). Pautas para la Evaluación de la Vulnerabilidad Climática de los Municipios para el Plan de Ordenamiento Territorial Municipal. Asociación Internacional para la Gestión de Ciudades y Municipios y ICF International. Programa Planificación para la Adaptación Climática de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), Santo Domingo, República Dominicana.

Septiembre 2016.

Esta publicación ha sido elaborada por la Asociación Internacional de Ciudades y Municipios (ICMA) y ICF International en colaboración con la Federación Dominicana de Municipios (FEDOMU) y los Ayuntamientos del Distrito Nacional y de los Municipios Santiago, San Pedro de Macorís y Las Terrenas, para su presentación a la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). La producción de este material fue posible gracias al apoyo del Pueblo de los Estados Unidos a través de la USAID. Las opiniones expresadas en esta publicación no reflejan necesariamente los puntos de vista de la USAID o del Gobierno de los Estados Unidos. Las fotografías muestran diferentes actividades de trabajo, paisajes e infraestructuras de las cuatro municipalidades y son propiedad de ICMA.

Con profundo respeto y agradecimiento, a la memoria de Mike Savonis

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. A modo de presentación
- 1.2. Definiendo la vulnerabilidad climática
- 1.3. Las tres componentes de la vulnerabilidad
- 1.4. Evaluando la vulnerabilidad climática

2. PASOS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD CLIMÁTICA DEL MUNICIPIO

- 2.1. La vulnerabilidad climática en ocho pasos

3. DEFINICIÓN DEL CONTEXTO MUNICIPAL

- 3.1. Definición del marco político-administrativo
- 3.2. Describiendo el contexto
- 3.3. Explorando el contexto regional
- 3.4. Impactos no climáticos

4. IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS, ESTRESORES E IMPACTOS CLIMÁTICOS

- 4.1. Amenazas, estresores e impactos climáticos
- 4.2. Fuentes de información

5. CARACTERIZACIÓN DE FACTORES CLAVES DE DESARROLLO

- 5.1. Planes Municipales y Planes Estratégicos
- 5.2. Líneas Estratégicas de Desarrollo Municipal

6. EXPOSICIÓN A LAS AMENAZAS Y ESTRESORES CLIMÁTICOS

- 6.1. Definiendo la exposición
- 6.2. A qué estamos y estaremos expuestos

7. SENSIBILIDAD DE LOS FACTORES CLAVES DE DESARROLLO

- 7.1. Definiendo la sensibilidad
- 7.2. Cuán sensibles al clima son los sectores y servicios municipales

8. IMPACTOS CLIMÁTICOS AL DESARROLLO MUNICIPAL

- 8.1. Sensibilidad más exposición es igual a impacto
- 8.2. Impactos a los sectores y servicios municipales

9. CAPACIDAD ADAPTATIVA

- 9.1. Definiendo la capacidad adaptativa
- 9.2. Determinantes de la capacidad adaptativa
- 9.3. Papel de los recursos naturales

10. VALORACIÓN GLOBAL DE LA VULNERABILIDAD

- 10.1. Combinando exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa

11. REFERENCIAS

Apéndices

RESUMEN EJECUTIVO

El Programa de Planificación para la Adaptación Climática auspiciado por el Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) con fondos del pueblo de los Estados Unidos, tiene el objetivo de elaborar Planes de Ordenamiento Territorial Municipales (POMT) que contengan medidas de adaptación al cambio climático, a fin de garantizar que la planificación de uso del suelo en República Dominicana comience a incorporar la variabilidad climática a la organización de los modelos territoriales. Su implementación está a cargo de la Asociación Internacional de Gestión de Ciudades y Municipios (ICMA) y la Federación Dominicana de Municipios (FEDOMU), junto a socios implementadores como ICF Internacional. El Distrito Nacional y los municipios Santiago, San Pedro de Macorís y Las Terrenas fueron los seleccionados para iniciar el programa, a los cuales seguirán cuatro nuevos municipios, pues una de las metas es dejar elaborados ocho planes de ordenamiento con el enfoque de adaptación al cambio climático. Para lograr este ambicioso objetivo el programa ha desarrollado nuevos enfoques y herramientas, tanto en el ordenamiento territorial como en la evaluación de la vulnerabilidad climática, ajustados a la realidad de nuestros municipios, en el marco de desarrollo resiliente al clima propuesto por USAID.

En la evaluación de la vulnerabilidad climática, el programa parte de identificar las vulnerabilidades presentes y futuras frente al cambio climático, que amenazan las líneas estratégicas de desarrollo de los municipios involucrados, para poder elaborar medidas de adaptación efectivas que puedan ser utilizadas para la toma de decisiones en el ordenamiento de cada territorio. La Evaluación de Vulnerabilidad Climática es la herramienta técnica empleada para identificar puntos críticos del impacto del cambio climático y generar aportes para la adaptación y la planificación. Considerando que en la literatura sobre el tema aparecen una gran variedad de metodologías de aplicación general o sectorial, algunas de cierta complejidad, el programa desarrolló una serie de pautas generales que sirvieron de guía para las evaluaciones del Distrito Nacional y de los Municipios Santiago, San Pedro de Macorís y Las Terrenas, que se explican y ejemplifican en este trabajo. Al contar con pautas claras y sencillas para evaluar la vulnerabilidad climática, ajustadas a las posibilidades técnicas y de información de nuestros Ayuntamientos, se buscaba la ventaja de su repetitividad en los municipios involucrados, así como dejar una herramienta de trabajo de utilidad para todas las municipalidades dominicanas.

Las pautas elaboradas por el Programa de Planificación para la Adaptación Climática comprenden ocho pasos fundamentales: 1) definición del contexto municipal, 2) identificación de amenazas, estresores e impactos climáticos, 3) caracterización de factores claves de desarrollo, 4) exposición a las amenazas y estresores climáticos, 5) sensibilidad de los factores previamente identificados, 6) impactos climáticos al desarrollo municipal, 7) capacidad adaptativa y 8) valoración global de la vulnerabilidad del municipio.

El primer paso tiene como propósito delimitar y describir el territorio objeto de evaluación (marco político-administrativo) y describir sus componentes física, natural, socioeconómica y cultural relacionadas con la vulnerabilidad climática. En el segundo paso se identifican las amenazas y estresores climáticos que se ciernen sobre el municipio (ascenso del nivel del mar, incremento de la temperatura, cambio en el patrón de precipitaciones, huracanes más intensos y frecuentes, precipitaciones extremas, marejadas de tormenta o sequía) y sus principales impactos, actuales e históricos (inundaciones fluviales o pluviales, deslizamientos y avalanchas, penetraciones del mar, inundaciones costeras, oleaje destructivo, reducción del suministro de agua o erosión costera). El tercer paso identifica las actividades, sectores y servicios claves para el cumplimiento de los objetivos de desarrollo del municipio. Algo muy relevante para nuestros Ayuntamientos es que los Planes Municipales de Desarrollo que impulsa FEDOMU constituyen herramientas fundamentales para orientar la evaluación de la vulnerabilidad municipal. Dado que estos planes contienen las líneas estratégicas, a mediano y largo plazo, ofrecen una visión del municipio que se quiere y los retos prioritarios para alcanzarlo, por lo que brindan un marco idóneo para incorporar la

componente climática entre los retos y discutir cómo las amenazas, estresores e impactos climáticos pueden afectar las actividades, sectores y servicios llamados a apoyar los objetivos de desarrollo. Conocido el contexto territorial y las amenazas climáticas que pueden incidir sobre los objetivos de desarrollo los próximos pasos se encaminan a la evaluación de las componentes de la vulnerabilidad: sensibilidad, exposición y capacidad adaptativa.

El cuarto paso describe y analiza la exposición a las amenazas y estresores climáticos, en el presente (situación actual) y en el futuro (situación futura basada en escenarios climáticos), de las actividades, sectores y servicios que deben garantizar el cumplimiento de los objetivos de desarrollo, así como las principales áreas geográficas de exposición, que deben ser cartografiadas. Aquí se analizan como amenazas y estresores climáticos: aumento de temperatura, cambios en el patrón de precipitaciones, sequía, intensidad y frecuencia de eventos extremos. precipitaciones extremas, inundaciones y deslizamientos, aumento del nivel del mar, oleaje y erosión costera. La sensibilidad, que se aborda en el quinto paso, queda definida al describir y analizar la situación actual de las actividades, sectores y servicios claves para el cumplimiento de las líneas estratégicas del municipio.

La combinación de la exposición y sensibilidad determina el impacto climático y de ello se ocupa el sexto paso donde se analizaron el impacto de cada una de las amenazas y estresores climáticos sobre las siguientes actividades, sectores y servicios claves del municipio: uso del suelo y renovación urbana, gobernanza participativa, aguas residuales y aguas pluviales, electricidad y alumbrado público, manejo de desechos sólidos, movilidad urbana, recursos naturales y espacios verdes, salud, seguridad y protección, servicios de agua, turismo, comercio, patrimonio histórico y cultural, gestión fiscal, agricultura y ganadería, zonas francas industriales, pesca, instalaciones deportivas y educación escolar y laboral. El séptimo paso aborda la capacidad adaptativa e identifica y analiza las determinantes naturales, humanas, sociales, tecnológicas, físicas, financieras o políticas que constituyen fortalezas y/o debilidades para manejar y adaptar las actividades, sectores y servicios que deben garantizar el cumplimiento de los objetivos del municipio, al impacto de las amenazas, estresores e impactos climáticos actuales y futuros. Finalmente, el paso ocho ofrece un resumen de la vulnerabilidad municipal basado en las amenazas y estresores climáticos que estarán en juego, el impacto sobre las actividades, sectores y servicios claves y las diferentes capacidades del municipio para adaptarse y continuar su desarrollo de acuerdo a las líneas trazadas.

Estas Pautas para la Evaluación de la Vulnerabilidad Climática de los Municipios para el Plan de Ordenamiento Territorial Municipal desarrolladas por el Programa de Planificación para la Adaptación Climática resume las experiencias de trabajo en coordinación con los equipos técnicos, los grupos de trabajo del Ayuntamiento y el aporte de las comunidades en cada municipalidad, en un proceso participativo diseñado para desarrollar capacidades a todos los niveles. Los componentes de la vulnerabilidad se describen por separado, a fin de poner en claro las causas subyacentes de la vulnerabilidad. Estas evaluaciones ofrecen un punto de partida para explorar cómo los efectos del clima, los impactos no-climáticos (contaminación de los ríos, dispersión de basura o asentamientos en sitios de riesgo), y la capacidad de adaptación contribuyen a la vulnerabilidad de los objetivos de desarrollo de nuestros municipios frente el cambio climático. La atención a estas evaluaciones de vulnerabilidad por parte de los planificadores y actores municipales ayudará a tomar medidas de adaptación más enfocadas y decisiones fundamentadas acerca de si las medidas de adaptación al cambio climático deberán centrarse en la reducción de la exposición y la sensibilidad, o en el aumento de la capacidad adaptativa. Este paso facilitaría la adecuada inserción del componente climático en los nuevos modelos de ordenamiento territorial municipales en busca del objetivo de lograr ciudades más resilientes en la República Dominicana.



I. INTRODUCCIÓN

I.1. A modo de presentación

La Asociación Internacional de Ciudades y Municipios (ICMA), ICF Internacional, la Federación Dominicana de Municipios (FEDOMU) y los Ayuntamientos del Distrito Nacional y de los Municipios Santiago, San Pedro de Macorís y Las Terrenas, auspiciados por el Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), implementan el Programa de Planificación para la Adaptación Climática. El objetivo fundamental de este programa es la elaboración de Planes de Ordenamiento Territorial Municipales que contengan medidas de adaptación al cambio climático, a fin de garantizar una planificación de uso del suelo donde la variabilidad climática esté incorporada a la organización del modelo territorial. En este empeño es indispensable conocer cuáles son las acciones de adaptación al clima más apropiadas para cada Municipio, en correspondencia con su situación climática histórica, actual y futura.

Ello implica conocer las características del clima en el territorio y la incidencia -pasada, presente y perspectiva- de las amenazas, estresores e impactos climáticos (sequía, precipitaciones extremas, inundaciones, deslizamientos, penetraciones del mar, oleajes de tormenta o erosión costera), además de, cómo se manifestarán en el futuro las amenazas inherentes al cambio climático (aumento de temperatura, cambios en las precipitaciones,

incremento de la frecuencia e intensidad eventos meteorológicos extremos y ascenso del nivel del mar). Dicho en otras palabras, implica adentrarnos a conocer la vulnerabilidad climática municipal en sus múltiples facetas.

I.2. Definiendo la vulnerabilidad climática

El Cuarto Informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2007) define la vulnerabilidad climática como el grado en que un sistema (geofísico, biológico o socioeconómico) es susceptible o incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad y los extremos climáticos. El concepto de vulnerabilidad nos ayuda a comprender mejor las relaciones causa-efecto detrás del cambio climático y su impacto en la población, los sectores económicos y los sistemas socio-ecológicos (GIZ, 2014). De ahí, que la evaluación de la vulnerabilidad climática de un municipio sea de importancia crucial cuando de su desarrollo actual y prospectivo se trata.

En su definición general, una evaluación de vulnerabilidad es el proceso de identificar, cuantificar, y priorizar las vulnerabilidades (entiéndase debilidades, fragilidades o inseguridades) de un sistema. Aplicada al clima y al ámbito municipal, que es el que nos ocupa, se trataría de conocer cuál es la situación de cualquiera de los componentes o procesos que identifican, constituyen y hacen funcionar la municipalidad, frente a las amenazas, estresores e impactos climáticos que inciden hoy, e incidirán en el territorio en el futuro.



El cambio climático puede tener impactos significativos en la sociedad, la economía, la infraestructura, los recursos naturales y los sectores y servicios municipales, todos imprescindibles para lograr los objetivos de desarrollo de un municipio. El planeamiento municipal puede beneficiarse de una mejor comprensión de todas las vulnerabilidades climáticas de su territorio, que consideradas de forma apropiada pueden contribuir a mejorar su habilidad de enfrentar las amenazas, estresores e impactos climáticos, es decir a incrementar su resiliencia social, económica, institucional y territorial frente al cambio climático.

1.3. Las tres componentes de la vulnerabilidad

La vulnerabilidad no es una característica medible de un sistema, tales como la temperatura, la precipitación o la producción agrícola. Es un concepto que expresa la compleja interacción de los diferentes factores que determinan la susceptibilidad de un sistema a los impactos del cambio climático. Sin embargo, no hay una regla fija que define cuáles son los factores a considerar, ni los métodos utilizados para cuantificarlos.

Es por esto que hablamos de “evaluar” en vez de medir la vulnerabilidad (GIZ, 2014) y para facilitar dicha evaluación la vulnerabilidad climática puede dividirse en tres componentes fundamentales: a) el nivel de exposición a las amenazas y estresores climáticos, b) la sensibilidad a dichas amenazas y estresores, y c) la capacidad de adaptación para manejarlos (IPCC, 2014). La exposición al cambio climático y la sensibilidad de un sistema determinan el impacto potencial. Sin embargo, la vulnerabilidad a este impacto dependerá también de la capacidad de adaptación del sistema (Figura 1.1).



Figura 1.1. Componentes de la vulnerabilidad climática. Fuente: IPCC (2014).

Zonas urbanas y cambio climático. Muchos riesgos globales del cambio climático se concentran en las zonas urbanas. El estrés térmico, la precipitación extrema, las inundaciones costeras, la contaminación del aire, la sequía y la escasez de agua plantean riesgos en las zonas urbanas para las personas, los activos, las economías y los ecosistemas. Los riesgos se amplifican para las personas que carecen de infraestructuras y servicios esenciales o viven en viviendas de mala calidad y en zonas expuestas. Mediante la reducción de los déficits de servicios básicos, la mejora de la vivienda y la construcción de sistemas de infraestructuras resilientes se podrían conseguir reducciones significativas de la vulnerabilidad y la exposición en las zonas urbanas. La adaptación urbana se mejora con la gobernanza eficaz del riesgo urbano a varios niveles, la sintonización de las políticas y los incentivos, el fortalecimiento de la capacidad de adaptación de los gobiernos y comunidades locales, las sinergias con el sector privado y la adecuada financiación y desarrollo institucional. También obran en favor de la adaptación una mayor capacidad, voz e influencia de los grupos de bajos ingresos y las comunidades vulnerables y sus asociaciones con los gobiernos locales (IPCC, 2014).

El concepto de vulnerabilidad climática reconoce así la posibilidad de reducir los efectos del cambio climático mediante acciones encaminadas a reducir la exposición, la sensibilidad o a aumentar la capacidad adaptativa. Por ello, aunque muchos estudios tratan la vulnerabilidad con un sentido general, la práctica demuestra que analizar por separado cada una de estas componentes permite profundizar en el análisis de la vulnerabilidad climática y dilucidar las causas subyacentes. Los siguientes capítulos abordarán de manera particular cada una de las componentes de la vulnerabilidad.

1.4. Evaluando la vulnerabilidad climática

La Evaluación de Vulnerabilidad Climática es la herramienta técnica que en los últimos años se ha venido utilizado cada vez más para identificar puntos críticos del impacto del cambio climático y para generar aportes para la adaptación y la planificación del desarrollo a nivel local, nacional y regional (GIZ, 2014). Sin embargo, la literatura sobre el tema dista mucho de ser fácilmente comprensible. Con documentos cargados de definiciones, términos y

conceptos, que no pocas veces se usan con diferente sentido y significado, y una gran variedad de metodologías de aplicación general o sectorial (ver CMNUCC, 2010), algunas extremadamente complejas, puede resultar difícil a nuestras municipalidades la tarea de orientarse y avanzar hacia la evaluación de la vulnerabilidad de sus territorios.

