



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

ICMA



Plan de medidas de adaptación del municipio San Pedro de Macorís en el marco de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial



FEDOMU
FEDERACIÓN DOMINICANA DE MUNICIPIOS



Plan de medidas de adaptación del municipio San Pedro de Macorís en el marco de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial

EQUIPO DE TRABAJO

Por ICMA

Indhira De Jesús, Alejandro Herrera Moreno, Erick Dorrejo, Andrea Vogel, Andrés Cepeda

Por FEDOMU

José Antonio Chevalier, Beatriz Alcántara, Yamilkis Flores,

Por ICF

Michael Savonis, Molly Hellmuth, Joanne Potter, Angela Wong, Tara Hamilton

Por el Ayuntamiento de San Pedro de Macorís

Ramón Antonio Echavarría, Danilo Miñoso, Domingo Gelabert, Francesco Gravina, Jesús Batista, Johanna Santana, Moisés Vizcaíno, Richard Miller, Nelly Altagracia de Píler, Cándido Pichardo, Indhira Ortiz, Eugenio Encarnación, Domingo Ramirez, Rafael Amiama

Referencia: ICMA/ICF/FEDOMU/ASPM (2017). Plan de medidas de adaptación del municipio San Pedro de Macorís en el marco de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial. 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), San Pedro de Macorís, República Dominicana, 23 pp.

Agosto 2017

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.

ABREVIATURAS Y ACRONIMOS

AP. Áreas Protegidas.
ASPM. Ayuntamiento de San Pedro de Macorís
CH. Coalición Higuamo
CODIA. Colegio de Ingenieros
CP. Consejo de Desarrollo de San Pedro de Macorís
CPPMR. Comité Provincial de Prevención y Mitigación de Riesgos
CPSPM. Comité de playa de San Pedro de Macorís
DGODT. Dirección General de Ordenamiento Territorial
ECORED. Red Nacional de Apoyo Empresarial a la Protección Ambiental
EDESUR. Empresa Distribuidora de Electricidad del Sur
FB. Fundación Brugal
GC. Gobierno Central
INAPA. Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados
INDHRI. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos
IP. Instituciones públicas
JBN. Jardín Botánico Nacional
MIC. Ministerio de Cultura
MINERD. Ministerio de Educación
MISPAS. Ministerio de Salud y Asistencia Social
MITUR. Ministerio de Turismo
MMA. Ministerio de Medio Ambiente
MV. Macorís Verde
P. Programas y proyectos
PLM. Patronato Laguna Mallén
POSC. Población y organizaciones de la sociedad civil
R. Regulaciones
RVS. Refugio de Vida Silvestre.
SIND. Sector Industrial
SP. Sector privado
T. Tiempo de implementación: Corto (C) Mediano (M) y Largo plazo (L).
UCE. Universidad Central del Este.
Z. Zonación
ZNU. Zona no urbanizable

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN

2. PRINCIPALES IMPACTOS Y VULNERABILIDADES CLIMÁTICAS

2.1. Incremento de temperatura y olas de calor

2.2. Eventos meteorológicos extremos con precipitaciones intensas e inundaciones

2.3. Reducción de las precipitaciones y sequía

2.4. Ascenso del nivel del mar con mayor oleaje de tormenta e inundaciones costeras

3. ESTRATEGIAS Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

4. CRITERIOS DE IMPLEMENTACIÓN

4.1. Creación de un equipo técnico

4.2. Tiempo de implementación

4.3. Gestión adaptativa

5. REFERENCIAS

I. INTRODUCCIÓN

El municipio San Pedro de Macorís es reconocido por su rico patrimonio histórico y cultural y su tradición como cuna de grandes deportistas. Al mismo tiempo, el municipio, particularmente en su centro urbano, es muy vulnerable a la variabilidad climática actual y futura, con un impacto significativo en sus recursos naturales y la infraestructura. La variabilidad climática continuara impactando de manera significativa los recursos, servicios y sectores atentando contra el alcance de los objetivos de desarrollo del municipios que se centran en torno a la gestión fiscal y gobernanza participativa, educación, salud y seguridad, agricultura, ganadería, pesca, zonas francas industriales, actividad comercial, turismo, medio ambiente y recursos naturales, patrimonio histórico y cultural, movilidad urbana, manejo de residuos sólidos, aguas residuales y pluviales, suministro de agua, electricidad e instalaciones deportivas. Este Plan de Adaptación esboza estrategias específicas para el municipio para mejorar la resiliencia al cambio climático.

En la actualidad se reconoce al cambio climático como uno de los mayores retos globales para el desarrollo. El aumento de la temperatura, los cambios en la estacionalidad y la cantidad de lluvias, los fenómenos meteorológicos extremos y el aumento del nivel del mar ya están teniendo un impacto en los sectores y servicios clave de desarrollo, y se espera que la vulnerabilidad continúe aumentando. La Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (TNCCC) de la República Dominicana indica que para el año 2060, la precipitación anual promedio podría reducirse hasta en un 17%, las estaciones secas serán más intensas y los aumentos en intensidad y frecuencia de lluvias extremas podrían ocurrir incluso fuera de la estación lluviosa. Del mismo modo, los modelos climáticos proyectan un aumento general en las temperaturas anuales medias de entre 1°C a 3°C a mediados de siglo. Se prevé que el nivel del mar aumentará hasta 5 mm/año durante los próximos 100 años, lo que tendrá graves repercusiones negativas sobre los recursos costeros (IPCC, 2017). Ante las amenazas de un clima cambiante es necesario tomar medidas de adaptación para reducir impactos negativos y aprovechar posibles oportunidades.

Ante las amenazas de un clima cambiante es necesario proceder con la adaptación, entendida ésta como el proceso de ajuste al clima real o esperado y sus efectos para moderar el daño o explotar oportunidades beneficiosas (IPCC, 2017). La adaptación al clima mejora la resiliencia de un municipio al ampliar su capacidad para anticiparse, prepararse, responder y recuperarse de factores de impacto climático significativos con el mínimo daño. La planificación de la adaptación puede construir la resiliencia de un municipio mediante el desarrollo y la implementación de un portafolio de estrategias y medidas complementarias que le ayudarán a abordar las vulnerabilidades y los riesgos. Una vez que este paso ha sido cumplido el proceso de planificación de adaptación incluye la identificación, evaluación y construcción de un portafolio de medidas de adaptación, que será objeto de monitoreo, evaluación y nuevos ajustes.

El enfoque de portafolio que adopta el presente plan incluye una variedad de estrategias y medidas a corto, mediano y largo plazo, identificadas y validadas por el Ayuntamiento de San Pedro de Macorís, que ofrecen una gama de opciones de adaptación para ayudar al municipio a mejorar la resiliencia en varios sectores y aumentar la capacidad adaptativa general. En el marco de la planificación para la adaptación climática el municipio puede seguir dos vías principales para implementar las medidas: a través del Plan Municipal de Ordenamiento Territorial (PMOT) o del Plan Municipal de Desarrollo (PMD), que ambos conducen a programas operativos con presupuestos anuales (Figura 1). De ahí el nombre de este documento: “Plan de medidas de adaptación del municipio San Pedro de Macorís en el marco de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial”. Este plan es fruto de un proceso participativo desarrollado por el Ayuntamiento con la colaboración de la Asociación Internacional de Gestión de Ciudades y Municipios e ICF Internacional. Se enfoca por tanto en necesidades prioritarias identificadas por los actores y esboza los principales factores de impacto y riesgos climáticos en múltiples sectores, identifica un portafolio de medidas de adaptación y proporciona algunos criterios para implementar las medidas prioritarias.



Figura 1. Vías para la implementación del portafolio de adaptación.

2. PRINCIPALES IMPACTOS Y VULNERABILIDADES CLIMÁTICAS

La evaluación de vulnerabilidad climática de San Pedro de Macorís (ICMA/ICF/FEDOMU/ASPM, 2016) revela que la población y la infraestructura urbana y de todos los sectores y servicios municipales claves son vulnerables a varias amenazas y estresores climáticos que pueden causar una variedad de impactos (Tabla 1) según su vulnerabilidad, es decir su grado de exposición y sensibilidad, el nivel de desarrollo de su capacidad adaptativa¹. Nos referimos al incremento de temperatura y olas de calor, mayor intensidad de eventos meteorológicos extremos con precipitaciones intensas e inundaciones, cambios en el patrón de las precipitaciones (con escenario de reducciones y sequía o lluvias extremas fuera de estación), y ascenso del nivel del mar con mayor oleaje de tormenta e inundaciones costeras.

2.1. Incremento de temperatura y olas de calor

El área urbana del municipio se ubica en un entorno con una temperatura media anual de 27.8°C, más caliente que el resto de la provincia entre junio a septiembre, donde se han reportado eventos de olas de calor. La población y la infraestructura urbana, y de todos los sectores y servicios, particularmente en el centro urbano, son vulnerables al incremento de temperatura. Las altas temperaturas tienen incidencia particular en algunos sectores, como la salud pública, por el disconfort térmico; los residuos sólidos, pues las elevadas temperaturas aceleran los procesos físico-químicos asociados a la transformación y descomposición de la materia orgánica; el sistema eléctrico, por el efecto de recalentamiento en las líneas de transmisión y distribución de la energía; y el patrimonio, principalmente el construido (monumentos, edificios y casas históricas), cuyo deterioro se acelera por el impacto térmico. Esta situación puede agudizarse en el futuro ante aumentos de 0.7°C y 0.8°C, al 2030 y 1.4°C a 1.7°C, al 2050, en escenarios de emisiones altas y bajas, respectivamente. La vulnerabilidad se incrementa por impactos no-climáticos como la escasa cobertura vegetal que no favorece espacios suficientes de aclimatación y sombreado.

