



Plan de Adaptación basado en la Naturaleza de Arraiján (2025– 2030)

Autoras: Liann C. Muñoz & Yatska De Oliveira

Informe de Proyecto: Panamá

Revisión: Ministerio de Ambiente, y equipo de coordinación regional de Nature4Cities - PNUMA

RESUMEN EJECUTIVO

La República de Panamá, especialmente el distrito de Arraiján, enfrenta una serie de vulnerabilidades al cambio climático, entre las que destacan el aumento de temperaturas, alteraciones en los patrones de precipitación, el ascenso del nivel del mar y la afectación a los recursos hídricos y la biodiversidad. Arraiján, el segundo distrito más poblado del país, ha experimentado un rápido crecimiento urbano que lo hace particularmente susceptible a fenómenos climáticos extremos. En este contexto, las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) se presentan como una alternativa para reducir estos efectos, restaurando ecosistemas y mejorando la resiliencia urbana.

El proyecto Nature4Cities de la Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente e implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), busca fortalecer la resiliencia de seis ciudades panameñas, entre ellas Arraiján, mediante la integración de SbN en su planificación urbana. Para ello, el Plan de Adaptación basado en la Naturaleza de Arraiján, ha sido desarrollado con un enfoque participativo y con la colaboración de actores clave del gobierno nacional, gobierno local, academia, sociedad civil y sector privado.

El proceso de creación fue estructurado en cuatro fases: análisis de datos y normativas; consultas con actores locales; validación de resultados y priorización de acciones; y validación final.

A su vez, el plan se estructura en cinco ejes estratégicos:

1. Sensibilización y fortalecimiento de capacidades: Promueve la educación y formación sobre el cambio climático y las SbN.
2. Marco regulatorio de planificación territorial y cambio climático: Establece políticas y normativas que faciliten la integración de SbN en la planificación urbana.
3. Infraestructura Verde (SbN): Incluye medidas como la restauración de bosques de galería, la captación de agua de lluvia y la restauración de manglares.
4. Mecanismos financieros: Identifica fuentes de financiamiento para la implementación de las SbN, tanto a nivel público como privado.
5. Monitoreo y evaluación: Implementa un sistema para medir los avances del plan, asegurando su efectividad y adaptabilidad.

Para identificar los principales peligros a los que está expuesto el territorio, se llevó a cabo un análisis de vulnerabilidad y riesgo climático en el distrito de Arraiján. Este análisis reveló que los riesgos más críticos incluyen escasez hídrica, inundaciones fluviales e inundaciones costeras. Dado que estos riesgos se intensifican con el cambio climático, se propone adoptar medidas de adaptación, como las Soluciones basadas en la Naturaleza.

Entre las SbN prioritarias, destacan el sistema de captación de agua de lluvia (SCALL) para enfrentar la escasez hídrica, la restauración de bosques de galería para reducir inundaciones y la restauración de manglares para proteger las zonas costeras de las inundaciones. Estas soluciones no solo ayudan a reducir los riesgos climáticos, sino que también generan beneficios sociales, como la mejora de la calidad del agua y el fortalecimiento de la seguridad alimentaria.

El plan también incorpora un enfoque de gobernanza inclusivo y participativo, que asegura la colaboración entre los diferentes niveles de gobierno, el sector privado y la comunidad, con el fin de que las soluciones sean efectivas y sostenibles a largo plazo.

La integración de la perspectiva de género también ha sido clave, ya que se busca garantizar que las mujeres, como principales responsables del cuidado del hogar, participen activamente en las decisiones relacionadas con la adaptación al cambio climático y lograr así una adaptación efectiva y equitativa.

El Plan de Adaptación basado en la Naturaleza de Arraiján propone abordar los desafíos climáticos, considerando las especificidades y necesidades locales del municipio. Este plan tiene en cuenta factores clave, como la definición de acciones a corto, mediano y largo plazo, y la colaboración activa entre diversos actores, tanto del sector público como privado.

El proceso de Monitoreo y Evaluación (M&E) del plan se centra en medir el impacto de las acciones implementadas y asegurar su sostenibilidad a largo plazo. A través del M&E, se busca documentar las lecciones aprendidas y contribuir a los compromisos internacionales, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), además de alinearse con los marcos regulatorios nacionales y locales.

El mismo concluye con una serie de recomendaciones estratégicas clave, tales como: fortalecer la investigación sobre los beneficios de las SbN, mejorar la comunicación sobre los resultados de las iniciativas y promover la capacitación en la implementación de estas soluciones. Además, se resalta la necesidad de integrar las SbN en los presupuestos municipales y proyectos de desarrollo, y de contar con un sistema de monitoreo y evaluación continuo que permita ajustar las estrategias conforme evoluciona el cambio climático y los riesgos asociados.

Finalmente, se espera que este plan sea adoptado por el municipio de Arraiján a través de un Acuerdo Municipal, lo que permitirá garantizar un desarrollo urbano resiliente y sostenible, promoviendo la adaptación de la comunidad a los impactos del cambio climático y mejorando la calidad de vida de sus habitantes. Una vez adoptado bajo los marcos legales, Arraiján contará una herramienta importante para enfrentar de manera efectiva los desafíos climáticos, asegurando un futuro más seguro y equitativo para sus ciudadanos.

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	1
ÍNDICE	3
LISTADO DE FIGURAS	4
LISTADO DE TABLAS	6
LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS	7
GLOSARIO DE TÉRMINOS	8
INTRODUCCIÓN.....	9
1.1 Antecedentes.....	9
1.2 Ciudades y plan de adaptación	10
1.3 Arraiján frente al cambio climático	11
1.3.1 Contexto del Municipio y la ciudad de Arraiján	11
2. METODOLOGÍA.....	13
2.1 Trabajo de mesa.....	14
2.2 Integración de actores locales	14
2.3 Validación de datos y priorización de SbN	14
2.4 Validación de la estrategia del Plan de Adaptación	15
3. PLAN DE ADAPTACIÓN BASADO EN LA NATURALEZA.....	16
3.1 Objetivo General	16
3.2 Objetivos Específicos.....	16
3.3 Principios rectores y Ejes Estratégicos del Plan de Adaptación basado en la Naturaleza	16
4. MARCO LEGAL	21
4.1 Marco político panameño sobre cambio climático y planificación urbana	21
4.2 Marcos normativos nacionales con alcance local	23
5. MECANISMOS FINANCIEROS	26
5.1 Flujos de Financiamiento.....	26
5.2 Mecanismos financieros propuestos.....	28
6. VULNERABILIDAD Y RIESGOS CLIMÁTICOS	29
6.1 Delimitación del área de estudio	29
6.2 Clima presente y futuro: Peligros identificados para la ciudad.....	30
6.3 Estudio de riesgo por escasez hídrica	32
6.4 Estudio de riesgo por inundación fluvial	35
6.5 Estudio de riesgo por inundación costera.....	40
7. PRIORIZACIÓN DE SbN	46
7.1 Catálogo de Soluciones Basadas en la Naturaleza.....	48