Por esta razón, el Programa de Planificación para la Adaptación Climática desarrolló una serie de pautas generales para la Evaluación de la Vulnerabilidad Climática Municipal, que sirvieron de guía para las evaluaciones del Distrito Nacional y de los Municipios Santiago, San Pedro de Macorís y Las Terrenas. El presente trabajo es el fruto de la sistematización de estas experiencias.

Aclaremos que estas pautas no pretenden sustituir ni competir con las diferentes metodologías en curso, sino proporcionar una guía práctica a los equipos técnicos y los grupos de trabajo de nuestros Ayuntamientos para el conocimiento y análisis de su realidad climática, presente y futura, bajo un enfoque de desarrollo (USAID, 2014), que parte de identificar las Líneas Estratégicas y los objetivos de desarrollo municipales, para analizar cómo estos son vulnerables a las amenazas y estresores climáticos actuales y a las que deberemos enfrentar a corto, mediano y largo plazo, bajo las proyecciones del cambio climático (Cuadro 1.1).



Cuadro 1.1. Pasos del marco de desarrollo resiliente al cambio climático propuesto por USAID (2014).

Al contar con pautas claras y sencillas, ajustadas a las posibilidades técnicas y de información de nuestras municipalidades, tendremos además la ventaja de su repetitividad. Si las evaluaciones de vulnerabilidad se repiten de forma regular con la misma metodología, pueden servir como una valiosa herramienta para el monitoreo y la evaluación de la eficacia de las medidas de adaptación (GIZ, 2016) en el camino hacia la meta final de ciudades más resilientes en la República Dominicana.



2. PASOS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD CLIMÁTICA MUNICIPAL

2.1. La vulnerabilidad climática en ocho pasos

Las pautas elaboradas por el Programa de Planificación para la Adaptación Climática para evaluar la vulnerabilidad climática municipal siguen una secuencia lógica de análisis de ocho pasos (Tabla 2.1), que orientarán el trabajo de los Ayuntamientos para conocer y valorar la situación climática -actual y perspectiva- de sus territorios, como base para fundamentar medidas de adaptación, que nutrirán los Planes de Ordenamiento Territorial Municipales. Cada paso del proceso será explicado seguidamente en capítulos particulares, con múltiples ejemplos de los territorios analizados.

El presente material viene acompañado de una biblioteca virtual de vulnerabilidad climática donde nuestros Ayuntamientos podrán encontrar referencias a los materiales que aquí se citan. Incluimos además los documentos de las evaluaciones de vulnerabilidad del Distrito Nacional y de los municipios Santiago, San Pedro de Macorís y Las Terrenas que al haber sido elaborados con la metodología que aquí se describe, pueden ofrecer una orientación adicional. Asimismo, se incluye una lista de instituciones nacionales e internacionales; públicas, privadas y de la sociedad civil, a las que los Ayuntamientos pueden acudir en busca de información y asesoría (Apéndice I).

Tabla 2.1. Pautas para la Evaluación de la Vulnerabilidad Climática Municipal

Paso	Objetivo
1. Definición del contexto municipal	Delimitar y describir el territorio objeto de evaluación (marco político-administrativo) y describir sus componentes física, natural, socioeconómica y cultural relacionadas con la vulnerabilidad climática
2. Identificación de amenazas, estresores e impactos climáticos	Identificar las amenazas y estresores climáticos que se ciernen sobre el municipio (ascenso del nivel del mar, aumento de temperatura, cambio en el patrón de precipitaciones, huracanes más intensos, precipitaciones extremas, marejada de tormenta o sequía) y sus principales impactos, actuales e históricos (inundaciones fluviales o pluviales, deslizamientos y avalanchas, penetraciones del mar, inundaciones costeras, oleaje destructivo, reducción del suministro de agua o erosión costera)
3. Identificación de los factores de desarrollo	Identificar las actividades, sectores y servicios claves para el cumplimiento de las Líneas Estratégicas de Desarrollo Municipal que serán analizados en su vulnerabilidad climática
4. Análisis de la exposición de los factores claves de desarrollo	Describir y analizar la exposición a las amenazas y estresores climáticos, en el presente (situación actual) y en el futuro (situación futura basada en escenarios climáticos), de las actividades, sectores y servicios que deben garantizar el cumplimiento de los objetivos de desarrollo del Municipio, así como las principales áreas geográficas de exposición.
5. Análisis de la sensibilidad de los factores de desarrollo	Describir y analizar la situación actual de las actividades, sectores y servicios claves para el cumplimiento de las Líneas Estratégicas de Desarrollo Municipal tratando de ofrecer información clave que ayude a definir su sensibilidad ante el clima
6. Identificación de impactos climáticos a partir de sensibilidad y la exposición	Analizar el impacto de cada una de las amenazas y estresores climáticos sobre las actividades, sectores y servicios claves para el cumplimiento de los objetivos de desarrollo del Municipio considerando su sensibilidad y su exposición
7. Análisis de la capacidad adaptativa	Identificar y analizar las determinantes naturales, humanas, sociales, tecnológicas, físicas, financieras o políticas que constituyen fortalezas y/o debilidades municipales para manejar y adaptar las actividades, sectores y servicios que deben garantizar el cumplimiento de los objetivos de desarrollo del Municipio, al impacto de las amenazas, estresores e impactos climáticos actuales y futuros
8. Valoración global de la vulnerabilidad a partir de sus tres componentes	Ofrecer un resumen de la vulnerabilidad municipal basado en las amenazas y estresores climáticos que estarán en juego, el impacto sobre las actividades, sectores y servicios claves y las diferentes capacidades del Municipio para adaptarse y continuar su desarrollo de acuerdo a las líneas trazadas

3. CONOCIENDO EL CONTEXTO DE LA VULNERABILIDAD

3.1. Definición del marco político-administrativo

El primer paso para comenzar a evaluar el territorio es definir el espacio geográfico a estudiar y sus fronteras. Como estamos tratando con municipios y distritos municipales el espacio de interés siempre estará definido por los límites para ellos establecidos dentro de la provincia en la división político-administrativa nacional. Dentro del Municipio nos interesará conocer las posteriores divisiones a nivel de Sectores, Parajes y Barrios. La Oficina Nacional de Estadística ofrece toda la información en tablas y mapas para la delimitación del territorio, desde la escala provincial hasta la barrial (ONE, 2016).



3.2. Describiendo el contexto municipal

Definido el territorio municipal y sus límites debemos elaborar una cartografía base para lo cual resultan útiles las Hojas Topográficas en escala 1:50,000, que pueden ser descargadas en la Biblioteca de la Universidad de Texas (UT, 2016) y las fotos que también ofrece *en línea* Google Earth, programa informático libre que permite visualizar imágenes vía satélite de cualquier lugar del planeta. Las imágenes aéreas deben ser debidamente orientadas, georreferenciadas, foto-interpretadas y sometidas a comprobación de campo.

Para la componente socioeconómica, en particular, es imprescindible acudir a la cartografía que ofrece la Digitalización Cartográfica de la Oficina Nacional de Estadísticas (ONE, 2016). La cartografía del área de estudio tiene valor descriptivo para la evaluación de la vulnerabilidad y es clave además para apoyar todos los pasos del Plan de Ordenamiento Territorial Municipal empleando Sistemas de Información Geográfica, los cuales deben ser desarrollados en todos los Ayuntamientos.

Para el territorio delimitado, el capítulo del contexto municipal debe ofrecer un panorama general de aquellos aspectos de las componentes ambiental, socioeconómica y espacial (Tabla 3.1) que devengan en indicadores -directos o indirectos- de la vulnerabilidad, tal como se define en la *Guía metodológica para la formulación del Plan de Ordenamiento Territorial* (DGODT, 2016) a la cual remitimos. Aquí nos limitaremos a señalar algunos aspectos esenciales. Recordemos que el objetivo de la evaluación de vulnerabilidad climática es ofrecer insumos claves para el ordenamiento.

Para la elaboración de este capítulo, el equipo técnico que participa en la evaluación debe estar bien informado acerca de su territorio y muy en particular, acerca del historial municipal de amenazas, estresores e impactos climáticos. En la componente ambiental (entiéndase física y natural) existen aspectos muy relevantes relacionados con el clima. La información **geológica** puede resultar esencial para la identificación de zonas que no ofrecen un

Tabla 3.1. Componentes y aspectos a considerar en el contexto municipal. Fuente: DGODT (2016).

Componente	Características	Aspectos
Ambiental	Naturales	Clima, relieve y suelo, recursos mineros, recursos hídricos, biodiversidad, Áreas Protegidas, recursos costeros y marinos, amenazas naturales.
Socioeconómico	Población y sus actividades	Población, condiciones de vida, actividades económicas y comerciales, organización social y comunitaria.
Espacial	Medio físico y construido	División político-administrativa, asentamientos humanos, polos dominantes de desarrollo, infraestructura, servicios municipales y equipamiento, vivienda, patrimonio natural y monumental.

basamento seguro (presencia de fracturas, fallas o zonas de erosión) para las construcciones (peligros geológicos) y por tanto tienen un alto riesgo para la vida humana, bien sea por deslizamientos, hundimientos, derrumbes o flujos de lodo, relacionados con la falta de cohesión de los suelos, las elevadas pendientes y la inestabilidad de los taludes. Tales zonas son vulnerables desde el punto de vista climático pues el riesgo de estos eventos se incrementa bajo valores críticos de precipitación que disparan la actividad erosiva.

Para entender el riesgo de deslizamientos también es de interés la topografía (que se estudia como parte de la geomorfología) definida como el conjunto de características que presenta la superficie o el relieve de un terreno, pues como ya vimos, la pendiente juega un papel clave en los deslizamientos de tierra que puede desencadenarse ante lluvias de alta intensidad. De hecho, el mapa de riesgos de deslizamientos de República Dominicana (BID, 2010) identifica las áreas vulnerables como aquellos sitios con pendientes mayores de 32% y que son además de alta pluviosidad (mayor de 1,400 mm).

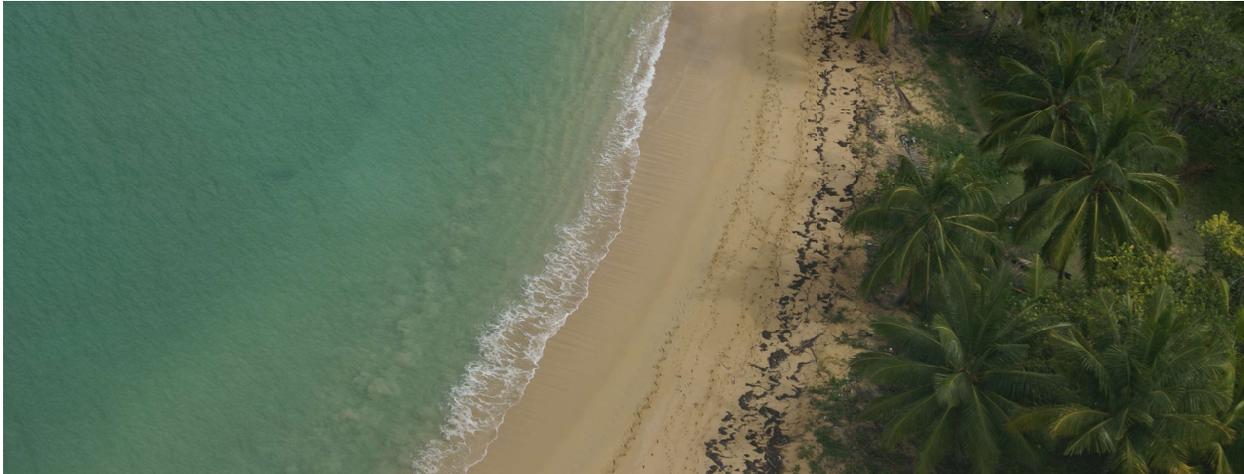
La topografía también condiciona las inundaciones pluviales pues debido a las variaciones del relieve existen zonas de canalización del agua en las elevaciones y zonas de acumulación en los valles. La integración del mapa geomorfológico (muy relacionado con el de cuencas y subcuencas hidrográficas) con el de distribución de los asentamientos humanos, ofrece información de primera mano para definir las áreas habitadas existentes sujetas a problemas recurrentes de inundación, así como aquellas donde no deben ocurrir asentamientos humanos bajo un esquema de gestión territorial sostenible.

Un aspecto fundamental de la descripción del contexto son los recursos hídricos. Se debe lograr una descripción completa de las cuencas y subcuencas, sus cursos de agua y afluentes fundamentales. El tema de agua debe ser visto en dos vertientes: elemento de riesgo y recurso natural indispensable, ambas en estrecha relación con el clima. Los mapas de cuencas y subcuencas (indicando presas y embalses), integrados con los de geomorfología y asentamientos humanos ofrecen

la base para establecer las áreas proclives a inundaciones y aquellas en riesgo por el eventual desfogue de las presas. Desde el punto de vista del agua para consumo, ante el escenario de reducción de precipitaciones, el Ayuntamiento debe estar informado de la localización y situación de las fuentes de agua superficiales y subterráneas que abastecen al Municipio. Según el territorio, el Ayuntamiento debe contactar a las instituciones claves del agua (INAPA, INDHRI o CORAASAN, por ejemplo).

El Portal *en línea* del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales ofrece la cartografía temática básica para todas las provincias del país (Ministerio Ambiente, 2016), que incluye mapas de cuencas y subcuencas, pendientes, bosques, suelos, recursos de biodiversidad, áreas protegidas, entre otros.





Si se trata de un municipio costero, la descripción de la zona costera y marina con sus ecosistemas (costas rocosas, playas, manglares o estuarios), población e infraestructuras, así como un panorama de sus múltiples usos (asentamientos humanos, turismo, industria u otras) es fundamental, recordemos que esta zona está afectada por los eventos meteorológicos extremos (especialmente en las costas Sur y Este del país) y por el ascenso del nivel del mar, relacionado con el calentamiento global.

Finalmente, como parte de la componente ambiental se debe revisar la información sobre el número y categorías de Áreas Protegidas que se encuentran en el territorio municipal. Los mapas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (incluidas sus zonas de amortiguamiento) están disponibles (Ministerio Ambiente, 2016), pero deben ser complementados localmente con las propuestas de Áreas Municipales Protegidas que ya se han hecho en algunos Ayuntamientos, de modo que se conozcan todos los espacios factibles de ser tomados como objetivos de conservación, los cuales jugarán un papel esencial en la adaptación al cambio climático.

En la componente socioeconómica, que abarca todos los elementos, atributos, relaciones y procesos vinculados a los usos y actividades del hombre y la sociedad, son especialmente relevantes los aspectos demográficos (población urbana, rural, densidad de población) y económicos (sectores productivos y pobreza). Toda la información poblacional puede obtenerse en línea a través del Sistema interactivo del Censo 2010 (SICEN, 2016) y la de pobreza en los Atlas Provinciales de MPyD

(2015). Algunos elementos de la componente espacial pueden ayudar a complementar la componente socioeconómica, especialmente en el aspecto de los asentamientos humanos cuya ubicación en áreas de riesgo de deslizamiento o inundación constituye una de las problemáticas más serias de la vulnerabilidad municipal.

3.3. Explorando el contexto regional

Aunque hemos definido al Municipio como nuestro espacio de evaluación, éste no puede verse de manera aislada, sino que necesariamente, hay que considerar ciertos elementos fuera de sus límites que pueden tener incidencia –directa o indirectamente- en su vulnerabilidad climática. Ello implica, en algunos aspectos, ir más allá del contexto municipal para adentrarnos en el contexto regional.

Desde el punto de vista del clima, y bajo la amenaza de cambios en las precipitaciones e incremento de la intensidad y frecuencia de eventos meteorológicos extremos (en las cuales profundizaremos en los apartados siguientes), el análisis del contexto regional debe considerar de manera especial la ubicación del municipio dentro de la cuenca o subcuenca hidrográfica y su posición dentro de la geomorfología regional. La definición de los límites físicos de un municipio suele ser arbitraria y no en pocas ocasiones está apoyada en algún accidente geográfico, por ejemplo, cambios en el relieve o cursos del río. Ello hace que el territorio del Municipio comúnmente ocupe solo una parte de la cuenca hidrográfica, lo cruce un tramo de un curso fluvial y/o tenga una ubicación puntual en el contexto topográfico regional.

Dado que estas componentes guardan estrecha relación entre sí y además con el riesgo de inundaciones o deslizamientos, en los casos en que el territorio sea cruzado por cursos de agua de gran caudal, ocupe la parte baja de la cuenca y/o se ubique en las cotas de menor altura dentro del relieve regional, pueden crearse condiciones para que sea altamente vulnerable ante situaciones climáticas, a partir de circunstancias que se originan dentro y fuera de su territorio.

Tales circunstancias se observan, por ejemplo, en el Municipio San Pedro de Macorís, flanqueado al Este por unos 7.5 km de la ribera occidental del Río Soco; cruzado al Oeste por un tramo de unos 12 km del Río Higuamo (en las partes media y baja de sus cuencas), mientras que la ciudad se ubica, entre la costa y la cota de 25 msnm, al Sur de un sistema de terrazas que sobrepasa los 50 msnm al Norte del Municipio.

También puede ser necesario considerar en el contexto regional la ubicación de las fuentes de agua de abastecimiento del Municipio si estas se encuentran fuera de sus límites, como ocurre por ejemplo en el Distrito Nacional cuyos sistemas de abastecimiento que se nutren de los ríos Haina, Isabela y Nizao (este último a través la Presa Valdesia) se encuentran todas en otros Municipios y Provincias.