2.2. Eventos meteorológicos extremos con precipitaciones intensas e inundaciones

La ciudad de San Pedro se extiende desde el nivel del mar hasta 30 msnm, en un sistema de terrazas que alcanza unos 50 msnm. Esta situación, en un contexto geomorfológico regional que favorece la escorrentía hacia la ciudad, unido a su ubicación en las cuencas bajas de los ríos Soco e Higuamo, más la presencia de cuerpos de agua como la Laguna Mallén, son condicionantes naturales de inundaciones. La población e infraestructura urbana, y de todos los sectores y servicios, particularmente en el centro urbano, son vulnerables a precipitaciones intensas que causan inundaciones ante las crecidas del Río Higuamo o la Laguna Mallén; por la acumulación de agua en áreas de inundabilidad o donde -producto de la urbanización descontrolada- la topografía y el drenaje han sido alterados propiciando condiciones de estancamiento.

¹ La exposición se define como la presencia de población e infraestructura en sitios que podrían verse afectados negativamente; la sensibilidad es el grado en que pueden resultar afectados y la capacidad de ajustarse para moderar los daños potenciales o beneficiarse de las oportunidades es la capacidad adaptativa.

Tabla I. Matriz resumen de impactos potenciales del cambio climático en algunos sectores esenciales para los objetivos de desarrollo del municipio San Pedro de Macorís. Fuente: ICMA/ICF/FEDOMU/ASPM (2016).

Sectores claves	Incremento de la temperatura	Eventos extremos y precipitaciones intensas	Reducción de las precipitaciones	Ascenso del nivel del mar
Gobernanza participativa	Impactos a los medios de vida e interrupciones de los servicios aumentando la presión sobre el Ayuntamiento para incluir mejor a la comunidad en los procesos de toma de decisiones. Cambio en las peticiones de los ciudadanos sobre la inversión pública en la planificación del presupuesto participativo encaminado a solucionar nuevas problemáticas relacionadas con el clima.			
Manejo fiscal	Reducción de las actividades al aire libre que generan ingresos para el Ayuntamiento de San Pedro			
Salud	Aumenta el estrés térmico y propagación de agentes patógenos	Desplazamiento de la población. Inundaciones y daño físico a la infraestructura de salud	Falta de agua para las actividades en centros de salud. Exacerbación el estrés por calor (disconfort térmico).	Inundación de infraestructura de salud en la zona costera.
Agricultura y pesca	Cambios de 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	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.	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.	Intrusión salina en suelo agrícola. Reducción de crecimiento de los arrecifes. Pérdida de sitios de desembarco pesquero (infraestructura y embarcaciones)
Industrias y zonas francas	Disminución de capacidad operativa de la maquinaria y mayor demanda de refrigeración. Exacerbación de contaminación orgánica y térmica. Pérdida de eficiencia de generadoras con enfriamiento marino	Inundaciones y daños a la infraestructura. Aumento de costos de reparación y mantenimiento Interrupción de servicios de electricidad y del transporte de mercancías.	Cambios en la disponibilidad del agua necesaria para los procesos industriales. Mayor necesidad de agua de mar para enfriamiento en condiciones de escasez	Inundación de la infraestructura costera. Interrupción del transporte de mercancías por inundación de vías costeras y puertos
Actividad comercial	Aumento de la demanda de refrigeración.	Cierre temporal de empresas por daño físico e inundaciones. Interrupción de electricidad y transporte para operación y movimiento de bienes. Mas costo de reparación/ mantenimiento	Falta de agua para las actividades comerciales. Aumenta el estrés por calor (disconfort térmico)	Interrupción del transporte de mercancías debido a la inundación de carreteras y puertos.
Turismo	Mayor consumo de energía para aclimatar instalaciones turísticas Deterioro de lugares turísticos debido al estrés térmico.	Inundaciones y daños físicos a las atracciones e instalaciones turísticas. Interrupciones de las operaciones turísticas.	Reducción del agua para operaciones turísticas. Necesidad de búsqueda de fuentes de agua, tratamiento, traslado y almacenamiento	Erosión de playas e inundación de sitios turísticos en zonas costeras bajas.
Recursos naturales	Estrés térmico sobre los ecosistemas y la biota terrestre, costera y marina Blanqueamiento coralino (agravado por acidificación de los océanos).	Daño físico a humedales, manglares y arrecifes someros. Daño físico a ecosistemas, con impacto en los costeros por olas de tormenta. Cambios en la salinidad costera.	Posible alteración de la estructura y composición de los bosques. Posibles cambios en el balance de nutrientes y sedimentación en la zona costera.	Pérdida de costa rocosa. Cambios en la zonificación del manglar. Limitación del crecimiento arrecifal.
Patrimonio	Fisura y agrietamiento de materiales de construcción. Deterioro acelerado de los sitios debido a la tensión	Inundación de sitios patrimoniales. Erosión y corrosión de estructuras metálicas. Crecimientos	Falta de agua para las actividades de uso y mantenimiento de sitios	Inundación de sitios en zonas bajas costeras o ribereñas.

Sectores claves	Incremento de la temperatura	Eventos extremos y precipitaciones intensas	Reducción de las precipitaciones	Ascenso del nivel del mar
	térmica y actividad bioquímica	orgánicos. Cambios físicos por la humedad. Menos tiempo para actividades culturales al aire libre.	patrimoniales. Daños al patrimonio.	
Movilidad urbana	Deterioro más rápido del asfalto en las vías. Aumento en costo de mantenimiento y construcción.	Inundación temporal y mayores costos de mantenimiento y reparación de vías y puentes. Cierres por “residuos de desastres” y daños a la infraestructura	Exacerbación del impacto térmico. Mayores costos de mantenimiento y reparación.	Inundación y erosión de las vías costeras. Daños a la infraestructura portuaria
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.	Daños y escombros a lo largo de las rutas de recolección. Mayor dispersión de residuos. Impactos físicos a la infraestructura	Limitaciones de agua para los procesos de reciclaje	Reducción de las rutas de recolección por vías costeras
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 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.	Reducción del agua de lluvia captada aprovechable	Daños a infraestructuras y equipos del sistema de drenaje cerca de la costa.
Aguas residuales	Degradación de equipos e infraestructura. Interferencia con el tratamiento por reducción del oxígeno, aumento de algas y microorganismos, y generación de gases y malos olores. Estrés térmico laboral	Inundaciones y daño de infraestructuras y equipos. Plantas fuera de servicio por interrupción del servicio eléctrico. Derrames de aguas negras que contaminan y exponen la población a los patógenos	Reducción de la dilución de aguas residuales en plantas de tratamiento y sitios de vertimientos en ríos y costas	Inundaciones y daño de equipos e infraestructuras de la planta de tratamiento cerca de la costa
Suministro de agua	Mayor demanda de agua. Mayores pérdidas potenciales por evaporación. Cambios en la calidad del agua.	Daño a sistemas de tratamiento, almacenamiento y distribución. Reducción de la calidad del agua. Interrupciones del servicio	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	Avance de cuña salina. Salinización de ríos. Intrusión salina en acuíferos costeros.
Electricidad	Expansión térmica de líneas eléctricas. Riesgos de distensión del tendido y cortes de energía. Incremento en la demanda para enfriamiento	Tendidos eléctricos caídos. Interrupción del servicio energético. Aumento de costos de mantenimiento y reparación	Reducciones potenciales del agua en procesos de enfriamiento y generación hidroeléctrica	Caída de tendido eléctricos en vías costeras. Sitios de del sistema eléctrico inundados
Deporte	Estrés térmico durante el uso de las instalaciones a cielo abierto. Menos tiempo para actividades deportivas al aire libre.	Inundación temporal y daño físico a instalaciones deportivas. Mayor costo de mantenimiento y reparación. Menos tiempo para deportes al aire libre.	Falta de agua para las actividades deportivas. Aumenta el estrés por calor (disconfort térmico).	Inundación temporal o permanente, y daño físico a instalaciones.

Las zonas vulnerables incluyen unos catorce barrios y bateyes (Villa Municipal, Villa Progreso II, Placer Bonito, 24 de abril, Kennedy, Villa Esperanza, Sarmiento, Lindo, Méjico, Restauración, Los Guandules, Cementerio, Primavera y Santa Clara) en el centro de la ciudad: cuatro a orillas del Río Higuamo (Cantalarrana, Blanco, Los Cangrejitos y Punta Pescadora); al menos uno en la ribera Norte de la Laguna Mallén (Pedro Justo Carrión) y tres en la zona costera (San Antón, Playa El Faro y Villa Faro). El calentamiento global hará que los huracanes sean más intensos y con más altas tasas de precipitación lo que incrementará las inundaciones. La vulnerabilidad se agrava por la alta proporción de suelo impermeable, la escasa cobertura vegetal y la dispersión de residuos sólidos, que obstruye el drenaje.