7.2	Integración de las SbN en la ciudad	49
8.	GOBERNANZA	53
9.	ESTRATEGIA DE TRANSVERSALIZACIÓN DE GÉNERO	56
10.	PLAN DE ACCIONES	58
11.	MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL PLAN	65
11.1	Recomendaciones para el plan de Monitoreo y Evaluación	66
11.2	Fichas informativas de las medidas y/o estrategias prioritizadas para Arraiján en el plan 67	
11.2.1	Sistema de Captación de Agua de Lluvia - SCALL.....	67
11.2.2	Restauración de bosques de galería.....	68
11.2.3	Restauración de Manglares.....	70
	CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES	72
	BIBLIOGRAFÍA.....	74
	ANEXO 1: Cadenas de Impactos de los principales riesgos climáticos en Arraiján	77

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1	– Mapa del Distrito de Arraiján en Panamá.....	12
Figura 2	– Proceso de elaboración del Plan de adaptación.....	13
Figura 3	– Principios Rectores del Plan de Adaptación.....	17
Figura 4	– Ejes estratégicos del Plan de Adaptación basado en la Naturaleza	19
Figura 5	– Visión y componentes del Plan de Adaptación basado en la Naturaleza de Arraiján	20
Figura 6	– Principales marcos legales nacionales de alcance local	25
Figura 7	– Mapeo de Actores Clave para el financiamiento en Arraiján	27
Figura 8	– Área de estudio definida para el análisis de vulnerabilidad y riesgo de Arraiján.	29
Figura 9	– Escenarios de cambio climático para las regiones hidroclimáticas Central y Pacífico Central de Panamá, específicamente en el territorio de Arraiján, 2050	30
Figura 10	– Riesgos prioritizados en la ciudad de Arraiján	31

Figura 11 – Factores empleados para estimar la vulnerabilidad del recurso hídrico	33
Figura 12 – Riesgo por escasez de recursos hídricos en el área de estudio para la situación actual, horizontes 2030 y 2050 SSP585.	34
Figura 13 – Esquema amenaza-exposición-vulnerabilidad-riesgo.....	35
Figura 14 – Mapas de profundidad de la lámina de agua para el evento de 100 años de periodo de retorno en la situación actual y los horizontes 2030 y 2050 SSP585.....	36
Figura 15 – Mapas del impacto de inundación costera para un evento extremo de 100 años de periodo de retorno en el escenario histórico y (percentil del 95%) en el horizonte 2050 para el escenario de emisiones SSP5-8.5.	41
Figura 16 y Figura 17 – Resumen gráfico de los resultados de daños económicos (millones de dólares, MUSD \$) por inundación costera en edificaciones.	42
Figura 18 y Figura 19 – Resumen gráfico de los resultados de daños sociales (número de personas) por inundación costera.	43
Figura 20 y Figura 21 – Resumen gráfico de los resultados de daños económicos (millones de dólares, MUSD \$) por inundación costera en las infraestructuras.	44
Figura 22 – Peligros atendidos y medidas estructurales (SbN).....	46
Figura 23 – Peligros atendidos y medidas no estructurales	47
Figura 24 – SbN seleccionadas para atender a riesgos específicos	47
Figura 25 – Estructura de los catálogos de SbN priorizadas.....	48
Figura 26 – Áreas de restauración intensiva del bosque ripario de acuerdo con la evaluación de ecosistemas.....	49
Figura 27 – Riesgo por escasez de recursos hídricos en el área urbana de Arraiján para el horizonte 2050 y escenario SSP5-8.5. Fuente: IHCantabria, 2024.	51
Figura 28 – Propuesta de SbN basadas en medidas de conservación y recuperación del bosque de mangle para de Arraiján.	52
Figura 29 - Niveles de Gobernanza a nivel de la ciudad	55
Figura 30 – Impactos diferenciados de hombres y mujeres ante el cambio climático.....	56
Figura 31 – Actividades sugeridas para la integración de mujeres y grupos vulnerables en las acciones del plan de adaptación	57
Figura 32 – Pasos para el proceso de M&E de estrategias de adaptación.....	65
Figura 33 – Criterios para la selección de indicadores de M&E	66

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 – Garantía de satisfacción de las demandas de las plantas potabilizadoras que obtienen agua para consumo humano en las áreas urbanas de Arraiján para la situación actual y los escenarios SSP 585 2030 y 2050	32
Tabla 2 – Indicadores de amenaza y vulnerabilidad frente a la escasez de recursos hídricos	33
Tabla 3 – Superficie edificada expuesta (ha) y valor económico expuesto (MUSD \$) para cada periodo de retorno y escenario climático. Valores relativos respecto del total inventariado.	37
Tabla 4 – Número de IC expuestas y el valor económico expuesto de IC (MUSD \$) para cada periodo de retorno y escenario climático. Valores relativos respecto del total inventariado.	37
Tabla 5 – Población expuesta para cada periodo de retorno y escenario climático. Valores relativos respecto del total inventariado	38
Tabla 6 – Resultados de daños directos por inundación en edificaciones. Valores relativos respecto del total inventariado.	38
Tabla 7 – Daños sociales y los indicadores de riesgos de desastres sociales para los escenarios y periodos de retorno considerados.	39
Tabla 8 – Resultados de daños económicos (millones de dólares, MUSD \$) por inundación costera en edificaciones.	42
Tabla 9 – Resultados de daños sociales (número de personas) por inundación costera ...	43
Tabla 10 – Resultados de daños sociales (número de personas) por inundación costera .	44

LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ACP	Autoridad del Canal de Panamá
AND	Autoridad Nacional de Descentralización
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático
CDN2	Segunda Actualización de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional
DPU	Dirección de Planificación Urbana
FVC	Fondo Verde para el Clima
GEI	Gases de Efecto Invernadero
IBI	Impuesto sobre Bienes Inmuebles
FVC	Fondo Verde para el Clima
JAAR	Junta Administradoras de Acueductos Rural
JDL	Juntas de Desarrollo Local
MIAMBIENTE	Ministerio de Ambiente
MIVIOT	Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial
MUSD	Millones de dólares
M&E	Monitoreo y Evaluación
NAP	Plan Nacional de Adaptación (por sus siglas en inglés)
NBI	Necesidades Básicas Insatisfechas
N4C	Nature4Cities
OBC	Organización de Base Comunitaria
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONG	Organización No Gubernamental
PAE	Pérdida Anual Esperada
PIOPS	Programa de Inversión de Obras Públicas y Servicios Municipales
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
POT	Plan de Ordenamiento Territorial
SbN	Soluciones basadas en la Naturaleza
SINAPROC	Sistema Nacional de Protección Civil
SIG	Sistemas de Información Geográfica

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Adaptación: es el proceso de ajuste al clima actual o esperado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación busca moderar o evitar daños o aprovechar oportunidades beneficiosas. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima esperado y sus efectos. Se define como la actividad que pueden reducir la vulnerabilidad de los sistemas humanos o naturales a los impactos del cambio climático y riesgos relacionados con el clima, mediante la conservación o aumento de la capacidad de adaptación y resiliencia. (IPCC, 2022)

Adaptación basada en Ecosistemas: es un enfoque que utiliza la gestión, conservación y restauración de ecosistemas para ayudar a las comunidades a enfrentar los efectos del cambio climático. Este enfoque reduce la vulnerabilidad y aumenta la resiliencia mediante soluciones sostenibles y costo-efectivas, como la protección de bosques, humedales y manglares. Además de mitigar riesgos climáticos, la AbE ofrece beneficios colaterales, como la conservación de la biodiversidad y la mejora de medios de vida locales. (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2009).

Enfoque GESI (Género, Equidad e Inclusión Social): busca garantizar que las políticas, programas y proyectos consideren y aborden las desigualdades de género y las barreras sociales que enfrentan grupos vulnerables, como mujeres, comunidades indígenas, personas con discapacidad y otros colectivos marginados. Este enfoque promueve la participación activa y equitativa de todas las personas en la toma de decisiones, asegurando que los beneficios del desarrollo sean distribuidos de manera justa y que se reduzcan las brechas estructurales. Además, el GESI reconoce la diversidad de experiencias y necesidades, integrando principios de justicia social y derechos humanos para fomentar sociedades más inclusivas y resilientes frente a desafíos como el cambio climático. (UN Women, 2017)

Instrumentos de recuperación de plusvalías urbanas: son mecanismos fiscales y normativos que permiten a los gobiernos captar parte del incremento en el valor del suelo generado por inversiones públicas, cambios en la normativa urbana o desarrollo de infraestructuras. Estos instrumentos buscan que las ganancias derivadas de acciones colectivas no se concentren únicamente en propietarios privados, sino que contribuyan al financiamiento de obras públicas, servicios urbanos y proyectos de desarrollo sostenible. Entre las herramientas más comunes se incluyen contribuciones por mejoras, impuestos sobre la valorización del suelo y cargas urbanísticas. La implementación de estos instrumentos promueve una distribución más equitativa de los beneficios del desarrollo urbano y fortalece la capacidad de los gobiernos locales para invertir en infraestructura y servicios. (Smolka, 2013)

Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN): La Asamblea de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEA 5.2/EA 5) define las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) como medidas encaminadas a proteger, conservar, restaurar, utilizar de forma sostenible y gestionar los ecosistemas terrestres, de agua dulce, costeros y marinos naturales o modificados que hacen frente a los problemas sociales, económicos y ambientales de manera eficaz y adaptativa, procurando al mismo tiempo bienestar humano, servicios ecosistémicos, resiliencia y beneficios para la biodiversidad.

Resiliencia: se define como la capacidad de los ecosistemas sociales, económicos y sociales para hacer frente a un acontecimiento peligroso o a una tendencia o perturbación, respondiendo o reorganizándose de manera que mantengan su función, identidad y estructura esenciales, así como la biodiversidad en el caso de los ecosistemas, manteniendo al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación. La resiliencia es un atributo positivo cuando mantiene dicha capacidad de adaptación, aprendizaje y/o transformación (AR6, IPCC 2022).

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La República de Panamá es vulnerable a los impactos del cambio climático, especialmente a lo que respecta a cambios en patrones de precipitación, aumentos en la temperatura en ecosistemas terrestres y marinos, así como al ascenso del nivel del mar, lo que producirá mayor intensidad y ocurrencia de eventos meteorológicos extremos, poniendo en riesgo tanto a los ecosistemas naturales como los medios de vida en zonas urbanas y rurales (MiAmbiente, 2021; MiAmbiente, 2024). La Cuarta Comunicación Nacional de Panamá sobre Cambio Climático indicó que Panamá ocupa el puesto 14 entre los países con mayor exposición a múltiples peligros asociados al cambio climático, ya que 15% de su territorio se encuentra expuesto (MiAmbiente, 2023a).

Por su parte, Arraiján se enfrenta a los efectos del cambio climático al verse expuesta a multiamenzas, la mayoría de estas de origen hidroclimático y meteocéánico. El cambio climático ha provocado que fenómenos extremos como las tormentas tropicales se generen con mayor frecuencia e intensidad y desencadenen en inundaciones, deslaves y/o deslizamientos. Además, el aumento de las temperaturas, ligado al crecimiento urbano y la limitada disponibilidad de áreas verdes públicas expone a los habitantes al fenómeno “islas de calor”.

El 68.3% de la población panameña vive en zonas urbanas. El país cuenta con otras ciudades emergentes, cuyos polos urbanos se han desarrollado rápidamente, entre las que destaca Arraiján, en la provincia de Panamá Oeste. La zona urbana del distrito creció un 57% en los últimos 10 años, contando actualmente con una población 299,079 habitantes y siendo el segundo distrito más poblado del país (INEC, 2023)

Frente a estos escenarios complejos para las áreas urbanas se requiere adoptar medidas multipropósitos que integren enfoques de prevención y adaptación alineadas con los riesgos climáticos presentes y futuros, además, que sean rentables, socialmente aceptadas, técnicamente viables y que generen múltiples beneficios. En este sentido, las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN), además de generar impactos positivos sobre la biodiversidad local y en la captura de carbono.