Considerando que los cambios en las precipitaciones ofrecen escenarios de reducción del agua para el consumo, las fuentes de agua del municipio, bien sean superficiales o subterráneas, deben estar bien ubicadas si el recurso está fuera de la jurisdicción del Ayuntamiento, para poder tomar las medidas necesarias –actuales y futuras- en función de crecimiento económico y social que proyecte el ordenamiento y los escenarios de cambio climático.



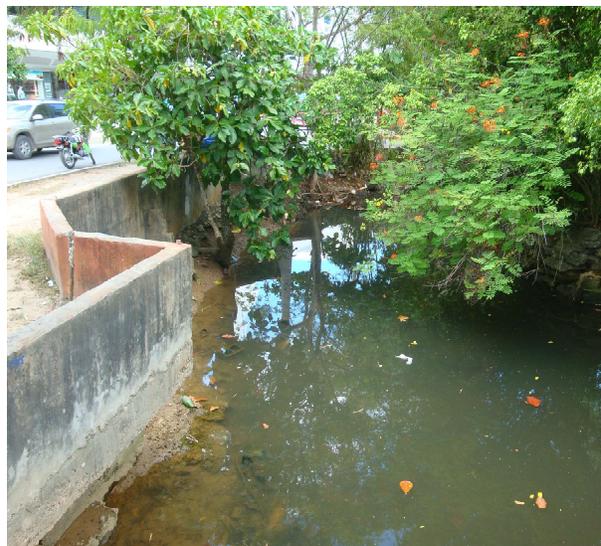
3.4. Impactos no climáticos

Todos los recursos naturales y sociales de nuestros municipios están expuestos a impactos ambientales que nada tienen que ver con el clima pero que puestos en combinación con impactos climáticos terminan agravando el problema que estos últimos causan (Tabla 3.2). Por ejemplo, en los municipios con áreas urbanas densamente pobladas el desbordamiento de los ríos es mayor cuando la basura rellena las cañadas y obstruye las vías de desagüe, de manera que leves precipitaciones pueden causar serias inundaciones.

La impermeabilización del suelo por la urbanización limita el drenaje y el agua que no puede infiltrarse y esta se acumula o fluye hacia zonas bajas creando inundaciones que no ocurrirían de existir una evacuación adecuada. Ante las elevadas temperaturas la situación de los cursos de agua contaminados se agrava por la reducción del oxígeno disuelto en el agua (menos soluble en agua caliente) y la mayor descomposición de la materia orgánica con proliferación de algas, microorganismos y la emisión de gases y malos olores.

En todos los municipios costeros, los eventos meteorológicos extremos pueden causar erosión y pérdida de arena en las playas, que en condiciones naturales podrían recuperarse. Sin embargo, la intervención humana complica o hace imposible este proceso. Las construcciones en la línea de costa, las extracciones ilegales de arena o la destrucción de la vegetación costera desestabilizan la costa y aceleran la erosión, agravando el impacto de las tormentas. Las altas temperaturas inducen blanqueamiento coralino en los arrecifes dañando estos ecosistemas que sirven de barrera protectora ante el oleaje, pero la pesca indiscriminada y la contaminación aniquilan los corales y otras especies que son claves para su funcionamiento (como los peces herbívoros) agravando el impacto ecológico e incrementando la vulnerabilidad costera.

Los impactos no climáticos abarcan también la componente social-económica. Aquí hay que considerar los flujos migratorios procedentes fuera del municipio, pues una condición determinante en el incremento de la vulnerabilidad climática



territorial está relacionada con la dinámica migratoria y el proceso de expansión urbano rápido y desordenado, con una alta concentración demográfica en las zonas urbanas y asentamientos en zonas inundables o áreas de drenaje natural. Al analizar los posibles impactos no climáticos que pueden entrar en sinergia con los estresores e impactos climáticos recordemos que solo aquellos que afectan los objetivos de desarrollo municipal son particularmente relevantes para no sacar de contexto la evaluación de vulnerabilidad.

Finalmente, al referirnos a los impactos ambientales no climáticos puede ser necesario considerar también el contexto regional para incorporar impactos que se generan extraterritorialmente e influyen en la calidad del aire, el suelo y el agua del Municipio objeto de ordenamiento, agudizando los problemas de origen climático. Por ejemplo, San Pedro de Macorís algunas fuentes contaminantes del Río Higuamo que afectan su calidad en su paso por el Municipio se encuentran fuera de éste.

Algo que debe considerarse es que en el caso de los municipios limítrofes con Haití el análisis del contexto regional toma un carácter transfronterizo. Por ejemplo, en el Municipio Pedro Santana en la Provincia Elías Piña, la elevada contaminación bacteriológica de las aguas del Río Artibonito, que corre por la cota de unos 250 msnm, proviene de varias cañadas que pasan por los poblados de Los Cacaos, Villios y Grand Castellaur en Haití sobre la cota de 380 msnm (OXFAM/MARENA, 2014).



Tabla 3.2. Resumen de algunos impactos no climáticos y su relación con las amenazas inherentes al cambio climático.

Impactos no climáticos	Sinergia con amenazas, estresores e impactos climáticos
Contaminación del aire por emisiones del parque vehicular en zonas de elevado tráfico, donde existen parques y jardines urbanos	La contaminación atmosférica agrava los efectos de mayor temperatura y menor precipitación sobre la vegetación. El humo reduce el tiempo y la intensidad del sol sobre las plantas. La sedimentación de partículas sobre las hojas reduce su labor de asimilación. Se reduce la resistencia ante las plagas, que se espera se incrementen con el incremento de la temperatura.
Contaminación de los ríos y cañadas por residuos sólidos provenientes de vertederos (oficiales o improvisados) o arrojados por los asentamientos a lo largo de las riberas	La acumulación de residuos sólidos obstruye el flujo de ríos y cañadas provocando desbordes ante eventos ligeros de lluvia haciendo más recurrentes las inundaciones.
Contaminación de ríos y cañadas por el vertimiento de lixiviados y aguas residuales (del desarrollo urbano, turístico o comercial)	El exceso de nutrientes y materia orgánica ante condiciones de más alta temperatura crea condiciones para la disminución del oxígeno disuelto, aumento de algas y microorganismos y la generación de gases y malos olores. La situación puede agravarse por la reducción del caudal de los ríos ante las proyecciones de menor precipitación
Impermeabilización del suelo como parte de la urbanización reduciendo la superficie de drenaje natural	Se incrementa la proporción de área impermeable y se crean distorsiones en el funcionamiento hidrológico de las cuencas, aumenta la escorrentía urbana hacia zonas bajas y se amplían las áreas inundables y la recurrencia de los eventos de inundación
Deforestación de los bosques por el desarrollo urbano, agrícola, industrial o turístico	Mayor vulnerabilidad a inundaciones, por reducción de zonas de amortiguamiento natural ante crecidas, y a deslizamientos por desestabilización de taludes por la pérdida de la vegetación que ayuda a sujetar el suelo. En particular la práctica de “tumba y quema” puede agravar los incendios forestales que se verán favorecidos por el incremento de temperatura y reducción de las precipitaciones
Transformación de la playa y pérdida de arena por incremento de la erosión motivada por acciones antrópicas (construcciones costeras, eliminación de la vegetación costera, extracciones de arena, excedencia de la capacidad de carga de usuarios)	Se crean condiciones (afloramiento de rocas, pérdida de cobertura de bosque costero, reconfiguración de perfiles de playa, retroceso de la línea de costa) para que las amenazas y los estresores climáticos actúen con mayor severidad. La zona costera se hace más vulnerable ante el ascenso del nivel del mar y el embate de los eventos meteorológicos extremos. Los asentamientos humanos y las infraestructuras turísticas quedan cada vez más expuestos.
Relleno de ciénagas y corte de manglares para construir instalaciones turísticas	Mayor vulnerabilidad a inundaciones por reducción de zonas naturales de amortiguamiento ante crecidas. Las infraestructuras turísticas construidas en zonas bajas quedan expuestas y sufrirán de inundaciones periódicas.
Degradación de los arrecifes coralinos y pérdida de sus servicios ecosistémicos y sus valores de uso (pesca y buceo) por prácticas incontroladas de pesca y contaminación costera	La pérdida de los arrecifes coralinos, que actúan como barreras naturales frente al oleaje, deja expuesta la zona costera y la infraestructura turística a las marejadas de tormenta durante los eventos meteorológicos extremos

4. IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS, ESTRESORES E IMPACTOS CLIMÁTICOS

4.1. Amenazas, estresores e impactos climáticos

En el capítulo anterior ya habíamos llamado la atención acerca de que el equipo técnico del municipio que participa en la evaluación de la vulnerabilidad climática de su territorio debía estar bien informado acerca del historial climático municipal. Ello será de gran utilidad para abordar el segundo paso de la evaluación donde se deben identificar las amenazas y estresores climáticos (eventos o procesos del clima capaces de causar daño) que se ciernen sobre el municipio y sus principales impactos (entiéndase consecuencias) históricos, actuales y futuros. La Tabla 4.1 ofrece una guía general para esta identificación, donde el cambio climático aparece, como una situación climática que genera sus propias amenazas y como un eje transversal que modifica y agrava las amenazas

inherentes a los fenómenos habituales del clima. Aunque en este paso solo identificaremos amenazas e impactos toda la información detallada del clima debe ser debidamente archivada para fundamentar más adelante el capítulo sobre la exposición.

4.2. Fuentes de información

La información histórica sobre amenazas, estresores e impactos climáticos de un municipio está en la memoria colectiva de sus ciudadanos y muy especialmente en la experiencia y reportes de las organizaciones que participan en la gestión municipal de riesgos como la Defensa Civil, la Cruz Roja o el Cuerpo de Bomberos. Sitios como DESINVENTAR (2016) ofrecen en línea inventarios históricos de efectos de desastres para todo el país. La información actual puede basarse en recopilaciones de la prensa

Tabla 4.1. Resumen de amenazas, estresores e impactos climáticos que se manifiestan en República Dominicana y las situaciones meteorológicas asociadas. Fuente: Modificado a partir de Herrera y Orrego (2011).

Fenómeno o situación climática	Amenazas o estresores climáticos	Principales consecuencias o impactos físicos
Vaguadas, ondas, depresiones y tormentas tropicales, ciclones y huracanes. Cambio climático	Precipitaciones extremas	Inundaciones por acumulación del agua en zonas bajas: fluviales por desbordamiento de ríos y presas; o pluviales por efecto directo de la lluvia en zonas carentes de drenaje, sin pendientes o donde éstas han sido alteradas. Avalanchas y deslizamientos por saturación de suelos y/o empuje de torrentes de agua
Incremento de la intensidad y altura del oleaje durante depresiones y tormentas tropicales, ciclones y huracanes. Cambio climático	Marejadas de tormenta	Penetración del mar, inundaciones costeras, oleaje destructivo y erosión costera con cadena de impactos negativos en los ecosistemas y usos y usuarios de la costa
Reducción severa o falta de precipitaciones. Cambio climático	Sequía	Reducción y pérdida del suministro de agua. Desertificación. Creación de condiciones para incendios forestales
Cambio climático	Ascenso del nivel del mar	Pérdida de línea de costa por sumersión, mayor alcance tierra adentro de las marejadas de tormenta, erosión costera, con cadena de impactos negativos en los ecosistemas y usos y usuarios de la costa
Cambio climático	Incremento de la temperatura	Generación de olas de calor creando discomfort térmico, efecto de islas de calor en el espacio urbano, agravamiento de la sequía y sus consecuencias
Cambio climático	Cambio en el patrón de precipitaciones	Aumento/reducción de precipitaciones (según las proyecciones) influyendo en las amenazas relacionadas con este parámetro climático (desde inundaciones hasta sequías)
Cambio climático	Huracanes más intensos	Potenciación de todos los impactos ocasionados por los eventos meteorológicos extremos

Tabla 4.2. Resumen general de las principales amenazas, estresores e impactos climáticos -históricos, actuales y futuros- identificados por los equipos de trabajo del Programa de Planificación para la Adaptación Climática.

Amenazas y estresores climáticos	San Pedro	Las Terrenas	Distrito Nacional	Santiago
Precipitaciones extremas con inundaciones y deslizamientos	X	X	X	X
Aumento de temperatura	X	X	X	X
Cambios en el patrón de precipitaciones	X	X	X	X
Intensidad y frecuencia de huracanes	X	X	X	X
Ascenso del nivel del mar, oleaje de tormenta y erosión costera	X	X	X	
Sequía			X	X

local y nacional pero muy especialmente debe considerar las opiniones de las comunidades en sitios vulnerables. Los Planes Municipales y los Planes Estratégicos de Desarrollo generalmente contienen información sobre riesgos climáticos que puede ser de utilidad y mejor aún si existen Planes Municipales de Gestión de Riegos o estudios previos de vulnerabilidad. Municipios como San Pedro cuentan con evaluaciones generales de vulnerabilidad (SGN, 2010) o Santiago con inventarios de gases de efecto invernadero (BID/AMS/CDES/ 2015) o extensos estudios de riesgos (BID/AMS/CDES/ 2015a).

La información sobre la situación futura puede contemplar los escenarios climáticos, como veremos más adelante, o simplemente reconocer, que sea cual fuere el municipio que tratemos, estará



afectado en el futuro por el incremento de la temperatura, el cambio en el patrón de precipitaciones, una mayor intensidad y frecuencia de huracanes y, si se trata de un municipio costero, por el ascenso del nivel del mar. El resultado de este ejercicio puede ser una matriz como la que se indica en la Tabla 4.2 donde quedan indicadas cuáles son las amenazas y estresores climáticos presentes y más relevantes para el territorio.

En las Evaluaciones de Vulnerabilidad Climática del Programa de Planificación para la Adaptación Climática, algunas amenazas y estresores fueron comunes a todos los territorios estudiados. Las precipitaciones extremas con inundaciones y deslizamientos han ocurrido históricamente, siguen ocurriendo en la actualidad (cada vez con más frecuencia) y se intensificarán bajo las proyecciones del cambio climático en todo el país. Bajo estas mismas proyecciones todos los territorios estarán impactados por el aumento de temperatura, los cambios en el patrón de precipitaciones y el incremento en la intensidad y frecuencia de huracanes. El ascenso del nivel del mar y el incremento del oleaje de tormenta inciden en todos los territorios costeros, si bien en Las Terrenas, por ejemplo, por su mayor extensión de playas y su vocación turística la erosión costera es particularmente preocupante.

La sequía se percibe como un problema más serio en el Distrito Nacional y en el Municipio Santiago, que cuentan con sistemas de agua de presas que han sufrido serias disminuciones, si bien se trata de un problema de interés nacional. El grado en que se manifestarán estas amenazas y estresores y la magnitud de sus consecuencias sobre los objetivos de desarrollo serán analizadas en los siguientes capítulos donde trataremos la exposición y la sensibilidad.

5. IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES CLAVES DE DESARROLLO

5.1. Planes Municipales y Planes Estratégicos

Partiendo de la premisa de que nos interesa evaluar los efectos del clima sobre el desarrollo, en el tercer paso de esta Evaluación de Vulnerabilidad Climática Municipal centraremos nuestro interés precisamente en las Líneas Estratégicas de Desarrollo Municipal con todas sus actividades, sectores y servicios asociados. La Ley 176-07 del Distrito Nacional y los Municipios establece las competencias de los Ayuntamientos y sus instrumentos para la planificación municipal, y confiere a éstos el mandato de formular Planes Municipales de Desarrollo (PMD).

Por definición, el Plan Municipal de Desarrollo es un instrumento de planificación que contiene los objetivos que perseguirá el gobierno local durante un período de gestión (cuatro años) para avanzar hacia la visión de desarrollo consensuada con los munícipes, así como los programas y proyectos que ejecutará para lograrlo y otras acciones que serán gestionadas por el Ayuntamiento, sin ser necesariamente de su competencia.

La Federación Dominicana de Municipios ha jugado un papel fundamental apoyando a los Ayuntamientos en la elaboración de estos planes, brindando asistencia técnica directa y/o a través de la *Guía para la Formulación del Plan Municipal de Desarrollo*, documento técnico que orienta los pasos del proceso (FEDOMU, 2011). Otro instrumento de planificación mencionado en dicha guía, si bien no está especificado en las leyes, es el Plan Estratégico de Desarrollo que establece la visión de desarrollo del municipio a largo plazo (10 años y más), bajo la premisa de que los cambios necesarios para avanzar hacia un municipio sostenible requieren más tiempo de los cuatro años de un período de gobierno.

La experiencia de nuestro programa revela que tanto los Planes Municipales como los Planes Estratégico son herramientas fundamentales para orientar la Evaluación de la Vulnerabilidad Municipal. Dado que estos planes contienen la visión y las Líneas Estratégicas de Desarrollo Municipal, a mediano y largo plazo, ofrecen una visión del

municipio que se quiere y los retos prioritarios para alcanzarlo, por lo que brindan un marco idóneo para incorporar la componente climática entre los retos y discutir cómo las amenazas, estresores e impactos climáticos pueden afectar las actividades, sectores y servicios llamados a apoyar los objetivos municipales claves de desarrollo.

Los Planes Municipales de Desarrollo de Las Terrenas (FEDOMU, 2006) y San Pedro (ASPM/FEDOMU, 2006) sirvieron de base a sus evaluaciones de vulnerabilidad; mientras que en el Distrito Nacional (ADN, 2005) y Santiago (CDES, 2010) fueron sus Planes Estratégicos, complementado en este último con el Plan de Acción del Programa Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles (BID/AMS/CDES, 2016), los que apoyaron el proceso.

