



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

ICMA

Leaders at the Core of Better Communities

Evaluación de la vulnerabilidad climática del Municipio San Pedro para el Plan de Ordenamiento Territorial Municipal [Documento de trabajo]



Vista del Río Soco en la toma de agua del sistema de abastecimiento municipal
Foto: Asociación Internacional de Gestión de Ciudades y Municipios (ICMA)



FEDOMU
FEDERACIÓN DOMINICANA DE MUNICIPIOS

Evaluación de la vulnerabilidad climática del Municipio San Pedro de Macorís para el Plan de Ordenamiento Territorial Municipal

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN, REDACCIÓN Y APOYO

ICMA	ICF	FEDOMU	Ayuntamiento (Equipo técnico)
Alejandro Herrera Moreno Indhira de Jesus Erick Dorrejo Andrea Vogel Andrés Cepeda	Michael Savonis Molly Hellmuth Joanne Potter Angela Wong Tara Hamilton	José Antonio Chevalier	Danilo Miñoso Domingo Gelabert Francesco Gravina Jesús M. Batista Johanna Santana Moisés Viscaino Richard Miller

Referencia: ICMA/ICF/FEDOMU/ASPM (2016). Evaluación de la vulnerabilidad climática del Municipio San Pedro para el Plan de Ordenamiento Territorial Municipal. Asociación Internacional para la Gestión de Ciudades y Municipios, ICF International, Federación Dominicana de Municipios y Ayuntamiento de San Pedro de Macorís. Programa Planificación para la Adaptación Climática de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), Santo Domingo, República Dominicana, 42 pp.

Abril 2016.

Esta publicación ha sido preparada por la Asociación Internacional de Ciudades y Municipios (ICMA), ICF International, la Federación Dominicana de Municipios (FEDOMU) y el Ayuntamiento de San Pedro de Macorís (ASPM) para su revisión por 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.

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO

1. Introducción
2. Contexto municipal
 - 2.1. Población
 - 2.2. Geografía y recursos naturales
 - 2.3. Dinámica económica
 - 2.4. Uso y manejo del suelo
3. Líneas estratégicas de desarrollo municipal
 - 3.1. Gestión fiscal y gobernanza participativa
 - 3.2. Educación, salud y seguridad
 - 3.3. Dinámica económica
 - 3.3.1. Agricultura, ganadería y pesca
 - 3.3.2. Zonas francas industriales
 - 3.3.3. Actividad comercial
 - 3.3.4. Turismo
 - 3.4. Medio ambiente y recursos naturales
 - 3.5. Preparación y respuesta ante desastres
 - 3.6. Patrimonio histórico y cultural
 - 3.7. Calidad de los servicios básicos
 - 3.7.1. Movilidad urbana
 - 3.7.2. Manejo de los residuos sólidos
 - 3.7.3. Aguas residuales y pluviales
 - 3.7.4. Suministro de agua
 - 3.7.5. Electricidad
 - 3.7.6. Instalaciones deportivas
4. Vulnerabilidades relacionadas al cambio climático
 - 4.1. Exposición a riesgos climáticos
 - 4.1.1. Temperatura
 - 4.1.2. Lluvias
 - 4.1.3. Sequía
 - 4.1.4. Frecuencia e intensidad de los huracanes
 - 4.1.5. Lluvias extremas e inundaciones fluviales
 - 4.1.6. Aumento del nivel del mar, marejadas y erosión costera
 - 4.2. Impactos del clima en los servicios y objetivos municipales
 - 4.2.1. Gestión fiscal y gobernanza participativa
 - 4.2.2. Educación, salud y seguridad
 - 4.2.3. Dinámica económica
 - 4.2.4. Medio ambiente y recursos naturales
 - 4.2.5. Preparación y respuesta ante desastres
 - 4.2.6. Patrimonio histórico y cultural
 - 4.2.7. Servicios básicos
 - 4.3. Capacidad de adaptación
 - 4.4. Panorama general de las vulnerabilidades
5. Aplicación en el plan de ordenamiento territorial
6. Recomendaciones para los próximos pasos
7. Referencias

RESUMEN EJECUTIVO

El municipio San Pedro de Macorís es reconocido por su rico patrimonio histórico y cultural y su tradición como cuna de grandes deportistas. Con una economía basada en el comercio y la industria, el municipio trabaja por su desarrollo en líneas como gobernabilidad local, desarrollo social, medio ambiente, recursos naturales, uso sostenible del territorio y la garantía de servicios básicos de calidad. Al mismo tiempo, San Pedro de Macorís, particularmente en su centro urbano, es muy vulnerable a la variabilidad y al cambio climático actual y futuro, en particular las precipitaciones intensas e inundaciones, lo que resulta en un impacto significativo en los recursos naturales, la infraestructura y la población, esenciales para el desarrollo. La Asociación Internacional de Ciudades y Municipios (ICMA), ICF Internacional, la Federación Dominicana de Municipios (FEDOMU) y el Ayuntamiento de San Pedro de Macorís, auspiciados por el Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), implementan el Programa de Planificación para la Adaptación Climática. El objetivo de este programa es la elaboración de Planes de Ordenamiento Territorial con enfoque de adaptación al cambio climático.

Dentro de este objetivo, la Evaluación de Vulnerabilidad Climática es un paso esencial para identificar las vulnerabilidades presentes y futuras que amenazan su desarrollo frente al cambio climático, a fin de extraer medidas de adaptación que puedan ser utilizadas para la toma de decisiones en la planificación de uso de suelo. Bajo un enfoque de desarrollo, esta evaluación se desarrolla en coordinación con el Equipo Técnico y los Grupos de Trabajo del Ayuntamiento y el aporte de las comunidades, en un proceso participativo diseñado para desarrollar capacidades a todos los niveles. Los componentes de vulnerabilidad (exposición, sensibilidad, y capacidad adaptativa) se describen por separado, con el fin de poner en claro las causas subyacentes de la vulnerabilidad.

En términos de su situación climática actual y futura, la temperatura media anual es de 26.1°C y ha venido incrementándose desde 1960 a razón de ~0.15°C por década. Entre junio y septiembre, el área urbana es más caliente que el resto de la provincia y se han reportado olas de calor desde 1984. Al 2050 se prevé que la temperatura media aumente entre 1.4°C a 1.7°C. El promedio anual de precipitaciones es de unos 1,038 mm, con máximos en mayo y septiembre-octubre. Se prevé una disminución de la precipitación media anual al 2050, entre 11.9% y 14.9%. Se han reportado sequías en 1975 y 1994, con una extrema en el 2002, y se espera un aumento ligero de la aridez y déficit de humedad por el aumento de la temperatura y la reducción de las precipitaciones. Entre 1851 a 2015, han pasado por el municipio unos 20 eventos meteorológicos extremos (tres tocando tierra); con el Huracán Georges como el más destructivo. Se prevé que el calentamiento global hará que los huracanes sean más intensos y con más altas tasas de precipitación lo que incrementará las inundaciones. Las proyecciones de ascenso del nivel del mar entre 0.20 a 0.58 m al 2050, con mayores marejadas de tormentas incrementará las inundaciones costeras.

La presente evaluación revela que el territorio 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 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 áreas vulnerables en la ciudad 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 agrava el problema al obstruir los drenajes. En la zona costera la población y la infraestructura (urbana, sanitaria, industrial y turística) es muy vulnerable

ante la entrada de eventos meteorológicos extremos con sus marejadas de tormenta que causan penetración del mar e inundaciones. Las inundaciones y sus consecuencias negativas sobre la población y la infraestructura costera pueden ser mayores en el futuro bajo los escenarios de eventos meteorológicos extremos más intensos con olas de tormenta de mayor alcance por el ascenso del nivel del mar.

Además de la población y la infraestructura, todos los sectores y servicios claves para el funcionamiento del municipio y el logro de sus objetivos estratégicos -en mayor o menor medida- son vulnerables al cambio climático, según revela la evaluación de vulnerabilidad climática que analiza en conjunto: uso del suelo, gobernanza participativa, aguas residuales y aguas pluviales, electricidad y alumbrado público, manejo de residuos sólidos, movilidad urbana, espacios verdes, salud, suministro de agua, turismo, comercio, patrimonio histórico y cultural, agricultura, pesca y zonas francas industriales. Por ejemplo, el patrimonio cultural es muy importante pues se aspira a desarrollar el turismo sobre esta base, que es muy vulnerable al clima. El Centro Histórico, que concentra más de 20 sitios patrimoniales en unos 0.6 km² de la ciudad, está recorrido por su parte Oeste por unos 0.7 km de la ribera del Río Higuamo, y varios sitios están a escasos metros de la orilla del río. Otros sitios históricos se encuentran en áreas inundables o muy cerca de éstas. En general, casi un 6% del Centro Histórico se encuentra en área de inundabilidad. Estas inundaciones y sus consecuencias negativas sobre la infraestructura patrimonial pueden ser mayores en el futuro bajo los escenarios de eventos meteorológicos extremos más intensos y con más altas tasas de precipitación. El patrimonio es también vulnerable al incremento de temperatura por lo que los impactos pueden agudizarse con los aumentos proyectados. La carencia de un plan de uso, mantenimiento y conservación de sitios históricos, la escasez de cobertura vegetal (solo un 22.8%), la insuficiencia del drenaje y la dispersión de residuos sólidos agravan la situación.

Otro sector de gran interés es el servicio de agua, el suministro proviene de una toma en el Río Soco fuera del municipio (en Ramón Santana), y atiende una población de 195,307 habitantes. El territorio ha experimentado varias sequías, pero el suministro de agua no se ha visto seriamente mermado dado que la cuenca tiene niveles moderados de explotación. No obstante, el servicio es vulnerable a los futuros cambios en el clima. La disminución de las precipitaciones al 2030 puede reducir el suministro de agua para una población que para ese año se estima en 313,007 habitantes. La proyección de eventos meteorológicos más intensos puede afectar la infraestructura de tratamiento, almacenamiento y distribución que ya se ha visto afectada en el pasado con interrupciones del servicio. Los incrementos de la temperatura pueden disminuir la calidad del agua y aumentar los costos de tratamiento.

En términos de capacidad de adaptación muchos de los proyectos y actividades planteados en el Plan Municipal de Desarrollo contribuyen a la adaptación de San Pedro de Macorís al cambio climático. Se cuenta con las instituciones de gestión de riesgos coordinadas con el Ayuntamiento y un Plan de Emergencia y Mitigación de Riesgos de Desastres Naturales. Se cuenta además con actores prominentes de la sociedad civil como la Unión de Juntas de Vecinos, la Cámara de Comercio, la Universidad Central del Este o la Coalición del Higuamo. El desafío fundamental de cualquier esfuerzo para fortalecer la capacidad institucional existente para la reducción de la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático, es la falta de coordinación y colaboración entre las agencias del gobierno central y el gobierno local.

Esta evaluación es un punto de partida para que el municipio San Pedro pueda explorar cómo los efectos del clima, los impactos no-climáticos, y la capacidad de adaptación contribuyen a la vulnerabilidad actual de sus objetivos de desarrollo, y, además, cómo el cambio climático puede exacerbar estas vulnerabilidades. El análisis y perfeccionamiento de esta evaluación por los planificadores y actores locales ayudará a tomar decisiones acerca de si las medidas de adaptación deben centrarse en la reducción de la exposición, la sensibilidad, y/o en el aumento de la capacidad de adaptación, así como su adecuada inserción en un nuevo modelo de ordenamiento territorial en el camino hacia la meta final de ciudades más resilientes en la República Dominicana.

“San Pedro de Macorís, cuna de patrimonio cultural intangible y arquitectónico, de beisbolistas y atletas de clase mundial, socialmente cohesionado y ambientalmente sano, con una economía próspera basada en el desarrollo industrial, marítimo, turístico y agropecuario.”
Plan de Desarrollo Municipal de San Pedro de Macorís

I. INTRODUCCIÓN

El municipio San Pedro de Macorís tiene una superficie de 146.7 km² y está situado en la provincia de igual nombre en el Sureste de la República Dominicana. Sus principales motores económicos son el comercio y la industria, y la ciudad es rica en patrimonio histórico y cultural. San Pedro de Macorís, particularmente en su centro urbano, es muy vulnerable a la variabilidad y al cambio climático actual y futuro, en particular las precipitaciones intensas e inundaciones, lo que resulta en un impacto significativo en los recursos naturales, la infraestructura y la población, esenciales para el desarrollo de la ciudad.

La presente evaluación de base identifica las vulnerabilidades presentes y futuras que amenazan las prioridades municipales de desarrollo de San Pedro frente al cambio climático, a fin de que puedan ser utilizadas para la toma de decisiones en la planificación de uso de suelo. San Pedro es una de las cuatro ciudades piloto del Programa de USAID Planificación para la Adaptación Climática que está participando en evaluaciones de vulnerabilidad al cambio climático con el apoyo de la Asociación Internacional de Gestión de Ciudades y Municipios (ICMA) y otros socios implementadores, como ICF International. Estas evaluaciones de vulnerabilidad se desarrollan en coordinación con el Ayuntamiento involucrando un Equipo Técnico y las comunidades locales en un proceso participativo diseñado para desarrollar capacidades a todos los niveles. Las evaluaciones forman parte de un objetivo más amplio del Programa de Planificación para la Adaptación Climática para desarrollar un proceso replicable que integre las vulnerabilidades al cambio climático en la planificación de uso del suelo.

Este informe ofrece información sobre la vulnerabilidad climática a partir de los aportes de los talleres de trabajo con el Equipo Técnico del Ayuntamiento, y los grupos de comunidades locales. Incorpora además las observaciones de las visitas a las zonas vulnerables facilitadas por el Ayuntamiento y la Defensa Civil y los resultados previos de los mapas de riesgo municipales elaborados por el Servicio Geológico Nacional (SGN, 2010) junto a otros actores del sistema municipal de gestión de riesgos. Se considera un documento de trabajo por cuanto los resultados aquí planteados serán objeto de discusión con los actores locales buscando en este proceso participativo un mayor acercamiento a los impactos climáticos locales que permita análisis cada vez más completos considerando las vulnerabilidades más críticas. Donde sea necesario, el Programa para la Adaptación Climática continuará apoyando este proceso por medio de entrenamientos en cambio climático y evaluaciones de vulnerabilidad. Esencialmente, el proceso evaluativo parte de considerar los objetivos municipales de desarrollo, analiza cómo éstos pueden ser vulnerables al clima presente y futuro y establece conclusiones acerca de cómo estas vulnerabilidades deben tomarse en cuenta en la planificación del uso del suelo para mejorar la capacidad adaptativa del municipio.

Esta evaluación de vulnerabilidad sigue el Marco de Desarrollo Resiliente ante el Cambio Climático de USAID (2014) bajo el enfoque del "desarrollo primero", identificando las líneas estratégicas y los objetivos de desarrollo municipales, para analizar cómo estos son vulnerables a riesgos climáticos presentes y potenciales. Los componentes de vulnerabilidad (exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa) se describen por separado, con el fin de poner en claro las causas subyacentes de esta vulnerabilidad. Este enfoque permitirá a los planificadores determinar mejor cuales medidas de adaptación serán más efectivas y en cuáles de las tres componentes de la vulnerabilidad deberán centrarse las acciones de adaptación.

2. CONTEXTO MUNICIPAL

El municipio San Pedro Macorís está situado en la provincia de igual nombre en el Sureste de la República Dominicana, con costas hacia el Mar Caribe. Incluye el centro urbano de San Pedro de Macorís y tres zonas rurales: Boca del Soco, Punta Garza, y Punta Pescadora. Limita al Oeste con los municipios Quisqueya y Guayacanes, al Este con el municipio Ramón Santana y al Norte con el municipio Consuelo, mientras que al Sur tiene costa hacia el Mar Caribe (Figura 1).



Figura 1. Provincia San Pedro (verde claro), municipio (amarillo) y centro urbano (rojo). Fuente: ONE (2016).

2.1. Población

Según los datos del último censo el municipio San Pedro de Macorís tenía una población estimada de 195,307 habitantes y una densidad poblacional de aproximadamente 1,331 habitantes por km². El área urbana se expandió en un 90% entre 1988 y 2006 (ONE, 2016). La población tuvo una tendencia de reducción que alcanzó un mínimo en el 2010 a partir del cual se ha ido incrementando lentamente y la proyección al 2030 es de 313,007 habitantes (ONE, 2016). Según el Atlas de la Pobreza de MPyD (2014), aproximadamente el 42% de los hogares vive actualmente en la pobreza¹ (Figura 2).

¹ La pobreza se define por la ponderación de diecisiete variables relacionadas con las condiciones de vida materiales de la población, por ejemplo, calidad de la vivienda, de la educación, o de los servicios de salud (MPyD, 2014).

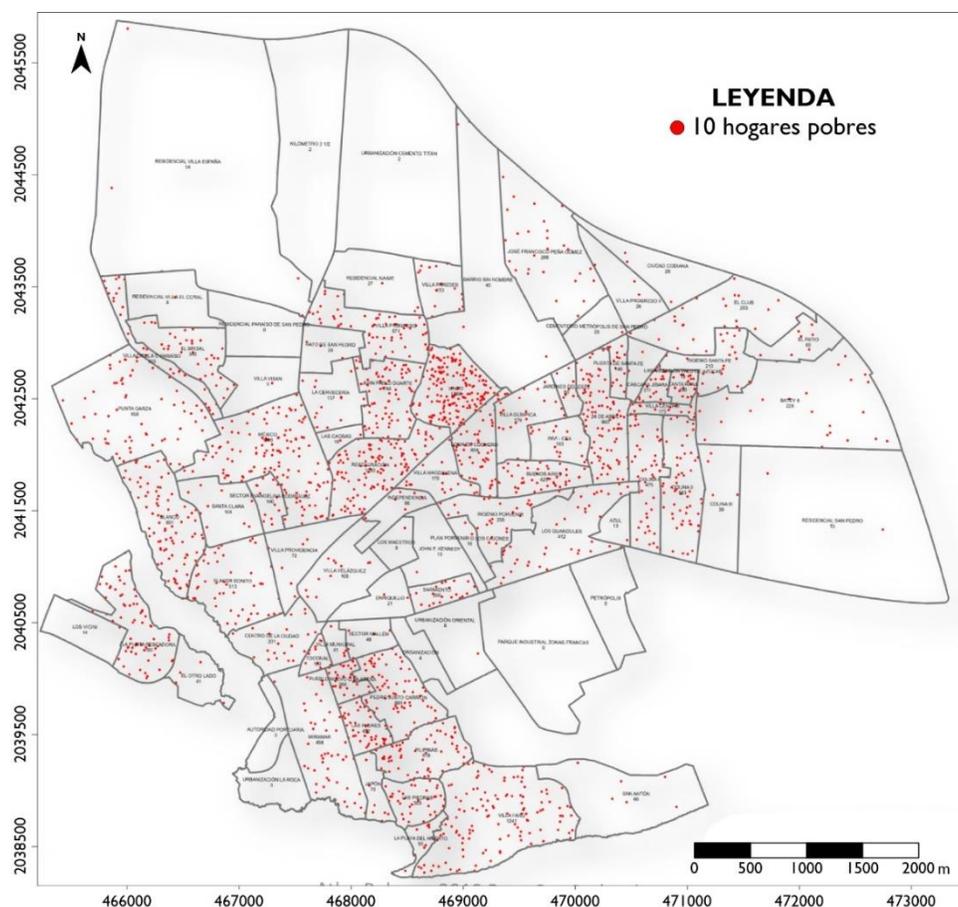


Figura 2. Mapa de los hogares pobres por barrios en la zona urbana de San Pedro. Fuente: MPyD (2014).

2.2. Geografía y recursos naturales

El municipio San Pedro se encuentra en una planicie costera baja conocida como el Llano Costero Oriental, que desciende al Mar Caribe en una serie de terrazas marinas (Barrett, 2011) que llegan hasta 50 msnm. La ciudad se extiende desde el nivel del mar hasta unos de 25 a 30 msnm. Dos ríos, el Higuamo (74.5 km) y el Soco (97.8 km) la bordean por el Oeste y Este, respectivamente. Las cuencas de ambos ríos tienen un área de captación de unos 2,200 km² y abarcan parte de la Cordillera Oriental (Figura 3). Los recursos terrestres, costeros y marinos incluyen ecosistemas de bosques, manglares, humedales, ríos, cuevas, lagunas, estuarios, playas, costas rocosas y arrecifes coralinos. La costa se extiende por unos 14.6 km, con unos 12.3 km de litoral rocoso y apenas 2.3 km de playa. La cobertura del suelo incluye cultivos de caña de azúcar (37.1%), matorrales latifoliados (22.1%), bosques latifoliados húmedos (14.5%), pastos (10.4%), agricultura mixta (7.6%), humedales y manglares (1.8%) y área poblada (6.8%) (SGN, 2010).