En este contexto, el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) implementa en 6 ciudades de Panamá y en otros 6 países de la región, el proyecto Readiness “Nature4Cities: Incrementando la resiliencia a través de SbN en ciudades latinoamericanas”, financiado por el Fondo Verde para el Clima (FVC) y cofinanciado por el programa de la Unión Europea Euroclima+. El proyecto Nature4Cities (N4C) tiene el objetivo de apoyar y aumentar la capacidad de los gobiernos nacionales y locales a acelerar la acción

climática desde las ciudades a través de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) como estrategias para la planificación y el desarrollo urbano que contribuyen a la resiliencia de las ciudades.

En el marco de este proyecto, mediante procesos de investigación, así como análisis y diseños participativos se desarrolló el presente Plan de Adaptación basado en la Naturaleza para Arraiján. Este plan presenta los principales análisis de vulnerabilidad y riesgo climático de las ciudades, así como los puntos críticos para implementar e integrar las SbN en la planificación y el desarrollo urbanos sostenible.

¿A quiénes se dirige este Plan?

Este plan está dirigido a los principales actores de la ciudad de Arraiján involucrados en la planificación urbana, la gestión del riesgo, el manejo ambiental y el cambio climático, incluyendo a los gobiernos locales, las instituciones públicas, la academia, el sector privado y la ciudadanía en general. Su objetivo, además de promover acciones concretas, es fortalecer la toma de decisiones en materia de adaptación al cambio climático. Asimismo, se presenta como una herramienta útil para quienes trabajan en áreas relacionadas con la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y la reducción de la vulnerabilidad climática. Se invita a utilizar este plan como referencia para la implementación de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) en Arraiján y otras ciudades, contribuyendo así a la toma de decisiones sobre adaptación al cambio climático en zonas urbanas.

1.2 Ciudades y plan de adaptación

El Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (AR5) es categórico en su afirmación sobre los cambios climáticos globales atribuidos directamente a las actividades humanas. A pesar de la poca contribución de América Latina a las emisiones de GEI globales (IPCC, 2022), los impactos del cambio climático se hacen evidentes generando importantes desafíos para la seguridad hídrica y alimentaria, así como la disponibilidad de servicios básicos y otros aspectos que sostienen el desarrollo de las ciudades.

La capacidad adaptativa de las ciudades se ve comprometida al carecer de herramientas, recursos y mecanismos habilitantes para hacer frente a estos desafíos. En este sentido, este Plan de Adaptación basado en la Naturaleza tiene como objetivo abordar parte de estas carencias y ser una herramienta de consulta y apoyo que guíe la planificación municipal resiliente al cambio climático. Cabe señalar que este plan es el resultado de una serie de documentos y análisis transversales desarrollados en el marco del proyecto Nature4Cities. Estos documentos, aunque se resumen en el plan, representan instrumentos diagnósticos adicionales elaborados para cada una de las ciudades bajo las siguientes temáticas:

- Análisis de las políticas y marcos normativos
- Análisis de vulnerabilidad y riesgo climático

- Análisis de las finanzas climáticas
- Plan de involucramiento del sector privado
- Guías de recuperación de plusvalías urbanas como directrices financieras para apoyar la inversión en acción climática

Este plan contribuye a la actualización del marco de gobernanza en planificación urbana y adaptación al cambio climático local, mejorando la gestión del territorio y alineándose con las políticas nacionales e internacionales que respaldan la necesidad de adaptación en las ciudades, incluyendo el Acuerdo de París y los compromisos internacionales de Panamá ante la CMNUCC como la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC). En este sentido, el Plan de Adaptación Basado en la Naturaleza es un ejemplo de trabajo interinstitucional liderado por la Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y los aportes de información de múltiples instituciones, gobiernos locales y sociedad civil. Para su implementación se subraya la necesidad del esfuerzo mancomunado de todos los actores como responsables de las medidas propuestas.

1.3 Arraiján frente al cambio climático

1.3.1 Contexto del Municipio y la ciudad de Arraiján

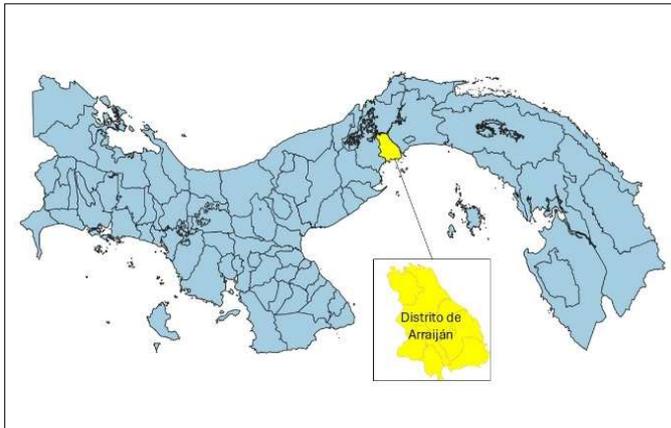
El distrito de Arraiján está compuesto por 9 corregimientos, cada uno con su propia identidad y funciones dentro de la región. Con una extensión total de 418.1 km², Arraiján se encuentra sobre una planicie a unos 100 metros sobre el nivel del mar, aunque algunas formaciones geográficas, como el Cerro Cabra, se elevan a 512 metros, constituyendo el punto más alto del distrito. Otra elevación significativa es el Cerro Galera, que alcanza los 341 metros de altura.

Ubicado estratégicamente dentro de la cuenca hidrográfica del Río Caimito y la cuenca del Canal de Panamá, Arraiján cuenta con diversas fuentes de agua superficial que son vitales para la región. Entre sus principales ríos se encuentran el Río Caimito, con su afluente, el Río Aguacate, además del río Paja y el río Velásquez, todos los cuales desembocan en el golfo de Panamá.

El clima de Arraiján es tropical, caracterizado por una estación seca prolongada, lo que influye en la vida cotidiana de sus habitantes. Según el Atlas Ambiental de Panamá (2020), la precipitación media anual en la zona es de 1909 milímetros. En cuanto a las temperaturas, el distrito presenta una media anual que oscila entre los 24°C de mínima y los 29°C de máxima, creando un ambiente cálido y adecuado para diversas actividades agrícolas y de desarrollo económico.

El comercio mayorista y minorista es crucial en el distrito, siendo seguido de cerca por los sectores de la construcción y la industria manufacturera. El sector de servicios es el mayor generador de empleo en la región.