5.2. Líneas Estratégicas de Desarrollo

Las Líneas Estratégicas de Desarrollo resumen cuáles son los propósitos que se quiere alcanzar a mediano y largo plazo para el avance del Municipio, es decir sintetizan lo que el Municipio necesita, que abarca, por supuesto, muchos aspectos que van más allá de las competencias del Ayuntamiento (FEDOMU, 2011).

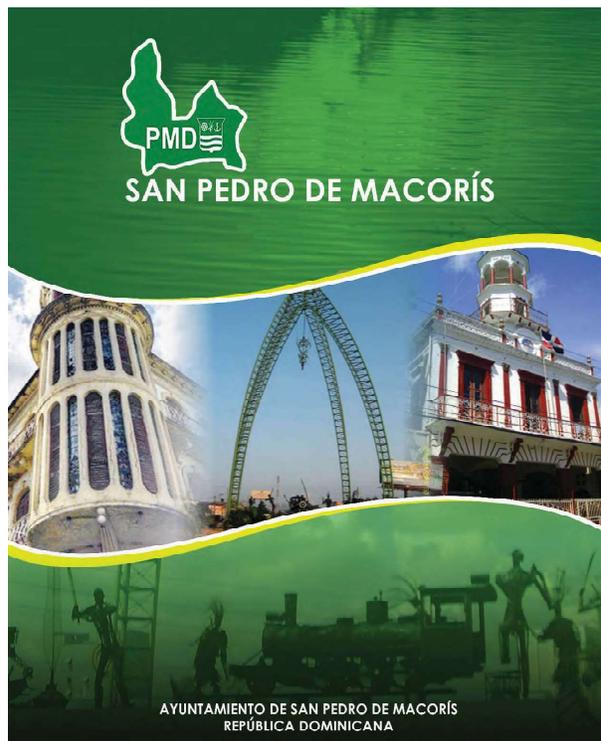


Tabla 5.1. Resumen comparativo de actividades, sectores y servicios involucrados en las Líneas Estratégicas de Desarrollo de los cuatro territorios del Programa de Planificación para la Adaptación Climática.

Actividades, sectores y servicios	San Pedro	Santiago	Distrito	Las Terrenas
Uso del suelo y renovación urbana	X	X	X	X
Gobernanza participativa	X	X	X	X
Aguas residuales y aguas pluviales	X	X	X	X
Electricidad y alumbrado público	X	X	X	X
Manejo de desechos sólidos	X	X	X	X
Movilidad urbana	X	X	X	X
Recursos naturales y espacios verdes	X	X	X	X
Salud, seguridad y protección	X	X	X	X
Servicios de agua	X	X	X	X
Turismo	X	X	X	X
Comercio	X	X	X	
Patrimonio histórico y cultural	X	X	X	
Gestión fiscal	X	X		
Agricultura y ganadería	X	X		
Zonas francas industriales	X	X		
Pesca	X			X
Instalaciones deportivas	X			
Educación escolar y laboral				X

Quiere esto decir que detrás de las Líneas Estratégicas se encuentran temas, actividades, sectores y servicios municipales a atender, crear, ampliar o mejorar para poder cumplir los lineamientos trazados, tal como se indica en la Tabla 5.1 para las cuatro municipalidades del Programa de Planificación para la Adaptación Climática. Como puede observarse, hay elementos de interés comunes a todas las municipalidades, como la planificación del uso del suelo, la gobernanza participativa o la preocupación por garantizar servicios básicos de calidad (suministro de agua, manejo de aguas residuales y desechos sólidos, drenaje de aguas pluviales, electricidad, vías de tránsito, áreas verdes y seguridad).

Con el auge nacional del turismo, todos los municipios, cada uno con los recursos naturales o culturales a su alcance, está interesado en el desarrollo del sector. A diferencia del Distrito Nacional y de los Municipios Santiago y San Pedro de Macorís, que tienen una infraestructura educativa desarrollada (desde educación básica a universitaria), Las Terrenas aspira a desarrollar la educación escolar y laboral, esta última

en función de sus servicios turísticos. La pesca es un sector muy relevante en municipios costeros como Las Terrenas y San Pedro de Macorís. Este último, en particular, está preocupado por el desarrollo del deporte para seguir apoyando la tradición de grandes atletas que honra al territorio.

Las pautas del Programa de Planificación para la Adaptación Climática reconocen la estrecha relación entre la Evaluación de Vulnerabilidad Climática Municipal y los Planes Municipales o Estratégicos de Desarrollo. Por tal motivo, la definición de actividades, sectores y servicios prioritarios, derivada del análisis de las Líneas Estratégicas de Desarrollo Municipal, nos ofrece la posibilidad de analizar cada uno de estos elementos en relación con las amenazas, estresores e impactos climáticos para evaluar cómo la variabilidad del clima y el cambio climático estarán incidiendo e incidirán en el futuro, sobre los elementos claves para el desarrollo municipal.

Sin embargo, para que esto sea posible y lograr un enfoque objetivo y profundo en la evaluación es esencial que las Líneas Estratégicas de Desarrollo y las actividades, sectores y servicios involucrados en su cumplimiento están expresados con claridad y representatividad en los Planes Municipales o Estratégicos de Desarrollo. El siguiente capítulo explicará cómo describir las actividades, sectores y servicios prioritarios identificados en este paso para poner de relieve su sensibilidad climática.



6. CONOCIENDO LA EXPOSICIÓN A LAS AMENAZAS CLIMÁTICAS

6.1. Definiendo la exposición

La exposición se define como “la presencia de personas; medios de subsistencia; especies o ecosistemas; funciones, servicios y recursos ambientales; infraestructura; o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente” (IPCC, 2014). Otras definiciones amplían o aclaran el concepto. El Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño plantea que la exposición es la condición de desventaja debido a la ubicación, posición o localización de un sujeto, objeto o sistema expuesto al riesgo (CIIFEN, 2016). Si hablamos de población la exposición es la condición de susceptibilidad que tiene un asentamiento humano de ser afectado por estar en el área de influencia de fenómenos peligrosos (Carreño, *et al.*, 2005).

En todas las definiciones se observa que esta componente tiene una perspectiva física (Chen *et al.*, 2015) de proximidad al peligro, que involucra la presencia humana, sus infraestructuras o actividades; así como los recursos naturales, en lugares donde pueda tener lugar un evento climático desencadenante de impactos a cualquiera de estos elementos. Es un concepto abarcador que se refiere al inventario de elementos en un área en la que pueden ocurrir eventos peligrosos (Cardona *et al.*, 2012).

Aunque la exposición se reconoce como una componente de la vulnerabilidad (Figura 6.1) el término ha estado y está sujeto a debate e incluso se ha llegado a proponer su eliminación por considerarlo algo implícito en la vulnerabilidad (Cardona, 1985). Sin embargo, la exposición es una componente válida, en tal medida que si no hay exposición a un fenómeno específico no existe riesgo. Por ejemplo, si los recursos económicos de una población no se encuentran en (es decir no están expuestos) locaciones potencialmente peligrosas no existirían problemas de peligro de

desastres (Cardona *et al.*, 2012). La exposición puede incluso abarcar toda la dimensión de la vulnerabilidad. Por ejemplo, en avalanchas o deslizamientos, la sola exposición del elemento o sujeto susceptible ante el fenómeno significa en la práctica una vulnerabilidad física total (Carreño, *et al.*, 2005). La exposición es una condición determinante del riesgo, necesaria, pero no suficiente. Las normas de construcciones elevadas en sitios de inundación no reducen la exposición, pero si la vulnerabilidad de la infraestructura y sus habitantes, al actuar sobre la otra componente de la vulnerabilidad: la sensibilidad, que será analizada más adelante.

6.2. A qué estamos y estaremos expuestos

Una particularidad de la exposición es que, de los componentes de la vulnerabilidad, es el único directamente vinculado a los parámetros del clima, es decir, al carácter, la magnitud, la rapidez del cambio y la variación en el clima (GIZ, 2014). Teniendo como centro de la evaluación de vulnerabilidad las Líneas Estratégicas de Desarrollo Municipal, el análisis de la exposición considerará a qué estresores climáticos están y estarán expuestos las actividades, sectores y servicios que deben garantizar el cumplimiento de los objetivos de desarrollo. Se trata de lograr un retrato fundamentado de las situaciones actual y futura del clima del municipio, considerando su variabilidad y el cambio climático y definiendo lo más precisamente posible las áreas de exposición (Tabla 6.1).



Figura 6.1. Componentes de la vulnerabilidad: la exposición.

Tabla 6.1. Organización de temas y enfoques, por amenazas y estresores climáticos, para describir las situaciones del clima actual y futuro en el capítulo de exposición dentro de la Evaluación de la Vulnerabilidad Climática Municipal.

Amenazas y estresores climáticos	Situación actual	Situación futura
Aumento de temperatura	Presentación de datos de temperatura (promedio, máxima y mínima), variaciones estacionales e interanuales y tendencias de aumento. Relación de la temperatura con la altitud. Reportes de olas de calor	Proyección de incremento de la temperatura al 2030 y 2050, a partir de resultados de modelos climáticos, bajo escenarios de bajas y altas emisiones. Confianza en las proyecciones
Cambios en el patrón de precipitaciones	Presentación de datos de precipitación (promedio, máxima y mínima), variaciones estacionales, interanuales y tendencias de incremento o reducción. Relación de las precipitaciones con la altitud.	Proyección de aumento y/o reducción en la precipitación al 2030 y 2050, a partir de modelos climáticos, bajo escenarios de bajas y altas emisiones. Confianza en las proyecciones.
Sequía	Clasificación del territorio según el Mapa Nacional de Aridez. Comportamiento histórico y actual del índice estandarizado de precipitación (SPI) con datos de la Estación Meteorológica más representativa.	Proyección de sequía al 2030 y 2050, a partir de modelos climáticos, bajo escenarios de bajas y altas de emisiones. Confianza en las proyecciones. Índice de aridez
Intensidad y frecuencia de huracanes	Situación histórica de eventos meteorológicos extremos (número y tipo de eventos, categorías, fechas, trayectorias), efectos negativos (inundaciones y deslizamientos) documentados y estimaciones de daños. Relación con La Niña y El Niño. Aunque pueden definirse áreas particulares de exposición el alcance de estos eventos es muy amplia.	Proyección de frecuencia e intensidad de tormentas y sus índices de precipitación. Efectos de tormentas más frecuentes e intensas (inundación y deslizamientos). Incertidumbre.
Precipitaciones extremas, inundaciones y deslizamientos	Situación histórica de precipitaciones extremas con inundaciones (pluviales y fluviales), sucesos catastróficos, recurrencia, áreas afectadas, relación con cursos de agua o presas (crecidas y desbordamientos), asentamientos humanos en riberas, situación del espacio urbano, daños a la población, la infraestructura e interrupción de servicios. Deslizamientos, áreas de riesgo y zonas afectadas. Identificación, georreferenciación y cartografía de áreas de exposición. Sinergia con impactos no climáticos (pérdidas de drenaje, superficies impermeables, contaminación, crecimiento urbano desordenado, asentamientos en áreas de riesgo).	Proyección de máxima precipitación y proporción de la precipitación total en eventos meteorológicos extremos. Confianza en las proyecciones.
Aumento del nivel del mar, oleaje y erosión costera	Tendencia hasta el presente del ascenso del nivel del mar, tasas de incremento (mm/año), manifestaciones locales, Zonas costeras en riesgo de inundación, características y extensión. Oleaje habitual y extremo. Erosión costera, sitios críticos, causas, cambios históricos en la línea de costa. Identificación, georreferenciación y cartografía de áreas de exposición. Sinergia con impactos no climáticos (cortes de manglares, extracciones de arena, construcciones en la línea de costa).	Proyección de ascenso del nivel del mar al 2030 y 2050, bajo escenarios de bajas y altas de emisiones. Confianza en las proyecciones. Aumento en las alturas de oleajes de tormenta. Modelos de inundación de la zona costera.

6.2.1 Temperatura y precipitación

Se trata de dos parámetros climáticos fundamentales en el contexto del cambio climático. En la situación actual, daremos un panorama de las características térmicas y pluviométricas del territorio, ofreciendo los valores promedios de estos parámetros y cómo estos varían a lo largo del año (variaciones estacionales). Si disponemos de datos de un periodo largo podemos valorar como se han comportado la temperatura y la precipitación a través de los años (variaciones interanuales) y detectar tendencias de disminución o aumento, que en el caso de la temperatura pueden estar relacionados con eventuales olas de calor.

Algunas particularidades climáticas del territorio merecen ser descritas. Por ejemplo, Las Terrenas está limitado al Sur por la Sierra de Samaná (con más de 400 msnm) mientras que la ciudad se ubica en una estrecha franja entre la base de las montañas y el litoral. En este contexto geomorfológico la temperatura y las precipitaciones varían notablemente con la altura, con más calor y menos lluvias hacia la costa y más frío y más lluvias hacia las alturas. Algo similar ocurre en el municipio Santiago ubicado en el valle entre las cordilleras Central y Septentrional.

La Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET) actualiza diariamente sus bases de datos climatológicos, en el que se almacenan las series históricas de observaciones que se realizan en



diferentes regiones el país. El estudio de tendencias, extremos y variabilidad climática se realiza a partir de estas observaciones tras aplicar controles de calidad y técnicas estadísticas que detectan y corrigen las posibles faltas de homogeneidad y permiten el relleno de las lagunas existentes. El Ayuntamiento debe establecer relaciones estrechas con la ONAMET de la municipalidad para la obtención de datos, así como asesoría para su procesamiento e interpretación.

En la situación futura la información de temperatura y precipitación debe estar basada en proyecciones que son el resultado de escenarios climáticos que se generan en modelos de circulación general, bajo escenarios de bajas y altas emisiones (Cuadro 6.1). Estas proyecciones indican cuánto va a aumentar

Cuadro 7.1. *Escenarios climáticos, modelos y escenarios de emisiones.* Para responder a las amenazas generadas por el cambio climático, necesitamos conocer cuáles serán realmente los cambios que se generarán en el clima, en qué tiempo y en qué espacio geográfico. Este desafío científico se ha enfrentado mediante la creación de escenarios climáticos. Los escenarios climáticos son el resultado de varios procesos de recolección, creación, perfeccionamiento y elaboración de datos, para ser introducidos en modelos climáticos o de circulación general que permiten simular las condiciones de la atmósfera y océanos de la Tierra y hacer proyecciones del clima futuro para diferentes años (por ejemplo, al 2030, 2050 o 2100), sobre la base del comportamiento de datos históricos y actuales. Para esta modelación es necesario hacer ciertas asunciones acerca de cuál será el comportamiento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el futuro (que son en definitiva las causantes del calentamiento global) y a ello hacen referencia los escenarios de emisiones. Estos son generados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), órgano científico de las Naciones Unidas, compuesto por expertos del clima de todo el mundo. Los escenarios de emisiones se refieren a la cantidad esperada de emisiones humanas de GEI a la atmósfera. Son escenarios que modelan las emisiones futuras en base a distintos patrones de desarrollo social, económico, político y tecnológico, por lo que los resultados varían según se escoja un escenario “optimista” (bajas emisiones) o uno escenario “pesimista” (altas emisiones). Los modelos representan la mejor herramienta actual para la predicción de las condiciones posibles del clima futuro. Su precisión crece cada año, pero su naturaleza estadística y de modelación hace que los escenarios climáticos que de ellos se generan tengan siempre cierta incertidumbre por lo que se suele hablar de un nivel bajo o alto de confianza en los resultados.



la temperatura o los porcentajes de reducción o aumento de las precipitaciones en ciertos periodos. Por ejemplo, los años 2030 y 2050. República Dominicana cuenta con escenarios climáticos nacionales producidos en sus Primera (SEMARENA 2004), Segunda (SEMARENA, 2009) y Tercera (CATHALAC, 2015) Comunicaciones Nacionales de Cambio Climático. También existen escenarios elaborados por el PNUD (McSweeney *et al.*, 2012) y USAID (2013). El Portal de conocimiento del cambio climático en línea del Banco Mundial (Climate Wizard, 2016) permite elaborar escenarios locales y regionales.

6.2.2. Sequía

La situación actual de la sequía puede describirse a partir del Mapa Nacional de Aridez (Verbist *et al.*, 2010) pero es importante analizar el comportamiento histórico y actual del índice estandarizado de precipitación (SPI) con datos de lluvias de la Estación Meteorológica más representativa del territorio. La escasez de precipitaciones es una medida fundamental intuitiva de la sequía, quizá la descripción más básica por lo que este índice, que se refiere a la intensidad de la sequía meteorológica o déficit de precipitación, es ampliamente aceptado para cuantificarla. Para la situación futura el Climate Wizard (2016) puede ofrecer una proyección de la sequía, a partir de modelos climáticos, bajo escenarios de bajas y altas de emisiones.

6.2.3. Intensidad y frecuencia de huracanes

Los datos para describir la situación actual del número y tipo de eventos meteorológicos extremos, categorías, fechas de ocurrencia, trayectorias, intensidad y frecuencia (considerando incluso la influencia de los fenómenos de La Niña y El Niño) pueden obtenerse *en línea* en el Centro de Servicios Costeros de la NOAA (2016) para cualquier parte del territorio dominicano. Los efectos negativos de tales eventos (inundaciones y deslizamientos) pueden ser documentados a través de notas de prensa o reportes de organismos nacionales de gestión de riesgos o internacionales como parte de programas de asistencia ante desastres.