2.3. Cambios en el patrón de precipitaciones con reducción de las precipitaciones y sequía

El servicio de agua proviene de algunos pozos y de una toma en el Río Soco en Ramón Santana para atender una población de 195,307 habitantes. El territorio ha experimentado sequías en 1975 y 1994, con una extrema en el 2002, pero el suministro de agua no se ha visto seriamente mermado dado que la cuenca tiene niveles moderados de explotación. No obstante, la población y la infraestructura urbana y de todos los sectores y servicios son vulnerables a los futuros cambios en el clima. Las proyecciones indican una reducción de la precipitación promedio anual en el 2030 (-4.26% a -2.60%), donde la población se estima en 313,007 habitantes, y mayor hacia mediados de siglo (-11.9 % a -14,9%). Los incrementos de la temperatura, que ya han sido mencionados, pueden disminuir la calidad del agua y aumentar los costos de tratamiento. La vulnerabilidad se acrecienta por impactos no-climáticos como el mal manejo de la planta de tratamiento de agua potable o las pérdidas de agua por fugas en el sistema. Las precipitaciones sorpresivas extremas agudizan la vulnerabilidad ante inundaciones descrita en la situación anterior.

2.4. Ascenso del nivel del mar con mayor oleaje de tormenta e inundaciones costeras

El municipio tiene 14.6 km de línea de costa al Mar Caribe donde se ubican urbanizaciones, la planta de tratamiento de aguas residuales, la terminal de gas licuado y playas de valor turístico local. La población y la infraestructura urbana y de todos los sectores y servicios (urbana, sanitaria, industrial y turística) son vulnerables ante el paso o la entrada de eventos meteorológicos extremos con sus impactos de marejadas de tormenta que causan penetración del mar e inundaciones, como ocurre en San Antón y el entorno de la planta de tratamiento de aguas residuales. Las inundaciones y sus consecuencias negativas sobre la población y la infraestructura costera ya han sido significativas en el pasado y pueden ser mayores en el futuro bajo los escenarios que indican eventos meteorológicos extremos más intensos con olas de tormenta de mayor alcance por la elevación del nivel del mar, con proyecciones de ascenso entre 0.20 a 0.58 m al 2050, con mayores marejadas de tormentas incrementa el riesgo de inundaciones costeras.

3. ESTRATEGIAS Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Para implementar las presentes medidas de adaptación y ofrecer un marco organizativo y metodológico para nuevas medidas en el futuro este plan se basa en nueve estrategias de adaptación interrelacionadas (Tabla 2) que abordan las situaciones de vulnerabilidad del territorio, considerando sus tres componentes: exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa. La Estrategia 1 aborda un problema fundamental: la exposición a las amenazas, y se enfocan en reducir la vulnerabilidad regulando el uso del suelo vulnerable. La Estrategia 2 asume que ya hay suelo vulnerable ocupado y se encarga de reducir la vulnerabilidad actuando más sobre la sensibilidad. Las estrategias 3, 4, 5 y 6 enfocan las acciones de adaptación básicamente hacia la reducción de la sensibilidad, aunque pueden tener cierta incidencia en el aumento de la capacidad adaptativa, en cuyo crecimiento se enfocan definitivamente las Estrategias 7, 8 y 9. En relación con los instrumentos del ordenamiento, la Estrategia 1 se expresa fundamentalmente a través de la zonificación y normativas, mientras que en las restantes pueden ser más relevantes los planes, programas y proyectos, que ya han sido incorporados al PMOT o al PMD (Apéndice I).

Tabla 2. Estrategias de adaptación al cambio climático para el municipio San Pedro de Macorís. Componentes de la vulnerabilidad: E. Exposición, S. Sensibilidad, C. Capacidad adaptativa.

Estrategias de adaptación	Impactos y vulnerabilidad relacionados	E	S	C
1. Evitar la urbanización en suelo vulnerable a inundaciones y deslizamientos, previniendo los asentamientos a través de los instrumentos del ordenamiento (zonificación) y dejando estos espacios libres para proyectos de uso público bajo normativas del Plan Regulador Urbano con enfoque de adaptación	Las zonas vulnerables incluyen las riberas del Soco e Higuamo y la Laguna Mallen, expuestas a inundaciones por crecidas o desbordamiento ante eventos extremos y precipitaciones intensas; y la zona costera expuesta al ascenso del nivel del mar y los eventos extremos con oleajes de tormenta que causan penetración del mar e inundaciones costeras.	■	■	■
2. Reducir/eliminar el impacto de las inundaciones sobre la población e infraestructura asentada en sitios vulnerables a través de medidas estructurales (tecnologías de manejo y control de inundaciones), no estructurales (alerta temprana) o de reasentamiento, a mediano y largo plazo	La población e infraestructura asentada en las riberas de los ríos Higuamo y Soco, y la Laguna Mallen, en áreas de inundabilidad o donde la topografía y el drenaje han sido alterados es vulnerable a inundaciones por desbordamiento, ante eventos extremos y por precipitaciones intensas	■	■	■
3. Conservar, restaurar y aprovechar los ambientes terrestres, ribereños y costeros para implementar una estrategia de adaptación basada en ecosistemas en proyectos urbanísticos integrados a la naturaleza con cobeneficio para la biodiversidad y ecoturismo	Los ecosistemas ribereños (especialmente los manglares) y costeros de San Pedro de Macoris, y los servicios que éstos brindan juegan un papel clave en la adaptación al cambio climático ante todas las vulnerabilidades climáticas	■	■	■
4. Desarrollar la cobertura vegetal (arbolado urbano) en un circuito verde continuo (corredor) para favorecer la adaptación urbana al crear espacios de aclimatación, sombreado y drenaje) con el cobeneficio de mejora paisajística e incremento de la biodiversidad	La población e infraestructura son vulnerables al incremento de temperatura y olas de calor situación agravada por la escasa cobertura vegetal. El arbolado urbano aporta sombra y refrigeración, ayuda a reducir la temperatura durante las olas de calor; y ofrece espacios de infiltración del agua de lluvia.	■	■	■
5. Rescatar, proteger y adaptar al clima objetivos claves (actividades, sectores y servicios) para el desarrollo municipal: patrimonio cultural, construido e intangible	Por su ubicación en áreas inundables y la incidencia de altas temperaturas y la humedad, el patrimonio histórico (cultural, construido o intangible) es muy vulnerable a las variaciones climáticas.	■	■	■
6. Implementar acciones que reduzcan/ eviten la sinergia negativa entre impactos climáticos y no climáticos y ofrezcan un cobeneficio de mejora ambiental y de los servicios básicos municipales	Las inundaciones se agravan con la dispersión de residuos sólidos que obstruye el drenaje. Las aguas residuales se dispersan durante inundaciones y contaminan las fuentes de agua, con daños a la salud. Las fugas hacen al sistema de suministro más sensible ante la reducción de precipitaciones. Las fuentes de calor (transporte e industria) agravan las olas de calor.	■	■	■
7. Crear relaciones y alianzas y fortalecer mecanismos inter-institucionales e inter-sectoriales y con la sociedad civil para la adaptación y solución conjunta de los impactos ambientales que agravan los impactos del clima	La falta coordinación entre instituciones y sectores impide el abordaje de los impactos climáticos que promueven la vulnerabilidad y constituye -de hecho- uno de los más serios impactos no-climáticos que la agravan	■	■	■
8. Atender necesidades prioritarias de información e investigación para el mejor entendimiento de las vulnerabilidades del territorio y un abordaje más eficaz y enfocado de la adaptación municipal	La vulnerabilidad está condicionada por factores climáticos, espaciales y socioeconómicos -históricos y presentes- particulares del territorio que deben ser conocidos para una adaptación bajo criterios técnicos	■	■	■
9. Incrementar la educación y la conciencia ciudadana ante las necesidades del ordenamiento del territorio y los riesgos del cambio climático en el municipio	La habilidad de manejar y entender la información climática y una correcta percepción del riesgo son determinantes para aumentar la capacidad adaptativa y reducir la vulnerabilidad a las variaciones del clima.	■	■	■

Seguidamente se presentan y describen cada estrategia de adaptación en relación con las medidas que les corresponden. Todas las medidas fueron valoradas a través de la herramienta de ICF (2016). En cada caso se enuncian las medidas, organizadas por recursos, sectores y servicios. Se indica su área geográfica de acción; algunas instituciones responsables, entre un conjunto de unos treinta ámbitos y sectores; se identifica el instrumento del ordenamiento territorial a través del cual la medida se incorpora en el PMOT (zonación, regulaciones y programas y proyectos) y finalmente se asigna un marco temporal de implementación (corto, mediano o largo plazo). Estas medidas pueden ser complementadas con las fichas técnicas de apoyo a la adaptación climática y el ordenamiento de ICMA/ICF (2017).