2.3. Dinámica económica

Los principales sectores económicos del municipio de San Pedro de Macorís son el comercio, la industria y los servicios. Otras actividades importantes son la agricultura (caña de azúcar y frutos menores), la ganadería y la micro y pequeña empresa (ASPM, 2016). La tasa de desempleo en el 2010 fue de 7.4% (ONE, 2016). Dado el rico patrimonio cultural y arquitectónico de San Pedro de Macorís, existe un considerable potencial para desarrollar el turismo basado en estos recursos.

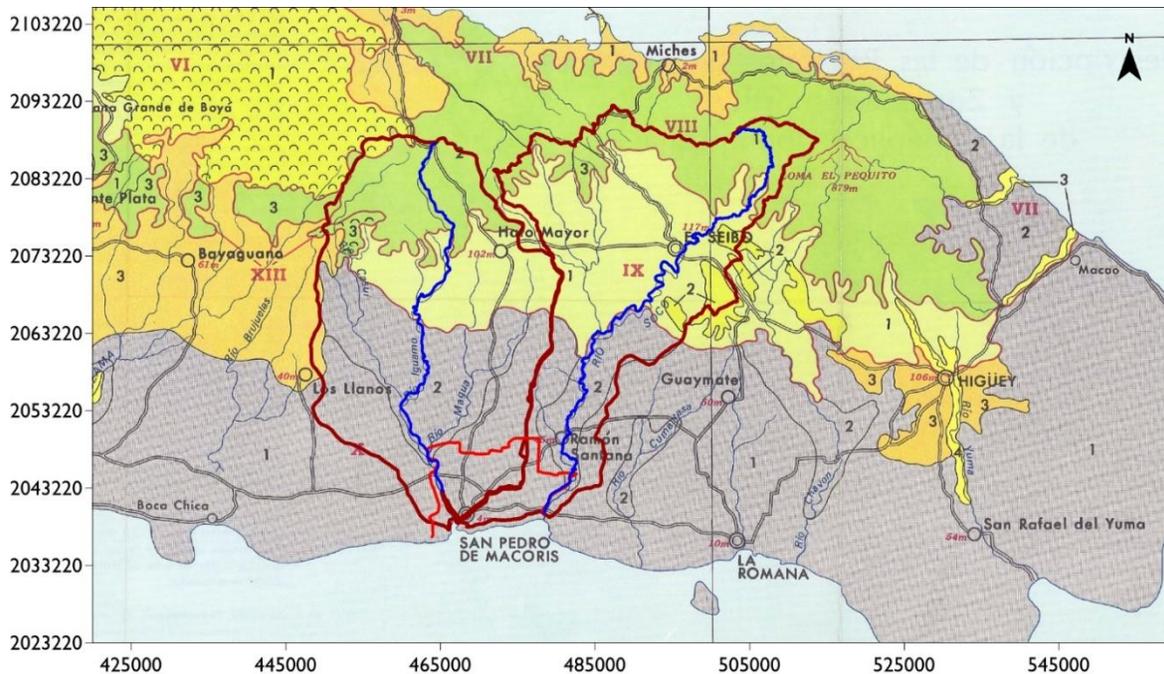


Figura 3. Superposición de los contornos de las cuencas hidrográficas (línea marrón) de los ríos Higuamo y Soco (línea azul) sobre el mapa de regiones geomórficas. Se indica el municipio San Pedro con línea roja.

2.4. Uso y manejo del suelo

El municipio enfrenta algunos problemas relacionados con la propiedad pública y privada. Aunque el Ayuntamiento cuenta con un Departamento de Catastro Municipal, que actualmente está siendo actualizado por el Departamento de Gestión de Servicios Municipales, el equipo técnico no es suficiente para realizar una verdadera evaluación de los terrenos, para así legalizarlos, sanearlos, deslindarlos y obtener el certificado de propiedad. Además, los arrendatarios no cumplen con sus compromisos por no existir preclaro una definición de entrega de los certificados. El municipio está confrontando dificultades para avanzar en cuanto a la titulación ya que la gran mayoría de terrenos son del Consejo Estatal del Azúcar (CEA), pero además Bienes Nacionales posee tierras, aunque en muy poca proporción, estando en manos de particulares la gran mayoría los terrenos (ASPM/FEDOMU, 2013), incluyendo a las familias Vicini, Hache, y Hazim, que utilizan las tierras para la producción cañera y ganadera (Chevalier y Romano, 2013). El municipio aún no ha desarrollado un Plan de Ordenamiento Territorial y espera que esta sea una vía de avanzar en una solución a la problemática de la propiedad municipal (Figura 4).

3. LÍNEAS ESTRATÉGICAS DE DESARROLLO MUNICIPAL

El Plan de Desarrollo Municipal de San Pedro de Macorís 2013-2016 (ASPM/FEDOMU, 2013), al presente en actualización, plantea seis Líneas Estratégicas relacionadas estrechamente con una serie de actividades, sectores y servicios claves (Tabla I) para su implementación y cumplimiento (algunos de los cuales no son gestionados por el Ayuntamiento). Seguidamente se ofrece una síntesis de información de cada uno de estos aspectos claves para el cumplimiento de los objetivos de desarrollo municipales con el fin de conocer su situación actual y tener elementos acerca de su grado de sensibilidad climática en el marco del análisis de vulnerabilidad. Dado que cada aspecto será tratado de manera sucinta y enfocado hacia la vulnerabilidad climática, para más información remitimos al documento *Delimitación del Contexto del Municipio San Pedro de Macorís* que realizan el Ayuntamiento con el apoyo de ICMA para el futuro Plan de Ordenamiento Territorial Municipal en el marco del Programa de Planificación para la Adaptación Climática.

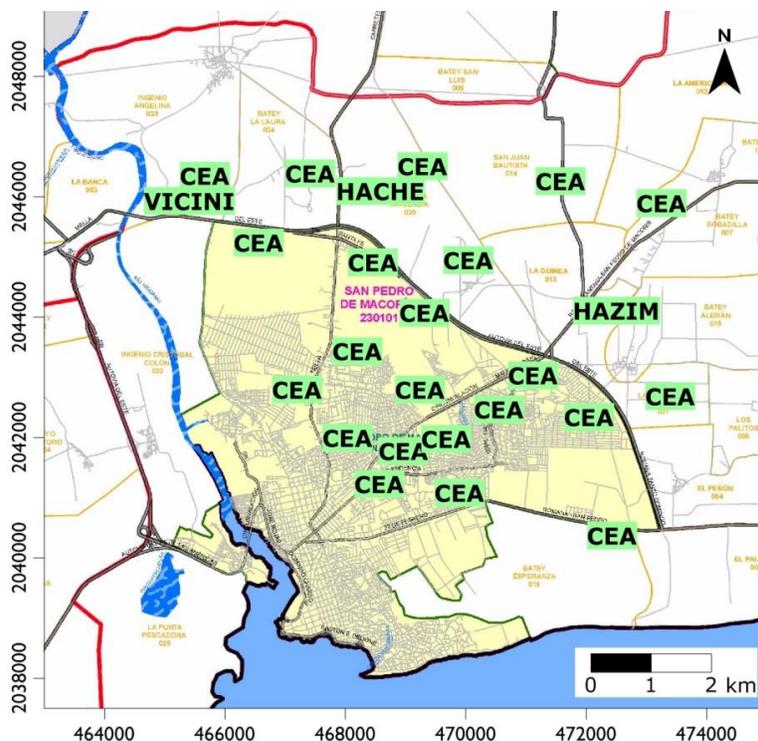


Figura 4. Propiedades del Consejo Estatal de la Azúcar (CEA) y propietarios privados en San Pedro de Macorís. Fuente: Modificado a partir de Chevalier y Romano (2013). **Nota.** Este mapa requiere actualización.

Tabla I. Líneas Estratégicas del Plan de Desarrollo Municipal de San Pedro de Macorís 2013-2016 (ASPM/FEDOMU, 2013) y algunas actividades, sectores y servicios claves relacionados.

Línea	Objetivo	Actividades, sectores y servicios claves*
1. Gobernabilidad local	Un Ayuntamiento que cuenta con una gestión eficaz en el manejo de los recursos y la distribución participativa de los ingresos, para satisfacer las demandas de sus municipios.	Gestión fiscal y gobernanza participativa (3.1)
2. Desarrollo social	Un Municipio que adopta políticas sociales de impacto, especialmente en las áreas de salud, educación, cultura y seguridad.	Educación, salud y seguridad (3.2) Dinámica económica (3.3) Agricultura, ganadería y pesca (3.3.1)
3. Dinámica económica	Un Municipio económicamente activo, competitivo, con bajo nivel de desempleo, orientado al desarrollo industrial, marítimo, turístico y agropecuario.	Zonas francas industriales (3.3.2) Actividad comercial (3.3.3) Turismo (3.3.4) Medio ambiente y recursos naturales (3.4)
4. Medio ambiente y recursos naturales	Un Municipio debidamente preparado ante desastres, con excelentes recursos naturales, donde sus principales fuentes son protegidas y sustentablemente preservadas.	Preparación y respuesta ante desastres (3.5)
5. Uso del territorio y movilidad	Un Municipio caracterizado por un desarrollo social sostenible y una sociedad conocedora y respetuosa de sus valores culturales y su patrimonio histórico.	Patrimonio histórico y cultural (3.6)
6. Equipamiento y servicios básicos	Un Municipio ordenado, con el equipamiento urbano y la infraestructura de servicios adecuados para satisfacer eficazmente las necesidades de los municipios, y el disfrute de los recursos naturales en un ambiente saludable.	Calidad de los servicios básicos (3.7) Movilidad urbana (3.7.1) Manejo de los residuos sólidos (3.7.2) Aguas residuales y pluviales (3.7.3) Suministro de agua (3.7.4) Electricidad (3.7.5) Instalaciones deportivas (3.7.6)

* Se indica entre paréntesis el número que ocupa el acápite en el texto.

3.1. Gestión fiscal y gobernanza participativa

En términos fiscales el municipio tiene entre sus aspiraciones atraer la inversión del gobierno central, aplicar controles de calidad en la gestión municipal e incentivar en la ciudadanía la cultura de pago de impuestos, arbitrios y tasas. La sostenibilidad fiscal es una necesidad crítica pues de ella depende en gran parte la capacidad de la ciudad para obtener y gestionar recursos, y llevar a cabo proyectos destinados a mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos. Los aumentos en la inversión del gobierno permitirían una mayor disponibilidad de recursos, tanto para el municipio como para los grupos comunitarios locales, para emprender acciones de adaptación al cambio climático. El presupuesto municipal en el 2015 fue de RD\$ 478,563,629.00 (ASPM, 2016). El Ayuntamiento trabaja en estrecha colaboración con numerosas organizaciones locales. El proceso para la redacción del Plan de Desarrollo Municipal contó con la participación de 308 personas de 110 organizaciones (públicas y de la sociedad civil) quienes participaron en discusiones sobre educación, agricultura, ganadería, comercio, construcción, salud, cultura, deportes, industria, comunicación, transporte y medio ambiente. Esta participación también incluyó representantes de las juntas de vecinos, ministerios relacionados, universidades locales, todo el personal del Ayuntamiento y representantes del gobierno central. Entre las vías de participación ciudadana se incluyen las demandas y planteamientos de la comunidad a través de las Juntas de vecinos y el presupuesto participativo central.² En diciembre de 2015, el Consejo de Regidores aprobó el Presupuesto Participativo Municipal (PPM) 2015-2016 equivalente a RD\$ 50,000,000.00 para el 2015 y RD\$ 50,000,000.00 para el 2016 (ASPM, 2016).

3.2. Educación, salud y seguridad

San Pedro cuenta con 112 escuelas públicas (40 pre-escolares, 15 primarias, 15 secundarias y 42 de educación para adultos) y 264 escuelas privadas (110 pre-escolares, 112 primarias y 42 secundarias)³ ubicadas, principalmente en el área urbana. También cuenta con tres instituciones de educación superior: Universidad Central del Este (UCE), Universidad Adventista Dominicana (UNAD) y la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD) y un centro público de formación profesional (ASPM/FEDOMU, 2013). Además, opera el Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña, recinto Juan Vicente Moscoso. En el 2010, el 11% de la población mayor de cinco años no había recibido ninguna educación formal o sólo una educación pre-primaria; el 42% tenía estudios primarios; el 33% estudios secundarios y el 13% había alcanzado un grado universitario o un nivel superior de educación. Aproximadamente el 8.4% de la población mayor de 15 años de edad era analfabeta (ONE, 2016). El municipio tiene planes de otorgar becas a estudiantes de escasos recursos para promover la educación. Los servicios de seguridad pública incluyen: Policía Nacional, Policía Municipal, Autoridad Metropolitana de Transporte y Cuerpo de Bomberos. Los dos principales hospitales públicos son el Hospital Regional Dr. Antonio Musa Dipps y el Hospital Dr. Jaime Oliver Pino, que ofrecen servicios de emergencia. San Pedro cuenta con 34 centros de salud públicos⁴ y tenía 116 privados en el 2007 (ONE, 2016).

3.3. Dinámica económica

Las principales actividades económicas son: agricultura, pesca, ganadería, zonas francas y comercio. El municipio está trabajando en la motivación a los sectores industrial, de agro-negocios y servicios; y tiene entre sus aspiraciones desarrollar y promover el turismo. El municipio cuenta con una Oficina de Desarrollo Económico Local (ODEL), que promueve los sectores de agro-industria y de servicios, garantizando el financiamiento y facilitando la comercialización adecuada de los productos.

²La Ley 176-07 del Sistema de Presupuesto Participativo Municipal establece los mecanismos de participación ciudadana en la discusión, elaboración y seguimiento del presupuesto municipal, especialmente en lo concerniente al 40% de la transferencia que reciben del Presupuesto Nacional y deben destinar a gastos de capital e inversión.

³ Ministerio de Educación. Centros Educativos GIS. <http://apps.see.gob.do/MapsMINERD/Default.aspx>.

⁴ Ministerio de Salud Pública. Buscador de centros de salud. Disponible en: <http://www.sespas.gov.do/cs01>

3.3.1. Agricultura, ganadería y pesca

La agricultura es una importante actividad económica en el municipio. La caña de azúcar es el cultivo predominante que emplea principalmente haitianos que cortan la caña a mano. La industria azucarera contribuyó al auge económico de San Pedro a finales del siglo XIX y a principios del XX, pero comenzó a declinar a partir de la década de 1990 debido a la competencia global que condujo a la privatización y cierre de los ingenios azucareros. La industria azucarera empleó unas 7,000 personas en San Pedro en el 2010, aunque era una fuente de empleo más importante en el pasado (15,000 personas en 1998 y 35,000 en 1980) (Chevalier y Romano, 2013). El Ayuntamiento cuenta con la Oficina de Desarrollo Económico Local, que promueve los sectores de agroindustria y de servicios garantizando el financiamiento y facilitando la comercialización adecuada de productos. La producción ganadera es un subsector importante y emplea principalmente dominicanos. Entre los principales productores están los grupos Hazim, Vicini, y Hache. Los pequeños productores están representados por la Asociación de Ganaderos de San Pedro de Macorís. El ganado se vende principalmente en el área urbana de San Pedro de Macorís.

El municipio no aprovecha actualmente sus recursos marinos, de los cuales se puede desprender una industria pesquera que proporcione cientos de empleos (ASPM/FEDOMU, 2013). La pesca se realiza mediante operaciones individuales y a pequeña escala y las capturas se comercializan principalmente en el área urbana de San Pedro de Macorís. Los sitios de desembarco pesquero se encuentran en La Barca, Punta Pescadora, Playa del Muerto y en la desembocadura del Río Soco. La sostenida sobreexplotación pesquera ha reducido la población de peces en el estuario y los arrecifes coralinos por lo que la alternativa actual se enfoca en la pesca pelágica con balsas que se ubican a más de 50 km de la costa (Karnauskas, 2014).

3.3.2. Zonas francas industriales

En el municipio existen dos parques de zonas francas, Proindustria y Chem Tec, y una zona franca especial, Melysol. Las zonas francas industriales cuentan con una serie de beneficios especiales (menos impuestos y regulaciones) con el fin de incentivar a las empresas a instalar sus operaciones en la República Dominicana. Los dos Parques están ubicados en la zona urbana. La Zona Franca Proindustria acoge 41 empresas, Chem Tec cuenta con siete empresas y una empresa está ubicada en la zona franca especial. Las 49 empresas en las zonas francas constituyen una fuente importante de empleo local. De acuerdo con datos del Consejo Nacional de Zonas Francas, éstas ofrecieron 11,127 puestos de trabajo en el año 2012 (ASPM/FEDOMU, 2013). La ODEL del Gobierno local también incentiva y promueve este sector industrial competitivo que proporciona empleos aprovechando el capital humano disponible.

3.3.3. Actividad comercial

La principal actividad comercial del municipio es la venta al por mayor y al por menor, de los cuales, según cifras del 2013 sumaban aproximadamente 200 establecimientos registrados. Mientras que la venta de buhoneros y de negocios informales ocupa un por ciento considerable de la actividad económica comercial. Conforme al IX Censo Nacional de Población y Vivienda, para el 2010 20% de la población ocupada se correspondía con trabajadores por cuenta propia, resaltando los comercios informales, la venta ambulante, los buhoneros, colmados, salones de belleza y motoconchos (ASPM/FEDOMU, 2013).

3.3.4. Turismo

El municipio es rico en patrimonio arquitectónico, cultural y natural que puede atraer el turismo (ver Sección 3.6). El centro histórico de la ciudad con múltiples edificaciones centenarias, el malecón costero o las áreas protegidas se encuentran entre las atracciones turísticas de la ciudad, pero no se cuenta con guías turísticos capacitados y se carece de instalaciones adecuadas para apoyar la demanda. Se está

rehabilitando la Playa El Faro y se planea construir una plaza moderna que proporcione un área central para la celebración de eventos y fomentar actividades públicas, incluyendo un amplio estacionamiento. Se tiene previsto invertir en el diseño e implementación de programas de capacitación para operadores turísticos, la promoción de las instalaciones y la apertura y funcionamiento de empresas turísticas. aunque carece de instalaciones adecuadas para apoyar la demanda. El ODEL fomenta y promueve las actividades de servicios en la economía, especialmente en el sector turístico.

3.4. Medio ambiente y recursos naturales

El Municipio contempla aprobar políticas de regulación dirigidas a proteger el medio ambiente, a la vez que estimular la correcta utilización de los recursos naturales. En el territorio se encuentran partes de cinco áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Figura 5). El municipio lo cruza el Corredor Ecológico Autopista Juan Bosch como parte de su red vial. Hacia el Este se encuentra el Refugio de Vida Silvestre Río Soco y hacia el Oeste la Reserva Científica Río Higuamo. En el Suroeste se encuentra el Refugio de Vida Silvestre Laguna Mallén. El objetivo de estas áreas es proteger los ecosistemas (especialmente el bosque de manglar) y la biodiversidad en su totalidad. La plataforma marina es parte del Santuario Marino Arrecifes del Sureste creado para conservar los ecosistemas y la biota marina, especialmente los arrecifes coralinos.