Los cambios futuros en la frecuencia y trayectorias de los eventos meteorológicos extremos son inciertos, pero se reconoce que es probable que el calentamiento hará que en el próximo siglo sean más intensos y con más altas tasas de precipitación. La proyección de frecuencia e intensidad de tormentas y sus índices de precipitación pueden ayudar a describir los posibles efectos que las tormentas más frecuentes e intensas tendrán sobre el territorio. Existe incertidumbre acerca de en qué medida las precipitaciones asociadas a las tormentas puedan compensar la reducción proyectada.

6.2.4. Precipitaciones extremas, inundaciones y deslizamientos

Se debe buscar información en todas las fuentes disponibles acerca de la situación actual de precipitaciones extremas con inundaciones (pluviales y fluviales), su relación con cursos de agua o presas (crecidas y desbordamientos), su grado de recurrencia, las áreas afectadas, los daños a la población, la infraestructura y la interrupción de servicios. Lo mismo es válido para los deslizamientos.

Todas las áreas vulnerables por inundaciones o deslizamientos (áreas de exposición) deben ser identificadas, georreferenciadas y cartografiadas. Para ello resultan muy provechosos los recorridos por el municipio en coordinación con las instituciones de gestión de riesgos y la consulta con las comunidades en los propios barrios. La situación futura puede describirse a partir de la proyección de máxima precipitación y proporción de la precipitación total en eventos meteorológicos extremos.

6.2.5. Ascenso del nivel del mar, oleaje de tormenta y erosión costera

La situación actual de cambios en el nivel del mar es difícil de precisar si no se cuenta con datos mareográficos por lo que lo más común es hacer inferencias a partir de la experiencia local y/o en manifestaciones locales de retroceso de la línea de costa o erosión, si bien estos fenómenos no necesariamente están asociados exclusivamente a la situación climática. En el país existe un mapa de zonas

costeras en riesgo de inundación del BID (2010). Todas las áreas vulnerables identificadas (áreas de exposición) deben georreferenciadas y cartografiadas. Para la situación futura contamos con las proyecciones de ascenso del nivel del mar en la región del Caribe del IPCC (2014) que indican un promedio de unos 1.8 mm/año. Para estimaciones locales se requerirían datos de registros continuos de mareógrafos que no existen en el país.

El aumento en las alturas de oleajes de tormenta y la inundación de la zona costera para diferentes tasas de ascenso del nivel del mar puede ser modelada si se dispone de datos precisos de la topografía costera y la batimetría. Un análisis como el que hemos explicado debe permitirnos conocer a cabalidad el comportamiento de las amenazas y estresores climáticos a que están y estarán expuestas las actividades, sectores y servicios que deben garantizar el cumplimiento de los objetivos de desarrollo de nuestro municipio, así como a obtener una cartografía adecuada de las áreas de exposición.

La Tabla 7.2 ofrece un resumen comparativo de información sobre exposición. Considerando la ubicación y proximidad al peligro que definen la exposición, por ejemplo, el nivel de exposición a ciclones y huracanes es mayor en el Distrito Nacional y San Pedro pues por el Sur y Este del país penetran la mayor cantidad de eventos meteorológicos extremos. Los territorios donde las isoyetas del mapa de distribución nacional de lluvias muestran la mayor pluviosidad, como Samaná, están menos expuestos al impacto de la sequía.



Tabla 6.2. Resumen comparativo de la información sobre exposición a las amenazas y estresores climáticos empleada en las Evaluaciones de la Vulnerabilidad Climática del Programa de Planificación para la Adaptación Climática.

Amenazas y estresores	Situación	San Pedro de Macorís	Distrito Nacional	Las Terrenas	Santiago
Aumento de la temperatura	Actual	Temperatura media anual de 30.8°C. Área urbana ligeramente más caliente que el resto de la provincia entre mayo a septiembre. La media anual nacional aumentó unos 0.45°C de 1960 a 2003 y a una tasa promedio de ~0.15°C por década. Tres eventos de olas de calor de 1984 a 2003.	Temperatura media anual de 27.1°C. La media anual nacional aumentó unos 0.45°C de 1960 a 2003 y a una tasa promedio de ~0.2°C por década. Nueve eventos de olas de calor de dos días entre 1949 a 2010	Temperatura media anual entre 25.7°C en Nagua y 26.7°C en Sánchez (no hay datos para Las Terrenas). Diferencias térmicas por la altura, con mayores valores (24 a 26°C) en la costa y menores (22 a 24°C) en la sierra. La media anual nacional aumentó unos 0.45°C de 1960 a 2003 y a una tasa promedio de ~0.1°C por década	Temperatura media anual de 26.1°C. Diferencias térmicas por la altura con mayores valores (24 a 26°C) hacia el valle; y más bajos hacia la Cordillera Central (22 a 24°C) y Septentrional (18 a 22°C). La media anual nacional aumentó unos 0.45°C de 1960 a 2003, a una tasa promedio de ~0.2°C por década. Olas de calor entre 1974 a 2015
	Futura	En escenarios de emisiones altas y bajas, se proyectan, respectivamente, aumentos de 0.7°C y 0.8°C, al 2030 y 1.4°C a 1.7°C, al 2050.	En escenarios de emisiones altas y bajas se proyectan, respectivamente, aumentos de 0.7°C y 0.8°C, al 2030 y 1.4°C a 1.7°C, al 2050.	En escenarios de emisiones altas y bajas, se proyectan, respectivamente, aumentos de 0.7°C y 0.8°C, al 2030 y 1.1°C y 1.6°C, al 2050.	En escenarios de emisiones altas y bajas, se proyectan, respectivamente, aumentos de 0.8°C y 0.9°C, al 2030 y 1.2°C a 1.6°C, al 2050.
Cambios en el patrón de las precipitaciones	Actual	Precipitación media anual de ~1,088 mm (1984-2003), con dos máximos: mayo, y septiembre-octubre	Precipitación media anual de 1,516 mm (1995-2014) con mayor precipitación entre mayo y octubre, y los meses más secos en febrero y marzo	Precipitación media anual de 1,924 mm (1950-2000) con picos en mayo y noviembre, y pocas lluvias en febrero. Diferencias en la precipitación con la altura, con valores más altos en la sierra (2000 a 2,500 mm) y menores en la costa.	Precipitación media anual de 1,080 mm (1960-2012); máximos en abril-mayo y septiembre-diciembre. Diferencias con la altura, menores valores (750 a 1,000 mm) en el valle; más altos en la Cordillera Central (1,000 a 1,250 mm) y Septentrional (1,750 a 2,500 mm).
	Futura	En escenarios de emisiones altas y bajas, se proyectan, respectivamente, reducciones para el 2030 (-4.26% a -2.60%) y 2050 (-11.9% a -14.9%).	En escenarios de emisiones altas y bajas, se proyectan, respectivamente, reducciones para 2030 (-6.73% a -3.24%) y 2050 (-12.6% a -15.4%), mayores en mayo, junio y julio.	En escenarios de emisiones altas y bajas, se proyectan, respectivamente, reducciones para 2030 (-1.2% a -2.3%) y 2050 (-13.7% a -10.9%), con leves aumentos en noviembre-diciembre	En escenarios de emisiones altas y bajas, se proyectan, respectivamente, reducciones para 2030 (-5.43% a -3.07%) y 2050 (-8.75% a 1.30%).
Sequía	Actual	Al menos dos sequías históricas registradas en 1975 y 1994. El SPI confirma la sequía de 1994, e indica una sequía extrema en el año 2002.	Once sequías históricas registradas. El SPI confirma las dos últimas, indica una sequía extrema en 2002 y una sequía severa en el 2014.	No hay sequías registradas. El SPI indica la ocurrencia de periodos más secos en el 2000-2001 y 2010 en Samaná	El SPI confirma la sequía de 1994, e indica una sequía extrema en el 2002 que se mantuvo - aunque más moderada- hasta el 2004.
	Futuro	Aumento ligero de la aridez y déficit de humedad en ambos escenarios de emisiones, por aumento de la temperatura, evapotranspiración potencial y reducción de las precipitaciones.			

Amenazas y estresores	Situación	San Pedro de Macorís	Distrito Nacional	Las Terrenas	Santiago
Frecuencia e intensidad de eventos extremos (depresiones tropicales a huracanes)	Actual	Entre 1851 a 2015, han pasado 20 eventos dentro de 50 km del centro del municipio, con tres huracanes tocando el Municipio: huracanes Edith (1963), Fay (2008) y Georges (1998), este con el mayor impacto destructivo	Entre 1851 a 2015, han pasado 23 eventos dentro de 50 km del centro del Distrito Nacional, con los huracanes David (1979) y Georges (1998) entre los más devastadores	Entre 1851 a 2015, han pasado 22 eventos dentro de 50 km del centro del municipio, con dos tocando tierra. El más reciente el Huracán Jeanne (2004)	Entre 1851 a 2015, han pasado 36 eventos dentro de 100 km del centro del municipio, con dos tocando tierra. Serios daños los huracanes David, Frederic (1979), Georges (1998); y la Tormenta Olga (2007) por la liberación de la Presa Tavera
	Futuro	Los cambios futuros en la frecuencia y trayectorias de los eventos son inciertos. Es probable que el calentamiento hará que los huracanes en el próximo siglo sean más intensos y con más altas tasas de precipitación Si persisten las condiciones actuales de temperatura superficial del mar en el Atlántico pueden prevalecer altos niveles de actividad de huracanes para la próxima década			
Precipitaciones extremas, inundaciones y deslizamientos	Actual	Inundaciones históricas desde 1970. La ubicación de la ciudad en las Cuencas bajas del Higuamo y Soco y la geomorfología explican las inundaciones pluviales y fluviales, no necesariamente en eventos extremos. Al menos 21 áreas de exposición identificadas que siguen creciendo.	La ubicación de la ciudad en la Cuenca baja del Río Ozama y la geomorfología explican las inundaciones pluviales y fluviales. Tres circunscripciones con diferente grado de exposición. La Circunscripción 1 se expone a lo largo de 1.9 km de la margen O del Ozama. La 2 se expone a lo largo de 11.5 km de la margen S del Isabela y 31.6 km de sus tributarios. La 3 se expone a lo largo de 5.4 km del margen O del Ozama, 2.2 km del margen S del Isabela y 22.6 km de cañadas entre barrios. Al menos 21 áreas de exposición que siguen creciendo. Deslizamientos en varios sectores.	Inundaciones históricas desde 1968. La ubicación de la ciudad en la Cuenca baja del Río Las Terrenas y la geomorfología explican relación con las inundaciones pluviales y fluviales, no necesariamente en eventos extremos. Una gran área de exposición (830,000 m ²) que sigue creciendo. Solo un reporte histórico de deslizamiento en 2012 si bien existen zonas con condiciones para su ocurrencia (pendiente > 32% y precipitaciones > 1400 mm).	Inundaciones históricas incrementadas en su recurrencia e intensidad. La ubicación en la Cuenca del Yaque y la geomorfología explican las inundaciones pluviales y fluviales, que ocurre no necesariamente en eventos extremos. Al menos 53 áreas de exposición identificadas y creciendo. Riesgo por complejo de presas 30 km aguas arriba del núcleo urbano. Los deslizamientos tienen lugar en los espacios más escarpados (pendiente mayor de 32%) La exposición varía por diferencias naturales y socioeconómicas.
	Futuro	Hacia el 2060, se prevé un ligero incremento en el índice de precipitación en eventos intensos (1.26 a 1.40%), pero con cambios que van desde una disminución de -39% a un aumento de +28%.	Hacia el 2050, se prevé que la proporción de la precipitación total en eventos intensos aumente ligeramente con cambios que van de -36% a +22% en todos los modelos.	Hacia el 2050, se prevé que la proporción de la precipitación total en eventos intensos aumente ligeramente (3.15 a 1.87%), con cambios que oscilan de -21% a +27% hacia el 2060.	Hacia el 2050, se prevé que la proporción de la precipitación total en eventos intensos aumente ligeramente con cambios que van de -14% a +28% en hacia el 2060.

Amenazas y estresores	Situación	San Pedro de Macorís	Distrito Nacional	Las Terrenas
Ascenso del nivel del mar, oleaje de tormenta y erosión costera.	Actual	El promedio de aumento del nivel del mar en el Caribe en últimos 60 años ha sido similar a la media mundial de unos 1.8 mm/año. San Pedro tiene unos 13 km de costa al Caribe, principalmente rocosa (11.8 km), con cortos tramos de playas. Reportes de penetraciones del mar durante eventos extremos. Al menos nueve tramos expuestos a oleaje de tormenta por su proximidad a la costa y baja elevación, incluida la planta de tratamiento de aguas residuales.	El promedio de aumento del nivel del mar en el Caribe en últimos 60 años ha sido similar a la media mundial de unos 1.8 mm/año. El Distrito Nacional tiene unos 12 km de costa caribeña de las cual más del 80% es rocosa alta. Reportes de penetraciones del mar durante eventos extremos, sin impactos severos importantes inversiones residenciales comerciales y turísticas en el litoral.	El promedio de aumento del nivel del mar en el Caribe en últimos 60 años ha sido similar a la media mundial de unos 1.8 mm/año. El área en riesgo de inundaciones costeras es de 19 km ² , con 20.7 km de costa (Punta Balatá al extremo E de la frontera municipal) y se extiende al interior hasta 2.5 km. Algunos tramos de la costa de Las Terrenas muestran una severa erosión agravada en parte por actividades humanas (construcciones costeras, tráfico vehicular, pérdidas de manglares y extracción de arena)
	Futuro	Las proyecciones del ascenso del nivel del mar indica que podría ascender de 0.13 m a 0.4 m para el 2030 en escenarios de emisiones bajas y altas, y de 0.20 a 0.58 m al 2050. Además del ascenso del mar, se espera un aumento en las alturas de oleajes en las próximas décadas, exacerbando los problemas de inundación y erosión costera, salinización y aumentando el impacto de tormentas poco severas. El impacto sobre los arrecifes por las altas temperaturas (que indican blanqueamiento coralino) y la acidificación del océano, pueden degradar aún más los arrecifes que alimentan las playas de arena y sirven de barrera protectora ante el oleaje, incrementando la vulnerabilidad. La transformación de la costa, la pesca indiscriminada y la contaminación exacerbaban los problemas.		



7. SENSIBILIDAD DE LOS FACTORES CLAVES DE DESARROLLO

7.1. Definiendo la sensibilidad

La sensibilidad² es otra componente de la vulnerabilidad (Figura 6.1). El Panel Intergubernamental de Cambio Climático define la **sensibilidad** como “el grado en que un sistema resulta afectado por la variabilidad del clima o el cambio climático” (IPCC, 2014), es decir la medida en que se modifica o afecta por las perturbaciones climáticas. La sensibilidad es una propiedad del sistema que se trate y puede medirse por sus reacciones a los impactos del clima.

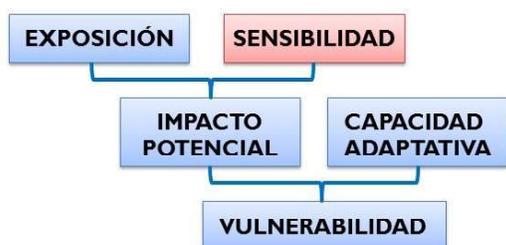


Figura 7.1. Componentes de la vulnerabilidad: la sensibilidad.

Por ejemplo, en un municipio costero como Las Terrenas que tiene 18 km de playa arenosa, el turismo de sol y playa es mucho más sensible al ascenso del nivel del mar y al incremento del oleaje de tormenta (con la consecuente erosión costera) que en San Pedro de Macorís donde prácticamente sus 13 km de costa son de roca y con escaso valor turístico. En este último la sensibilidad se enfoca en el patrimonio histórico y cultural, pues muchos edificios antiguos, plazas o museos pueden sufrir inundaciones o estar amenazados por daños estructurales (fisuras y agrietamientos) por el incremento de la temperatura y las precipitaciones torrenciales.

7.2. Cuán sensibles son los sectores y servicios

En el Capítulo anterior identificamos las actividades, sectores y servicios claves para el cumplimiento de las Líneas Estratégicas de Desarrollo Municipal que serían analizados en cuanto a su vulnerabilidad climática. Corresponde a este Capítulo, describir y analizar la situación actual de dichas actividades,

sectores y servicios claves tratando de ofrecer información clave que, a la vez que nos informe sobre sus características principales, ayude a definir su sensibilidad ante el clima (y colateralmente sobre su exposición y el capital físico e institucional determinante de su capacidad adaptativa), como se indica en la Tabla 6.1. Partimos de que todas las actividades, sectores y servicios vitales para lograr los objetivos de desarrollo del municipio manifiestan algún grado de sensibilidad a las amenazas climáticas.

Por ejemplo, el sistema de suministro de agua en Santiago es muy sensible a las proyecciones climáticas de disminuciones en la precipitación, pues en los últimos años la escasez crónica de agua ha constituido un serio desafío. La Presa Tavera-Bao ha llegado a su nivel más bajo debido a la fuerte sequía y de un nivel base de 327 msnm, ha pasado a 323 msnm en el período 2008-2009 y ya se encontraba en 316 msnm en el 2014, cuando el nivel óptimo de funcionamiento es de 322 msnm. El déficit de agua está afectando además el sistema de canales de riego en las zonas de influencia del Río Yaque del Norte, afectando a la agricultura, así como la producción energética. Los futuros cambios en el clima pueden afectar en alto grado la disponibilidad de agua, la calidad y el funcionamiento de los servicios de agua.



²No debe confundirse con la sensibilidad climática que es una medida de cómo responde la temperatura del sistema climático al forzante radiativo, entendiéndose éste como cualquier cambio en la radiación (calor) entrante o saliente, tanto por la radiación solar incidente como por diferentes cantidades de gases de efecto invernadero.