3.1. Estrategia 1. Reducir la exposición en sitios vulnerables

La Estrategia 1 aborda el problema fundamental del municipio: la exposición a las amenazas, y se enfoca en reducir la vulnerabilidad regulando el uso del suelo vulnerable (principalmente a inundaciones y deslizamientos). Se apoya en los resultados de la evaluación de vulnerabilidad (Figura 2), para proponer medidas (Tabla 3) que dan criterios para cartografiar (Figura 3) zonas que no deben ser ocupadas (p. ej. riberas del río Higuamo y Laguna Mallén) definidas en un análisis territorial con herramientas del Sistema de Información Geográfica (Tabla 4) que deben estar avaladas por un cuerpo de normativas (en un Plan Regulador Urbano) para refrendarlas. Esta estrategia expresa la adaptación fundamentalmente a través de los instrumentos de zonificación y regulaciones, dentro de la planificación de uso del suelo.

Tabla 3. Medidas de adaptación dentro de la Estrategia 1 validadas por el Ayuntamiento de San Pedro de Macorís. Nota. El primer número de la medida le relaciona con una estrategia de adaptación.

Sectores y servicios	Medida de adaptación	Área de acción	Responsables	Z	R	P	T
Planeamiento, población, infraestructura y medio ambiente	1.1. En el contexto de la clasificación de uso del suelo del municipio se deben establecer una ZNU en las riberas Este y Oeste del RVS Río Higuamo coincidente con el bosque ribereño en los límites de esta área protegida dentro de la frontera municipal.	Río Higuamo	ASPM, DGODT, MMA	X			C
Planeamiento, población, infraestructura y medio ambiente	1.2. Establecer una ZNU en la ribera Oeste del RVS Río Soco coincidente con el bosque ribereño en los límites de esta área protegida dentro de la frontera municipal.	Río Soco	ASPM, DGODT, MMA	X			C
Planeamiento, población, infraestructura y medio ambiente	1.3. Establecer una ZNU en las riberas del RVS Laguna Mallén con redefinición y actualización de límites excluyendo el actual espacio de ocupación por asentamientos informales que serán atendidos dentro de la Estrategia 2	Laguna Mallén	ASPM, DGODT, MMA, PLM	X			C
Planeamiento, población, infraestructura y medio ambiente	1.4. Establecer una ZNU de 60 m de ancho a lo largo de los 14.6 km de línea de costa (Ley 305-68) del municipio con normativas de construcción bajo criterios de vulnerabilidad costera y preservación de ecosistemas, especialmente en las playas.	Zona costera	ASPM, DGODT, MMA	X			C
Planeamiento, población, infraestructura y medio ambiente	1.5. Ampliar y complementar el Plan Regulador Urbano de San Pedro con normativas actualizadas con un enfoque de adaptación al cambio climático y conservación	Municipio	ASPM, DGODT, MMA, MOPC		X		C
Planeamiento, población, infraestructura y medio ambiente	1.6. Proyecto Río Higuamo: eje de desarrollo en San Pedro de Macorís, como parque lineal totalmente integrado al ambiente fluvial y ribereño	Río Higuamo	ASPM, DGODT, MMA			X	C

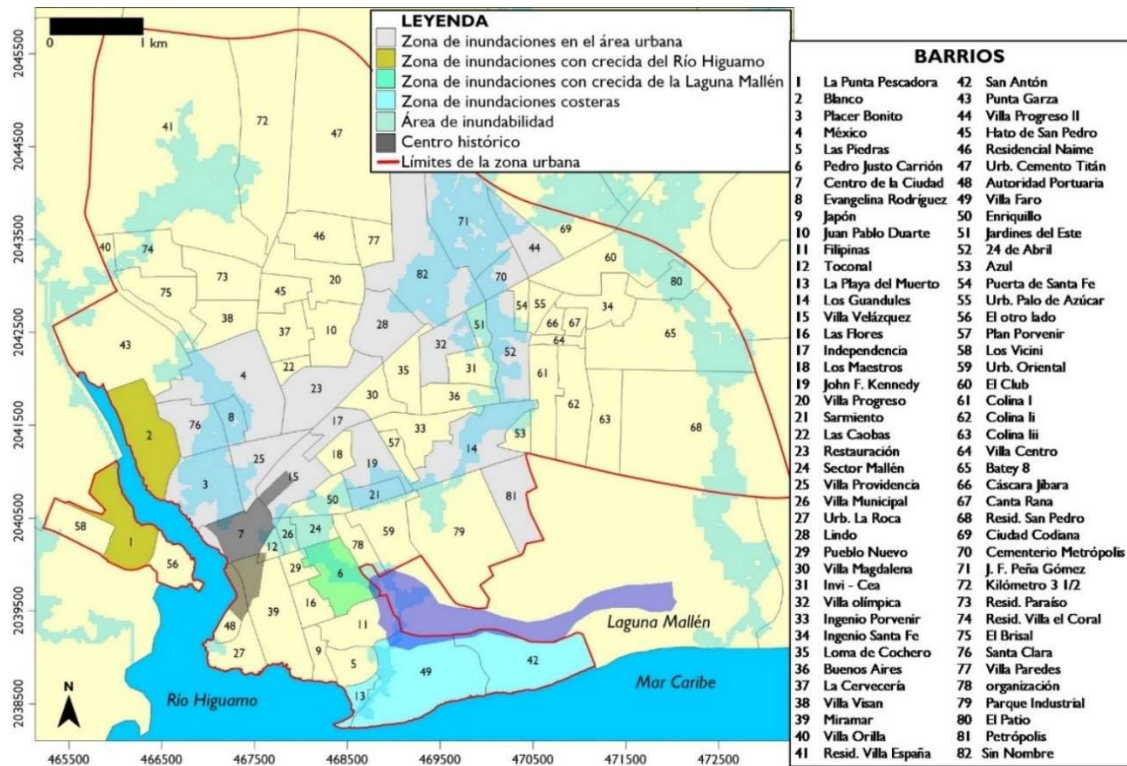


Figura 2. Cartografía de zonas urbanas vulnerables en el contexto barrial del municipio San Pedro de Macorís.



Figura 3. Cartografía de áreas naturales en las riberas de los ríos y la laguna (verde claro) y la zona costera (azul claro) en el contexto barrial, como base para la propuesta de las zonas no urbanizables consideradas en las medidas de adaptación bajo la Estrategia I.

Medida	Zona	Descripción
I.1	Zona no urbanizable Río Higuamo	Esta zona ocupa las riberas Este y Oeste del Río Higuamo. En la ribera Este, comienza al N en Ingenio Angelina (coordenada 463287 E y 2048350 N) y se extiende por unos 9.1 km bordeando la ribera en dirección hacia el Sur hasta el Centro de Barrio Blanco (coordenada 466128 E y 2041386 N) y continua por todo el manglar interior cubriendo una superficie de 2.56 km ² . En la ribera Oeste del río Higuamo, comienza al N en Ingenio Cristóbal Colón (coordenada 464305 E y 2045602 N) y se extiende por unos 7 km bordeando la ribera en dirección hacia el Sur hasta Punta Pescadora (coordenada 466306 E y 2041489 N) y continua por todo el manglar interior cubriendo una superficie de 2.08 km ² . Toda esta zona coincide con los límites del RVS Río Higuamo (Decreto 571-09) dentro del municipio San Pedro de Macorís.
I.2	Zona no urbanizable Río Soco	Esta zona ocupa solo la ribera Oeste del Río Soco. Comienza al N en La Charca (coordenada 482256 E y 2045347 N) y se extiende por unos 6.8 km bordeando la ribera Oeste del Río Soco en dirección hacia el Sur hasta Boca del Soco (coordenada 477932 E y 2040244 N) y continua por todo el manglar interior cubriendo una superficie de 1.84 km ² . Esta zona coincide con los límites del RVS Río Soco (Decreto 571-09) dentro del municipio San Pedro de Macorís.
I.3	Zona no urbanizable Laguna Mallén	Ocupa 10,103 m de toda la periferia de la Laguna Mallen con una superficie de 2,76 km ² de borde ribereño y 1.41 km ² de espejo de agua. Esta zona coincide con los límites del RVS Laguna Mallén (Decreto 571-09) y su área de amortiguamiento. Se debe aclarar que a diferencia de las franjas ribereñas gran parte de esta área se encuentra fuertemente antropizada por lo que esta medida incluye una redefinición y actualización de límites excluyendo el actual espacio de ocupación por asentamientos informales que serán atendidos dentro de la Estrategia 2
I.4.	Zona no urbanizable costera	Comienza al Oeste en la Urbanización La Roca (coordenada 466945 E y 2039140 N) y se extiende hacia el Este bordeando la línea de costa hasta Boca del Soco (coordenada 478304 E y 2040161 N) por una extensión de 14.6 km de línea de costa y un ancho de 60 m, ocupando una superficie de 0.84 km ² . Esta zona coincide con los límites de la franja de 60 m que establece la Ley 305-68.