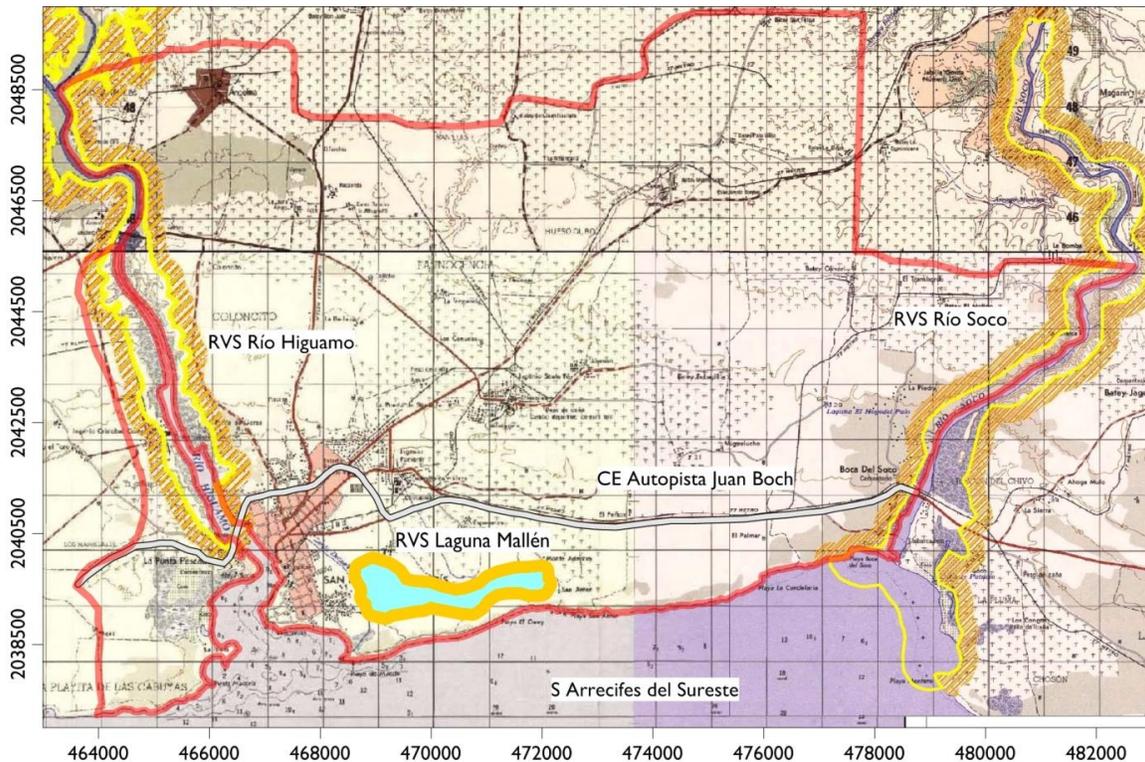


Figura 5. Áreas Protegidas del municipio San Pedro de Macorís. CE. Corredor Ecológico, RVS. Refugio de Vida Silvestre, RC. Reserva Científica, S. Santuario Marino. Fuente: Mapa del SINAP de Ministerio Ambiente (2016).

La contaminación es evidente en las lagunas, humedales y áreas de manglares a lo largo de los Ríos Higuamo y Soco; y las lagunas Mallén y Marota (Liburd, 2010). El Higuamo es un río altamente contaminado a causa de las descargas directas de origen urbano, industrial, de los puertos, plantas de energía y de la agricultura. Los recursos naturales de la cuenca del Higuamo se han degradado debido al monocultivo de la caña de azúcar, los pastizales con pastoreo excesivo, la explotación forestal y la tala y quema de bosques

convertidos para el uso agrícola. La Laguna Mallen también recibe descargas de contaminantes industriales (del Ingenio Porvenir y de fábricas de la zona franca industrial). Las condiciones ecológicas de la cuenca del Río Soco son mejores, ya que la cobertura del suelo es principalmente de bosque subtropical (Ministerio Ambiente, 2011). El Ayuntamiento se centra en mejorar las condiciones ambientales, particularmente del segmento de población localizada a orillas de las costas y riberas de ríos, cañadas y lagunas, que vive en condiciones infrahumanas, caracterizadas por un elevado hacinamiento, falta de controles sanitarios y de preservación del ambiente. Las principales acciones propuestas incluyen el diseño, aprobación y ejecución de un programa de saneamiento, la promoción de la educación cívica para el cuidado y protección del medio ambiente, la promoción de jornadas participativas de limpieza de los asentamientos humanos y la instalación de contenedores para depositar los residuos sólidos.

3.5. Preparación y respuesta a desastres

El municipio aspira a aprobar políticas de regulación dirigidas a fortalecer su plataforma para la preparación y respuesta a los desastres, así como actualizar los planes de emergencia, elaborar mapas de exposición y riesgo, y mejorar la capacidad municipal para el manejo de desastres. El Plan de emergencia existente en San Pedro de Macorís debe ser actualizado. Se pretende reunir a los principales actores en el área de la gestión de riesgo y construir una ruta crítica hacia una mejor respuesta a los riesgos de desastres. Para actualizar el plan, se está trabajando con su Unidad Municipal de Gestión de Riesgos, la Regional Este de la Defensa Civil, el Comité Municipal de la Cruz Roja Dominicana, el Cuerpo de Bomberos Civil, el Instituto de Acción Comunitaria (FAA), la Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET) el Centro de Operaciones de emergencia (COE) y el Comité para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (PMR). El nuevo Plan de Emergencia incluirá protocolos actualizados de respuesta a desastres, planes de contingencia ante amenazas específicas, evaluaciones y mapas de vulnerabilidad y definirá los roles de los diferentes actores en la respuesta a una amenaza determinada. El municipio planea evaluar y cartografiar su vulnerabilidad a los ciclones, huracanes y tormentas, terremotos y tsunamis; y está mejorando y actualizando sus mapas de riesgo municipales, los cuales incluyen la vulnerabilidad, la capacidad adaptativa y la exposición. La intención es crear una fuente cartográfica georreferenciada donde se puedan localizar fácilmente los puntos más críticos de amenazas, así como las fortalezas y capacidades disponibles (incluyendo refugios y rutas de evacuación). El municipio aspira a construir su capacidad técnica para manejar y mitigar los impactos de los desastres y su objetivo es llevar a cabo una serie de capacitaciones técnicas para mejorar la capacidad de respuesta a desastres de diferentes instituciones municipales (ASPM/FEDOMU, 2013). La Defensa Civil está capacitada para responder a situaciones de emergencia como inundaciones y temblores de tierra.

3.6. Patrimonio histórico y cultural

El municipio es rico en patrimonio histórico, arquitectónico y cultural. Cuenta con el Centro Municipal de la Cultura y múltiples lugares de interés histórico y cultural que incluyen sitios religiosos (Logia Masónica, Catedral de San Pedro Apóstol e Iglesia Jerusalén), de salud (Hospital Carl T. George Primero), varias casas (Familia Amengual) y edificios (Armenteros y Morey), clubes (2 de Julio y de Leones), monumentos (San Pedro de Macorís), sitios de gobierno (La Gobernación y el Palacio del Ayuntamiento), educativos (Liceo José Joaquín Pérez y Colegio San Benito Abad), parques (Central Duarte) y museos (Edificio de bomberos). El Teatro Danzante Guloya, declarado por la UNESCO Patrimonio Oral Viviente de la Humanidad es patrimonio exclusivo de San Pedro. El municipio se propone alentar el desarrollo social sostenible e inspirar a sus ciudadanos a conocer y respetar sus valores culturales y el patrimonio histórico. Para lograr esta visión, espera proporcionar áreas de recreación para capacitación y clases, promover la lectura y el desarrollo intelectual y fomentar una población activa y saludable. Los sitios de patrimonio histórico y cultural también constituyen potenciales atracciones turísticas.

3.7. Calidad de los servicios básicos

Un objetivo municipal importante es la prestación de servicios adecuados y eficientes. Estos servicios críticos (algunos de los cuales no son gestionados por el municipio) incluyen transporte, manejo de residuos sólidos, suministro de agua potable, electricidad e instalaciones deportivas. El Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillado (INAPA) gestiona el servicio de agua potable y aguas residuales y la Compañía Distribuidora de Electricidad del Este (EDEESTE) es responsable de la distribución del servicio de energía eléctrica. Otros servicios municipales importantes incluyen los mataderos, cementerios y servicios funerarios, parques y espacios públicos, y las bibliotecas públicas.

3.7.1. Movilidad urbana

Las principales vías de acceso a la ciudad son: San Pedro de Macorís-La Romana, San Pedro de Macorís-Consuelo-Hato Mayor y San Pedro-Santo Domingo, San Pedro-Quisqueya, San Pedro-Ramón Santana y San Pedro-Los Llanos. El municipio ha identificado varias áreas de congestión del tráfico. Cuatro instituciones controlan el transporte: la Autoridad Metropolitana de Transporte (AMET), el Departamento de Tránsito y Transporte de la Ciudad, la Dirección General de Tránsito Terrestre (DGTT) y la Oficina Técnica de Transporte Terrestre (OTT). La ciudad también cuenta con servicios de transporte público a cargo de los sindicatos de transportistas y un puerto en la desembocadura del Río Higuamo con capacidad para el transporte de mercancías industriales y comerciales y que realiza operaciones de importación de carga a granel seca (clinker, carbón y fertilizantes) y exportación (azúcar, melaza y cemento en fundas) y recepción de buques turísticos. Se pretende organizar el sistema de transporte urbano para reducir la ocurrencia de accidentes de tránsito entre vehículos y peatones.

3.7.2. Manejo de los residuos sólidos

El municipio trabaja por aumentar la eficiencia de la recolección, transporte y disposición de los residuos sólidos. Una empresa privada posee el contrato para la recolección de los residuos sólidos. Aproximadamente el 70.9% de los hogares reciben servicios municipales de recogida de basura, el 13.6% quema sus residuos, el 8% utiliza vertederos improvisados, el 3.5% vierte los residuos en los patios y el 2.6% recibe el servicio de empresas privadas (ONE, 2016). Los principales problemas en este servicio son la falta de cooperación por parte de los ciudadanos en algunos sectores, los lixiviados en las calles de camiones de recogida, los contenedores de recolección abiertos, la falta de equipo especializado para la recolección de residuos peligrosos, y la falta de educación pública. Los principales desafíos relacionados con el tratamiento y la disposición de los residuos sólidos incluyen prácticas de gestión y vertederos inadecuados; deficientes políticas de reciclaje; contaminación de suelos y aguas subterráneas por los lixiviados, y emisión de gases y olores. El vertedero municipal en Bobadilla es a cielo abierto. El Plan Municipal plantea reforzar el contrato de la ciudad con la empresa de recolección para lograr una mayor cobertura y frecuencia de la recogida, el diseño y construcción de un nuevo vertedero, y la construcción de nuevas instalaciones de almacenamiento y estaciones de transferencia (ASPM/FEDOMU 2013).

3.7.3. Aguas residuales y pluviales

El INAPA gestiona el servicio de aguas residuales, el cual es limitado porque toda la comunidad no está conectada. La planta de tratamiento de aguas se encuentra muy cerca del mar en el lado Este de la ciudad, pero los aireadores de los estanques no están funcionando y, como resultado, se vierten en el océano aguas residuales parcialmente tratadas. El municipio cuenta con un sistema por gravedad para el drenaje de aguas pluviales en algunas partes de la ciudad que cubre aproximadamente el 50% del área urbana (ASPM/FEDOMU, 2013). La capacidad del sistema de drenaje es insuficiente y se bloquea con residuos sólidos durante las lluvias fuertes, lo que agrava las inundaciones en el centro de la ciudad. Por otra parte,

los desagües de aguas pluviales se inundan durante la marea alta, haciendo que el agua retroceda y dificultando el drenaje. El municipio no cuenta con un plan maestro de drenaje urbano de aguas pluviales.

Se han estado tomando medidas para evitar las inundaciones mediante la construcción de canales de drenaje. El Canal del Sur, construido en 1986-1990, comienza en la intersección de las Calles Salvador Reyes Duarte y María Trinidad Sánchez Valdez, cubre gran parte de la Avenida Presidente Henríquez, continúa a lo largo de Fello A. Kidd hacia el Río Higuamo. También construyó otros canales en las Calles Duarte y Hermanas Mirabal; las Avenidas Independencia y Francisco Alberto Caamaño, y en los lugares conocidos como la curva del cruce del Play y La Punta. El drenaje construido en la Calle Federico R. Bermúdez en Placer Bonito conduce las aguas hacia el Canal de la Bahía, con desagües al Río Higuamo. A pesar de estas medidas, varias partes de la ciudad siguen sufriendo inundaciones pluviales. Para adaptarse a las inundaciones localizadas, algunos dueños de propiedades han construido muros delante de sus edificios para proteger sus hogares y empresas (Foto 1). Los bordillos en el barrio comercial son más altos para proteger los establecimientos comerciales y para protegerse de las inundaciones costeras, la ciudad ha construido un rompeolas, pero este no garantiza que no haya inundaciones durante eventos extremos.



Foto 1. Muros frente a las propiedades en San Pedro para protegerse de las inundaciones. Fuente: ICF.

3.7.4. Suministro de agua

El suministro de agua de San Pedro es administrado por el INAPA y proviene del Río Soco, que cuenta con una toma de agua en el municipio Ramón Santana y de pozos de aguas subterráneas en los bateyes Don Juan y Experimental del Municipio Consuelo. San Pedro dispone de una planta de tratamiento de agua y varios tanques de almacenamiento (Figura 6). Sin embargo, el suministro de energía eléctrica a la planta de tratamiento es intermitente, lo que interrumpe el tratamiento del agua y contribuye a la ineficiencia operativa, genera escasez en la población y deteriora equipos y tuberías. Las bombas desde el río hasta la planta de tratamiento y desde la planta de tratamiento a los tanques son alimentadas por electricidad, pero otras partes del sistema son alimentadas por gravedad. La Compañía Distribuidora de Electricidad del Este (EDEESTE), provee el servicio de energía eléctrica, pero lo suspende tres veces al día por períodos de cuatro horas aludiendo, contra toda lógica, que la planta se encuentra en un sector no priorizado para el servicio energético. Como resultado, la planta funciona de manera ineficiente al tener que ser reiniciada varias veces al día. El agua subterránea de seis pozos en las proximidades del batey Montecristi complementa el suministro. El agua tratada se distribuye principalmente a través de las redes de distribución y mini-acueductos, donde existen. Las comunidades no conectadas a la red compran agua de camiones cisterna o se abastecen de pozos tubulares con bombas de succión.

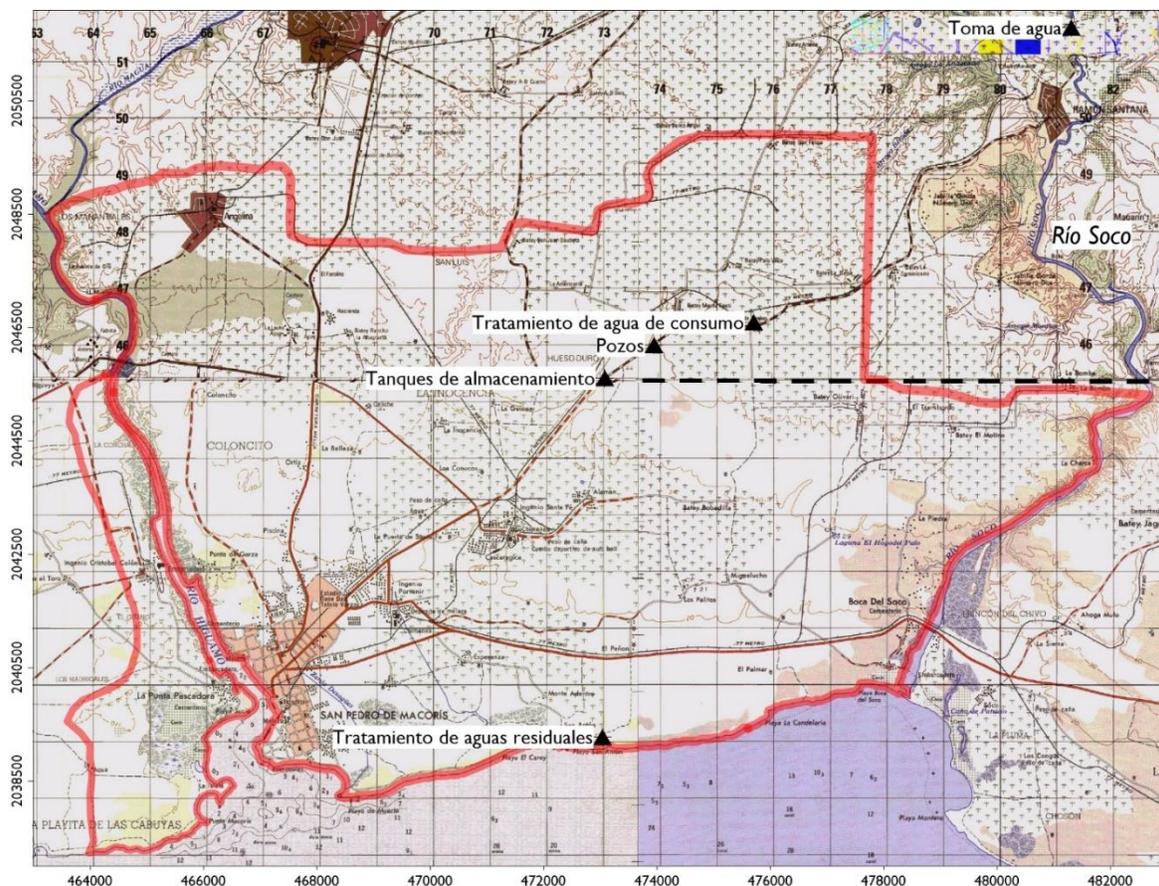


Figura 6. Elementos del sistema público de suministro de agua en el municipio San Pedro de Macorís sobre la Hoja Topográfica. Fuente: Georreferenciación durante viaje de campo de ICMA y ICF.

3.7.5. Electricidad

EDEESTE es responsable de la distribución de electricidad en San Pedro y sirve a aproximadamente 75,300 usuarios. El principal problema al que se enfrentan los usuarios es el alto costo del intermitente suministro de energía eléctrica. El suministro de energía eléctrica a la planta de tratamiento municipal es intermitente, lo que interrumpe el tratamiento del agua, genera escasez en la población y deteriora equipos y tuberías. El municipio había iniciado un programa destinado a mejorar el servicio de distribución de electricidad, pero ha sido suspendido (ASPM/FEDOMU, 2013).

3.7.6. Instalaciones deportivas

Las instalaciones deportivas son importantes para la cultura de San Pedro que produce muchos atletas de béisbol de clase mundial. El Ayuntamiento fomenta la participación en diferentes actividades deportivas y recreativas, y apoya la construcción, mantenimiento y reparación de estas instalaciones. En el territorio hay 15 instalaciones deportivas distribuidas principalmente en las zonas urbanas y suburbanas de la ciudad. La mayoría se encuentran al aire libre y aproximadamente el 70% de todas las instalaciones necesitan reparación. Los problemas que se enfrentan en el área deportiva incluyen la falta de espacio físico para la construcción de nuevas instalaciones deportivas, la falta de un programa dedicado a la mejora de este servicio (ASPM/FEDOMU, 2013), la ubicación de algunas instalaciones en el área de inundabilidad y las inundaciones en el área de estacionamiento de su principal complejo deportivo el Estadio Tetelo Vargas.

4. VULNERABILIDADES RELACIONADAS AL CAMBIO CLIMATICO

La variabilidad del clima y el cambio climático pueden tener impactos significativos en los sectores, servicios y la población, obstaculizando los esfuerzos municipales para lograr los objetivos de desarrollo. El planeamiento municipal puede beneficiarse de una mejor comprensión de las vulnerabilidades climáticas, que si se abordan en forma apropiada pueden mejorar la resiliencia de las estrategias y las inversiones municipales. Según las definiciones de IPCC (2013; 2014), la vulnerabilidad climática puede dividirse en tres componentes: a) el nivel de exposición a las amenazas y estresores climáticos, b) las sensibilidades e impactos potenciales de las amenazas y estresores relacionados con el cambio climático y c) la capacidad de adaptación para manejarlas (Cuadro 1). La vulnerabilidad climática es la propensión a ser afectados negativamente por los estresores climáticos. El concepto de vulnerabilidad climática reconoce el potencial para reducir los impactos mediante acciones destinadas a reducir la exposición y/o sensibilidad, o a aumentar la capacidad de adaptación. La exposición es la presencia de personas, bienes, especies o ecosistemas, servicios y recursos ambientales, infraestructura, o activos económicos, sociales y culturales en lugares donde podrían ser afectados adversamente por una amenaza o estresor climático.



Cuadro 1. Componentes de la vulnerabilidad: la exposición y sensibilidad combinadas indican el impacto potencial, mientras que el impacto potencial y la capacidad de adaptación indican vulnerabilidades.

La sensibilidad consiste en el grado en que un sistema, activos o especies se verán afectados positiva o negativamente si se exponen a un estresor climático. El efecto puede ser directo (por ejemplo, cambios en el rendimiento de un cultivo en respuesta a cambios de temperatura) o indirectos (por ejemplo, daños causados por las inundaciones ante precipitaciones intensas). Cuanto más sensible es el activo, recurso o población a uno o más estresores climáticos, más vulnerable tiende a ser. Por ejemplo, una carretera mal construida será más sensible a las inundaciones que una carretera construida con un drenaje adecuado. En conjunto, la exposición y la sensibilidad determinan el posible impacto que el clima y los impactos no climáticos tendrán sobre todos los elementos que inciden en el desarrollo municipal.