Tabla 7.1. Resumen de aspectos descriptivos de las características de actividades, sectores o servicios municipales que permiten valorar su grado de sensibilidad climática.

Sector o servicio	Aspectos descriptivos
Uso del suelo	Distribución del uso del suelo (urbano, agrícola, industrial y conservación). Conflictos de uso. Planes de Ordenamiento Territorial existentes (municipales o sectoriales)
Parques públicos	Cobertura de áreas verdes. Parques y jardines urbanos. Áreas Protegidas. Planes de aumentar el espacio público y generar una infraestructura verde metropolitana
Manejo de residuos sólidos	Instituciones responsables. Características y situación del manejo y gestión de residuos sólidos: recolección, transporte y disposición. Cobertura y frecuencia en la recolección. Tipos de residuos (urbanos, sanitarios, peligrosos, industriales, de construcción u otros). Vertederos: ubicación, descripción, obras, equipamientos e infraestructuras, capacidad (toneladas/día de basura), funcionamiento, manejo de lixiviados. Problemas de contaminación. Cercanías a poblaciones o fuentes de agua. Vertederos improvisados. Quema de basura. Reciclaje: situación y empresas involucradas. Estaciones de transferencia. Planes perspectivas.
Aguas residuales	Instituciones responsables. Características y situación del manejo y gestión de aguas residuales. Cobertura de la red sanitaria. Porcentaje de hogares con conexión domiciliaria al sistema alcantarillado. Porcentaje de aguas residuales descargadas a cañadas y cuerpos de agua sin tratamiento previo. Plantas de tratamiento: ubicación, capacidad (litros/segundo) y tipos de proceso (primario, secundario, lodos activados, lagunas de oxidación) en la recolección de residuos. Aguas residuales de origen doméstico y de origen industrial. Cumplimiento de las normas nacionales. Sitios de disposición final de aguas tratadas. Problemas de contaminación.
Aguas pluviales	Instituciones responsables. Características y situación del manejo y gestión de aguas pluviales. Cobertura de la red de drenaje pluvial. Problemas de contaminación con aguas residuales. Presiones sobre el sistema de alcantarillado sanitario ante precipitaciones (desbordes, obstrucciones o averías). Bloqueos por la dispersión de desechos sólidos. Influencia de la marea en el drenaje costero. Obras de reducción de inundaciones. Plan Maestro de drenaje urbano de aguas pluviales.
Servicios de agua	Instituciones responsables. Características y situación del manejo y gestión del agua para el suministro a la población. Sistema de suministro de agua: toma, almacenaje, tratamiento y distribución. Complejos de presas y embalses: fuentes, ubicación, capacidad y usos prioritarios. Niveles de las presas. Sistemas en cursos de agua. Uso del agua subterránea. Producción de agua. Cobertura del suministro de agua: población y viviendas atendidas. Plantas de tratamiento. Situación en zonas urbanas y rurales. Garantía y continuidad del servicio. Relación con el suministro de energía. Situación del sector: gastos y niveles de recaudación, porcentaje facturado. Pérdida por fugas.
Movilidad urbana	Vialidad y transporte. Instituciones que controlan el transporte. Parque vehicular: número de vehículos y tipos. Estructura vial: circuitos y vías principales y secundarias. Nivel de conexión interno y con el resto del país. Avenidas con mayor carga vehicular. Áreas de congestión del tráfico Servicios de transporte. Accidentes de tránsito
Electricidad	Instituciones responsables. Características y situación del manejo y gestión del sistema eléctrico. Cobertura del suministro eléctrico: población atendida. Porcentaje de cobertura. Interrupciones eléctricas por cliente durante el año. Duración promedio de las interrupciones (horas/cliente) Situación en zonas urbanas y rurales. Situación de la continuidad del servicio. Implementación de normas y regulaciones de eficiencia energética. Uso de energías alternativas y renovables. Planes de desarrollo y expansión
Gobernanza participativa	Criterios locales de gobernabilidad. Mecanismos de gobierno (gestión pública y transparencia. Representación de las instituciones pública y de la sociedad civil en planes de desarrollo o estratégicos. Involucramiento de actores en la vida municipal y en la gestión gubernamental. Participación de Juntas de Vecinos y Organizaciones Populares. Presupuesto participativo del Ayuntamiento: montos, niveles de participación y proyectos.
Gestión fiscal	Gestión de ingresos y manejo del gasto del Ayuntamiento. Sostenibilidad fiscal. Capacidad de captar y manejar recursos. Inversiones en proyectos de adaptación al cambio climático
Turismo	Polos turísticos. Destinos. Oferta de servicios turísticos. Estándares de gestión del turismo. Promoción del turismo. Operadores turísticos. Sitios de interés turístico: ubicación, número de visitantes y grado de conservación. Número y categoría de hoteles y habitaciones. Ecoturismo y zonas con potencial de desarrollo. Planes de desarrollo turísticos.

Sector o servicio	Aspectos descriptivos
Patrimonio histórico y cultural	Instituciones culturales. Inventario y cartografía de equipamientos culturales formales en la ciudad. Planes de revalorización y mejora de edificaciones, espacios públicos, parques, plazoletas, plazas, edificios y otros equipamientos culturales.
Educación	Infraestructura educativa. Número de escuelas públicas y privadas (pre-escolares, primarias, secundarias y de educación para adultos). Instituciones de educación superior: universidades y centros de formación profesional. Niveles de educación por edades y sectores. Grado de analfabetismo. Planes educativos.
Salud	Infraestructura de salud. Número y tipo de centros de salud públicos y privados. Niveles de salud por edades y sectores. Incidencia de enfermedades. Planes de salud.
Deporte	Instalaciones deportivas: ubicación, tipo (techadas y al aire libre), número y estado. Actividades deportivas y recreativas. Necesidades de espacio físico para nuevas instalaciones deportivas. Programas para el fomento del deporte.
Agricultura y ganadería	Importancia histórica y actual del sector. Cultivos predominantes. Empleo.
Pesca	Situación histórica y actual del sector pesquero. Número de pescadores, tipos de pesca, artes de pesca, embarcaciones y sitios de desembarco. Especies de valor pesquero. Importancia económica.
Zonas francas e industriales	Situación histórica y actual del sector industrial. Número y tipo de industrias y empresas. Zonas francas. Ubicación. Empleo. Planes de desarrollo industrial.



8. IMPACTOS CLIMÁTICOS AL DESARROLLO MUNICIPAL

8.1. Sensibilidad más exposición igual a impacto

La exposición a las amenazas y estresores climáticos y la sensibilidad del sistema a los mismos, determinan el impacto potencial. En este capítulo se consideran en conjunto la información sobre la sensibilidad de las actividades, sectores y servicios prioritarios para cumplir las Líneas Estratégicas de Desarrollo del Municipio (tratada en el Capítulo 6) y la exposición (tratada en Capítulo 7) para identificar los potenciales impactos climáticos, presentes y futuros (Figura 8.1). Tal información se resume en la Tabla 8.1 que describe cómo se verán afectados varias actividades, sectores y servicios municipales por el incremento de la temperatura, ascenso del nivel del mar, cambios en el patrón de precipitaciones (particularmente su reducción) e incremento de eventos extremos.

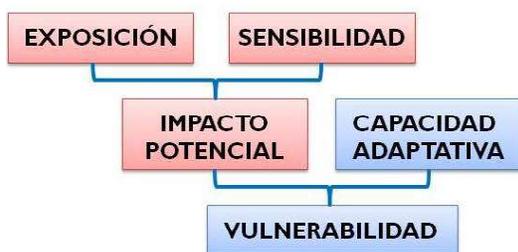


Figura 8.1. Componentes de la vulnerabilidad: el impacto desde la exposición y la sensibilidad.

8.2. Impactos a los sectores y servicios

La naturaleza de la actividad, sector o servicio en su interacción con las amenazas determinará el tipo y nivel de los impactos. Por ejemplo, el sector más impactado por la reducción de las precipitaciones es, sin dudas, el suministro de agua a la población, que verá mermada sus fuentes de abastecimiento y distribución por la sequía. También la reducción de las precipitaciones puede tener un impacto importante sobre las áreas verdes. En una situación de recortes del suministro de agua, que incluso afecte a la agricultura (un eslabón clave de la sostenibilidad alimentaria) el mantenimiento de parques y jardines urbanos puede pasar a no ser una prioridad. El cambio de las especies vegetales, la limitación de las zonas con césped y el abandono del cultivo de árboles y plantas con alta necesidad de agua implican una alteración profunda en la

estética del paisaje urbano. Aunque algunos sectores o servicios (suministro de agua y áreas verdes) pueden ser más impactados por una amenaza (en este caso la reducción de precipitaciones), la realidad es que las amenazas actúan de manera sinérgica pues el impacto de la reducción de agua se agrava por la mayor evaporación por el incremento de la temperatura.

Por otra parte, el aumento de temperatura impacta de manera particular a la salud pues aumenta el estrés por calor, limita las actividades físicas al aire libre y crea condiciones para una la propagación de agentes patógenos transmisores de enfermedades. También impacta al sistema eléctrico pues la expansión térmica de las líneas reduce la cantidad de energía que puede ser transmitida con seguridad, en medio de una situación donde el mayor calor incrementa la demanda energética para los sistemas de enfriamiento.

Por su multiplicidad de actividades el turismo resulta impactado por todas las amenazas y estresores. El aumento de la temperatura incrementa el consumo de energía para aclimatar las instalaciones y reduce el tiempo de recreación al aire libre. La reducción del agua limita las operaciones turísticas e incrementan los gastos por búsqueda de fuentes de agua, tratamiento, traslado y almacenamiento. En el turismo costero se suma el ascenso del nivel del mar con daños a la infraestructura turística por inundación y pérdida de capacidad de carga de la playa. Por la magnitud y extensión del daño que causan, el incremento de la intensidad de eventos meteorológicos extremos tiene impactos negativos sobre todos los sectores y servicios.





Tabla 8.1. Resumen de información sobre el impacto en algunas actividades, sectores y servicios claves para el desarrollo municipal. Fuente: Documentos de las Evaluaciones de Vulnerabilidad Municipales.

Sector o servicio	Incremento de la temperatura	Ascenso del nivel del mar	Reducción de las precipitaciones	Eventos meteorológicos extremos
Manejo fiscal	Reducción de actividades al aire libre que generan ingresos para el Ayuntamiento			
Gobernanza participativa	Impactos climáticos a los medios de vida e interrupciones de los servicios aumentando la presión sobre el Ayuntamiento para incluir mejor a la comunidad en los procesos de toma de decisiones. Cambio en las peticiones de los ciudadanos sobre la inversión pública en la planificación del presupuesto participativo encaminado a solucionar nuevas problemáticas relacionadas con el clima.			
Áreas verdes, parques y jardines urbanos	Estrés térmico en la vegetación. Cambio de las especies vegetales. Mayor necesidad de mantenimiento	Inundación de áreas verdes costeras. Salinización del suelo en parques costeros	Afectaciones a la vegetación por déficit hídrico. Cambio a especies vegetales con menor requerimiento de agua. Mayor necesidad de mantenimiento. Alteración en la estética del paisaje urbano. Desaparición de espacios verdes	Daño físico a la vegetación e infraestructuras de esparcimiento. Mayor necesidad de mantenimiento.
Movilidad urbana	Deterioro más rápido del asfalto en las vías. Aumento en costo de mantenimiento y construcción.	Inundación y erosión de las vías costeras. Daños a la infraestructura portuaria	Exacerbación del impacto térmico. Mayores costos de mantenimiento y reparación.	Inundación temporal y mayores costos de mantenimiento y reparación de vías y puertos. Cierres por “residuos de desastres” y daños a la infraestructura
Electricidad	Expansión térmica de las líneas eléctricas, reduciendo la cantidad de energía que puede ser transmitida con seguridad. Riesgos de distensión del tendido y cortes de energía. Incremento en la demanda para enfriamiento	Caída de tendido eléctricos en vías costeras. Sitios de generación, transmisión y distribución inundados	Exacerbación del impacto térmico. Mayores costos de mantenimiento y reparación.	Tendidos eléctricos caídos. Interrupción del servicio energético. Aumento de costos de mantenimiento y reparación
Manejo de residuos sólidos	Aumento de gases y olores. Necesidad de recolección más riguroso del vertedero. Alteración de las tasas de descomposición. Calentamiento excesivo de vehículos de recolección. Aumento de plagas en los residuos orgánicos. Mayor riesgo de enfermedades infecciosas.	Reducción de las rutas de recolección	Limitaciones de agua para los procesos de reciclaje	Daños y escombros a lo largo de las rutas de recolección. Mayor dispersión de residuos. Impactos físicos a la infraestructura
Servicios de agua	Mayor demanda de agua. Mayores pérdidas potenciales por evaporación. Cambios en la calidad del agua. Expansión de especies acuáticas invasivas en los cursos de agua.	Avance de cuña salina y salinización de los ríos. Intrusión salina en acuíferos costeros.	Cambios en la calidad y disponibilidad de agua. Reducción drástica del agua en los sistemas de almacenamiento. Daños en los sistemas de almacenaje y distribución por reducción de flujos	Daño a infraestructuras de tratamiento, almacenamiento y distribución. Reducción de la calidad del agua. Interrupciones en la operación de plantas de tratamiento de agua.

Sector o servicio	Incremento de la temperatura	Ascenso del nivel del mar	Reducción de las precipitaciones	Eventos meteorológicos extremos
Aguas residuales	Degradación de equipos e infraestructuras de la planta de tratamiento. Interferencia con el proceso de tratamiento por disminución del oxígeno, aumento de algas y microorganismos, y generación de gases y malos olores. Estrés térmico a los trabajadores de las plantas.	Inundaciones y daño de equipos e infraestructuras de la planta de tratamiento cerca de la costa	Reducción de la dilución de aguas residuales en plantas de tratamiento y sitios de vertimientos en ríos y costas	Inundaciones y daño de infraestructuras y equipos de la planta de tratamiento. Plantas fuera de servicio por interrupción del servicio eléctrico. Derrames de aguas negras que contaminan el medio ambiente y exponen a la población a los patógenos
Aguas pluviales	Impacto térmico sobre infraestructuras, equipos y tuberías del sistema de drenaje. Excedencia del rango de temperatura de trabajo de las tuberías	Daños a infraestructuras y equipos del sistema de drenaje cerca de la costa.	Reducción del agua de lluvia captada aprovechable	Daños a infraestructuras y equipos del sistema de drenaje. Desborde de tuberías de aguas pluviales. Colapso de sistemas de colección por excedencia de su capacidad de caudales de drenaje en épocas de lluvia. Depuradoras fuera de servicio por interrupción del servicio eléctrico. Aumento de “residuos de desastres” que bloquean el drenaje.
Patrimonio cultural	Daños al patrimonio físico. Fisura y agrietamiento de materiales de construcción. Deterioro acelerado de los sitios debido a la tensión térmica y actividad bioquímica. Reducción del tiempo de actividades culturales al aire libre (Fiestas patrimoniales)	Erosión e inundación de sitios en zonas bajas costeras o ribereñas.	Falta de agua para las actividades de uso y mantenimiento de sitios patrimoniales. Daños al patrimonio. Erosión y corrosión de estructuras	Inundación de sitios patrimoniales en zonas bajas. Daños estructurales. Erosión y corrosión de estructuras metálicas. Crecimientos orgánicos (insectos, mohos y hongos). Cambios físicos en los materiales, agrietamiento y ruptura por la humedad con penetración en materiales porosos
Deporte	Reducción del tiempo para actividades al aire libre por estrés térmico.	Inundación temporal y daño físico a equipos y áreas deportivas cercanas a la costa. Interrupción de actividades deportivas de playa	Falta de agua para las actividades deportivas. Aumento de costos de mantenimiento y reparación por resequedad de campos deportivos.	Escombros en instalaciones al aire libre y daño físico a los equipos y áreas deportivas. Reducción del tiempo de uso de las instalaciones al aire libre.
Salud	Aumenta el estrés por calor (disconfort térmico). Mayor propagación de agentes patógenos. Mayor demanda de servicios de respuesta a emergencias.	Inundación de vías costeras esenciales para la respuesta a emergencias.	Falta de agua para las actividades de centros de salud. Exacerbación el estrés por calor (disconfort térmico).	Lesiones y pérdidas de vida. Mayor demanda para servicios de respuesta de emergencia. Daños físicos a infraestructuras de salud pública
Agricultura	Impactos térmicos en los cultivos y la infraestructura agrícola. Cambios de la productividad. Mayor problema con malezas, plagas y enfermedades. Mayor gasto en conservar productos	Intrusión salina en suelo agrícola.	Cambios en el tiempo y la cantidad de lluvia para la agricultura de secano y en la disponibilidad de agua para el riego agrícola.	Daños a cultivos y la infraestructura agrícola. Interrupción de los servicios de electricidad y transporte.