3.2. Estrategia 2. Reducir la vulnerabilidad en sitios vulnerables ocupados

Si bien la estrategia anterior propone la creación de zonas no urbanizables en áreas de alta vulnerabilidad, hay que considerar que, en San Pedro de Macorís, producto de los asentamientos informales (p. ej. El barrio Pedro Justo Carrión), la urbanización no planificada, las construcciones sin diseños apropiados de drenaje (p. ej. Estadio Tetelo Vargas y parqueo de la Universidad Central del Este) e incluso por el reasentamiento inadecuado, existen varias áreas vulnerables a inundaciones que han sido ocupadas y que no pueden ser olvidadas en un plan municipal de adaptación. Por ello, la Estrategia 2 incluye acciones (Tabla 5) para reducir o eliminar el impacto de las amenazas climáticas sobre la población e infraestructura asentada en sitios vulnerables, a través de medidas estructurales (p. ej. tecnologías de manejo y control de inundaciones) y no estructurales (censo de viviendas y sistemas de alerta temprana o planes de contingencia), que contribuyen a la reducción de la sensibilidad. Eventualmente podría manejarse el reasentamiento de la población con lo cual se estaría contribuyendo a la reducción de la exposición, si bien esta alternativa requiere más tiempo, recursos y coordinación con el Gobierno Central.

Tabla 5. Medidas de adaptación dentro de la Estrategia 2 validadas por el Ayuntamiento de San Pedro de Macorís.

Sectores y servicios	Medida de adaptación	Área de acción	Responsables	Z	R	P	T
Planeamiento, población, infraestructura y medio ambiente	2.1. Censar las viviendas dentro de las zonas ribereñas a declarar como ZNU y evaluar, a corto y mediano plazo las medidas estructurales y no estructurales más convenientes, incluido un reasentamiento selectivo	Blanco, Punta La Garza y Pescadora	ASPM, POSC, GC,			X	M
Planeamiento, población, infraestructura y medio ambiente	2.2. Proyecto de manejo de inundaciones en el barrio Pedro Justo Carrión con diseño barrial adaptado a las inundaciones con pavimentación dirigida, cunetas y zanjas de conducción del agua, arborización y creación de espacios de drenajes.	Pedro Justo Carrión	ASPM, DGODT, MMA, POSC			X	M
Planeamiento, población, infraestructura, medio ambiente	2.3. Identificar y aplicar soluciones locales a las inundaciones manejando la capacidad de infiltración del suelo con uso de tecnologías modernas (biofiltración a pavimentos permeables) para soluciones puntuales (p. ej. Estadio y parqueo UCE).	Zonas inundables estadio y UCE	ASPM, DGODT, INAPA, CODIA, MMA, SP, UCE			X	M
Planeamiento, infraestructura, medio ambiente, industria	2.4. Elaborar planes de contingencia climática para la infraestructura sanitaria e industrial de la zona ribereña del Higuamo y costera ante eventos meteorológicos extremos	Río Higuamo y costa	ASPM, CPPMR, SIND, INAPA			X	C
Planeamiento, población, infraestructura, medio ambiente	2.5. Incorporar las acciones de reducción de vulnerabilidad a inundaciones (obras de canalización y drenaje) al presupuesto participativo municipal con proyectos por sectores y barrios	Municipio	ASPM, POSC			X	M

3.3. Estrategia 3. Adaptación basada en ecosistemas

San Pedro de Macorís tiene un patrimonio natural de importancia para la adaptación incluido dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. 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 ribereños, especialmente manglares y la biota asociada (Foto 1). Considerando el papel de estos ecosistemas y sus servicios ecosistémicos (regulación de inundaciones, protección ribereña y costera o alta capacidad de secuestro de carbono), la **Estrategia 3**, ofrece acciones para su conservación, restauración y aprovechamiento (Tabla 6) para una adaptación basada en ecosistemas con beneficios colaterales para la biodiversidad y el ecoturismo.



Foto 1. Vista de la cobertura de manglares en ambas márgenes del Río Higuamo en San Pedro.

Tabla 6. Medidas de adaptación dentro de la Estrategia 3 validadas por el Ayuntamiento de San Pedro de Macorís.

Sectores y servicios	Medida de adaptación	Área de acción	Responsables	Z	R	P	T
Biodiversidad y espacios verdes	3.1. Elaborar Planes de Manejo Ambiental para los tres RVS del municipio, con el interés de fortalecer con criterios ambientales las propuestas de ZNU en estas áreas protegidas	RVS	ASPM, MMA, MV, PLM, FB, CH			X	C
Biodiversidad y espacios verdes	3.2. Proyecto integral de restauración ecológica en las riberas de los ríos Soco, Higuamo y Laguna Mallén y la zona costera (limpieza, saneamiento y reforestación con especies autóctonas)	RVS y zona costera	ASPM, MMA, MV, PLM, FB, CH			X	M
Planeamiento, población, infraestructura, biodiversidad y espacios verdes	3.3. Proyecto de ingeniería en la Laguna Mallén: delimitación, estudio topográfico, batimétrico y de suelos, modelación hidrológica, dragado, capacidad y calidad del agua, creación de cobertura vegetal y rehabilitación del canal de desagüe hacia la costa	RVS Laguna Mallén	ASPM, MMA, CODIA, INDHRI			X	L
Planeamiento, población, infraestructura, turismo	3.4. Proyecto de recuperación, mantenimiento y monitoreo de la Playa El Faro: recopilación de información, taller técnico de discusión y definición de acciones e implementación	Playa El Faro	ASPM, MITUR, MMA, CPSPM			X	M

3.4. Estrategia 4. Incrementar la cobertura verde urbana

Un principio similar que la estrategia anterior maneja la Estrategia 4, pero en el área urbana, con acciones (Tabla 7) para desarrollar la cobertura vegetal (bosques, parques y jardines urbanos) en un circuito verde continuo (corredores) que favorezca la adaptación con el cobeneficio de mejora del paisaje urbano y el incremento de la biodiversidad. El arbolado urbano aporta sombra y refrigeración por evaporación ayudando a reducir la temperatura durante las olas de calor; y espacios de interceptación, almacenamiento e infiltración del agua de lluvia. Es recomendable el uso de las herramientas de ITree (2017)² que ya se implementan en el país (Domínguez y Bauer, 2016). Como parte del incremento de los espacios verdes se deberán contemplar también fachadas, techos verdes, jardines verticales y otros sistemas novedosos.

Tabla 7. Medidas de adaptación dentro de la Estrategia 4 validadas por el Ayuntamiento de San Pedro de Macorís. Nota. El primer número de la medida le relaciona con una estrategia de adaptación.

Sectores y servicios	Medida de adaptación	Área de acción	Responsables	Z	R	P	T
Biodiversidad y espacios verdes	4.1. Reforestación urbana en sitios seleccionados, aprovechando el suelo natural urbano e incrementando la infraestructura verde para crear corredores continuos enlazados con los espacios naturales.	Zona urbana	ASPM, JBN, MMA	X		X	C

3.5. Estrategia 5. Protección y adaptación de objetivos municipales claves

La Estrategia 5 contienen acciones (Tabla 8) para el rescate, protección y adaptación de objetivos claves del desarrollo municipal, representado en San Pedro de Macorís, según decisión del Ayuntamiento, por los activos de su patrimonio: histórico: cultural (museos de arte e historia), construido (monumentos, edificios y casas históricas) o intangible (carnavales, expresiones artísticas y saberes tradicionales), que

² Estas herramientas permiten obtener información del número y especies de árboles y sus diámetros, cobertura (%), remoción de contaminantes (toneladas/año), almacenamiento (toneladas) y secuestro (toneladas/año) de carbono, producción de oxígeno (toneladas/año) escorrentía evitada (m³/año), ahorro energético de las edificaciones (\$) y emisiones de carbono evitadas (toneladas/año) ofreciendo una valoración integral del valor estructural y funcional del bosque urbano.

desempeñan un papel en la preservación de los valores e identidad culturales de un municipio que aspira al desarrollo de un turismo patrimonial a partir de esta riqueza histórica, que ha sido recientemente cartografiada como parte del presente proceso de adaptación municipal (Figura 4).

Tabla 8. Medidas de adaptación dentro de la Estrategia 5 validadas por el Ayuntamiento de San Pedro de Macorís. Nota. El primer número de la medida le relaciona con una estrategia de adaptación.