Figura 1 – Mapa del Distrito de Arraiján en Panamá.



Fuente: Elaborado por el autor.

Cabe destacar que Arraiján alberga la Zona Marítima de Petróleo y la Zona Especial de Howard (Panamá Pacífico), las cuales son centros industriales y comerciales de gran relevancia a nivel internacional. Además, la zona cuenta con el Aeropuerto Internacional Panamá Pacífico, y la pesca se realiza en Veracruz y en el Puerto de Vacamonte.

2. METODOLOGÍA

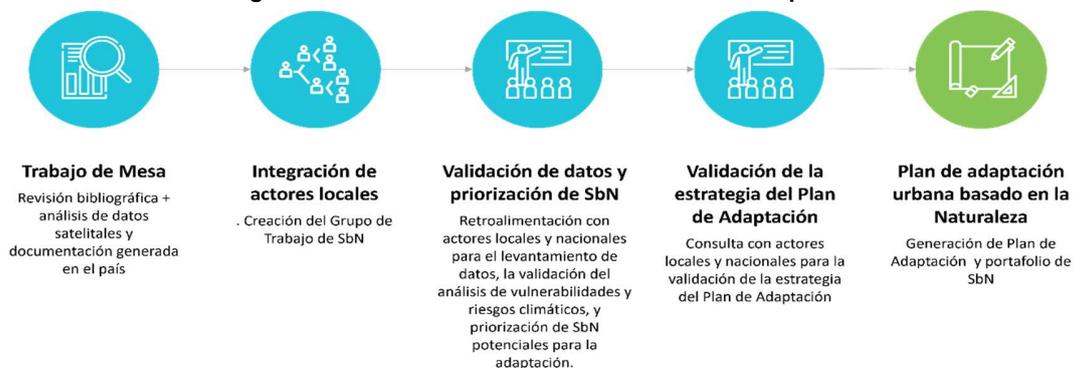
La metodología para diseñar este Plan de Adaptación se fundamentó en el contexto particular de la ciudad de Arraiján y se llevó a cabo mediante un proceso participativo de co-creación de conocimiento con actores clave de instituciones y la sociedad civil del nivel nacional, provincial y municipal.

El objetivo principal de este Plan de Adaptación es promover la integración de las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) en la planificación urbana, considerando los factores facilitadores para la implementación de acciones, adecuación de políticas públicas habilitantes y su utilización por parte de los tomadores de decisiones, lo que a su vez favorece la replicabilidad y escalabilidad de las iniciativas. Para lograr esto, se establecieron los siguientes objetivos específicos:

1. Definir la visión estratégica y principios del Plan de Adaptación urbano basado en la Naturaleza para la ciudad de Arraiján.
2. Determinar y caracterizar la línea base normativa y los mecanismos financieros para el desarrollo e implementación del plan de adaptación.
3. Analizar las vulnerabilidades de la ciudad, a partir de la evaluación de los impactos del clima actual y futuro, derivado del estudio del clima actual y los escenarios del cambio climático para el país y la localidad.
4. Desarrollar fichas técnicas para la implementación de las SbN urbanas priorizadas
5. Definir el Plan de Acción para la estrategia de adaptación y determinar los factores habilitantes y de gobernanza para su ejecución y replicación.

El proceso participativo para el desarrollo del Plan de Adaptación y el Portafolio de SbN se llevó a cabo mediante cuatro etapas principales: (1) trabajo de mesa, (2) consulta con actores locales, (3) validación de datos y priorización de SbN, y (4) validación de la estrategia del plan.

Figura 2 – Proceso de elaboración del Plan de adaptación



Fuente: Proyecto Naure4Cities

2.1 Trabajo de mesa

Primeramente, se realizó un análisis de las políticas y normativas nacionales y locales en las que se enmarca el plan de adaptación basado en la naturaleza. Este análisis tuvo como objetivo identificar los desafíos y oportunidades en el marco jurídico para la integración y escalonamiento de las Soluciones basadas en la Naturaleza en la planificación urbana.

Como un segundo paso y con el objetivo de desarrollar el “Análisis de vulnerabilidad y riesgos climáticos” se realizó el levantamiento de información mediante un enfoque multidisciplinario y a través de la colaboración de la academia, comunidades locales y organismos gubernamentales. Cabe señalar que este proceso incluyó la recolección de datos climáticos históricos, base de datos SIG, recorrido a las ciudades para el mapeo de los sitios susceptibles a fenómenos extremos, así como talleres participativos para la identificación de percepciones y experiencias de la población con el fin de un entendimiento integral de los riesgos y las necesidades locales. A partir de los resultados del análisis, se desarrolló la denominada cadena de impactos y se identificaron puntos estratégicos para minimizar las vulnerabilidades identificadas a través de la implementación de las Soluciones basadas en la Naturaleza.

Por último y en relación con los mecanismos financieros, se realizó una evaluación de las finanzas climáticas a nivel municipal para la identificación de aquellos desafíos y oportunidades para el financiamiento de las SbN en una escala local, así como aquellas acciones y propuestas potenciales que se alinean con el sistema económico y financiero de Panamá.

2.2 Integración de actores locales

En enero de 2023, se creó el Grupo de Trabajo de SbN con integrantes de Arraiján, con el objetivo de garantizar la participación multisectorial en los procesos de consulta y validación de la documentación que contribuye al desarrollo del presente plan. Este grupo de trabajo se caracterizó por el relevo de representantes de las alcaldías y de diversas instituciones gubernamentales a partir de julio de 2024, como resultado de las elecciones para cargos presidencial y municipales.

2.3 Validación de datos y priorización de SbN

Cada uno de los análisis desarrollados fue validado, mediante un proceso participativo que además de talleres de consulta, incluyó múltiples reuniones bilaterales con actores claves locales y nacionales.

En el caso particular del Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo Climático, el mismo fue validado en agosto del 2024 mediante taller de capacitación y consulta dirigido a los actores locales multisectoriales. La priorización de SbN de Arraiján, se realizó en un taller, a través de mesas de trabajo en las cuales se fomentaba la discusión y búsqueda de Soluciones basadas en la Naturaleza que abordar las amenazas priorizadas y específicas para el distrito. Como resultado, se obtuvo la definición de prioridades y validación de las Soluciones basadas en la Naturaleza como estrategia de adaptación al cambio climático en el contexto de la planificación urbana.