Sector o servicio	Incremento de la temperatura	Ascenso del nivel del mar	Reducción de las precipitaciones	Eventos meteorológicos extremos
Actividad comercial	Aumento de la demanda de refrigeración para conservación de productos transportados o almacenados. Mayores gastos de conservación y mantenimiento de productos y medios de refrigeración	Interrupción del transporte de mercancías debido a la inundación de vías costeras y puertos.	Falta de agua para las actividades comerciales. Aumenta el estrés por calor (disconfort térmico)	Daño físico a sitios comerciales. Mayor costo de reparación y mantenimiento. Interrupción de los servicios de electricidad y transporte requeridos para la operación y el movimiento de bienes.
Industrias y zonas francas	Disminución de la capacidad operativa de la maquinaria y aumento de las demandas de refrigeración. Exacerbación de la contaminación orgánica y térmica por aguas residuales industriales. La temperatura más alta del agua restará ineficiencia a las generadoras que cuentan con sistema de enfriamientos de agua de mar	Inundación de la infraestructura industrial costera. Interrupción del transporte de mercancías debido a la inundación de carreteras y puertos.	Cambios en la disponibilidad del agua necesaria para los procesos industriales. Mayor necesidad de agua de mar para enfriamiento en condiciones de escasez	Daño físico a la infraestructura industrial. Aumento de costos de reparación y mantenimiento. Interrupción de servicios de electricidad y transporte para la industria y transporte de mercancías.
Turismo	Mayor consumo de energía para aclimatar instalaciones turísticas. Reducción del tiempo de actividades recreativas al aire libre. Reducción del buceo turístico por pérdidas de arrecifes coralinos.	Inundación o daños a la infraestructura turística costera. Pérdida de capacidad de carga de la playa para recreo y de arrecifes para el buceo turístico	Reducción del agua para las operaciones turísticas. Incremento de gastos por búsqueda de fuentes de agua, tratamiento, traslado y almacenamiento	Inundación y daño físico a instalaciones turísticas (principalmente costeras). Interrupción de operaciones turísticas.
Pesca	Impacto térmico sobre los ecosistemas y la biota marina de valor pesquero, especialmente arrecifes coralinos. Modificación de la distribución y productividad de las especies marinas. Reducción de recursos pesqueros por pérdida de ecosistemas. Cambios en los patrones de peces pelágicos migratorios. Mayor gasto para la conservación de productos pesqueros	Inundación y daño físico a sitios de asentamiento y desembarco pesquero (infraestructura y embarcaciones)	Reducción del drenaje hacia el mar con cambios en la salinidad de los estuarios. Daños a los ecosistemas marinos que sustentan la pesca por cambios potenciales en el balance hidrológico	Daños a sitios de desembarco. Impacto a arrecifes poco profundos. Interrupción de los servicios de electricidad y transporte. Reducción del tiempo de pesca especialmente de mar abierto.



9. CAPACIDAD ADAPTATIVA

9.1. Definiendo la capacidad adaptativa

El concepto de capacidad adaptativa tiene sus orígenes en la teoría de la organización y la sociología, pero ha recibido un enfoque contemporáneo importante en los estudios que tratan de medir la vulnerabilidad de los sistemas sociales o naturales al cambio climático. Como ya hemos visto, la capacidad adaptativa es la tercera componente de la vulnerabilidad (Figura 9.1) por lo que ampliando y mejorando la capacidad de adaptar al Municipio al cambio climático podemos contribuir a reducir su vulnerabilidad.

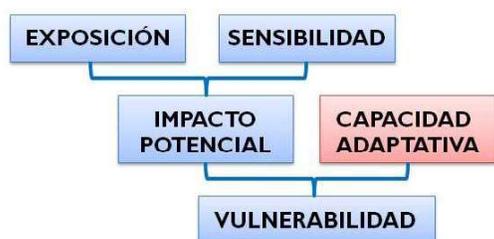


Figura 9.1. Componentes de la vulnerabilidad: la capacidad adaptativa.

La capacidad adaptativa se define como “la capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluidas su variabilidad y los fenómenos extremos) con el fin de moderar los daños potenciales, beneficiarse de las oportunidades o afrontar las consecuencias” (IPCC, 2014). Así, el concepto engloba el conjunto de recursos y acciones con que cuenta el municipio para enfrentar, soportar o aprovechar los efectos del clima. Refleja por tanto la combinación de las fortalezas disponibles que pueden ser usadas para prepararse y emprender acciones para afrontar las amenazas y reducir los impactos climáticos adversos.

9.2. Determinantes de la capacidad adaptativa

La capacidad de adaptación depende de la interacción entre diferentes tipos de variables que actúan simultáneamente en un contexto dinámico y reflejan las estrategias, capacidades y activos disponibles en el Municipio para hacer frente a los cambios y perturbaciones del clima. Para analizar aquellos elementos, condiciones y características determinantes de la capacidad adaptativa se han propuesto muchos marcos de trabajo que se ajustan

a diferentes circunstancias (Maldonado y Moreno-Sánchez, 2014). La diferencia entre marcos de trabajo radica en la terminología que emplean y el peso que conceden a unos u otros de los recursos determinantes de la capacidad adaptativa a la hora de valorarla, lo cual responde, por supuesto, al contexto para el cual fueron creados.

Por ejemplo, Smit y Pilifosova (2001) analizan la capacidad adaptativa a través de seis categorías: recursos económicos, tecnología, información y conocimientos; infraestructura, institucionalidad y equidad. Jones *et al.* (2010) analizan los recursos básicos en conjunto (financieros, físicos, naturales, sociales, políticos y humanos); institucionalidad y derechos, conocimientos e información, un sistema de toma de decisiones flexible y con vista al futuro y la innovación. EUROCLIMA (2012) se enfoca en las capacidades política, de información, ecosistémica, social y financiera/económica, esta última como área transversal a las anteriores.

Si bien estos y otros enfoques son válidos en su contexto la capacidad de adaptación de las personas, hogares, comunidades o Municipios está determinada por el acceso y control que puedan tener sobre los múltiples recursos que la adaptación demanda, bien sean naturales, humanos, sociales, tecnológicos, físicos, financieros o políticos, por lo que en nuestro enfoque municipal lo más recomendable es partir de un amplio marco de trabajo (Tabla 9.1) que los incluya a todos, buscando en cada caso los recursos e indicadores más adecuados a la situación del Municipio.





Tabla 9.1. Marco de trabajo para analizar la capacidad adaptativa municipal partir de las determinantes por recursos.

Recurso	Definición	Determinantes de la capacidad adaptativa
Natural	Recursos naturales del Municipio cumpliendo funciones ecosistémicas básicas para el mantenimiento del territorio y el uso y bienestar de la población	Ecosistemas terrestres, acuáticos costeros y marinos saludables y funcionales, alta diversidad de especies, Áreas Protegidas, recursos hídricos superficiales y subterráneos conservados, suelos con capacidad productiva agrícola, alta cobertura de vegetación urbana (parques y jardines) y natural (bosques), planes de manejo y reforestación.
Humano	Personas y comunidades, sus atributos, capacidades y condiciones de vida	Educación, nivel de alfabetización, niveles de salud y nutrición, pobreza (CVI, hogares y personas pobres), habilidades, capacidades, liderazgo, conocimiento y habilidad de manejar información climática, percepción pública del riesgo climático, capacidad de aprendizaje
Social Institucional	Formas de relación y estructuras organizativas existentes (tanto permanentes como temporales) y capacidad institucional	Grado de organización de la comunidad, asociaciones a diferentes niveles, redes que permiten acceso a información, recursos y créditos y facilitan la cooperación, grupos de ahorro y crédito, número y tipo de organizaciones, instituciones de bienestar y apoyo social, instituciones de capacitación técnica, organismos de gestión de riesgos, refugios, mapas de riesgos naturales en un municipio, nivel de participación en los Planes Municipales de Desarrollo.
Político	Recursos utilizados en la toma de decisiones políticas, o para todos los ámbitos de la vida social que reclaman un sistema de toma de decisiones desde la comunidad hasta el Gobierno Nacional	Planes Municipales o Estratégicos de Desarrollo, interrelaciones institucionales para lograr objetivos municipales, gobernanza participativa, presupuesto participativo, relación de la población con instancias del gobierno para lograr objetivos comunitarios, acceso de la población en procesos para gestionar y acceder a decisiones, bienes y servicios para mejorar la calidad de vida, equidad
Físico	Recursos construidos, infraestructura y bienes inmuebles en el Municipio que soportan servicios básicos y/o actividades productivas	Vías, redes de transporte, edificaciones y de apoyo a servicios y actividades productivas (presas, sistema de riego, silos, depósitos y otros). Vivienda, escuelas, centros de salud, acueducto, plantas de tratamiento, vertederos, telecomunicaciones, electricidad, carreteras y otros. Planes de desarrollo enfocados a los servicios y la infraestructura
Económico Financiero	Situación económica del Municipio, actividades que generan ingresos y otros bienes económicos directos o convertibles	Empleo: diversidad y oportunidades, sectores y actividades productivas (comercio, industria, agropecuaria, forestal, pesca o turismo), fuentes de ingreso, apoyo gubernamental en el Municipio, presupuesto participativo, acceso a instrumentos financieros, créditos, remesas del extranjero, ahorro, PIB
Tecnológico	Herramientas, equipos, instrumentos, materiales, máquinas y capital intelectual a disposición del Municipio para la adaptación al cambio climático	Tecnologías de adaptación disponibles, opciones de control de inundaciones, capacidad técnica, posibilidad de inversiones, posibilidades de transferencias tecnológicas e intercambio de datos, capacidad de innovación, sistemas de alerta temprana, disponibilidad y manejo de información climática



9.3. Papel de los recursos naturales

En este contexto se debe considerar especialmente los recursos naturales del municipio, reconociendo el papel que juega la biodiversidad en la adaptación al cambio climático, aspecto no siempre valorado en su justa medida en muchos marcos de trabajo que aparecen en la literatura. Un municipio que tenga bosques densos y sanos, ríos caudalosos y limpios, playas y manglares extensos y conservados, una alta riqueza de especies (desde insectos a mamíferos) en todos sus ecosistemas, en fin, un medio natural más conservado y prístino, tendrá sin dudas una base natural que le confiere una mayor capacidad de adaptación al cambio climático.

Los ecosistemas terrestres, acuáticos, costeros y marinos juegan un papel importante en la regulación del clima y sus servicios ecosistémicos son esenciales para la adaptación al cambio climático en la zona costera. Los bosques protegen la tierra, regulan el

agua y el microclima. Al favorecer la firmeza de los suelos, impiden la erosión y los deslizamientos en sitios de altas pendientes con elevada pluviosidad. En las cuencas hidrográficas los bosques contribuyen a regular los caudales de los ríos, minimizando los riesgos de escasez de agua e inundaciones. Los humedales costeros regulan el flujo del agua y evitan las inundaciones ante precipitaciones intensas, los manglares protegen la costa del ascenso del nivel del mar y los eventos extremos y los arrecifes coralinos amortiguan el impacto de los oleajes de tormenta.

A nivel urbano, el arbolado de parques y jardines proporciona infraestructura verde que aporta sombra, refrigeración por evaporación a la vez que espacios de interceptación, almacenamiento e infiltración del agua de lluvia, jugando un papel importante en la adaptación urbana a las variaciones del clima al reducir la temperatura durante las intensas olas de calor (ITree, 2016).

10. VULNERABILIDAD GLOBAL

10.1. La vulnerabilidad climática a través de la combinación de sus componentes

La valoración global de la vulnerabilidad climática de las actividades, sectores y servicios claves para garantizar el desarrollo del municipio se obtiene finalmente analizando en conjunto la información de los impactos (combinación sensibilidad + exposición) con la de la capacidad adaptativa (Figura 10.1). En este último paso consideraremos cómo el efecto negativo de una situación climática determinada puede manejarse a través del capital natural, humano, social, institucional, político, físico, económico o tecnológico del territorio, o dicho en palabras como nos adaptamos al clima con los recursos disponibles en el municipio.

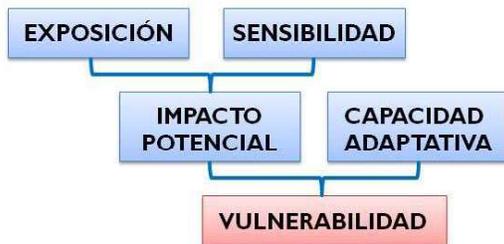


Figura 10.1. La vulnerabilidad climática como la suma de sus componentes.

La vulnerabilidad global puede expresarse de varias formas. Por ejemplo en el Cuadro 10.1, que ofrece un resumen del análisis de vulnerabilidad climática para el servicio de suministro de agua en el Municipio Santiago, se ha detallado cómo cada componente (sensibilidad, exposición y capacidad



adaptativa), ofrece valiosa información por sí misma y además contribuye al conocimiento de la vulnerabilidad global. En el Cuadro 10.2, mostramos otro ejemplo para San Pedro, donde la vulnerabilidad a la población y la infraestructura se valora de manera general, con un mapa sencillo de zonas vulnerables. Este ejercicio, repetido de manera ordenada con todas las actividades, servicios y sectores claves de desarrollo, garantizará que nuestros municipios puedan identificar sus objetivos más sensibles, más expuestos y con menos recursos de adaptación, en fin, más vulnerables, para priorizar las medidas de adaptación, y enfocarlas bien sea a reducir la sensibilidad y la exposición o a incrementar la capacidad adaptativa.

Señalemos por último que profundizar en la vulnerabilidad climática a través de sus componentes permite hacer interesantes reflexiones sobre las causas subyacentes y las soluciones, como se ejemplifica en el Cuadro 10.3, con el caso de la pobreza.



Cuadro 10.1 Resumen del análisis de la vulnerabilidad climática para el servicio de suministro de agua en el Municipio Santiago. Fuente: Evaluación de Vulnerabilidad Climática del Municipio Santiago.

SENSIBILIDAD. Santiago depende del complejo de presa Tavera-Bao-López-Angostura como sistema de suministro de agua, que además sirve a la generación eléctrica y la irrigación agrícola. La fuente de abastecimiento es el Río Yaque del Norte (y uno de sus afluentes el Río Bao). La Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santiago (CORAASAN), suministra servicios al área urbana del Municipio y sus Distritos Municipales, donde atiende a más de 800,000 personas y 155 mil viviendas, establecimientos comerciales e industriales (90% del total provincial). Debilitan el sector la deficiencia en la continuidad del servicio, las grandes pérdidas físicas y comerciales, los gastos elevados en la operación de instalaciones por el uso ineficiente de la energía eléctrica y los bajos niveles de recaudación (69% del total facturado).

EXPOSICIÓN. El análisis del índice estandarizado de precipitación (SPI) con datos de la Estación Meteorológica de Santiago confirma la sequía de 1994, e indica una sequía extrema en el 2002 que se mantuvo -aunque más moderada- hasta el 2004. La tendencia del SPI muestra una recuperación posterior pero sus valores están volviendo a disminuir. Además, las secuelas de sequías pasadas aún se manifiestan en los sistemas de almacenamiento de agua que nunca recuperaron sus niveles iniciales. Se espera que al 2050 la aridez y el déficit de humedad aumenten sensiblemente debido al aumento de la temperatura, la potencial evapotranspiración y la reducción de las precipitaciones.

VULNERABILIDAD. El servicio de suministro de agua en el Municipio Santiago es altamente vulnerable al clima, ya que sus funciones claves de cubrir la demanda municipal de agua para todas las actividades de todos sus sectores y proveer energía eléctrica, se encuentra afectado, y lo estará aún más en el futuro, por efectos de la reducción de las precipitaciones que ha generado una importante sequía que ya ha reducido sus servicios para la agricultura y amenaza con interrumpir el servicio energético y el suministro de agua.

IMPACTO. De un nivel base de 327 msnm, la Presa Tavera-Bao, ha pasado a 323 msnm en el período 2008-2009 y ya se encontraba en 316 msnm en el 2014, cuando el nivel óptimo de funcionamiento es 322 msnm. El déficit de agua por la sequía está afectando la agricultura y la producción energética. Los futuros cambios en el clima pueden intensificar este impacto, con menor disponibilidad de agua por la disminución en la precipitación. El aumento de temperatura puede acelerar las pérdidas por evaporación y reducir la calidad del agua. El incremento de eventos meteorológicos extremos puede afectar la infraestructura (tomas de agua, plantas de tratamiento, sistemas de almacenamiento y distribución) y el funcionamiento de los servicios con incrementos de costos de mantenimiento.

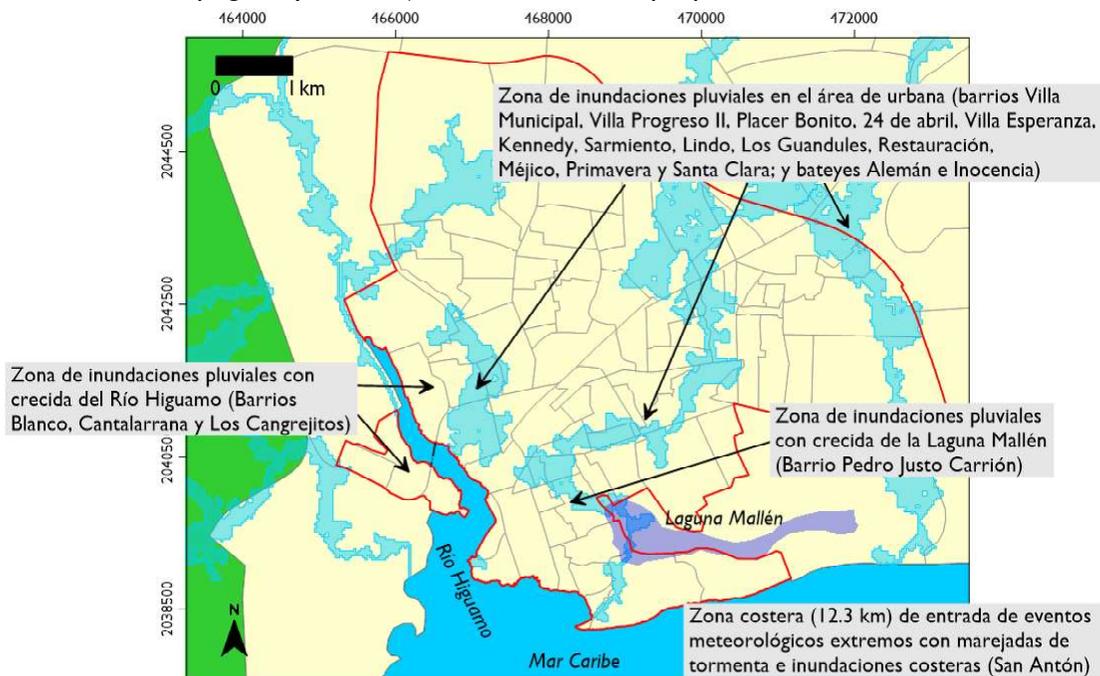
CAPACIDAD ADAPTATIVA. El Municipio cuenta con el *Plan Estratégico de Gestión e Intervención en el Sistema de Cuenca* que asegura la revitalización del sistema verde, la protección del agua y el saneamiento de la cuenca del Río Yaque a través de proyectos saneamiento, encauzamiento, reforestación y gestión institucional; ha cohesionado a instituciones públicas, sociales y empresariales en un *Consejo de Gestión de Cuencas* bajo la dirección de CORAASAN, en sinergia con el CDES; ha elaborado el *Plan Cuenca* que cuenta con fuerte respaldo social e institucional, voluntad política y medios de búsqueda de financiamientos; y desarrolla un Plan de ordenamiento territorial municipal con enfoque de adaptación climática



Cuadro 10.2. Vulnerabilidad de la población y la infraestructura urbana de San Pedro de Macorís.