Sectores y servicios	Medida de adaptación	Área de acción	Responsables	Z	R	P	T
Turismo, Patrimonio, Educación	5.1. Inventario, catalogación y cartografía actualizada del patrimonio histórico: cultural (museos de arte e historia) y construido (monumentos, edificios y casas históricas y recintos religiosos)	Centro histórico	ASPM, MIC, MITUR, UCE			X	C
Turismo, Patrimonio, Educación	5.2. Evaluación múltiple del patrimonio municipal construido: valorización y rescate, estado de conservación y grado de vulnerabilidad climática	Centro histórico	ASPM, MIC, MITUR, UCE			X	M
Turismo, Patrimonio, Educación	5.3. Aplicación de técnicas de rescate, mantenimiento y preservación a elementos seleccionados del patrimonio en zonas vulnerables.	Centro histórico	ASPM, MIC, MITUR, UCE			X	L

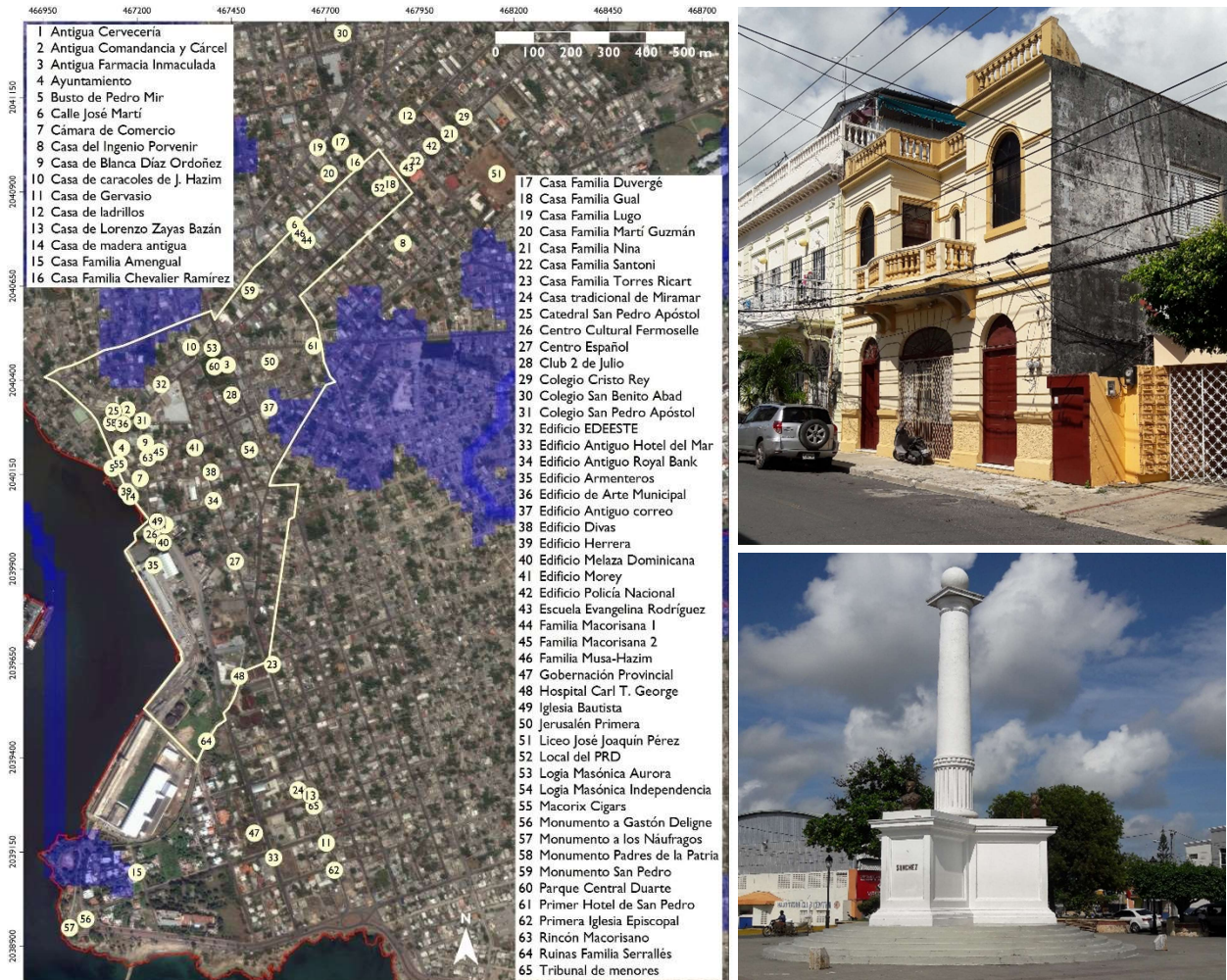


Figura 4. Inventario cartográfico de sitios patrimoniales como apoyo a la adaptación.

3.6. Estrategia 6. Reducir sinergias entre impactos climáticos y no climáticos

Como ya se ha fundamentado, los impactos climáticos se ven agravados por impactos no climáticos que tienen su origen en una gestión deficiente de algunos servicios básicos. En San Pedro de Macorís las inundaciones se agravan por la escasa cobertura del sistema de drenaje de aguas pluviales, a lo cual se une la dispersión de los residuos sólidos que obstruye el escaso un drenaje. En el impacto de las olas de calor inciden las fuentes de calor antropogénico que contribuyen al calentamiento urbano, como la industria y el transporte. El mal funcionamiento de la planta de tratamiento del sistema de agua potable agudiza el impacto de un escenario de escasez de agua. Las deficiencias del sistema de alcantarillado sanitario provocan que las aguas servidas se desborden por las lluvias agudizando el problema de inundaciones con riesgos a la salud. Considerando esta problemática, la Estrategia 6 se enfoca en acciones que eviten o ayuden a reducir esta sinergia negativa (Tabla 9). En esta estrategia confluyen el abordaje de riesgos climáticos y la gestión ambiental por lo que tiene importantes cobeneficios para el medio ambiente y para la mejora en los servicios básicos del municipio.

Tabla 9. Medidas de adaptación dentro de la Estrategia 6 validadas por el Ayuntamiento de San Pedro de Macorís. Nota. El primer número de la medida le relaciona con una estrategia de adaptación.

Sectores y servicios	Medida de adaptación	Área de acción	Responsables	Z	R	P	T
Residuos sólidos	6.2. Implementar un <i>Sistema de gestión integral de residuos sólidos municipales en San Pedro de Macorís</i> que atienda la problemática ambiental y ofrezca medidas de adaptación para el sector. ³	Municipio	ASPM, MMA, MISPAS, SP, ECORED ⁴			X	M
Suministro de agua	6.3. Ofrecer soluciones definitivas a las interrupciones del servicio eléctrico en el sistema de agua potable, especialmente en la planta de tratamiento de agua.	Planta de tratamiento	ASPM, INAPA, EDESUR			X	C
Energía	6.4. Fomento de energías limpias con diseño de una estrategia nacional-local orientada a la transformación del sistema de energías utilizado en el municipio que permita reducir el efecto de isla de calor a la vez que mejorar el ambiente natural y reducir los costos de producción.	Municipio	ASPM, EDESUR, SIND			X	L
Movilidad urbana	6.5. Plan de movilidad con acciones para mejorar la conexión urbana, organizar los desplazamientos (peatonales y motorizados) a la vez que ayudar a reducir el calor antropogénico del sistema de transporte que contribuye al calentamiento urbano	Municipio	ASPM, MINTRANS			X	L
Saneamiento	6.6. Articulación entre el gobierno nacional y el ayuntamiento para ampliar la cobertura del sistema de alcantarillado sanitario en la zona urbana eliminando su dispersión durante las inundaciones	Municipio	ASPM, INAPA, GC			X	L
Drenaje pluvial	6.7. Construcción del sistema de drenaje de aguas pluviales (articulado al programa de recuperación de cañada) para reducir el problema de inundaciones en el área urbana	Municipio	ASPM, INAPA, GC			X	L

³ El sistema debe estar en línea con la *Política para la gestión integral de residuos sólidos municipales* del Ministerio Ambiente (2014) y sus medidas tendrán el cobeneficio de contribuir a solucionar un serio problema sanitario y reducir las inundaciones relacionadas con la obstrucción del drenaje por la dispersión de residuos sólidos.

⁴ Actualmente la Red Nacional de Apoyo Empresarial a la Protección Ambiental (ECORED) implementa el Proyecto Reciclaje Inclusivo en San Pedro de Macorís, con el respaldo del Ayuntamiento.

3.7. Estrategia 7. Fortalecimiento institucional y sectorial para la adaptación

La falta de coordinación entre instituciones (p. ej. decisiones encontradas en cuanto al uso de un suelo entre el Ayuntamiento y un ministerio), la falta de reconocimiento y respeto a las funciones propias de cada entidad o la asunción por determinados sectores de responsabilidades que no le corresponden, es un serio problema que impide que los problemas de vulnerabilidad sean abordados desde una perspectiva integral y por tanto perjudican la adaptación. Además, esta problemática causa desatención a los servicios básicos con deficiencias que terminan interactuando negativamente con los impactos del clima para agravar sus consecuencias. Esta situación es la que aborda la Estrategia 7, de creación de alianzas y compromisos, y fortalecimiento de instituciones y sectores como parte de una gobernanza participativa, enfocada al crecimiento de la capacidad adaptativa institucional incidiendo definitivamente en la creación de nuevas formas de relación y estructuras organizativas que garanticen que cada entidad juegue el rol que le corresponde en un marco de complementación de funciones y soluciones consensuadas (Tabla 10).

Tabla 10. Medidas de adaptación dentro de la Estrategia 7 validadas por el Ayuntamiento de San Pedro de Macorís. Nota. El primer número de la medida le relaciona con una estrategia de adaptación.