2.4 Validación de la estrategia del Plan de Adaptación

Durante el mes de noviembre del 2024 se desarrolló un taller participativo con actores claves de Arraiján, además se llevaron a cabo reuniones bilaterales con actores locales de cada una de estas ciudades, así como integrantes del Grupo de Trabajo de SbN. Esto con el objetivo de presentar y validar la estrategia del presente plan, es decir, sus acciones, periodos de cumplimiento, responsables y colaboradores para alcanzar los objetivos estratégicos y la visión 2050 del presente Plan de Adaptación para Arraiján.

3. PLAN DE ADAPTACIÓN BASADO EN LA NATURALEZA

3.1 Objetivo General

Fortalecer la capacidad de adaptación frente a los impactos del cambio climático en las zonas urbanas del municipio de Arraiján mediante lineamientos y estrategias enfocadas en las Soluciones basadas en la Naturaleza, con el fin de garantizar un desarrollo más equitativo, resiliente y sostenible, contribuyendo a la restauración y conservación de los ecosistemas, así como al bienestar integral de los habitantes.

3.2 Objetivos Específicos

- Definir los marcos legales habilitantes y mecanismos financieros innovadores que respalden la integración de soluciones basadas en la naturaleza en ciudades.
 - Identificar las zonas urbanas críticas de los municipios frente a eventos climáticos extremos mediante un análisis de vulnerabilidad y riesgos climáticos que considere factores sociales, económicos y ambientales.
 - Priorizar medidas de adaptación basadas en la naturaleza que contribuyan a reducir los riesgos climáticos en las zonas urbanas de los municipios de Arraiján.
- Establecer un plan de acción mediante proceso de participación ciudadana de diseño y validación de propuestas de intervención que faciliten alcanzar la visión y objetivos estratégicos del plan.

3.3 Principios rectores y Ejes Estratégicos del Plan de Adaptación basado en la Naturaleza

El presente Plan de Adaptación Basado en la Naturaleza se alinea con los principios rectores de la Nueva Agenda Urbana en Centroamérica y República Dominicana, los principios de la Política Nacional de Gestión Integrada de Riesgos (Decreto en pie de página¹) y los principios y enfoques metodológicos que orientaron la actualización de la CDN2. Al momento de la elaboración de este plan, Panamá no contaba con un Plan Nacional de Ordenamiento Territorial y un Plan Nacional de Adaptación (NAP por sus siglas en inglés), no obstante, al encontrarse este último en elaboración, se procuró contemplar los principios articulados para el desarrollo del NAP.

Cabe señalar que este Plan de Adaptación basado en la Naturaleza se alinea con normativas nacionales como la Ley No. 6 de 2006 sobre el ordenamiento territorial para el desarrollo urbano en Panamá y la Política Nacional de Cambio Climático 2050. Todos estos lineamientos generaron las bases para el establecimiento de los principios rectores y los

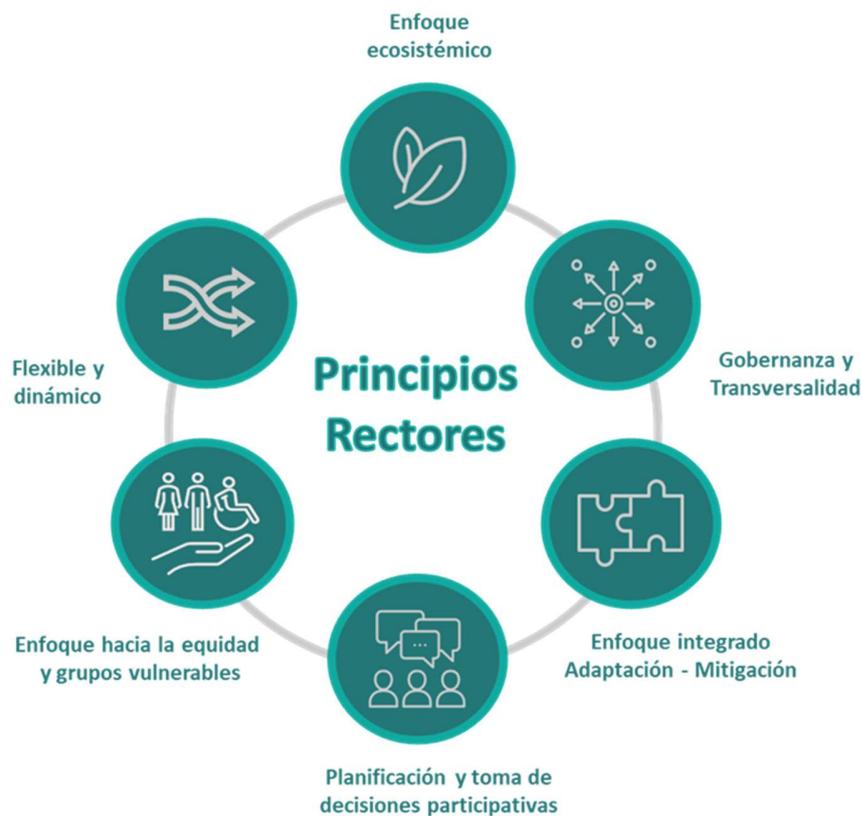
¹ Decreto Ejecutivo No.1101 de 2010.

ejes estratégicos. Tomando en cuenta lo anterior, se establecen los siguientes principios rectores y ejes estratégicos:

PRINCIPIOS RECTORES: Los principios rectores son la base para la elaboración del plan, así como el diseño, implementación y monitoreo de las medidas y acciones para lograr la visión hacia 2050. El presente Plan se rige por 6 principios básicos, comunes del ordenamiento urbano y ambiental, los cuales se articulan de forma transversal con sus cinco ejes estratégicos. Estos principios son:

- Enfoque hacia la equidad y grupos vulnerables
- Enfoque ecosistémico
- Flexible y dinámico
- Gobernanza efectiva y transversalidad
- Planificación y toma de decisiones participativas
- Enfoque integrado adaptación – mitigación

Figura 3 – Principios Rectores del Plan de Adaptación



Fuente: Elaborado por el autor

ENFOQUE INTEGRADO ADAPTACIÓN - MITIGACIÓN



Identifica elementos y estrategias que cumplen múltiples propósitos en el dentro de los ecosistemas, brindando beneficios potenciales en la resiliencia de las poblaciones a la vez que promueven sinergias que no solo contribuyen a la reducción del riesgo de desastres, sino que también reducen emisiones de GEI.