El potencial de daño producto del clima puede ser minimizado reduciendo la exposición y la sensibilidad, o incrementando la capacidad adaptativa, que alude a la capacidad de emprender acciones para reducir los impactos adversos o para explotar las oportunidades beneficiosas de los extremos climáticos. La capacidad de adaptación de individuos, familias, organizaciones o municipios varía en función de su acceso a la información, la propiedad o el acceso a los recursos, y la habilidad de evaluar las cuestiones climáticas y tomar decisiones informadas. Esta capacidad se puede aumentar, no sólo con medidas de preparación y adaptación a los estresores climáticos, sino también con el crecimiento del PIB, reformas políticas, acciones de desarrollo y fortalecimiento de la gobernanza participativa. La vulnerabilidad climática representa el potencial de consecuencias, donde cualquier elemento de valor humano (incluyendo la propia vida humana) está en juego y donde el resultado es incierto. En su conjunto, la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación representan la vulnerabilidad. Comprender cada componente permite a los planificadores determinar mejor qué medidas de adaptación serán más eficaces, y si estas deberán centrarse en la reducción de la exposición, la sensibilidad o aumentar la capacidad adaptativa. En esta sección se analiza hasta qué punto los objetivos municipales y los factores subyacentes que los apoyan (incluidas la población y la infraestructura) pueden ser afectados o incapaces de hacer frente a las amenazas

y estresores climáticos. Esto implica el análisis individual y colectivo de la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación. En primer lugar, se proporciona información que permite mejorar la comprensión de la exposición de San Pedro a potenciales estresores climáticos, presentes o futuros. En segundo lugar, se evalúan los posibles impactos, actuales y futuros, de estos estresores climáticos sobre los objetivos críticos de desarrollo del municipio, en función de la sensibilidad de las personas y bienes expuestos. El tercer paso considera la posible capacidad de adaptación de San Pedro que le permita mitigar o evitar estos impactos. Finalmente, se evalúa la vulnerabilidad general de importantes objetivos municipales, en función de las tres componentes.

4.1. Exposición a riesgos climáticos

A modo de resumen podemos decir que el promedio de la temperatura ha ido en aumento en San Pedro. Para el 2050, se prevé que aumente de 1.4°C a 1.7°C bajo escenarios de emisiones bajas y altas (Cuadro 2). San Pedro experimenta una precipitación media de unos 1,088 mm, con una variabilidad interanual fuertemente influida por episodios de El Niño (más seco y cálido) y La Niña (más húmedo y frío). Se prevé una disminución de las precipitaciones de 12.2 a 15.1% para mediados de siglo. La frecuencia de huracanes podría no cambiar, pero su intensidad podría aumentar de 2 a 11% para el 2100, con aumento en las precipitaciones (USAID, 2013). Históricamente han ocurrido inundaciones por lluvias fuertes. Se prevé que la precipitación aumente ligeramente en los eventos extremos al 2050. La tasa media de aumento del nivel del mar en el Caribe en los últimos 60 años fue de ~1,8 mm/año. Se prevé que el nivel del mar aumente en 0.20 a 0.58 m al 2050, aumentando el nivel de las marejadas, las inundaciones y la erosión.

Cuadro 2. ESCENARIOS CLIMÁTICOS, MODELOS Y ESCENARIOS DE EMISIONES. Para responder a las amenazas generadas por el cambio climático, se necesita conocer cuáles serán 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 (en el presente estudio, al 2030 y 2050), sobre la base del comportamiento de los 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 (que son en definitiva las causantes del calentamiento global) en el futuro y a ello hacen referencia los **escenarios de emisiones**. Estos escenarios son generados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), órgano científico de las Naciones Unidas, compuesto por expertos de todo el mundo. Los escenarios de emisiones se refieren a la cantidad esperada de emisiones humanas de gases de efecto invernadero (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” de bajas emisiones (RCP4.5 y SRES B) o uno escenario “pesimista” de altas emisiones (RCP8.5 y SRES A2) según IPCC (2007; 2014). 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.

Las secciones siguientes describen en detalle las características presentes y futuras de cada uno de dichos riesgos climáticos. Esta sección se enfoca en la exposición (Cuadro 3) y describe los fenómenos clave que afectan las condiciones del tiempo y el clima de San Pedro, comenzando con un resumen de las condiciones históricas y tendencias actuales y futuras, seguido de un resumen de las proyecciones del cambio climático para el 2030 y mediados de siglo⁵, incluyendo cambios en la temperatura y precipitaciones. Esta sección se centra en las amenazas y estresores climáticos -históricos, actuales y futuros- que se ciernen sobre el municipio (ascenso del nivel del mar, incremento de la temperatura, cambio en el patrón de

⁵ Se refiere a escenarios de emisiones bajas (RCP4.5 y SRES B1) y altas (RCP8.5 y SRES A2) de GEI, para los períodos 2020–2039 (2030) y 2040–2059 (2050 o mediados de siglo) según los informes del IPCC AR4 (2007) y AR5 (2014).

precipitaciones, huracanes más intensos y frecuentes, precipitaciones extremas, marejadas de tormenta o sequía) y sus principales impactos, (inundaciones pluviales, fluviales o lagunares, deslizamientos y avalanchas, penetraciones del mar, inundaciones costeras, oleaje destructivo, reducción del suministro de agua o erosión costera). Estos estresores son consistentes con los identificados por el personal del Ayuntamiento durante las reuniones del equipo técnico y los grupos de trabajo, así como con los que se describen en el Plan de Desarrollo Municipal (ASPM/FEDOMU, 2013).



Cuadro 3. Componentes de la vulnerabilidad: la exposición.

4.1.1. Temperatura

Situación actual de la temperatura. - La temperatura media anual en San Pedro de Macorís es de 26.1°C, con una mínima en enero de 24.5°C y una máxima en agosto de 27.4°C (ONAMET, 2016). La ciudad es ligeramente más caliente que el resto de la provincia durante los meses de mayo a septiembre. Esta diferencia podría estar relacionada con el efecto de "isla de calor" pues las plantaciones de caña de azúcar (37% de la cobertura de suelo del municipio) aumentan la temperatura ambiental en comparación con la vegetación natural (Stanford Report, 2011) por lo que desempeñan un papel en el calentamiento de la ciudad, en sinergia con las numerosas fuentes industriales (Figura 7). En República Dominicana, la temperatura media anual se incrementó en alrededor de 0.45 °C desde 1960 al 2003 (McSweeney et al., 2008), a un índice promedio de ~0.15°C por década en la zona de San Pedro (Climate Wizard, 2016). El número medio de días "calientes" por año en el país aumentó a 63 (17.4% más días calientes) entre 1960 y 2003 (McSweeney et al., 2008). En San Pedro de observaron tres eventos de olas de calor de 1984 a 2003, dos en mayo y junio de 1984 (seis días de duración cada uno), y uno de ocho días en julio 1989.⁶

Situación actual de la temperatura. - Para el año 2030, según los escenarios de emisiones bajas y altas, se prevé que la temperatura media anual aumente entre 0.7°C y 0.8°C, respectivamente. La magnitud del cambio de temperaturas máximas y mínimas anuales es similar a los cambios proyectados para el promedio anual. A mediados de siglo, se prevé que las temperaturas mínimas promedio aumenten de 1.4°C a 1.7°C para los escenarios bajos y altos, respectivamente. Se prevé que las temperaturas máximas anuales aumenten en 1.5°C y 1.8°C para el escenario de emisiones bajas y altas, respectivamente. El grado de confianza en las proyecciones de temperatura es alta (Climate Wizard, 2016).

4.1.2. Precipitaciones

Situación actual de las precipitaciones. - De acuerdo a la información del Atlas climático de República Dominicana (JICA/ONANET, 2004) el modelado de la precipitación promedio anual en el municipio San Pedro de Macorís tiene valores en el intervalo de 1000 a 1250 mm en el borde costero hasta una altura de unos 30 msnm. Por encima de esta cota los valores están en el intervalo de 1250 a 1500 mm hasta una altura aproximada de 60 msnm, al igual que prácticamente el resto de la provincia si bien esta muestra valores mucho mayores (1500 a 1750 mm) en su región Noroeste.

⁶ Datos del Programa de Información Climática City College N.Y./INTEC. Las olas de calor se definen como un evento de calor extremo donde el índice de calor excede el percentil 99.5 por lo menos dos días consecutivos.

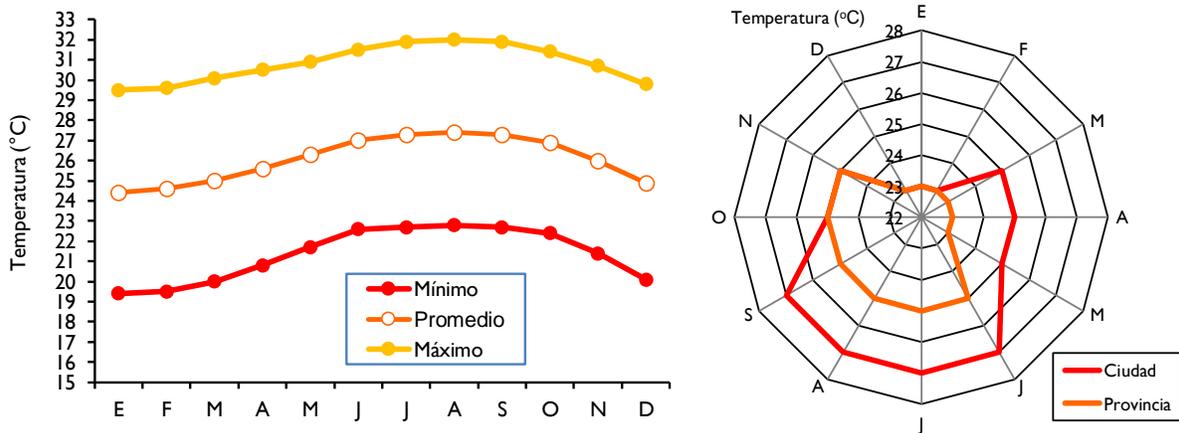


Figura 7. Izquierda. Variación estacional de la temperatura anual promedio en San Pedro de Macorís. Fuente: Normales climatológicas 1961-1990 de la Organización Meteorológica Mundial (Word Climate, 2016). Derecha. Diagrama radial de la variación estacional de la temperatura en la Ciudad y la Provincia de San Pedro de Macorís. Fuente: Valores medios mensuales del intervalo de los mapas de JICA/ONAMET (2004).

La precipitación anual promedio para la Estación Meteorológica de San Pedro de Macorís (que se encuentra más cerca de la costa) fue de ~1,088 mm para el período de 1984 a 2003, El gráfico estacional elaborado con los datos de la Estación Meteorológica muestra una tendencia bimodal con dos épocas de máximos de lluvia: mayo, donde las precipitaciones alcanzan 133.4 mm, y septiembre-octubre con 145.8 y 145.9 mm, respectivamente, y un valor mínimo en julio, y otro más bajo aun al comenzar y al finalizar el año (Figura 8). Un análisis preliminar (dado lo corta de la serie y la ausencia de algunos datos) con la Prueba Mann-Kendall ($\alpha = 0.1$) de los datos de la precipitación anual de 1984 a 2003 de ONAMET (2016) indica una tendencia a la disminución que es significativa estadísticamente a través del tiempo.

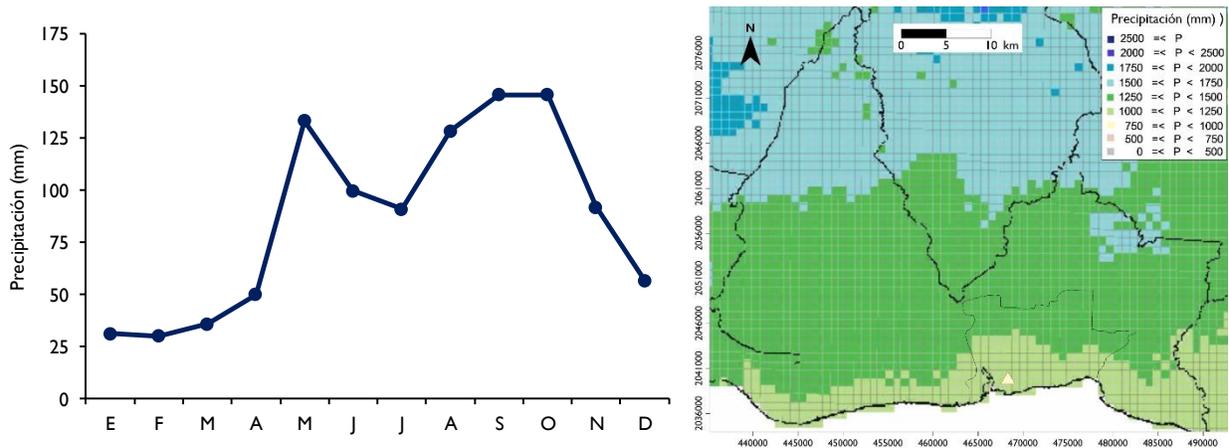


Figura 8. Izquierda. Variación estacional de la precipitación anual promedio en la Provincia San Pedro de Macorís. Fuente: Normales climatológicas 1961-1990 de la Organización Meteorológica Mundial (Word Climate, 2016). Derecha. Distribución de la precipitación promedio en la región. Fuente: JICA/ONAMET (2004).

Situación futura de las precipitaciones. - En general, los escenarios de nivel de emisiones bajas y altas indican una reducción en la precipitación media anual durante todo el año, para el año 2030, así como para mediados de siglo. Las proyecciones para las precipitaciones promedio anuales indican reducciones en el 2030 (-4.26% a -2.60%) (World Bank, 2016) que aumentan hacia mediados de siglo (-11.9 % a -14,9 %)

(Climate Wizard, 2016). No obstante, se indica un ligero aumento en las lluvias de abril, noviembre y diciembre en los períodos 2030 y mediados del siglo, para escenarios de alto nivel de emisiones. Se prevé que el número de días con "lluvia extrema" disminuya en los meses de verano, y aumente ligeramente en septiembre y noviembre ((World Bank, 2016; Climate Wizard, 2016). Debemos aclarar que las proyecciones de posibles aumentos en las precipitaciones en el verano asociadas a la actividad de ciclones tropicales, que no pueden ser capturadas en las proyecciones de los Modelos de Circulación General (GCM), pueden contrarrestar las disminuciones previstas para las lluvias en la región.

4.1.3. Sequías

Situación actual de la sequía. - En el inventario de desastres 1966-2000, se reportan eventos de sequías para San Pedro de Macorís, en 1975 y 1994 (DESINVENTAR, 2016). Un análisis del Índice de Precipitación Estándar (SPI)⁷ de los datos de lluvias de la Estación Meteorológica de San Pedro (y otras tres ciudades) confirma la sequía de 1994, e indica una sequía extrema en 2002, que afectó a todo el país (Figura 9). Aunque solo hay datos disponibles de la estación de San Pedro de Macorís para el período 1984-2003, existe una fuerte correlación entre el SPI en Santo Domingo y San Pedro.

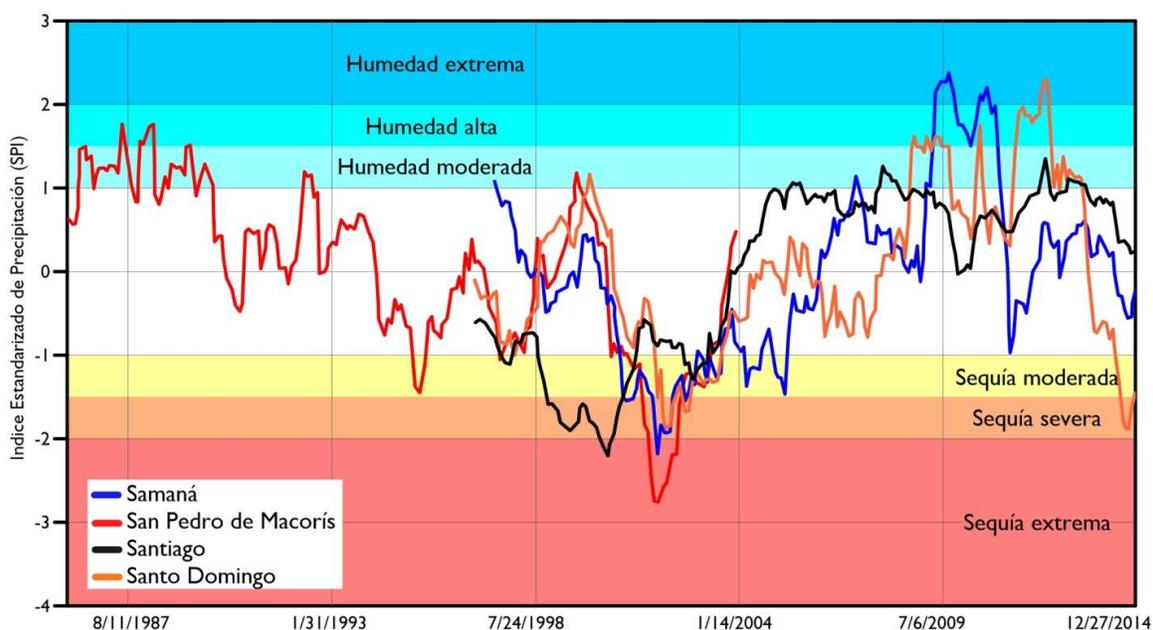


Figura 9. Variación comparativa del índice estandarizado de precipitación (SPI) para 24 meses, usando la herramienta del Centro Nacional de Mitigación de Sequía con datos de las Estaciones Meteorológicas de San Pedro (1982-2003), Samaná, Santiago y Santo Domingo (1996-2014). Fuente: Bourne et al. (2016).

Situación futura de la sequía. - Se espera que la aridez y el déficit en la humedad anual del clima aumenten en San Pedro en ambos escenarios de emisiones, altas y bajas, a mediados de siglo (con alta certeza), debido al aumento de la temperatura y a la potencial evapotranspiración, y a la disminución de las lluvias. Anualmente, se prevé un aumento del número de días secos consecutivos, aunque el cambio proyectado no es estadísticamente significativo. (Climate Wizard, 2016).

⁷ Este índice, ampliamente aceptado para cuantificar la sequía, se refiere a la intensidad de la sequía meteorológica o déficit de precipitación. La escasez de precipitaciones es una medida fundamental, intuitiva de la sequía, quizá la descripción más básica. Se recomiendan 30 años de datos para el análisis por lo que estos resultados, con solo 20 años de datos y valores perdidos, deben interpretarse con cautela (Ver NCAR, 2016). Se aclara que este análisis sólo refleja la precipitación, no la capacidad de los municipios de mantener y gestionar su agua.

4.1.4. Frecuencia e intensidad de eventos meteorológicos extremos

Situación actual de la frecuencia e intensidad de eventos meteorológicos extremos. - La frecuencia con que los eventos meteorológicos extremos tocan tierra en República Dominicana es variable, con un promedio de uno cada dos años, pero puede ocurrir con tanta frecuencia como dos por año. Ha habido períodos de inactividad de cinco a diez años (USAID, 2013). Se producen principalmente entre agosto a octubre con la mayor intensidad al Sureste y Suroeste del país. El análisis de la variabilidad inter-anual de estos eventos muestra un aumento en la probabilidad de tocar tierra para todo el Caribe durante años del Fenómeno La Niña y una disminución durante los años de El Niño, con una relación de más de 3:1 de huracanes en tierra entre dos períodos (USAID, 2013). De acuerdo con datos de la NOAA (2016), en el período 1851-2014, veinte huracanes han pasado dentro de un límite estimado de 50 km del centro del municipio San Pedro con diferentes niveles de impacto. De éstos, tres han tocado tierra en el municipio (Figura 10). En 1963, el Huracán Edith cruzó el extremo oriental del territorio, y en 2008 el Huracán Fay atravesó por su extremo Norte. Pero el Huracán Georges, en septiembre de 1998, tuvo el mayor impacto, entrando en la zona costera al Oeste y saliendo por Playa Candelaria, al Norte del Ingenio Colón. Este fue un huracán destructivo de Categoría 4, que provocó uno de los peores desastres naturales en la historia de la República Dominicana, con fuertes vientos y lluvias que destruyeron y dañaron la infraestructura en San Pedro, y causaron severas inundaciones, y fuertes penetraciones del mar con daños en la zona costera.