Sectores y servicios	Medida de adaptación	Área de acción	Responsables	Z	R	P	T
Gobernanza participativa	7.1. Concentración de esfuerzos e intereses en torno al Ayuntamiento y al Consejo de Desarrollo para lograr una coordinación inter-sectorial e inter-institucional que garantice el reconocimiento y respeto de las funciones de cada entidad y la complementación para abordar y solucionar los problemas de vulnerabilidad, la oferta de servicios de calidad, la protección de los recursos naturales y el uso adecuado de los espacios públicos.	Municipio	ASPM, CD, IP, SP, POSC		X		C

3.8. Estrategia 8. Información e investigación para enfocar la adaptación

La Estrategia 8 contiene acciones para atender las necesidades de información e investigación que requiere el municipio para enfocar la adaptación (Tabla 11). La estrategia apunta hacia al crecimiento de la capacidad adaptativa en lo tecnológico (tecnologías de adaptación disponibles, opciones de control de inundaciones, capacidad técnica, sistemas de alerta temprana o disponibilidad y manejo de información climática). La vulnerabilidad está condicionada por factores climáticos, espaciales y socioeconómicos -históricos y presentes- particulares del territorio que deben ser investigados y conocidos pues la adaptación funciona mejor cuando se basa en criterios técnicos (por ej. una topografía de precisión permite identificar apropiadamente las áreas de inundabilidad y las zonas seguras de urbanización)

Tabla 11. Medidas de adaptación dentro de la Estrategia 8 validadas por el Ayuntamiento de San Pedro de Macorís. Nota. El primer número de la medida le relaciona con una estrategia de adaptación.

Sectores y servicios	Medida de adaptación	Área de acción	Responsables	Z	R	P	T
Educación	8.1. Realizar un estudio técnico de actualización de la topografía urbana (tecnología LIDAR) para contar con un plano topográfico preciso que permita acciones para resolver las inundaciones en el contexto del patrón de drenaje natural del territorio.	Zona urbana	ASPM, UCE			X	M

3.9. Estrategia 9. Capacitación y sensibilización para la adaptación

La habilidad de manejar y entender la información climática y una correcta percepción del riesgo son determinantes para aumentar la capacidad adaptativa y reducir la vulnerabilidad a las variaciones del clima. La Estrategia 9, propone acciones dentro de un programa integral de capacitación (talleres, charlas y diplomados) para maestros del nivel básico y medio, la incorporación al pensum estudiantil del tema del clima, uso de murales (grafiti) como parte del programa de educación a la ciudadanía y la divulgación de mensajes educación y climática a diferentes niveles (Tabla 12).

Tabla 12. Medidas de adaptación dentro de la Estrategia 9 validadas por el Ayuntamiento de San Pedro de Macorís. Nota. El primer número de la medida le relaciona con una estrategia de adaptación.

Sectores y servicios	Medida de adaptación	Área de acción	Responsables	Z	R	P	T
Educación	9.1. Programa integral de educación a diferentes niveles sobre ordenamiento territorial, cambio climático y gestión de riesgos.	Municipio	ASPM, MINERD, UCE			X	C

4. CRITERIOS DE IMPLEMENTACIÓN

4.1. Creación de un equipo técnico

La adaptación al cambio climático es un proceso complejo y transversal que debe ser emprendido como parte del desarrollo del municipio con el compromiso de una gama de partes interesadas incluyendo el gobierno local, las instituciones públicas y la sociedad civil. En este contexto, el primer paso es la definición de una estructura operativa, un Equipo Técnico Municipal de Cambio Climático (ETMCC) para facilitar la implementación de acciones transversales y sectoriales y vigilar estas acciones como parte de un sistema de monitoreo, evaluación y la actualización. El esquema de la estructura operativa para la implementación corresponde a un enfoque intersectorial, liderado por el Ayuntamiento y la participación de las instituciones públicas y la sociedad civil. La creación de un ETMCC responde al plan de acción para concentrar esfuerzos e intereses en torno al Ayuntamiento y al Consejo de Desarrollo para lograr la coordinación intersectorial e interinstitucional para asegurar el reconocimiento y el respeto de las funciones de cada entidad y la solución de complementación para abordar los problemas de vulnerabilidad, ofreciendo servicios de calidad, protección de los recursos naturales y el uso adecuado de los espacios públicos. Después de la creación de una estructura operacional para la implementación del plan de adaptación es necesario desarrollar planes de trabajo operacionales para abordar las acciones de adaptación en coordinación directa con los responsables de los sectores involucrados.

4.2. Tiempo de implementación

De las medidas de adaptación del portafolio el Ayuntamiento considera que trece pueden implementarse a corto plazo, nueve a mediano plazo y seis a largo plazo. Las medidas que pueden implementarse **a corto plazo** incluyen el establecimiento de ZNU en las riberas de los ríos, la laguna y la zona costera y la ampliación y la complementación de esta zonificación con un Plan Regulador Urbano; el inventario, catalogación y cartografía actualizada del patrimonio histórico (como primera fase de este gran proyecto de rescate patrimonial) y la reforestación urbana selectiva. A corto plazo, pueden hacerse también las acciones apropiadas para reforzar la coordinación inter-sectorial e inter-institucional que permita empezar a abordar y solucionar con eficiencia los problemas ambientales y las situaciones de riesgo (p. ej. las interrupciones del servicio eléctrico en el sistema de agua potable) y comenzar el programa integral de educación a diferentes niveles sobre ordenamiento territorial, cambio climático y gestión de riesgos.

Las medidas **a mediano plazo** comprenden la atención a los barrios con proyectos globales como el censo de las viviendas en zonas vulnerables o particulares como el diseño barrial adaptado a las inundaciones de Pedro Justo Carrión, que puede verse apoyado con la medida de un presupuesto participativo municipal para la adaptación, con proyectos por sectores y barrios. También comprende el proyecto integral de restauración ecológica en las riberas de los ríos Soco, Higuamo y Laguna Mallen y la zona costera (limpieza, saneamiento y reforestación con especies autóctonas). Cumplida la fase del inventario, catalogación y cartografía actualizada del patrimonio histórico es factible comenzar su evaluación múltiple (valorización, conservación y vulnerabilidad climática). Con la adecuada atención del Comité de playa de San Pedro de Macorís, el proyecto de recuperación, mantenimiento y monitoreo de la Playa El Faro, que ya cuenta con un borrador inicial, podría empezar a implementarse a mediano plazo con la colaboración del Ayuntamiento de Fort Lauderdale. Estas relaciones, creadas con el marco del Programa City Links, favorecen también la búsqueda a mediano plazo de soluciones locales a las inundaciones manejando la capacidad de infiltración del suelo (biofiltración a pavimentos permeables) así como el necesario estudio de actualización de la topografía urbana con tecnología LIDAR. Finalmente, la implementación de un sistema de gestión integral de residuos sólidos municipales en San Pedro de Macorís puede ser posible a mediano plazo considerando que el municipio ya ha dado pasos importantes en el tema del reciclaje y es parte del Programa Dominicana Limpia que ofrecerá asistencia y fondos para dar soluciones definitivas al problema de los residuos sólidos en varios municipios dominicanos.

Quedan como acciones **a largo plazo** proyectos que requieren estudios previos y posteriores inversiones en obras como el proyecto de ingeniería en la Laguna Mallén; la aplicación de técnicas de rescate, mantenimiento y preservación a elementos seleccionados del patrimonio en zonas vulnerables; las acciones para el fomento de energías limpias y la mejora de la movilidad urbana; y especialmente aquellas que demandan apoyo del gobierno central como la ampliación de la cobertura del sistema de alcantarillado sanitario y la construcción del sistema de drenaje de aguas pluviales.

4.3. Gestión adaptativa

La construcción de la resiliencia climática de San Pedro de Macorís es un proceso continuo. Las condiciones climáticas cambian con el tiempo. Del mismo modo, San Pedro es dinámico, creciendo y cambiando de maneras que no pueden ser totalmente predichas. Los nuevos desafíos y oportunidades surgen continuamente, las tecnologías avanzan y las prioridades de la comunidad cambian con el tiempo. Además, la implementación de la adaptación puede enfrentar desafíos en la ejecución y las medidas de adaptación al ser puestas en marcha pueden no funcionar como se esperaba. Por todas estas razones, es necesario vigilar las condiciones y la eficacia de las medidas de adaptación y tomar medidas adicionales para adaptarse a estos cambios y aumentar la resiliencia. La gestión adaptativa es un proceso iterativo por lo que revisar y mejorar las prácticas de adaptación y tener un sistema de toma de decisiones flexible son esenciales para promover sistemas resilientes en un aprendizaje continuo a través del monitoreo.

El proceso de monitoreo y evaluación y manejo adaptativo debe estar dirigido por el ETMCC. Durante la fase de implementación, las medidas de adaptación identificadas en este plan deben someterse a un proceso de seguimiento y evaluación para seguir el progreso y el desempeño y servir de punto de partida para mejorar las prácticas de adaptación. El seguimiento y la evaluación requerirán la definición de indicadores específicos para evaluar el progreso de la aplicación y la eficacia de las medidas de adaptación. A través de esta evaluación, el municipio puede identificar las razones por las que las medidas han sido efectivas o ineficaces e iniciar el proceso de identificación de técnicas para cambiar, complementar o agregar a las medidas de adaptación en vigor y avanzar continuamente hacia un San Pedro de Macorís cada vez con mayor resiliencia.