El centro urbano del municipio San Pedro de Macorís cuenta con 82 barrios. La ciudad se extiende desde el nivel del mar hasta unos 30 msnm, en un sistema de terrazas que alcanza unos 50 msnm. Esta situación, en un contexto geomorfológico regional que favorece la escorrentía hacia la ciudad, unido a su ubicación en las cuencas bajas de los ríos Soco e Higuamo, más la presencia de cuerpos de agua interiores como la Laguna Mallén, son condicionantes naturales de las inundaciones. El municipio tiene 14.6 km de línea de costa al Mar Caribe donde se ubican varios barrios, la planta de tratamiento de aguas residuales, la terminal de gas licuado y playas de valor turístico potencial.

Las particularidades geográficas y las circunstancias climáticas revelan que el municipio es vulnerable a varias amenazas y estresores climáticos: aumento de temperatura, cambios en el patrón de las precipitaciones, sequía, mayor intensidad de eventos extremos con precipitaciones intensas e inundaciones, ascenso del nivel del mar con mayor oleaje de tormenta e inundaciones costeras. Las lluvias intensas son particularmente relevantes, pues ante tales condiciones la población y la infraestructura urbana es vulnerable a inundaciones fluviales, lagunares y pluviales, que tienen su causa en las crecidas del Río Higuamo o la Laguna Mallén; o por la acumulación de agua en zonas bajas naturalmente proclives a inundación (áreas de inundabilidad) o donde -producto de la urbanización descontrolada- la topografía y el drenaje han sido alterados propiciando condiciones de estancamiento.



Las zonas vulnerables incluyen más de 30 barrios. Producto del crecimiento urbano desordenado al menos dos barrios se han instalado en las riberas del río; y al menos cinco en la parte Oeste de la laguna, además de la zona franca industrial. La vulnerabilidad se incrementa por impactos no-climáticos como la dispersión de residuos sólidos que obstruye el escaso drenaje. En la zona costera la población y la infraestructura (urbana, sanitaria, industrial y turística) es muy vulnerable a la entrada de eventos meteorológicos extremos que causan penetración del mar en sectores, como San Antón. Las inundaciones y sus consecuencias negativas sobre la población y la infraestructura costera pueden ser mayores en el futuro bajo los escenarios climáticos que indican eventos meteorológicos extremos más intensos con olas de tormenta de mayor alcance por el ascenso del nivel del mar.

Cuadro 10.3. *Vulnerabilidad y pobreza*. Profundizar en la vulnerabilidad climática a través de sus componentes permite hacer importantes reflexiones sobre causas y soluciones. Si analizamos las tres componentes de la vulnerabilidad: sensibilidad, exposición y capacidad adaptativa, podemos decir que los sectores pobres son siempre muy vulnerables a los factores climáticos como resultado de una alta sensibilidad y una reducida capacidad para adaptarse, que tiene su base en la falta de recursos y la escasez de oportunidades. Sin embargo, al asentarse en llanuras aluviales o terrenos inestables, donde entran en riesgo de inundaciones o deslizamientos, la vulnerabilidad de estos sectores pobres crece desmedidamente incrementada por la componente de **exposición**. Reducir la sensibilidad y aumentar la capacidad adaptativa de los sectores desfavorecidos, es decir reducir la pobreza, puede llevar mucho tiempo y recursos, pero reducir la exposición solo requeriría del cumplimiento estricto de las leyes que prohíben claramente los asentamientos humanos en las riberas de todos los cursos de agua del país.



10.2. Vulnerabilidad y gestión ambiental

No estaría completo este balance si no mencionáramos nuevamente el papel que juegan los impactos no climáticos agravando los impactos del clima y/o retardando o limitando las capacidades adaptativas del municipio. La vulnerabilidad climática de los municipios puede ser inducida o incrementada por ciertas actividades de nuestros modelos de desarrollo (por ejemplo deforestación o construcción en humedales) que tienen la potencialidad de tornar más vulnerable el ambiente a las consecuencias del cambio climático, incrementando las necesidades y los costos de la adaptación, ya de por sí elevados (PNUD, 2011).

La situación no es nueva, pues ya desde la década de los 80, un estudio titulado *Creando vulnerabilidad a los desastres naturales en República Dominicana*, reportaba como determinadas condicionantes del desarrollo agrícola forzaban la migración con asentamientos en sitios de riesgo (Jeffery, 1982). Ejemplos como este se han continuado repitiendo en todos los sectores productivos del país y muy especialmente en un sector que se ha hecho dominante y al cual aspiran todos los municipios: el turismo (PNUD, 2005). La alianza entre los Ayuntamientos y las instancias municipales del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales será esencial para minimizar los impactos ambientales que agudizan los impactos del clima.

II. REFERENCIAS

- BID (2010). Banco Interamericano de Desarrollo en República Dominicana Programa de Reconstrucción Prevención de Desastres. Disponible en: http://www6.iadb.org/dominicana/articulos/PrevencionDesastres_02.htm.
- BID/AMS/CDES (2016). Santiago de los Caballeros Ciudad Sostenible. Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles. Banco Interamericano de Desarrollo, Ayuntamiento del Municipio de Santiago, Consejo de Desarrollo Estratégico de Santiago, Idom Ingeniería y Consultoría S.A. e Instituto de Hidráulica Ambiental IH Cantabria, 374 pp.
- BID/AMS/CDES/ 2015. CE 1. Estudio de mitigación de cambio climático. Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles. Banco Interamericano de Desarrollo, Ayuntamiento del Municipio de Santiago, Consejo para el Desarrollo Estratégico de la Ciudad y el Municipio de Santiago, Inc., Idom Ingeniería y Consultoría S.A. e Instituto de Hidráulica Ambiental IH Cantabria, 190 pp.
- BID/AMS/CDES/ 2015a. CE 2. Riesgos Informe Final (10/07/2015) Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles. Banco Interamericano de Desarrollo, Ayuntamiento del Municipio de Santiago, Consejo para el Desarrollo Estratégico de la Ciudad y el Municipio de Santiago, Inc., Idom Ingeniería y Consultoría S.A. e Instituto de Hidráulica Ambiental IH Cantabria, 212 pp.
- Brooks, N. y Adger, N. (2004) Assessing and Enhancing Adaptive Capacity: Technical Paper 7. New York: UNDP (<http://ncsp.undp.org/docs/717.pdf>)
- Cardona, O.D. (1985). Hazard, Vulnerability and Risk Assessment. Working paper, Institute of Earthquake Engineering and Engineering Seismology IZSIS, Skopje, Yugoslavia.
- Cardona, O.D., M.K. van Aalst, J. Birkmann, M. Fordham, G. McGregor, R. Perez, R.S. Pulwarty, E.L.F. Schipper, and B.T. Sinh, 2012: Determinants of risk: exposure and vulnerability. In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 65-108.
- Carreño, M. L. O. D. Cardona Y A. H. Barbat 2005. Sistema de indicadores para la evaluación de riesgos. Monografías de Ingeniería Sísmica. Editor A. H. Barbat, Monografía CIMNE IS-52, 2005, 172 pp.
- CATHALAC (2015). Simulación Escenarios Climáticos Proyecto de la Tercera Comunicación Nacional de República Dominicana (TCNCC) para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, 108 pp.
- CDES (2010). Plan Estratégico de Santiago “Santiago 2020”, Consejo para el Desarrollo Estratégico de la Ciudad y el Municipio de Santiago, Inc. Editora Premium, S.A., Santiago de los Caballeros, República Dominicana, 507 pp.
- CEPAL (2012). Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: vulnerabilidad y exposición. Comisión Económica para América Latina y el Caribe Naciones Unidas, Santiago de Chile, 176 pp.
- Chen, C.; Noble, I.; Hellmann, J.; Coffee, J.; Murillo, M.; Chawla, N. (2015). University of Notre Dame Global Adaptation Index. Country Index Technical Report, ND-Gain, 46 pp.
- CIIFEN (2016). Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño. <http://www.ciifen.org>
- Climate Wizard (2016). Climate Change Knowledge Portal. Sitio Web: <http://climatewizard.ciat.cgiar.org/>
- DESINVENTAR (2016). Sistema de inventario de efectos de desastres. Sitio Web: <http://www.desinventar.org/es/>
- DGODT (2016). Guía metodológica para la formulación del Plan de Ordenamiento Territorial. Dirección General de Ordenamiento y Desarrollo Territorial Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), República Dominicana, 104 pp.
- DGODT/MEPyD (2012). Amenazas y Riesgos Naturales República Dominicana. Compendio de mapas. Dirección General de Ordenamiento y Desarrollo Territorial y Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo. Programa de prevención de desastres y gestión de riesgos (1708/ OC-DR), 138 pp.
- Domínguez, J. P. y J. Bauer (2016). Taller de introducción al uso práctico del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y Sistemas de Información Geográfica (SIG). Servicio Forestal de los Estados Unidos para la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) en soporte al Instituto Dominicano de Desarrollo Integral, Inc. (IDDI) y el Proyecto CLIMA, 15 pp.
- EUROCLIMA 2012. Serie de estudios Temáticos 2: INVENTARIO y HERRAMIENTA. Indicadores para planear y monitorear la Capacidad adaptativa en América Latina ante el Cambio Climático.
- FEDOMU (2011). Guía para la Formulación del Plan Municipal de Desarrollo. Federación Dominicana de Municipios, Asociación de Municipios Región Cibao Norte (ASOMURECIN) y Dirección General de Ordenamiento y Desarrollo Territorial (DGODT). Editorial Gente, Santiago de los Caballeros, República Dominicana, 122 pp.
- GIZ (2014). El Libro de la vulnerabilidad: concepto y lineamientos para la evaluación estandarizada de la vulnerabilidad. Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo, 178 pp.

- ICF (2016). Climate Change Adaptation Planning Tool. ICF International Programa de Planificación para la Adaptación Climática, 8 pp.
- ICF (2015). Herramienta 7: Vulnerabilidad Climática. ICF International En: Pp. 71-78. Guía metodológica para la formulación del Plan de Ordenamiento Territorial. Dirección General de Ordenamiento y Desarrollo Territorial Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), República Dominicana, 104 pp.
- IPCC (2001). Climate Change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge Univ. Press, 1031 pp.
- IPCC (2007). Contribución de los Grupos de Trabajo I, II and III al Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. [Pachauri, R.K. and Reisinger, A. (Eds.)] Génova, Suiza.
- IPCC (2013). Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC (2014) Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza, 34 pp.
- IPCC (2016). Panel Intergubernamental de Cambio Climático. Sitio Web: <http://www.ipcc.ch/>
- ITree (2016). Tools for Assessing and Managing Community Forests. Sitio Web: <https://www.itreetools.org/>
- JICA/ONAMET (2004). Atlas Climático de la República Dominicana. Agencia de Cooperación Japonesa y Oficina Nacional de Meteorología.
- Jeffery S.E. 1982. The Creation of Vulnerability to Natural Disaster - Case Studies from the Dominican-Republic. *Disasters* 6(1): 38-43.
- Jones, L., Ludi, E. y Levine, S. (2010). Towards a characterization of adaptive capacity: A framework for analyzing adaptive capacity at the local level. London: Overseas Development Institute. Available at: <http://www.odi.org.uk/resources/download/5177.pdf>.
- Maldonado, J. H., y R. del Pilar Moreno-Sánchez (2014). Estimating the adaptive capacity of local communities at marine protected areas in Latin America: a practical approach. *Ecology and Society* 19(1): 16. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05962-190116>
- McSweeney, C., New, M. y G. Lizcano (2008). UNDP Climate Change Country Profiles: Dominican Republic. Disponible en: <https://environmentalmigration.iom.int/undp-climate-change-country-profiles-dominican-republic>
- Ministerio Ambiente (2014). Estudio de uso y cobertura del suelo, 2012. Informe metodológico y resultados. Dirección de Información Ambiental y de Recursos Naturales, Santo Domingo, D.N., 56 pp.
- Ministerio Ambiente (2016). Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en el Sitio Web: <http://www.ambiente.gob.do/>
- MPYD (2015). Publicaciones por tema: Atlas de la pobreza 2010 (por provincias). Disponible en el Sitio Web: <http://economia.gob.do/mepyd/despacho/unidad-asesora-de-analisis-economico-y-social/atlas-de-la-pobreza/atlas-pobreza-2010/>
- NOAA (2016). NOAA Coastal Services Center, Historical Hurricane Track, National Oceanic & Atmospheric Administration. Available at: <http://hurricane.csc.noaa.gov/hurricanes/>
- ONAMET (2016). Oficina Nacional de Meteorología. Sitio Web: <http://www.onamet.gov.do/>.
- ONE (2016). Oficina Nacional de Estadística. El portal de las estadísticas dominicanas. Disponible en el Sitio Web: <http://www.one.gob.do/>
- Oyhantçabal W. (2010). Desarrollo de capacidad institucional adaptativa, lucha contra la sequía y servicios ecosistémicos en el norte del Uruguay, Pp. 97-104. En: Adaptación al cambio climático y servicios ecosistémicos en América Latina. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Manual técnico no. 99.
- PNUD 2005. Capítulo III. El turismo: si no se modifica, se agota. En: Informe Nacional Desarrollo Humano de la República Dominicana 2005. Hacia una inserción mundial incluyente y renovada, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, pp. 63-90.
- PNUD 2011. Evaluación de los flujos de inversión y flujos financieros para la mitigación en el sector energético y la adaptación en los sectores agua y turismo en República Dominicana. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 201 pp.
- SGN (2010). Desarrollo de mapa de riesgo del Municipio San Pedro de Macorís. 65 pp Geological Survey. Servicio Geológico Nacional.

SICEN (2016). Sistema interactivo del Censo 2010. Disponible en el Sitio Web: <http://sicen.one.gob.do/>

Smit, B., y O. Pilifosova (2001). Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity. Pp. 877-912. En: J. J. McCarthy, O. F. Canziani, N. A. Leary, D. J. Dokken y K. S. White, editors. Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

SPM/FEDOMU (2013). Plan de Desarrollo Municipal de San Pedro de Macorís 2013–2016. Ayuntamiento de San Pedro de Macorís/ Federación Dominicana de Municipios, 171 pp.

USAID (2014). Climate-resilient development: a framework for understanding and addressing climate change, 40 pp.

UT (2016). Dominican Republic Topographic Maps 1:50,000. University of Texas Libraries. Sitio Web: http://www.lib.utexas.edu/maps/topo/dominican_republic/

Verbist K., Santibañez F., Gabriels D. y G. Soto (2010). Atlas de Zonas Áridas de América Latina y El Caribe. CAZALAC. Documentos Técnicos del PHI-LAC, 47 pp.

World Climate (2016). The largest collection of climate data accessible on the web. Disponible en: <http://www.climate-charts.com>.

World Bank (2016). Climate Change Knowledge Portal. Disponible en: <http://sdwebx.worldbank.org/climateportal>

APÉNDICE I.

Lista de algunas instituciones nacionales públicas y de la sociedad civil e internacionales que pueden proveer información y asesoría climática y de ordenamiento territorial a los Ayuntamientos

CEDAF	Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc.
CNCCMDL	Consejo Nacional de Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio
CONIAF	Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales
DGODT	Dirección General de Ordenamiento y Desarrollo Territorial
DIARENA	Dirección de Información Ambiental y Recursos Naturales
FEDOMU	Federación Dominicana de Municipios
GIZ	Agencia de Cooperación Alemana
ICF	ICF International
ICMA	Asociación Internacional para la Gestión de Ciudades y Municipios
IDIAF	Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
IIDI	Instituto Dominicano de Desarrollo Integral
IISD	Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible
INAPA	Instituto Nacional de Agua Potable y Alcantarillado
INDRHI	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.
INTEC	Instituto Tecnológico de Santo Domingo
MARENA	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
MEPYD	Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo
NOAA	Agencia Nacional Oceanográfica y Atmosférica de los Estados Unidos
ONAMET	Oficina Nacional de Meteorología
ONE	Oficina Nacional de Estadísticas
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PROECOMAR	Programa EcoMar, Inc.
UASD	Universidad Autónoma de Santo Domingo
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional