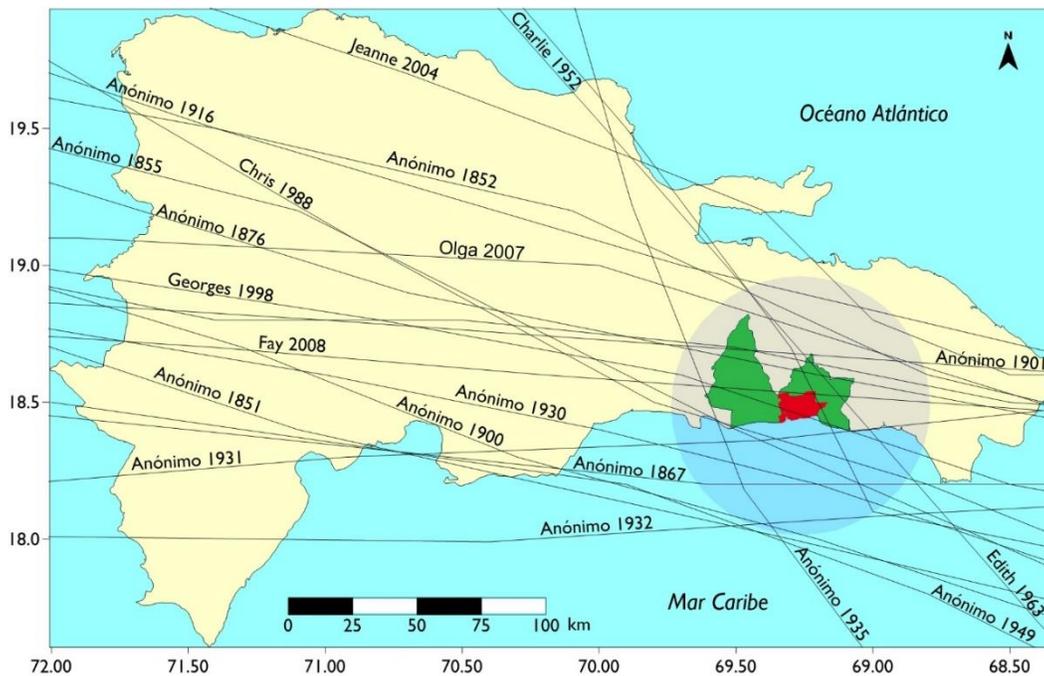


Figura 10. Ruta de eventos climáticos extremos ocurridos en una proximidad de 50 km (círculo gris claro) de un punto en el centro del municipio San Pedro de Macorís en el período 1851-2014. Fuente: NOAA (2016).

Situación futura de los eventos meteorológicos extremos. - Los posibles cambios futuros en la frecuencia y trayectorias de los ciclones tropicales son inciertos. Sin embargo, es probable que, a nivel mundial, el calentamiento climático hará que los huracanes en el próximo siglo sean más intensos y con más altas tasas de precipitación (20% más de precipitaciones a menos de 100 km del centro de la tormenta) (USAID 2013) que los huracanes del presente. Además, hay algunas pruebas de que en la cuenca del Atlántico la cantidad de huracanes de gran intensidad (categoría 4 y 5) aumentará en una fracción sustancial, pero el número total de tormentas tropicales puede disminuir en frecuencia para finales de siglo (GFDL, 2015). La incertidumbre en los cambios en los ciclones tropicales contribuye a la incertidumbre sobre el futuro

de las lluvias en la temporada húmeda. Además de la variabilidad inter-anual de huracanes, también se han observado cambios en la frecuencia entre varias décadas. La actividad de huracanes está por encima de la media cuando el Atlántico Norte tropical es más cálido. Si persisten las actuales condiciones de temperaturas superficiales del mar (TSM) en el Atlántico Norte tropical, podrían prevalecer altos niveles de actividad de huracanes para la próxima década (Pielke *et al.*, 2003), independientemente del cambio climático relacionado con cambios en la composición atmosférica (USAID, 2013).

4.1.5. Precipitaciones extremas e inundaciones

Situación actual de las precipitaciones extremas e inundaciones. - Las características de San Pedro, en particular su geomorfología y la ubicación de la ciudad en relación con las Cuencas de los Ríos Higuamo y Soco (Figura 11) guardan estrecha relación con su susceptibilidad a inundaciones pluviales y fluviales con evidencias gráficas desde la época trujillista. DESINVENTAR (2015) ofrece datos de inundaciones ocurridas en junio de 1970, mayo de 1972, junio de 1983, abril de 1991, agosto de 1993, septiembre y octubre de 1999. En todos los casos están involucradas lluvias torrenciales, avenidas y desbordamientos principalmente del Río Soco, no necesariamente relacionadas con eventos extremos, pues solo las inundaciones del año 1993 se asocian con el paso del Huracán Cindy. Los sitios afectados incluyen el área de Los Cangrejitos, los Barrios 24 de abril, Blanco, Cantalarrana, Barrio Kennedy, Lindo, Los Guandules, Méjico, Pedro Justo Carrión, Placer Bonito, Primavera, Restauración, Santa Clara, Sarmiento, Villa Municipal, Villa Progreso II y Villa Esperanza; los Bateyes Alemán e Inocencia; el Sector La Batea y la Urbanización Marina, si bien en el municipio Ramón Santana se reportan una situación muy grave que ha cobrado víctimas. En la actualidad la situación continua, solo que los sitios afectados se han ido ampliando pues la falta de cobertura del sistema de drenaje agravada por la dispersión de residuos sólidos que obstruyen el escaso drenaje existente, unido a la impermeabilización de cada vez más espacio por el crecimiento de la ciudad, han agravado la situación.

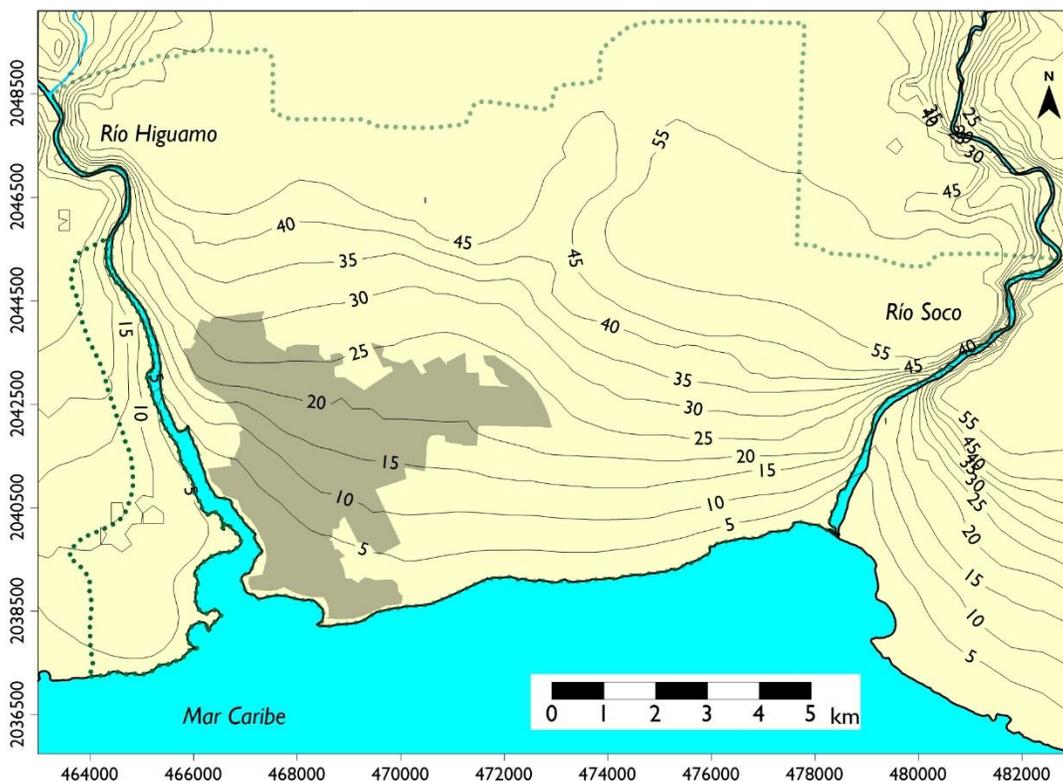


Figura 11. Modelo topográfico del municipio San Pedro de Macorís. Fuente: ICMA (2015).

Situación futura de las precipitaciones extremas e inundaciones. - Los cambios proyectados en la intensidad de las precipitaciones ofrecen poca confianza en los alrededores de San Pedro (Climate Wizard, 2016). Para los años 2060s, 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%. Para el país, CATHALAC (2015) señala que la precipitación total anual a nivel nacional, no muestra un patrón claro de disminución o aumento, pero las regiones Sur, Sureste y Central presentan aumentos más notorios que el resto del territorio nacional. Por otro lado, los aumentos proyectados en la intensidad de eventos extremos de precipitación asociados a tormentas, en combinación con la eliminación de la vegetación en terreno escarpado, podría debilitar la estabilidad del suelo y aumentar el riesgo de deslizamientos.

4.1.6. Aumento del nivel del mar, marejadas, y erosión costera

Situación actual del aumento del nivel del mar, marejadas, y erosión costera. - El municipio San Pedro se extiende a lo largo de ~13 km de costa al Mar Caribe, que es principalmente rocosa (11.8 km), pero incluye cortos tramos de playas de arena. Los tramos costeros de San Antón, Miramar, Villa Faro, La Barca, Playa de Muerto, Centro, La Roca, Las Piedras, Filipinas y Batey Esperanza están particularmente expuestos a mareas de tempestad debido a su proximidad a la costa y baja elevación (ASPM/FEDOMU, 2013). Entre 1901 y 2010, el nivel medio global del mar ha aumentado en ~0.17 m, con un promedio de 1.7 mm/año (IPCC, 2013). El aumento del nivel medio del mar se ha acelerado en las últimas décadas en aproximadamente 3.2 mm/año entre 1993 y 2010 (probablemente, tasas igualmente elevadas se produjeron entre 1920 y 1950). El aumento del nivel del mar no es uniforme en todo el planeta debido a factores geológicos y oceanográficos locales. Sin embargo, la comprensión de las tendencias del nivel del mar en la República Dominicana, y específicamente en San Pedro de Macorís, se dificulta debido a la falta de datos mareográficos y de la topografía costera. El índice medio de aumento del nivel del mar en la región del Caribe en los últimos 60 años fue similar a la media mundial de unos 1.8 mm/año (IPCC, 2014).

Situación futura del nivel del mar, las marejadas de tormenta y la erosión costera. - Simples interpolaciones lineales de las proyecciones de aumento del nivel del mar indican que el nivel global del mar podría aumentar de 0.13 m a 0.4 m para el 2030 en escenarios de bajas y altas emisiones, respectivamente; y de 0.20 y 0.58 m para mediados de siglo (IPCC, 2014). Además, se espera un aumento de la altura de las marejadas en las próximas décadas, lo que agrava los problemas de inundación, salinización y erosión en las zonas costeras, y magnifica el impacto de tormentas débiles. La acidificación del océano, proceso mediante el cual el dióxido de carbono es absorbido por el océano aumentando ligeramente la acidez del agua, puede conducir al blanqueamiento coralino. En combinación con el aumento de la actividad humana en la costa, la pesca indiscriminada y el cambio de uso del suelo para urbanización y agricultura, la acidificación del océano puede poner los arrecifes costeros, ya degradados en el litoral de San Pedro (ReefBase, 2016) en riesgo de total desaparición. A medida que los crecientes niveles de dióxido de carbono se emiten a la atmósfera, la acidificación del océano puede continuar siendo un riesgo en el Caribe, que contiene 9% de los arrecifes del mundo (USAID, 2013).

4.2. Impactos del clima en los sectores y servicios municipales

En esta sección, se considera en conjunto la información sobre la actual y posible exposición futura (Sección 4.1) y la sensibilidad de los sectores y servicios municipales (Sección 3) para identificar posibles impactos climáticos, actuales y futuros (Cuadro 4). Los impactos climáticos actuales, particularmente los asociados a las inundaciones, han alterado significativamente la actividad municipal, y han socavado las inversiones. El cambio climático puede empeorar estos impactos, o crear nuevos, debido a las proyecciones de más altas temperaturas, huracanes más intensos, nivel del mar más alto y más marejadas de tormenta. Además, los impactos no climáticos pueden crear sinergias muy negativas con los factores del clima exacerbando los problemas actuales y futuros. Los factores de impacto no climáticos incluyen la

degradación ambiental, la corrupción, el crecimiento de la población o la contaminación que puede perjudicar el funcionamiento de un sistema, dificultando el logro de los objetivos de desarrollo (USAID, 2014). Por ejemplo, los asentamientos ilegales en las planicies de inundación del Río Higuamo extienden espacialmente el problema de las inundaciones, más de lo esperable por razones puramente climáticas. El saldo es un incremento de la población vulnerable que no tendría lugar si se respetara la Ley 64-00.



Cuadro 4. Componentes de la vulnerabilidad: la exposición y la sensibilidad.

Las inundaciones constituyen un tema recurrente que tiene impactos significativos para el municipio (Figura 12). En el pasado, las precipitaciones extremas han inundado propiedades, infraestructuras importantes (de educación, salud y deportes) y han causado pérdidas de vida. Se conocen más de veinte sitios que han sido afectados por las inundaciones recurrentes donde la población ha tomado sus propias medidas de protección. El Huracán Georges afectó San Pedro, y varias comunidades en la provincia y sus alrededores. Las futuras tormentas puedan seguir causando inundaciones, ya que se prevé que la intensidad de las tormentas aumente con el cambio climático. Los impactos directos de las inundaciones, huracanes, y otros factores de estrés climático en los sectores claves se describen en las siguientes Secciones. En esta Sección se ofrece una visión general de los posibles impactos actuales y futuros de los riesgos climáticos en relación con las áreas de prioridad municipal y los sectores de desarrollo indicados en la Sección 3. La Tabla 2 resume el conjunto de impactos que se analizan en detalle en esta Sección.

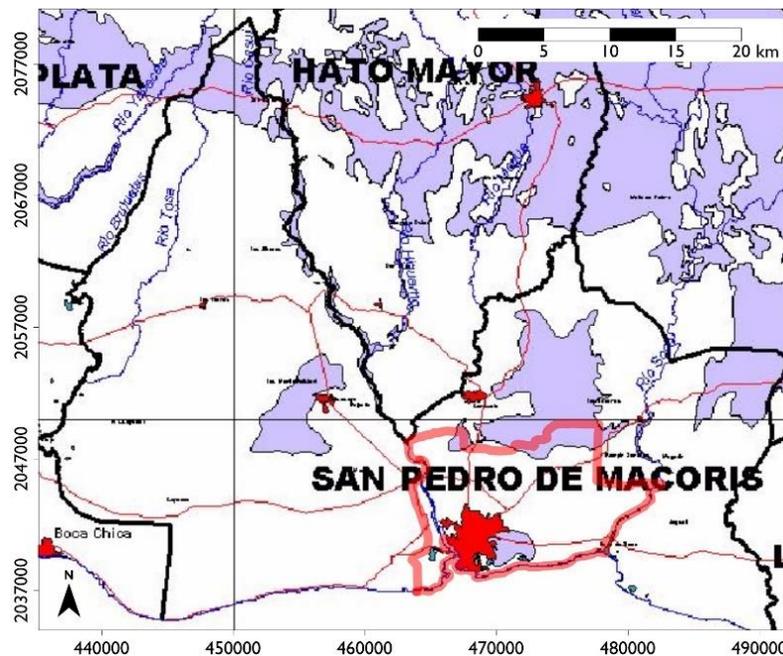


Figura 12. Zona de inundación de la provincia y el municipio San Pedro de Macorís. Fuente: Mapa nacional de riesgos de inundaciones del BID (2010).

Tabla 2. Matriz de impactos potenciales del cambio climático en los sectores esenciales para los objetivos de desarrollo del municipio San Pedro de Macorís.

Prioridades municipales	Sectores claves	Incremento de la temperatura	Ascenso del nivel del mar	Reducción de las precipitaciones	Eventos extremos
Gobernanza participativa	Varios	Impactos climáticos a los medios de vida e interrupciones de los servicios del municipio 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.			
Manejo fiscal	Varios	Reducción de actividades al aire libre que generan ingresos para el Ayuntamiento			
Uso del suelo	Varios	El cambio climático puede seriamente socavar la eficiencia y la eficacia de las inversiones y la ordenación del territorio que no tomen en cuenta los impactos del clima.			
Desarrollo Social	Educación, salud y seguridad	Aumenta el estrés térmico y la propagación de agentes patógenos.	Inundación de infraestructura de educación, salud y seguridad en la zona costera.	Falta de agua para las actividades de centros educativos, de salud y seguridad. Exacerbación el estrés por calor (disconfort térmico).	Desplazamiento de la población. Inundaciones y daño físico a la infraestructura de educación, salud y seguridad.
Dinámica económica	Agricultura y pesca	Cambios de la productividad agrícola. Mayores problemas con malezas, plagas y enfermedades. Reducción de recursos pesqueros (pérdida de arrecifes y cambios en los patrones migratorios de peces. Mayor gasto en conservación de productos	Intrusión salina en suelo agrícola. Posible reducción de crecimiento de los arrecifes. Pérdida de sitios de desembarco pesquero (infraestructura y embarcaciones)	Cambios en el tiempo y cantidad de lluvia para la agricultura de secano y la disponibilidad de agua para el riego agrícola. Posibles cambios en el balance de nutrientes en el océano y aumento de la sedimentación.	Daños a cultivos e infraestructura agrícola. Interrupción de servicios de electricidad y transporte. Daños a sitios de desembarco pesquero, impacto a arrecifes poco profundos, reducción del tiempo de pesca.
	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. Pérdida de eficiencia 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	Inundaciones y daños 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.
	Actividad comercial	Aumento de la demanda de refrigeración.	Interrupción del transporte de mercancías debido a la inundación de carreteras y puertos.	Falta de agua para las actividades comerciales. Aumenta el estrés por calor (disconfort térmico)	Cierre temporal de empresas por daño físico e inundaciones. Interrupción de los servicios de electricidad y transporte requeridos para la operación y el movimiento de bienes. Mayor costo de reparación/ mantenimiento.
	Turismo	Mayor consumo de energía para aclimatar instalaciones turísticas Deterioro de lugares turísticos debido al estrés térmico.	Erosión e inundación de sitios en zonas bajas.	Reducción del agua para las operaciones turísticas. Incremento de gastos por búsqueda de fuentes de agua, tratamiento, traslado y almacenamiento	Inundaciones y daños físicos a las atracciones e instalaciones turísticas. Interrupciones de las operaciones turísticas.
Medio ambiente y recursos natural	Recursos naturales	Estrés térmico sobre los ecosistemas y la biota terrestre, costera y marina Blanqueamiento coralino (agravado por la acidificación de los océanos).	Pérdida de costa rocosa. Cambios en la zonificación del manglar. Limitación del crecimiento arrecifal.	Posible alteración de la estructura y composición de los bosques naturales. Posibles cambios en el balance de nutrientes y sedimentación en la zona costera.	Daño físico a humedales, manglares. y arrecifes poco profundos. Daño físico a ecosistemas, con impacto en los costeros por olas de tormenta. Cambios en la salinidad estuarina y costera.
Preparación y respuesta a desastres	Varios	Mayor demanda de servicios de respuesta a emergencia de estrés térmico.	Inundación de carreteras claves para la respuesta a emergencia.	Falta de agua em instalaciones de emergencias. Aumenta el estrés por calor (disconfort térmico)	Desplazamiento de la población. Mayor demanda de servicios de respuesta a emergencia. Daños a infraestructura de salud pública y refugios.

Tabla 2. Continuación.

Prioridades municipales	Sectores claves	Incremento de la temperatura	Ascenso del nivel del mar	Reducción de las precipitaciones	Eventos extremos
Patrimonio histórico y cultural	Sitios históricos	Fisura y agrietamiento de materiales de construcción. Deterioro acelerado de los sitios debido a la tensión térmica y actividad bioquímica	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.	Inundación de sitios patrimoniales. Erosión y corrosión de estructuras metálicas. Crecimientos orgánicos (insectos, mohos y hongos). Cambios físicos en los materiales, agrietamiento y ruptura por la humedad.
Servicios básicos	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 puentes. Cierres por “residuos de desastres” y daños a la infraestructura
	Manejo de residuos sólidos	Aumento de gases y olores. Recolección más frecuente y manejo más riguroso del vertedero. Alteración de las tasas de descomposición. Calentamiento de vehículos de recolección. Aumento de plagas y 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
	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 por excedencia de su capacidad de caudales. Desborde de tuberías. Depuradoras fuera de servicio por interrupción del servicio eléctrico. Aumento de “residuos de desastres” que bloquean el drenaje.
	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.	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
	Servicios de agua	Mayor demanda de agua. Mayores pérdidas potenciales por evaporación. Cambios en la calidad del agua.	Avance de cuña salina y salinización de los ríos. Intrusión salina en acuíferos costeros.	Cambios en la calidad y disponibilidad de agua. Merma en sistemas de almacenamiento. Daños en los sistemas del servicio de agua 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.
	Electricidad	Expansión térmica de líneas eléctricas. Riesgos de distensión del tendido y cortes de energía. Incremento en la demanda para enfriamiento	Caída de tendido eléctricos en vías costeras. Sitios de del sistema eléctrico inundados	Reducciones potenciales del agua en procesos de enfriamiento y generación hidroeléctrica	Tendidos eléctricos caídos. Interrupción del servicio energético. Aumento de costos de mantenimiento y reparación
	Instalaciones deportivas	Estrés térmico durante el uso de las instalaciones al aire libre.	Inundación temporal o permanente, y daño físico a instalaciones.	Falta de agua para las actividades deportivas. Aumenta el estrés por calor (disconfort térmico). Reducción del tiempo al aire libre.	Inundación temporal y daño físico a equipos y campos de béisbol. Aumento de costos de mantenimiento y reparación. Escombros en instalaciones al aire libre y daño físico a los equipos y campos de béisbol. Reducción del tiempo en instalaciones al aire libre.

4.2.1. Gestión fiscal y gobernanza participativa

Muchas animaciones que se generan en San Pedro -principalmente en la ciudad- utilizan espacios públicos abiertos donde se requiere la instalación de tarimas, carpas, sillas, sonidos, luces, mesas o baños públicos, entre otros. Los Ayuntamientos perciben ingresos por las actividades que utilizan estos espacios abiertos (competencias, fiestas y espectáculos públicos). El uso de tales espacios expuestos, y por tanto los ingresos que el Ayuntamiento percibe por ellos, puede verse reducido por condiciones climáticas adversas. Se debe explorar que otras actividades generadoras de ingresos pueden tener una relación directa con el clima.

Por otra parte, el cambio climático requerirá de una estrecha relación entre todos los sectores e instituciones públicas y de la sociedad civil de San Pedro para enfrentar con la mayor eficacia y el menor costo los nuevos problemas derivados de un clima cambiante. Los impactos climáticos a los servicios, propiedades y medios de vida municipales han afectado y pueden afectar aún más en el futuro la gestión de los recursos y la gobernabilidad del municipio, tales como inundación de negocios, carreteras, y edificios municipales -y el cambio climático puede resultar en un aumento de los impactos. La capacidad del gobierno municipal para involucrar a los actores y la capacidad de los ciudadanos para participar en la gobernanza y en los procesos de planificación participativa puede verse obstaculizado por los impactos a otros sectores. En la medida en que el clima afecta cada vez más a sectores claves, las solicitudes de los miembros de la comunidad para inversiones públicas en la planificación del presupuesto participativo pueden cambiar hacia iniciativas para hacer frente a los impactos del clima en sus intereses prioritarios, añadiendo estas preocupaciones a las cuestiones de gobernanza.

4.2.2. Educación, salud y seguridad

En el pasado, el clima extremo ha impactado directamente a la población y la infraestructura en San Pedro de Macorís. Las precipitaciones extremas han inundado viviendas y las tormentas han provocado el desplazamiento de las personas. Durante estos eventos extremos, las interacciones de la comunidad y los horarios de las actividades diarias normales, tales como la asistencia regular a la escuela, se ven perturbadas. Las precipitaciones extremas y tormentas también han dañado infraestructuras claves para el desarrollo social. La Escuela Básica Profesor Juan Bosch en el Barrio Villa Progreso II se ha inundado en el pasado, lo que altera las actividades escolares. El huracán Georges causó daños considerables a nueve escuelas en la Provincia San Pedro de Macorís, con un costo estimado en daños de RD\$ 2,789 millones (Cocco Quezada y Gutiérrez, 1999). Los fuertes vientos del huracán Georges dañaron severamente el hospital George Carl Theodore, incluyendo la destrucción total del techo y las paredes divisorias; y durante las fuertes lluvias en agosto de 2014, el Hospital Jaime Oliver Pino resultó inundado y los pacientes tuvieron que ser evacuados al segundo piso o transferidos al Hospital Regional Antonio Musa. En condiciones climáticas futuras, las tormentas pueden llegar a ser más intensas y seguir inundando y dañando edificios e interrumpiendo los servicios necesarios para el desarrollo social, incluidas escuelas, hospitales y servicios de seguridad pública. Las tormentas, el aumento del nivel del mar y de la marejada también pueden inundar las carreteras costeras y cerca de las riberas de los ríos y bloquear vías claves para que la Policía, los Bomberos o la Defensa Civil, puedan dar respuesta a emergencias.

4.2.3. Dinámica económica

En el pasado, el clima extremo ha dañado la infraestructura y los servicios esenciales para el desarrollo económico de San Pedro. Por ejemplo, las fuertes tormentas han interrumpido el servicio de electricidad, un insumo esencial para los ingenios azucareros, plantas industriales y empresas. La inundación de las carreteras puede interrumpir el transporte de los productos agrícolas, industriales y comerciales. El cambio climático puede exacerbar estos impactos, lo que resulta en un aumento de la interrupción de las

actividades económicas; daños a los insumos, la infraestructura y los bienes; y pérdidas económicas. Los actuales y futuros impactos climáticos en los sectores económicos clave se describen a continuación.

Agricultura, ganadería y pesca. La agricultura, la ganadería y la pesca dependen mucho de las condiciones climáticas. Las grandes plantaciones de caña de azúcar en los ingenios Porvenir y Santa Fe fueron inundadas cuando el Río Soco se desbordó durante una inundación en 1970. Una sequía en 1975 secó los pastos para ganadería provocando la muerte del ganado (DESINVENTAR, 2016). En 1998, el Huracán Georges devastó la principal región productora de azúcar desde La Romana a Boca Chica (Foley y Jermyn, 1995). Según los informes oficiales, el 90% de las plantaciones de caña de azúcar en el país se vieron gravemente afectadas, especialmente las de San Pedro de Macorís (FAO, 1998). Las actividades pesqueras, incluyendo la pesca costera y de mar adentro, fueron interrumpidas por varios días durante el Huracán Georges, debido a las fuertes olas en el Mar Caribe y permanecieron interrumpidas durante más de una semana después de la tormenta por las condiciones de turbidez en la zona costera, debido a los sedimentos de los ríos (Cocco Quezada y Gutiérrez, 1999). Según los pescadores de la Asociación de Pescadores de la Comunidad de El Soco, los que no tuvieron tiempo para proteger y amarrar adecuadamente las yolas y sus artes de pesca durante el huracán, perdieron todos sus activos.

El cambio climático puede afectar al sector agrícola, incluyendo la producción de caña de azúcar. Los aumentos de temperatura y una tendencia a la reducción en la media de precipitación anual pueden impactar los cultivos y disminuir la productividad, lo que afecta de manera significativa las condiciones de vida de aquellos que dependen de los ingresos y/o de los alimentos generados a través de la agricultura. El aumento del nivel del mar puede provocar la intrusión salina en los suelos agrícolas. Las altas temperaturas pueden estresar el ganado y pueden aumentar la prevalencia de plagas y enfermedades que afectan a los cultivos. También las altas temperaturas, el ascenso del nivel del mar, las mareas de tempestad, y la acidificación del océano, estresarán otras poblaciones de peces y los ecosistemas marinos que los sustentan. Los aumentos en la intensidad de las tormentas pueden dañar las embarcaciones de los pescadores, que ya carecen de equipo de seguridad. ganado y la vida marina.

Zonas francas industriales. El Huracán Georges causó daños directos al puerto y las zonas francas, especialmente las plantas industriales de producción textil (Cocco Quezada y Gutiérrez, 1999). El cambio climático puede exacerbar los impactos en la industria, afectando directamente los puestos de trabajo y la actividad económica en las zonas francas. Las plantas industriales y sus equipos pueden seguir sufriendo daños por inundaciones (particularmente las naves más cercanas a la Laguna Mallén) y fuertes vientos con tormentas más intensas en el futuro, que también pueden interrumpir las actividades operativas y las cadenas de suministro, lo que resulta en la reducción de la producción y pérdidas económicas. Las temperaturas más cálidas pueden reducir la capacidad operativa de la maquinaria y requerir más equipos de refrigeración. El transporte de mercancía desde las zonas industriales por carreteras y puerto también puede ser interrumpido si son inundados en forma temporal o permanente por las tormentas o por el aumento del nivel del mar. La temperatura más alta del agua restará eficiencia a las generadoras que cuentan con sistema de enfriamientos de agua de mar.

Actividad comercial. En el pasado, eventos de lluvia moderada han inundado parte de las calles de la zona comercial de San Pedro, obligando al cierre temporal de los negocios. Estos normalmente reabren unas horas más tarde, dependiendo de la gravedad de las inundaciones. Durante el Huracán Ike en el 2008, el Río Soco se desbordó provocando inundaciones en los barrios comerciales por cuatro días. En octubre de 2012, una vaguada con fuertes vientos derribó árboles y generó inundaciones con daños a establecimientos comerciales. El cambio climático puede seguir perturbando la actividad comercial y los medios de vida que dependen de ella. A medida que las tormentas se vuelven más intensas, las empresas pueden seguir sufriendo daños. Las inundaciones pueden dañar particularmente la infraestructura de los

comercios y limitar el trabajo de vendedores ambulantes. Además de la reducción de la actividad económica y los ingresos, las empresas pueden enfrentar mayores costos de mantenimiento y reparación.

Turismo. El cambio climático puede dañar las atracciones y obstaculizar las operaciones turísticas. El clima extremo puede deteriorar, inundar, y dañar sitios del patrimonio e instalaciones turísticas. La demanda y las operaciones de turismo también pueden verse afectados y reducidos durante los períodos de calor extremo y fuertes precipitaciones y vientos. En el malecón las atracciones y actividades pueden verse afectadas por el ascenso del mar y el oleaje de tormenta.

4.2.4. Medio ambiente y recursos naturales

Los recursos naturales en San Pedro están impactados por acciones antrópicas como la contaminación o la deforestación, incluso dentro de las Áreas Protegidas. Estos recursos pueden experimentar más impacto ante los aumentos de temperatura, los cambios en los patrones de lluvia, el ascenso del nivel del mar y las marejadas de tormenta. Los impactos a los bosques, humedales y manglares pueden alterar la composición de las especies y la biodiversidad. Las intervenciones en lagunas, humedales y manglares están reduciendo las zonas de amortiguamiento natural de inundaciones e incrementando los sitios de vulnerabilidad. El aumento del nivel del mar puede exacerbar este daño e inundar permanentemente tierras bajas, resultando en la pérdida de humedales y bosques costeros, y el avance de la salinización de los ríos. Una mayor intensidad de tormentas y la deforestación de los bosques para la agricultura y asentamientos humanos puede agravar los efectos de las inundaciones a los bienes y las personas en las zonas inundables. Los aumentos en la temperatura del océano estresarán la diversidad biológica marina y junto a la acidificación pondrá los ecosistemas marinos, en particular los arrecifes, en mayor riesgo de degradación permanente (USAID, 2013).

4.2.5. Preparación y respuesta a desastres

En el pasado, desastres como los huracanes han requerido evacuación, han dañado infraestructuras, han causado lesiones y muertes, y han provocado el desplazamiento de población. Por ejemplo, el Huracán Georges provocó el desplazamiento de los residentes de San Pedro y durante el Huracán Jeanne, miles de personas quedaron varados en los techos de sus casas después de que el Río Soco se desbordó. Durante las fuertes lluvias en agosto de 2014, 300 familias fueron evacuadas. El cambio climático aumentará la necesidad de preparación para desastres y la demanda de respuesta a los desastres. Los futuros aumentos en la intensidad de las tormentas, el aumento del nivel del mar y las marejadas pueden inundar las carreteras y bloquear la respuesta a emergencias de organismos como la Policía, los Bomberos y la Defensa Civil, por lo que estas y otras instituciones del sistema de gestión de riesgos municipal deben estar especialmente preparadas acerca del cambio climático y sus consecuencias.

4.2.6. Patrimonio histórico y cultural

El cambio climático impone nuevas amenazas para el mantenimiento y conservación del patrimonio. El aumento de la temperatura puede causar deterioro de fachadas por impacto térmico, daños en el interior de los ladrillos, piedras o cerámicas; deterioro bioquímico. El aumento de las precipitaciones puede sobrecargar tejados y canalones, penetrar en materiales tradicionales o aportar contaminantes a las superficies del edificio, mientras que las inundaciones pueden traer pérdidas catastróficas. Los cambios de humedad afectan el crecimiento de microorganismos en piedra y madera y la formación de sales degradan las superficies y favorecen la influencia de la corrosión. Los cambios en los patrones de lluvia pueden causar ciclos de humedad relativa/choque causando división, grietas, descamación y formación de polvo de materiales y superficies (Sabbioni *et al.*, 2008). Los fuertes vientos también pueden ocasionar daños estructurales, erosión y humedad con penetración en los materiales porosos. La sensibilidad de los

edificios de San Pedro radica en gran medida debido a las condiciones de construcción –tales como construcciones que se remontan al 1800, el suelo de arcilla sobre el que se construyeron, edificios con insuficientes columnas de apoyo, y edificios que no cumplen con los modernos estándares de construcción y seguridad (ASPM/FEDOMU, 2013). Todos edificios en los Barrios Pedro Justo Carrión, Hazim - Urbanización Oriental, Blanco, Lindo, Colinas 1, 2, 3 y Buenos Aires son particularmente sensibles.

4.2.7. Servicios básicos

Transporte. Las carreteras de San Pedro proporcionan acceso para todas las actividades cotidianas de la población, el movimiento de productos agrícolas, industriales, y comerciales; y la evacuación ante emergencias y respuesta a los desastres. Muchos caminos se inundan con frecuencia durante las lluvias moderadas, lo que empeora por la falta de sistemas de drenaje y alcantarillado. Las lluvias torrenciales han provocado el desbordamiento del Río Soco y han causado el aislamiento de carreteras. Durante la Tormenta Tropical Jeanne en el 2004, el desbordamiento del Río Magua destruyó el puente Montecoca que conecta a San Pedro con La Romana (ADMD, 2004). Algunas carreteras también han experimentado inundaciones costeras en el pasado. Los impactos climáticos al transporte seguirán afectando los servicios que dependen de éste. Posibles aumentos de las precipitaciones, el nivel del mar y las marejadas exacerbarán las inundaciones de las carreteras interiores y costeras, ocasionando interrupción del servicio y afectando la economía local y los servicios de emergencia, con posible necesidad de reparación o reubicación. Los aumentos de temperatura pueden deteriorar el asfalto y aumentar los costos de mantenimiento. La infraestructura portuaria puede experimentar daños por el fuerte oleaje e inundación temporal o permanente por marejadas y aumento del nivel del mar. Las interrupciones de carreteras y el puerto retrasarían el transporte de mercancías desde y hacia San Pedro, con pérdidas económicas.

Manejo de los residuos sólidos. Los aumentos proyectados en la intensidad de las tormentas agravarán las inundaciones si la disposición inadecuada de la basura sigue siendo un problema. Las inundaciones de las carreteras de San Pedro pueden limitar temporalmente el acceso para la recolección de los residuos sólidos. Los aumentos en las temperaturas pueden provocar un sobrecalentamiento de los vehículos de recolección y pueden aumentar el olor, lo que requiere de una recolección de residuos más frecuentes y una gestión más rigurosa del vertedero. Los trabajadores y la población mayor también pueden enfrentar mayores riesgos para la salud, incluido el aumento de las enfermedades infecciosas relacionadas con las plagas atraídas por los residuos orgánicos no cubiertos bajo temperaturas más cálidas. Las fuertes lluvias asociadas a las tormentas podrían causar que los residuos y lixiviados escapen del vertedero y contribuyan a la contaminación de los cursos de agua o de la cuenca subterránea.

Aguas residuales. Las tormentas más intensas en el futuro pueden agravar las inundaciones y causar daños físicos al sistema de aguas residuales. Dado que la planta de tratamiento de aguas residuales del INAPA está en la costa, puede haber un aumento del riesgo de contaminación con tormentas más intensas. Los niveles del mar más altos pueden inundar temporal o permanentemente la infraestructura

Aguas residuales y aguas pluviales. El limitado sistema de drenaje de aguas pluviales en San Pedro no es completamente funcional debido a que está obstruido con residuos sólidos, lo que contribuye a las inundaciones. Bajo las condiciones actuales de drenaje, las tormentas más intensas en el futuro pueden agravar las inundaciones y causar daños físicos a las redes de aguas pluviales. Los niveles del mar más altos pueden inundar permanentemente los desagües de aguas pluviales y rebosando los sistemas de drenaje.

Servicios de agua. Según se informa, el Río Soco nunca se ha secado durante las sequías y la disponibilidad de agua no es un problema que el municipio haya experimentado en el pasado reciente. Sin embargo, el clima extremo ha dañado la infraestructura del sistema, incluso cuando el Huracán Georges causó graves daños al acueducto de la ciudad (Cocco Quezada y Gutiérrez, 1999). Los futuros cambios en el clima

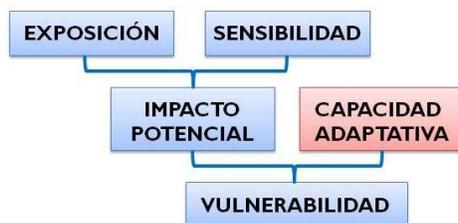
pueden afectar a la cantidad, calidad y fiabilidad de los servicios de agua. Además de los cortes de energía diarios que experimenta la planta de tratamiento de agua, las tormentas más intensas pueden contribuir a interrupciones en la electricidad y en la operación de la planta y también pueden dañar la red de distribución de agua. Los aumentos en las temperaturas pueden disminuir la calidad del agua y aumentar los requerimientos de tratamiento de agua y los costos. El suministro de agua puede reducirse en virtud de las proyecciones climáticas sobre disminuciones en la precipitación y aumentos en el número de días secos consecutivos. Ante estas proyecciones es de vital importancia asegurar el suministro adecuado de agua limpia, protegiendo el Río Soco que es una fuente vital para el municipio y la Provincia San Pedro.

Electricidad. Eventos extremos en el pasado, incluyendo los huracanes Georges y Jeanne, y un evento de fuertes lluvias en el año 2011, han causado cortes de energía y daños a la infraestructura eléctrica, tales como líneas eléctricas caídas. Estas interrupciones han interrumpido a su vez los sectores económicos, incluyendo los ingenios azucareros y otras actividades industriales y comerciales, y han interrumpido los servicios sociales, tales como el funcionamiento de las escuelas. Los aumentos en la intensidad de futuras tormentas pueden aumentar las interrupciones en el servicio eléctrico y afectar negativamente a la economía de San Pedro. Los fuertes vientos y precipitaciones asociadas con tormentas también pueden dañar la infraestructura eléctrica, lo que podría conducir a mayores costos de capital y de mantenimiento de los sistemas de energía. Las inundaciones de los sistemas de generación, transmisión o distribución también pueden conducir a daños directos y cortes de energía. Los aumentos en las temperaturas extremas pueden provocar la expansión térmica de líneas de alta tensión, lo que lleva a una caída de la línea y a una potencial interrupción del servicio. Los aumentos en las temperaturas extremas pueden aumentar la demanda de energía para acondicionadores de aire, y un posible estrés a la red.

Instalaciones deportivas. La mayor parte de las instalaciones deportivas se encuentran al aire libre y no en condiciones óptimas de mantenimiento, si bien se han techado unas seis canchas deportivas para evitar problemas con la lluvia. Parte de la infraestructura deportiva importante, como el área de estacionamiento del Estadio Tetelo Vargas y áreas del complejo deportivo se encuentran en zona de inundación. Las tormentas más intensas en el futuro pueden dejar residuos en las instalaciones al aire libre y dañar las instalaciones y campos, con mayores costos de mantenimiento y reparación. Las inundaciones, marejadas de tormenta y el aumento del nivel del mar pueden inundar las instalaciones deportivas, temporal o permanentemente, como la que se encuentra en la Playa El Faro. Estos estresores, junto a las temperaturas extremas, pueden reducir la cantidad de tiempo de actividades deportivas y recreativas al aire libre.