5. REFERENCIAS

- DGODT (2016). Guía metodológica para la formulación del Plan de Ordenamiento Territorial. Dirección General de Ordenamiento y Desarrollo Territorial Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), República Dominicana, 104 pp.
- Dorrejo, Erick (2016) El Higuamo como eje del desarrollo. Diario Libre, noviembre 10, 2016. Disponible en el Sitio Web: <http://www.diariolibre.com/opinion/en-directo/el-higuamo-como-eje-del-desarrollo-BK5408553>
- ICF (2016). Climate Change Adaptation Planning Tool. ICF International Programa de Planificación para la Adaptación Climática, 8 pp.
- ICMA/FEDOMU 2015. Documento base para la evaluación de vulnerabilidad climática de San Pedro de Macorís.
- ICMA/ICF (2017). Fichas técnicas de apoyo a la adaptación climática y el ordenamiento territorial en los municipios dominicanos. Asociación Internacional de Gestión de Ciudades y Municipios y ICF Internacional.
- ICMA/ICF/FEDOMU/ASPM (2016). Evaluación de la vulnerabilidad climática del municipio San Pedro de Macorís para el Plan de Ordenamiento Territorial. 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.
- IPCC (2017) Panel Intergubernamental de cambio Climático. Sitio Web: <http://www.ipcc.ch/ipccreports>
- Ministerio Ambiente (2014). Política para la gestión integral de residuos sólidos municipales (RSM), Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Santo Domingo, República Dominicana, 30 pp. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.do/ambinterd/wp-content/uploads/2015/10/Politica-Residuos-Solidos-Municipales.pdf>

Apéndice I. Planes, programas y proyectos derivados de las medidas de adaptación a ser incorporados al Plan Municipal de Ordenamiento Territorial (PMOT) o al Plan Municipal de Desarrollo (PMD).

Medida	Propuesta	PMOT	PMD
1.5	<i>Plan Regulador de la zona urbana – SPM:</i> instrumento para regular el crecimiento de la zona urbana del municipio (linderos, alturas, superficie edificable, índice de impermeabilización, etc.) en atención a los polígonos urbanos definidos en el PMOT.		
1.6	<i>Construcción del Museo del Higuamo:</i> Proyecto catalizador para potencializar el uso recreativo del Río Higuamo y sus alrededores bajo el enfoque del río como eje de desarrollo (ver Dorrejo, 2016).		
2.1.	<i>Recuperación arroyos y cañadas zona urbana:</i> desarrollando una estrategia para la actuación en los escurrimientos identificados que han sido ocupados por la población; a través de la sensibilización, capacitación, re-localización de viviendas en zonas de alta vulnerabilidad, limpieza de escurrimientos e integración al circuito verde.		
2.2.	<i>Manejo de inundaciones en el barrio Pedro Justo Carrión:</i> Diseño barrial adaptado a las inundaciones con pavimentación dirigida, cunetas y zanjas de conducción del agua, arborización y creación de espacios de drenajes.		
2.3	<i>Análisis e identificación de soluciones locales a las inundaciones:</i> Manejo de la capacidad de infiltración del suelo con uso de tecnologías existentes (desde bio-filtración a pavimentos permeables) para dar soluciones puntuales (p. ej. Tetélo Vargas y parqueo de la UCE).		
2.4.	Elaborar planes de contingencia climática para la infraestructura sanitaria e industrial de la zona ribereña del Higuamo y costera ante eventos meteorológicos extremos		
2.5.	<i>Presupuesto participativo para la adaptación.</i> Incorporar las acciones de reducción de vulnerabilidad a inundaciones (obras de canalización y drenaje) al presupuesto participativo municipal con proyectos por sectores y barrios		
3.1.	<i>Planes de manejo ambiental de AP como apoyo a la ZNU.</i> Elaborar Planes de Manejo Ambiental para los tres RVS del municipio, con el interés de fortalecer con criterios ambientales las propuestas de ZNU en estas áreas protegidas		
3.2	<i>Restauración ecológica de ecosistemas:</i> Riberas de los ríos Soco, Higuamo y Laguna Mallen y la zona costera (limpieza, saneamiento y reforestación con especies autóctonas)		

Medida	Propuesta	PMOT	PMD
3.3.	<i>Proyecto ingeniería Laguna Mallén:</i> delimitación, estudio topográfico, batimétrico y de suelos, modelación hidrológica, dragado, capacidad y calidad del agua, creación de cobertura vegetal y rehabilitación del canal.		
3.5	<i>Recuperación y gestión integral de la Playa El Faro:</i> Activación de un modelo de gestión inter-institucional de costas y playas; definición de acciones a implementar.		
3.5.	<i>Diseño del frente costero-marino SPM:</i> Para la recuperación y habilitación de superficies orientadas a potenciar una nueva economía.		
4.1	<i>Diseño red azul – SPM:</i> Identificar y articular todas las fuentes acuíferas que forman parte del municipio (cañadas, arroyos, lagunas, ríos y el mar) con el fin de mejorar el sistema natural que en la actualidad se encuentra insertado en las actividades urbanas.		
4.1	<i>Reforestación urbana:</i> Aprovechando el suelo natural urbano e incrementando la infraestructura verde para crear corredores continuos, aplicando las herramientas de ITree.		
4.1.	<i>Diseño circuito verde – SPM:</i> propuesta para la identificación, recuperación y/o creación de espacios públicos caracterizados por la presencia de áreas naturales o espacios verdes, conectados por toda la zona urbana del municipio.		
5.1.	<i>Inventario y cartografía actualizada del patrimonio del histórico del municipio:</i> con la finalidad de conocer, estudiar diseñar y ejecutar obras para la prevención/ solución del deterioro y de las inundaciones en el centro histórico. Identifica técnicas para el rescate, mantenimiento y preservación de las edificaciones antiguas.		
5.2	<i>Recuperación del centro histórico:</i> iniciativa para la articulación inter-institucional que fomente el rescate del patrimonio edificado, incentive la realización de actividades compatibles en el área identificada e incentive la participación público-privado en la preservación del centro histórico de forma integral.		
5.3.	<i>Rescate, protección y adaptación al clima del patrimonio municipal:</i> Identificar activos del patrimonio (conjunto de bienes culturales y naturales), bien sea cultural (museos de arte e historia), construido (monumentos, edificios y casas históricas o recintos religiosos) o intangible (carnavales, expresiones artísticas y saberes tradicionales).		
6.2.	<i>Gestión integral de residuos sólidos:</i> Diseño, programación, gestión y seguimiento con la finalidad de eficientizar el sistema de recogida, reciclaje y disposición final de los residuos sólidos a nivel municipal.		
6.4.	<i>Fomento producción energías limpias:</i> diseño de una estrategia nacional-local orientada a la transformación del sistema de energías utilizado en el municipio de San Pedro de Macorís que permita mejorar el ambiente natural y reducir los costos de producción.		
6.5	<i>Plan de Movilidad Urbana:</i> instrumento diseñado con el fin de mejorar la conexión urbana, organizar los desplazamientos (peatonales y motorizados) de la población que circula por la zona urbana; adecuando las necesidades de sus habitantes, mejorando la articulación inter-institucional y fomentando la articulación público-privada.		
6.6	<i>Construcción sistema de alcantarillado sanitario:</i> articulación entre el gobierno nacional y el ayuntamiento para ampliar la cobertura del sistema existente en la zona urbana del municipio y mejorar el tratamiento final de estas aguas.		
6.7	<i>Construcción del sistema de drenaje de aguas pluviales:</i> Identificación de proyectos que permitan conducir las aguas como resultado de las lluvias, disminuyendo las posibilidades de inundación. <i>El programa de recuperación de cañadas se articula con esta iniciativa.</i>		
6.3 y 7.1.	<i>Fortalecimiento institucional por la adaptación y el medio ambiente.</i> Concentración de esfuerzos e intereses en torno al Ayuntamiento y al Consejo de Desarrollo para lograr una coordinación inter-sectorial e inter-institucional que garantice el reconocimiento y respeto de las funciones de cada entidad y la complementación para dar solución de los problemas de vulnerabilidad, la oferta de servicios de calidad, la protección de los recursos naturales y el uso adecuado de los espacios públicos.		
8.1.	<i>Proyecto integral de investigaciones para la adaptación municipal.</i> Realizar un estudio técnico de actualización de la topografía urbana con tecnología LIDAR para contar		

Medida	Propuesta	PMOT	PMD
	con un plano topográfico urbano preciso que permita acciones para resolver las inundaciones barriales, en el contexto del patrón de drenaje natural del territorio.		
9.1	<i>San Pedro de Macorís EMPRENDE</i> : iniciativa dirigida a los jóvenes para orientar (capacitación y registro) en el proceso de creación de riquezas con el fin de aprovechar las oportunidades presentes en el entorno o para satisfacer las necesidades de ingresos personales generando valor a la economía y a la sociedad.		
9.1.	<i>Fortalecimiento de capacidades para la gestión del uso de suelo</i> : entrenamiento al personal del Ayuntamiento, adquisición de hardware, actualización de la municipalidad a las nuevas tecnologías, contratación de personal clave para implementar un sistema de monitoreo y gestión del territorio.		
9.1.	<i>Capacitación permanente en ordenamiento territorial, cambio climático y gestión integral de riesgos</i> : Realización de talleres, charlas y diplomados, para maestros nivel básico y medio, incorporando al pensum estudiantil el tema del clima, usar murales (grafiti) como parte del programa de educación a la ciudadanía, para divulgar mensajes positivos.		