4.3. Capacidad de adaptación

En la Sección anterior se identificaron los impactos actuales y potenciales en los objetivos críticos de desarrollo municipal, sus sectores y servicios. Sin embargo, el potencial de daño del cambio climático puede ser minimizado mediante la reducción de la exposición y la sensibilidad, lo que se conoce como capacidad de adaptación (Cuadro 5). La capacidad de adaptación de los individuos, las familias y las instituciones varía en función de su acceso a la información, a las propiedades o a los recursos, de las habilidades y la capacidad de evaluar las cuestiones climáticas y de tomar decisiones informadas.



Cuadro 5. Componentes de la vulnerabilidad: la capacidad adaptativa.

El Plan de Desarrollo Municipal de San Pedro 2013-2016 (ASPM/FEDOMU, 2013) establece las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que enfrenta el municipio. Algunas de estas fortalezas referidas a recursos materiales e institucionales y funcionamiento del Ayuntamiento, que incrementan la capacidad de adaptación, incluyen:

- Se cuenta con 105 refugios con capacidad para 19,070 personas a nivel provincial.
- Se cuenta con un Plan de Emergencia y Mitigación de Riesgos de Desastres Naturales
- El Cuerpo de bomberos es uno de los primeros del país y cuenta con personal entrenado para dar respuesta a situaciones de emergencias, en situaciones de incendios y rescate urbano.
- La Defensa Civil ésta preparada para ejecutar todas las funciones de emergencia dirigidas a resguardar la vida y propiedad de los munícipes y está entrenado para dar respuesta inmediata a inundaciones, terremotos y cualquier situación adversa que se presente en el municipio.
- El Consejo Municipal ha estado mejorando la capacidad administrativa y existe una buena y eficaz comunicación, cooperación y coordinación entre sus departamentos.
- Varios departamentos del Ayuntamiento están equipados con tecnología moderna.
- Existe una buena coordinación entre la alcaldía y las instancias gubernamentales en el municipio.

Por otra parte, según también señala el Plan de Desarrollo Municipal la inexistencia de una política para la formación y educación del personal municipal, la falta de equipamiento o espacios de trabajo de los Departamentos de Registro de la Propiedad Tránsito y Transporte, Registro de Propiedad, Relaciones Públicas, Información pública y Consultoría Jurídica son aspectos internos del Ayuntamiento que junto al deficiente suministro de energía eléctrica o la falta de cumplimiento de las leyes nacionales y municipales se convierten en serias debilidades que minan la capacidad de adaptación del municipio. En el terreno ambiental la falta de control y de aplicación de las normas de gestión ambiental en el vertedero, de plantas de tratamiento de aguas residuales, así como de higiene y control ambiental en instalaciones públicas, que señala la Universidad Central del Este en su diagnóstico ambiental (Santana, 2014) general impactos no climáticos que, en sinergia con los factores climáticos, limitan la capacidad adaptativa del municipio.

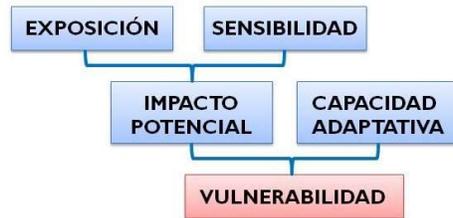
También existen algunas oportunidades externas que pueden ayudar al logro de los objetivos municipales como son: la apertura de las instituciones a firmar acuerdos inter-institucionales. La posibilidad de acuerdos de cooperación y financiamiento con ONGs que trabajan en diversos temas nacionales e internacionales y la posibilidad de colaboración con la asociación de comerciantes para la limpieza y la organización del mercado o con la Fundación Brugal para reforestación de manglares (Brugal Foundation, 2012). Se cuenta además con actores prominentes de la sociedad civil que incluyen: la Unión de Juntas de Vecinos, la Cámara de Comercio, la Universidad Central del Este, la Universidad Autónoma de Santo Domingo, el Complejo San Pedro de Macorís, y las asociaciones profesionales.

Muchos de los proyectos y actividades planteados en el Plan Municipal de Desarrollo, que deben retomarse en el que ahora se elabora, contribuirán a la capacidad de adaptación de San Pedro de Macorís. Estos incluyen la construcción de la capacidad institucional de la comunidad a través de la formación y las inversiones en educación, el aumento del acceso a los recursos financieros a través de una mejor recaudación de impuestos, la mejora de los servicios municipales a través de nuevas inversiones, una mejor preparación y respuesta a los desastres, y el aumento de la participación ciudadana en la planificación municipal y la incorporación del cambio climático en la planificación y ejecución de estas actividades.

De particular relevancia para la capacidad adaptativa del municipio es la recién promulgada Resolución Municipal 21-2016 que considera la necesidad de sensibilizar los munícipes en temas relacionados al ordenamiento territorial, adaptación al cambio climático y gestión de riesgo e incrementar la resiliencia del municipio frente al cambio climático concediéndole prioridad a la formulación e implementación de un Plan Municipal de Ordenamiento Territorial (PMOT).

4.4. Panorama general de las vulnerabilidades

Para un mejor entendimiento de las vulnerabilidades climáticas del municipio San Pedro, se pueden evaluar conjuntamente la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación (Cuadro 6). Además, se pueden incorporar los resultados de evaluaciones previas pues la provincia y el municipio San Pedro de Macorís han sido objeto de atención a diferentes escalas en cuanto a su vulnerabilidad ante amenazas climáticas.



Cuadro 6. La vulnerabilidad climática.

Aquí se incluyen el VI Plan DIPECHO para el Caribe que ofrece un acercamiento a la vulnerabilidad provincial (Gómez y Ramírez, 2009) y posteriormente el estudio de SGN (2010) que ofrece un mayor acercamiento al territorio considerando varias amenazas (inundaciones y eventos extremos) y analizando la exposición, peligrosidad y vulnerabilidad para unos 30 parajes del municipio. Esta evaluación, que tiene un carácter muy general, consideró varios indicadores (frecuencia, recurrencia y severidad del evento, población, vivienda, bienes del hogar, vías de comunicación, actividad productiva, cobertura del suelo y salud) y sus resultados señalan como zonas de mayor riesgo global a los Parajes ubicados en la mancha urbana además de los Bateyes Alemán y Olivares (Figura 13), información que fue precisada a nivel de Sectores y Barrios para la presente evaluación con visitas de campo junto al Ayuntamiento y la Defensa Civil; talleres participativos con el equipo técnico del Ayuntamiento (Apéndice I) y aplicación de herramientas de Sistema de Información Geográfica (Figura 14).

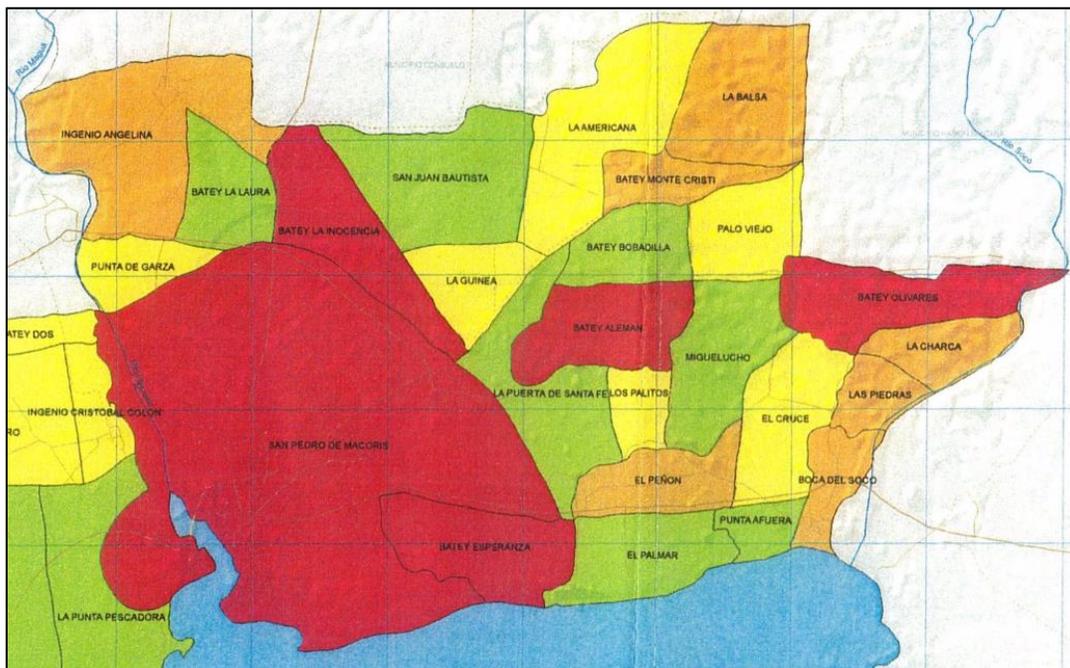


Figura 13. Mapa de Riesgos del municipio San Pedro. El color rojo indica un riesgo muy alto. Fuente: SGN (2010).

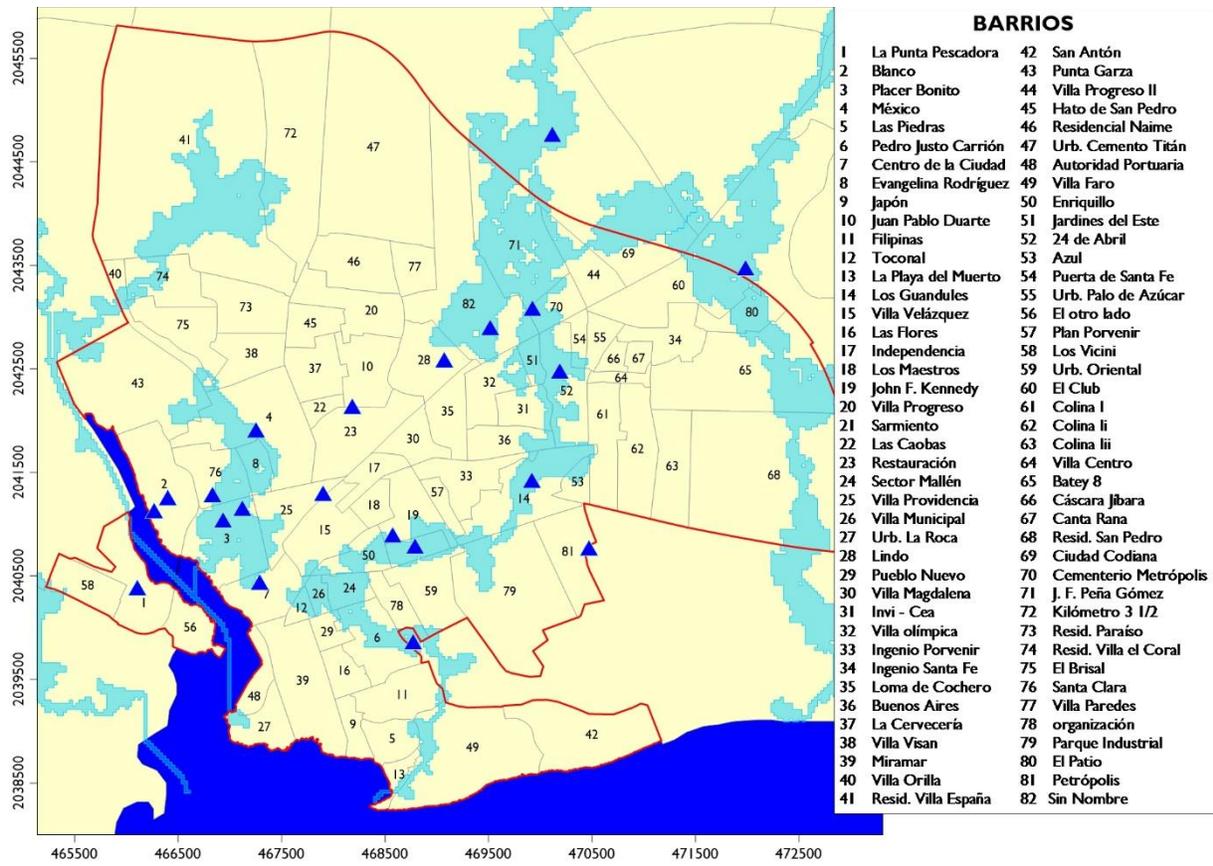


Figura 14. Situación de los barrios de la ciudad de San Pedro en el contexto del área de inundabilidad (sombreado azul claro). Los triángulos azules indican algunos sitios críticos de inundación actual

San Pedro es particularmente vulnerable a las inundaciones costeras y tierra adentro. El crecimiento y la poca planificación han contribuido a la vulnerabilidad en las cuencas de los ríos Higuamo y Soco, y en la zona costera. La falta de drenaje contribuye a las inundaciones. Con el crecimiento del área urbana, más personas y empresas se están moviendo en áreas con potencial de inundación. Este crecimiento desordenado se ha producido sobre todo en forma de asentamientos informales con habitantes que viven en condiciones de pobreza a lo largo del Río Higuamo y la costa. Por otra parte, la deforestación y la tala de manglares han acompañado al aumento de la población, lo que reduce el control natural de las aguas pluviales y la protección de las mareas de tormenta. Los graves impactos de inundación, junto a la reducción de la capacidad de recuperación, indican que estas zonas son al presente altamente vulnerables.

San Pedro de Macorís puede llegar a ser aún más vulnerable a las inundaciones con la intensificación de los eventos extremos de cara a las condiciones climáticas futuras. Los daños ocasionados por las inundaciones costeras en el pasado se han concentrado principalmente en la franja costera del municipio, que incluye los Barrios de Playa del Muerto, Villa Faro y San Antón. En este último sector, en particular, las malas condiciones de las viviendas y la proximidad a la planta de tratamiento de aguas residuales añaden un elemento de vulnerabilidad. Los aumentos proyectados en el ascenso del nivel del mar y de las marejadas de tormentas aumentarán la vulnerabilidad a las inundaciones costeras. Una situación de la cual hay que extraer experiencias para el futuro es la ubicación de asentamientos humanos en sitios donde las construcciones han exacerbado la vulnerabilidad a inundaciones fluviales. Por ejemplo:

- En 1990, con la construcción de la Planta Mitsubishi, surge como reasentamiento el actual Barrio Los Cangrejitos, al Oeste de la zona de manglares que son parte de la zona de amortiguamiento del Refugio de Vida Silvestre Río Higuamo y al Norte de la Laguna Marota, creándose así una nueva zona de alto riesgo por encontrarse en la planicie de inundación de dos cuerpos de agua y de alta vulnerabilidad por las condiciones de pobreza de sus habitantes.
- Los Barrios Blanco y Cantalarrana se encuentran en la orilla Este del Río Higuamo en zona de manglares desbrozados por lo que es normal que se inunden con las crecidas del río. En este último el muro perimetral de la Fábrica Cesar Iglesias, de unos 450 m de longitud, bordea el barrio por el Norte convirtiéndose en un dique durante las inundaciones.
- En 1993 se crea el Barrio Pedro Justo Carrión, en la misma zona de amortiguamiento del Refugio de Vida Silvestre Laguna Mallen, una zona boscosa y pantanosa, sujeta a inundaciones periódicas, acrecentadas ahora por la transformación del territorio, particularmente el bloqueo del llamado canal del Sur. El Barrio Hazim, que colinda con éste por el Norte, también fue construido sobre humedales por lo que igualmente se encuentra entre las zonas de riesgo.
- La construcción de la Autovía del E y la Carretera San Pedro-Ramón Santana acrecentó los problemas de inundación en la parte alta del municipio. En algunas partes la autovía funciona como un dique que retiene las aguas, que drenan a través de alcantarillas inundando zonas de bateyes con comunidades de inmigrantes muy pobres, que se incomunican durante las inundaciones.

Los medios de vida y los servicios municipales de los que depende la población son vulnerables a una serie de factores de estrés climático. El clima ha afectado a los sectores económicos en el pasado y puede continuar en las condiciones cambiantes del futuro. Los recursos naturales que apoyan la agricultura, la pesca y la ganadería son particularmente sensibles a las altas temperaturas, a los cambios en los patrones de lluvia y a los fenómenos extremos. Las plantas industriales y las empresas pueden seguir experimentando daños físicos e interrupciones debido a eventos extremos. Los servicios de infraestructura, como carreteras, agua y electricidad continuarán experimentando interrupciones provocadas por las inundaciones y los fenómenos extremos y requerirá un mayor mantenimiento. La infraestructura construida, incluyendo sitios del patrimonio cultural e instalaciones deportivas, ha sido dañada en el pasado y es vulnerable al aumento de temperatura y a la intensidad de las tormentas.

La comunidad en su totalidad es susceptible al aumento de los riesgos de salud y seguridad resultantes de los impactos del cambio climático, con núcleos de pobreza de mayor vulnerabilidad social a los factores de estrés climático en San Pedro. Las condiciones de pobreza de los habitantes de los asentamientos informales a lo largo del Río Higuamo y la costa agravan la situación de vulnerabilidad ante inundaciones. Los bateyes compuestos por comunidades deprimidas de inmigrantes reciben poca comunicación sobre las inundaciones y sus medios de vida dependen de la agricultura, que es sensible a los cambios climáticos. El porcentaje de personas con discapacidad en la Provincia San Pedro de Macorís es de 8.37%, superior a la media nacional del 7.5% (ONE, 2016). Las poblaciones con menos medios financieros, físicos y sociales para recuperarse de los efectos de los cambios climáticos enfrentan mayor vulnerabilidad. La Figura 15 ofrece un resumen de zonas vulnerables.

5. APLICACIÓN EN EL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

El cambio climático añade una nueva dimensión a los planes, estrategias y proyectos de ordenamiento territorial. Si el cambio climático no se considera, puede originar, con el tiempo, la degradación de los recursos fundamentales, la infraestructura y los beneficios del desarrollo. La presente evaluación da un primer paso en la identificación de la vulnerabilidad climática de los objetivos municipales, incluyendo la ubicación de los bienes y las poblaciones expuestas que apuntan a los aspectos críticos de riesgo que deben tomar en consideración los planificadores del ordenamiento territorial.

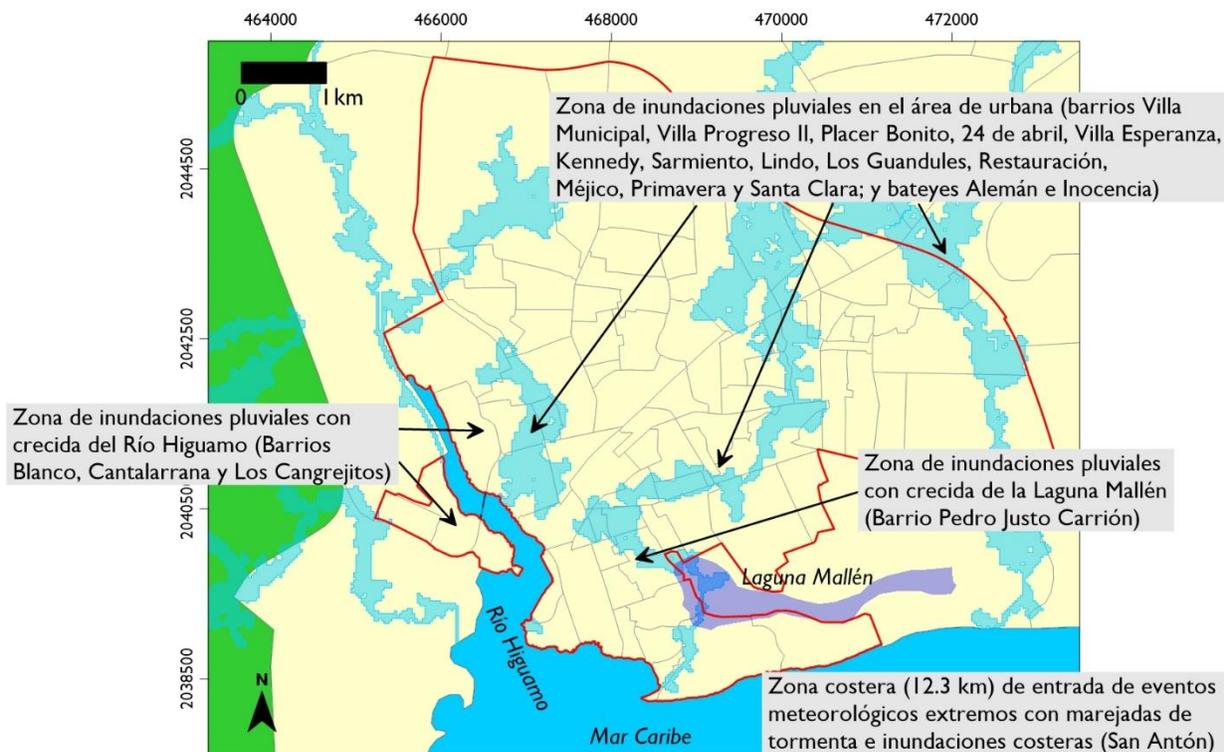


Figura 15. Resumen de algunas zonas de vulnerabilidad climática en la Ciudad de San Pedro de Macorís.

También, puede aportar información para la planificación del ordenamiento territorial de San Pedro, ayudando a la municipalidad a evaluar el grado en que los bienes municipales y las personas son susceptibles a y/o incapaces de hacer frente a los impactos de la variabilidad y el cambio climáticos. Los resultados aquí expuestos pueden ser utilizados para responder preguntas, tales como:

- ¿Qué áreas se encuentran en mayor riesgo? ¿Qué ubicaciones geográficas son más vulnerables a los aumentos del nivel del mar o las mareas de tormenta?
- ¿Cuáles actividades sociales y económicas están en riesgo debido a su ubicación? ¿Qué tan vulnerable es la red principal de carreteras a eventos de inundaciones severas?
- ¿Cuántas personas en San Pedro son afectadas actualmente por los desastres relacionados con el clima? ¿Cuántas más se verán afectadas en el futuro sin un cambio en el ordenamiento territorial?
- ¿Qué elementos de las infraestructuras y servicios de infraestructura están en riesgo? ¿Qué tan vulnerable es el suministro de agua del municipio a la sequía intensa o sostenida?

La evaluación también está destinada a servir como un recurso durante la aplicación de la Herramienta de vulnerabilidad climática para la planificación del ordenamiento territorial de la Dirección General de Ordenamiento y Desarrollo Territorial, que es parte de la caja de herramientas de la Guía metodológica para la formulación del Plan de Ordenamiento Territorial (DGODT, 2016). Esta herramienta climática apoya el proceso de integración del cambio climático en el ordenamiento territorial municipal, incluyendo la identificación de las áreas que necesitan conocimientos técnicos, la información sobre el clima, las vulnerabilidades climáticas, y las medidas de adaptación al clima. La información sobre la vulnerabilidad climática se integra directamente al diagnóstico y análisis de la planificación del ordenamiento territorial mediante un proceso que implica el levantamiento de datos, consultas con los interesados y el análisis del municipio. El análisis territorial proporciona información útil para llevar a cabo la evaluación de la vulnerabilidad, incluyendo la identificación de los objetivos fundamentales de un municipio, los sectores

económicos importantes, los servicios, los factores de estrés no climáticos, y la población. Esta evaluación da un primer paso en la caracterización de las vulnerabilidades actuales y futuras de las prioridades de desarrollo del municipio que pueden incorporarse en las decisiones de planificación del ordenamiento territorial y en el desarrollo de políticas. Sobre la base de estas informaciones, el municipio puede considerar, por ejemplo:

- ¿Cómo se incorporan los riesgos climáticos actuales en la planificación para el ordenamiento territorial y la zonificación? ¿Son estas zonas bien respetadas?
- ¿Cuáles son las implicaciones del cambio climático en el ordenamiento territorial y la zonificación? ¿Se arriesgan recursos importantes, instalaciones y servicios? ¿Podrían verse comprometidos importantes objetivos de desarrollo? ¿Cómo podría el cambio climático afectar la eficiencia física, económica y social, la salud y el bienestar municipal?
- ¿Cómo puede el ordenamiento territorial abordar mejor las necesidades de las poblaciones vulnerables actuales y futuras?

Un ordenamiento territorial eficaz puede eliminar cualquier daño a los recursos sensibles, a la infraestructura y a las personas. Esto se puede hacer en una variedad de maneras, tanto para restringir como para desalentar urbanizaciones en áreas en riesgo a las condiciones climáticas actuales y futuras. Los incentivos y desincentivos económicos (cargos o impuestos) pueden usarse para redirigir urbanizaciones y asentamientos de estas áreas. Las leyes o regulaciones pueden restringir o limitar su actividad para reducir los peligros a la población y la economía. Con una planificación efectiva, todavía se puede hacer uso de las zonas de riesgo con una meta más apropiada de ordenamiento territorial. Las instalaciones recreativas como áreas de béisbol, por ejemplo, se pueden colocar en estas áreas, ya que no son esenciales para la salud y los medios de vida, y una inundación ocasional puede no dañarlas.

La planificación territorial eficaz puede ser difícil de diseñar y de poner en práctica y los patrones de desarrollo son difíciles de cambiar, especialmente una vez establecidos. Sin embargo, enfrentar los riesgos directamente pagará dividendos en el largo plazo, sobre todo en un clima cambiante. Cada día en que se evita la pérdida de vidas, cada día en que el turismo es apoyado por servicios funcionales, y cada día en que los activos continúan proporcionando servicios durante y después de los eventos extremos mejorarán los beneficios y el bienestar de los ciudadanos de San Pedro de Macorís. La integración del cambio climático en la planificación del ordenamiento territorial insumos y coordinación con las distintas partes interesadas, incluyendo al CEA, que mantiene en privado la mayor parte de las tierras de San Pedro.

6. RECOMENDACIONES PARA LOS SIGUIENTES PASOS

Este informe tiene por objeto proveer insumos a un proceso participativo que involucra a una amplia gama de actores municipales, para considerar: a) los objetivos de desarrollo municipal y cómo estos pueden ser vulnerables al clima actual y futuro y b) cómo pueden considerarse estas vulnerabilidades en los procesos de planificación del ordenamiento territorial para mejorar la resiliencia, ahora y en el futuro. La consecución de estos objetivos requerirá de la actualización, completamiento y fortalecimiento de esta evaluación a través de una validación directa, identificación y realización de un análisis más profundo de las vulnerabilidades críticas donde sea necesario, búsqueda de nuevos elementos de vulnerabilidad y fundamentalmente la garantía de que la información sobre el cambio climático será incluida en el proceso de planificación del ordenamiento territorial. Aquí se ofrecen algunas recomendaciones para facilitar el cumplimiento del objetivo de mejorar la adaptación de San Pedro al cambio climático.

Fortalecer, refinar y apropiarse de esta evaluación preliminar de la vulnerabilidad. Esta evaluación es un punto de partida para que el municipio pueda explorar cómo los efectos del clima, los impactos no-climáticos, y la capacidad de adaptación contribuyen a la vulnerabilidad actual de sus objetivos de desarrollo, y, además,

cómo el cambio climático puede exacerbar estas vulnerabilidades. Las vulnerabilidades climáticas incluyen impactos de inundaciones, particularmente en los asentamientos de las Circunscripciones 2 y 3 y probable escasez de agua. El municipio se basará en el conocimiento de los actores claves para aportar sus propias experiencias y discutir y complementar los resultados de la evaluación de las prioridades municipales existentes, los impactos climáticos y no-climáticos y la capacidad de adaptación que contribuyen a (o disminuyen) su vulnerabilidad. El análisis y perfeccionamiento de esta evaluación por los planificadores y actores municipales ayudará a tomar decisiones acerca de si las medidas de adaptación deben centrarse en la reducción de la exposición, la sensibilidad, y/o en el aumento de la capacidad de adaptación.

Tomar medidas para enfrentar los riesgos climáticos actuales. El Ayuntamiento ya está tomando medidas para responder al cambio climático. Esta evaluación será útil para identificar y priorizar las medidas de adaptación, el siguiente paso en el Programa de Planificación para la Adaptación Climática. La exploración de los componentes individuales de la vulnerabilidad también ayudará a los planificadores a determinar qué políticas, regulaciones, inversiones en infraestructura física, enfoques basados en ecosistemas, u otros tipos de acciones pueden ser más eficaces para hacer frente a una vulnerabilidad en particular.

Fortalecer la capacidad municipal para la integración directa de los resultados de la evaluación y adaptación a la vulnerabilidad climática en la planificación del ordenamiento territorial municipal. Los planificadores y los actores municipales de San Pedro emprenderán esfuerzos para integrar el cambio climático en la planificación del ordenamiento territorial. Los recursos se encuentran actualmente en acciones que ayudarán al municipio en la integración del cambio climático en la planificación del ordenamiento territorial, incluyendo orientación, capacitación, herramientas y documentos y otros que se pondrán en marcha como parte de los programas climáticos de USAID, así como de otras fuentes. Mientras tanto, muchas de las actividades de reducción de riesgo de desastres también ofrecen una oportunidad para transformar e incrementar la capacidad de adaptación y, en última instancia, para reducir la vulnerabilidad municipal si se toman en consideración los cambios climáticos en la planificación y ejecución de estas actividades.

Seguimiento a la información sobre el clima, los impactos y las vulnerabilidades. Dar seguimiento a la información sobre el clima, los impactos en las prioridades estratégicas municipales y la población, es importante para la gestión adaptativa, especialmente si el clima y el uso de la tierra van a cambiar. Una forma de construir capacidades para dar seguimiento a la información climática y mejorar la comprensión de los impactos relacionados es mejorar la coordinación y colaboración entre las agencias del gobierno central y el Ayuntamiento. Este informe se enfoca en la identificación de las vulnerabilidades climáticas de los objetivos fundamentales de desarrollo, un primer paso importante en la mejora de la capacidad de resiliencia municipal. Además, sienta las bases para el siguiente paso en el Programa de Planificación para la Adaptación Climática que ayudará a los municipios a identificar y priorizar las medidas de adaptación.

7. REFERENCIAS

- ADMD (2004). Asociación Dominicana de Mitigación de Desastres Reporte Post-Huracán Jeanne. Daños identificados en las comunidades de San Pedro de Macorís, 12 pp.
- ASPM (2016). Ayuntamiento de San Pedro de Macorís. Sitio Web: <http://www.ayuntamientoserie23.org/>
- 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.
- Barrett, W. J. (2011). Marine and stream terraces of the southeast coastal plain of the Dominican Republic, Cornell University, 32 pp.
- 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.
- Brugal Foundation (2012). Edrington Looking Forward, Annual Report & Financial Statements 2012.
- 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.

- Climate Wizard (2016). Climate Wizard. Sitio Web: <http://climatewizard.ciat.cgiar.org/outputs/SanPedroData/>
- Cocco Quezada, A. y Gutiérrez G. (1999). Huracán Georges en República Dominicana: Impacto y lecciones aprendidas, Centro de información sobre desastres y salud, 59 pp.
- DESINVENTAR (2016). Sistema de inventario de efectos de desastres. Sitio Web: <http://www.desinventar.org/es/>
- FAO (1998). El Huracán Georges causa daños a las cosechas en amplias zonas de los países del Caribe. Sistema mundial de información y alerta sobre la alimentación y la agricultura. Alerta Especial N° 286: octubre 13, 1998.
- Foley, E. y L. Jermyn (1995). Cultures of the world: Dominican Republic. Marshall Cavendish Benchmark, 122 pp.
- GFDL (2015). Global Warming and Hurricanes. Geophysical Fluid Dynamics Laboratory/NOAA. Sitio Web: <http://www.gfdl.noaa.gov/global-warming-and-hurricanes>
- Gómez, T. N. y P. S. Ramírez (2009). Análisis de riesgos de desastre y vulnerabilidades en República Dominicana. Documento Plan DIPECHO VI para el Caribe, Comisión Europea, 111 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. En: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC (2014). Impacts, Adaptation and Vulnerability - Summary for Policymakers. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change World Meteorological Organization. Geneva, Switzerland, 34 pp.
- JICA/ONAMET (2004). Agencia de Cooperación Internacional de Japón y Oficina Nacional de Meteorología. Atlas Climático de República Dominicana.
- Karnauskas, M. (2014). Local Impacts of Global Climate: Case studies from the US Southeast and Caribbean region. NOAA Fisheries Service, 72 pp.
- Ministerio Ambiente (2016). Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en el Sitio Web: <http://www.ambiente.gob.do/>
- Ministerio Ambiente (2011). Resumen Ejecutivo del proyecto de restauración y manejo integrado de la Cuenca alta de los ríos Higuamo, Soco y Duey, 12 pp.
- Liburd M. C. (2010). Estudio de calidad de agua del Rio Higuamo, San Pedro de Macorís, 78 pp.
- 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>
- MPyD (2014). Atlas de la Pobreza 2010 San Pedro. Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo, Unidad Asesora de Análisis Económico y Social, 117 pp.
- NOAA (2015). NOAA Coastal Services Center, Historical Hurricane Track, National Oceanic y Atmospheric Administration. Disponible en: <http://hurricane.csc.noaa.gov/hurricanes/>.
- NCAR (2016). The Climate Data Guide: Standardized Precipitation Index (SPI). National Center for Atmospheric Research. Disponible en: <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/standardized-precipitation-index-spi>.
- ONAMET (2016). Oficina Nacional de Meteorología. Sitio Web: <http://www.onamet.gov.do/>.
- Pielke, R. A., J. Rubiera, C. Landsea, M. L. Fernández y R. Klein. (2003). Hurricane vulnerability in Latin America and the Caribbean: Normalized damage and loss potentials, Natural Hazards Review, 4(3): 101–114.
- ReefBase (2016). A comprehensive information system on coral reefs. Disponible en: <http://www.reefbase.org/>.
- Santana, E. A. (2014). Diagnóstico medioambiental del área urbana del municipio San Pedro de Macorís, 2012. UCE Ciencia. Revista de Postgrado. Vol. 2(2): 14 pp.
- SGN (2010). Desarrollo de mapa de riesgo del municipio San Pedro de Macorís. 65 pp Geological Survey. Servicio Geológico Nacional.
- Stanford Report (2011). Sugarcane changes the temperature of local climate. Disponible en el Sitio Web: <http://news.stanford.edu/news/2011/april/sugarcane-climate-change-042211.html>.
- USAID (2013). Dominican Republic Climate Change vulnerability assessment report. African and Latin American Resilience to Climate Change Project (ARCC).
- USAID (2014). Climate-resilient development: a framework for understanding and addressing climate change, 40 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. Datos de sectores y barrios vulnerables en el municipio San Pedro de Macorís. Fuente: Equipo Técnico.

No.	Barrio y/o Sector	UTM E	UTM N	Ubicación, tipo, situación, probables causas de inundación e impactos
1	Barrio Pedro Justo Carrión	468638	2039600	SE de la ciudad al lado del Refugio de Vida Silvestre Laguna Mallen. Fundado en la zona de amortiguamiento una zona pantanosa, donde las lluvias corren de la parte alta de la ciudad hasta llegar a donde funcionaba el canal sur al Mar Caribe. Por la construcción de viviendas este canal ha desaparecido lo que causa que con las lluvias se produzcan inundaciones, situación que se agrava ante eventos extremos pues el fuerte oleaje añade agua por la costa
2	Barrio Villa Municipal	467290	2040443	Parte S central de la ciudad. Abarca El Toconal, parte de Miramar y Pueblo Nuevo. Esta zona se inunda pues: a) está en parte baja de la ciudad y las aguas de la parte alta se desplazan hacia allí, b) parte del sistema de desagüe pluvial no funciona al ser constantemente obstruido por los residuos sólidos, y c) falta de un adecuado mantenimiento de parte de las autoridades.
3	Barrio Villa Progreso II	469923	2043084	Antes José Francisco Peña Gómez. Detrás del cementerio, más áreas del Barrio La Belleza Pluvial. Escorrentía de las aguas que se desplazan de los bateyes del NE de la ciudad. La Escuela Básica Profesor Juan Bosch se inunda. La iglesia sirve de refugio. Pared de cemento
4	Barrio Placer Bonito	466937	2041044	Áreas de Los Carniceros, El Retiro, El Silencio y Aurora Estos sectores se inundan con gran facilidad, cuando se producen lluvias en nuestra zona. Pero sus viviendas son de buenas condiciones, por lo que regularmente en dichos sectores no se producen evacuaciones.
5	Barrio 24 de Abril	470189	2042479	Detrás del Coliseo Gallístico San Pedro. Este barrio se inunda debido a las corrientes de las aguas que se desplazan de los bateyes ubicados en la parte NE de la ciudad y la presencia de la Cañada La Rejoja. En este sector murieron unas 12 personas debido a una crecida
6	Batey Alemán	471982	2043477	E de la Autovía del E entre las Carreteras a Ramón Santana y Sección El Soco. Este sector Haití Chiquito es un área habitada por haitianos y el 90% de sus viviendas son de hojas de latas y madera con pisos de tierra, es un área totalmente inundable
7	Villa Esperanza	470472	2040771	Parte S de la carretera hacia el Soco km. 2 frente del cuartel de bomberos. Área de Cristo Rey y Barrio Bienvenido. La mayoría de sus viviendas son de mala calidad, se inunda con facilidad y no cuenta con servicios básicos.
8	Barrio Blanco	466268	2041130	Parte oriental del Río Higuamo al NO de la ciudad y detrás del Cementerio Municipal El Tamarindo. Este sector es uno de los más viejos de la ciudad, debido a su posición, podría ser inundado por crecida del río, como le sucedió el 2011.
9	Área de Los Cangrejitos	466108	2040387	Punta Pescadora, O de la ciudad, ribera occidental del Río Higuamo. Producto del reasentamiento de la Planta Mitsubishi en 1990 y ampliado hacia los manglares del Refugio de Vida Silvestre Río Higuamo. La mala calidad de las viviendas incrementa el riesgo
10	Sector La Batea	468088	2041427	Predios del Estadio Tétélo Vargas. El Sector La Batea y la Curva del campo de béisbol se inundan. Las aguas corren desde los sectores Restauración, Loma del Cochero y Villa Magdalena y mueren en la Calle Francisco Alberto Caamaño y el campo de béisbol, inundando. Las personas y sus viviendas se han "adaptado" por lo que históricamente no hay evacuación.
11	Barrio Restauración	468182	2042137	N del Estadio Tétélo Vargas y en la frontera de los Sectores Restauración, Las Caobas y Barrio Lindo. Este Sector de Callejón de Ortiz es habitado por personas de medianos y bajos ingresos. Debido a problemas de desagüe pluvial después que fueron asfaltados los sectores de la parte alta que le quedan al N, este sector se inunda completamente.
12	Barrio Méjico	467253	2041912	O del Barrio México, próximo a la calle Maximiliano Gómez, antigua General Cabral. Esta zona se inunda con gran facilidad, debido a un serio problema de drenaje pluvial, el cual no permite las corridas de las aguas que vienen desde la parte alta del barrio y la zona de Punta de Garza. Está habitado por personas de mediano y bajo ingresos, por lo que en el mismo tenemos vivienda de muy mala calidad. Incluye parte de Villa Méjico al Oeste a donde llega el agua.
13	Batey Inocencia	470117	2044767	NE de la Autovía del E en el tramo cruce Carretera Ramón Santana - cruce Carretera municipio Consuelo. Se inunda y se incomunica pues las aguas van de la parte alta a la baja, se represan en la Autovía y la Carretera, y drenan a través de alcantarillas construidas bajo la vía. Comunidad muy deprimida, con 70% de inmigrantes. Se incomunica durante las inundaciones
14	Barrio Kennedy	468576	2040900	Primer barrio construido después de la caída de Trujillo. Serios problemas de drenaje. El muro de la UCE actúa como un dique (Sitio de huecos)
15	Barrio Sarmiento	468793	2040790	Colindante con el Barrio Kennedy, incluye parte de la UCE
16	Barrio Lindo	469071	2042591	Colindante con Villa progreso II y la Urbanización Marina
17	Urbanización Marina	469516	2042900	Nueva urbanización con lotes, construcciones y una propuesta de hotel, todo en zona inundable
18	Barrio Los Guandules	469921	2041424	Incluye el Barrio Villa Cesarina
19	Barrio Primavera	467118	2041157	Sector Placer Bonito. Urbanización de 4 o 5 calles en el Sector Placer Bonito que se comporta como una hondonada
20	Barrio Santa Clara	466835	2041289	Al Noreste de Placer Bonito, Drenaje deficiente. La pared de la planta UERS actúa como un dique y cuando se inunda la sacan con motobomba para el barrio. Circunvalación
21	Barrio Cantalarrana	466398	2041256	Al E del Río Higuamo y la pared de la Fábrica Cesar Iglesias. La pared funciona como un dique que conduce las aguas. Sector de bajos ingresos.