FLEXIBLE Y DINÁMICO



Integra mecanismos que permiten flexibilidad, a partir de la evaluación y revisión en función del contexto, y la actualización sistemática del mismo cada cinco años. De esta manera se pueden adecuar las metas y alcances dentro de un proceso que involucre a todos los actores sobre la base de una buena información, de los conocimientos generados y las lecciones aprendidas y buenas prácticas.

GOBERNANZA Y TRANSVERSALIDAD



Establece las bases para la gestión adaptativa a través de enfoque de gobernanza multinivel, que fomenta la colaboración entre el gobierno central, las autoridades locales y la sociedad civil. Además, procura apoyarse en un enfoque intersectorial que transversalice la adaptación a través de la coordinación horizontal y vertical de las acciones.

PLANIFICACIÓN Y TOMA DE DECISIONES PARTICIPATIVAS



A través de la creación del Grupo de Trabajo de SbN y el desarrollo de taller de capacitación, colecta y validación de datos, se implican a actores clave a nivel local (instituciones, organismos sectoriales, entidades económicas, universidades y el sector no estatal) como agentes de la identificación de problemas y propuestas de soluciones, teniendo en cuenta sus conocimientos, experiencias e iniciativas, de manera que se fortalezcan la capacidades locales y el compromiso para la implementación del Plan.

ENFOQUE ECOSISTÉMICO



Incorpora medidas integrales que aseguran el bienestar social, económico y ambiental, tales como las soluciones basadas en la naturaleza y el fortalecimiento de los servicios ecosistémicos.

ENFOQUE HACIA LA EQUIDAD Y GRUPOS VULNERABLES



Se basa en un análisis integral de vulnerabilidad y riesgos climáticos, con énfasis particular en los grupos vulnerables considerando las dimensiones sociales y territoriales de la exposición y vulnerabilidad frente al cambio climático.

Fuente: Elaborado por el autor

EJES ESTRATEGICOS: A partir del análisis de las barreras para la adaptación y partiendo de la línea base de la ciudad, se concilia una visión para la ciudad y se establecen objetivos y ejes estratégicos. El presente Plan establece 5 ejes estratégicos los cuales se alinean a su vez con los principios rectores previamente mencionados.

Además de los lineamientos dados por las normativas internacionales y nacionales, la participación ciudadana en los procesos de consulta permitió la priorización de acciones bajo los objetivos de cada eje, los cuales se plasman más adelante en la sección **PLAN DE ACCIONES** en matrices que contemplan, los tiempos para su implementación, los responsables y posibles colaboradores.

Los ejes estratégicos son:

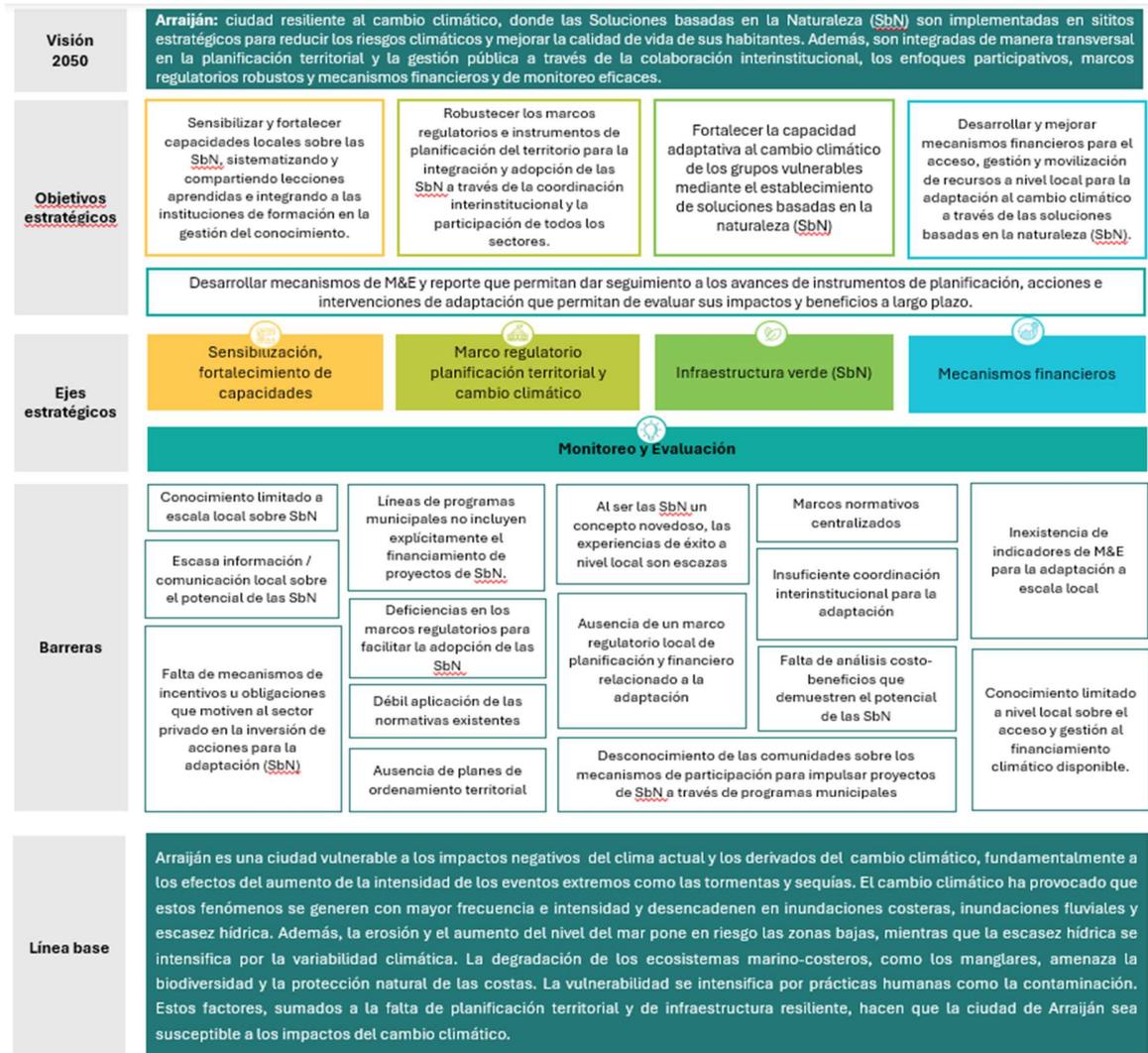
- Sensibilización y fortalecimiento de capacidades
- Marco regulatorio de planificación territorial y cambio climático
- Soluciones Basadas en la Naturaleza
- Mecanismos financieros
- Monitoreo y Evaluación

Figura 4 – Ejes estratégicos del Plan de Adaptación basado en la Naturaleza



Fuente: Proyecto Nature4Cities

Figura 5 – Visión y componentes del Plan de Adaptación basado en la Naturaleza de Arraiján



Fuente: Talleres (2023 - 2024) del proyecto Nature4Cities

4. MARCO LEGAL

4.1 Marco político panameño sobre cambio climático y planificación urbana

La vulnerabilidad de Panamá al cambio climático requiere una ambición climática que promueva un desarrollo sostenible y resiliente. En ese sentido, el país ha firmado acuerdos internacionales que refuerzan su compromiso con los ODS, la CMNUCC y el Acuerdo de París.

Para cumplir con todos estos compromisos, los enfoques basados en la naturaleza están cobrando cada vez más relevancia en la formulación de políticas a nivel nacional y subnacional. Es por ello que, en el marco de este plan de adaptación basado en la naturaleza para Arraiján, se destacan varias estrategias y marcos normativos nacionales que promueven la implementación de medidas de adaptación al cambio climático.

Reglamentación de la Adaptación al Cambio Climático Global - Decreto Ejecutivo No. 135 de 30 de abril de 2021².

Reglamenta el Capítulo I del Título V de la Ley 41 de 1998, Ley General de Ambiente de Panamá, estableciendo tres disposiciones clave: 1) la creación del Sistema Nacional de Datos de Adaptación al Cambio Climático para la gestión, evaluación y monitoreo del riesgo climático y la vulnerabilidad; 2) el establecimiento del Sistema Nacional de Monitoreo, Evaluación y Reporte de la Adaptación; y 3) la activación del Fondo de Adaptación al Cambio Climático (FONACC).

Plan Nacional de Acción Climática (PNAC) 2050³ - Decreto Ejecutivo No.10 de 16 de junio de 2022.

Promueve las ambiciones nacionales y sectoriales del país en materia de cambio climático, con el objetivo de facilitar y garantizar la implementación de la Contribución Determinada a Nivel Nacional en su primera y segunda actualización, así como el cumplimiento de estos compromisos. Para ello, define acciones concretas a corto plazo en cada sector y eje estratégico, identifica los instrumentos de apoyo existentes a nivel sectorial, y señala las entidades y organizaciones que deben participar en su implementación, además de establecer los indicadores de seguimiento necesarios para su monitoreo.

² Enlace del Decreto Ejecutivo No. 135 de 30 de abril de 2021: <https://adaptacion.miambiente.gob.pa/decreto-ejecutivo-no-135-de-30-de-abril-de-2021/>

³ Enlace del Plan Nacional de Acción Climática (PNAC) 2050: <https://transparencia-climatica.miambiente.gob.pa/wp-content/uploads/2022/02/Plan-Nacional-de-Accion-Climatica.pdf>

Plan Nacional de Género y Cambio Climático de Panamá⁴ - Decreto Ejecutivo No. 11. de 16 de junio de 2022.

Busca alcanzar los compromisos de Panamá y combatir el cambio climático para adaptarse a sus efectos según lo establece la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) para reforzar la respuesta mundial a las afectaciones e impactos generados por el cambio climático y en cumplimiento de los acuerdos de París.

Política Nacional de Cambio Climático (PNCC) 2050⁵ - Decreto Ejecutivo No. 3 del 8 de junio del 2023.

Busca promover la adaptación y mitigación en la República de Panamá ante el desafío del cambio climático, fomentando la descarbonización de todos los sectores económicos y actividades humanas que produzcan GEI, para asegurar el mantenimiento de la condición de Panamá como un país carbono negativo.

Estrategia Nacional, Socioeconómica, Inclusiva, Baja en Emisiones y Resiliente al Cambio Climático de la República de Panamá al 2050 (ELP)⁶ - 2024

Tiene como objetivo ser la hoja de ruta hacia la descarbonización de la economía, promoviendo el desarrollo social y económico, y asegurando la adaptación y resiliencia frente al cambio climático. Así mismo, contribuir a reducir la pobreza y la desigualdad mediante procesos participativos e inclusivos que involucren a actores clave, comunidades y grupos vulnerables.

Contribución Determinada a Nivel Nacional (CDN2) -2024⁷

Contempla cincuenta y cinco (55) nuevos compromisos, y nueve (9) compromisos replanificados presentados en la CDN1 actualizada en 2020, organizados en diez sectores y áreas estratégicas, incluyendo fortalecimiento de capacidades para la dimensión de género, la transición justa, así como transparencia climática sobre las pérdidas y daños, y la monitorización y evaluación de datos climáticos para fortalecer la toma de decisiones en materia de acción climática. Los sectores comprenden: Energía, Bosques (UTCUTS), Sistema Marino-costero, Agricultura, Ganadería y Acuicultura Sostenible, Economía Circular, Salud Pública, Asentamientos Humanos Resilientes, Infraestructura Sostenible, Biodiversidad y la Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas. Cabe resaltar que el presente plan responde al sector de Asentamientos Humanos Resilientes.

⁴ Enlace del Plan Nacional de Género y Cambio Climático de Panamá <https://www.undp.org/es/panama/publicaciones/plan-nacional-de-genero-y-cambio-climatico>

⁵ Enlace de la Política Nacional de Cambio Climático (PNCC) 2050 <https://transparencia-climatica.miambiente.gob.pa/wp-content/uploads/2023/09/Politica-Nacional-de-Cambio-Climatico-2023.pdf>

⁶ Enlace de la Estrategia Nacional, Socioeconómica, Inclusiva, Baja en Emisiones y Resiliente al Cambio Climático de la República de Panamá al 2050 https://unfccc.int/sites/default/files/resource/LTLEDS_PANAMA_2024.pdf

⁷ Enlace de la CDN": <https://transparencia-climatica.miambiente.gob.pa/wp-content/uploads/2024/06/Segunda-Contribucion-Determinada-a-Nivel-Nacional-de-Panamá-CDN2.pdf>

Política Nacional de Gestión Integral del Riesgo y Desastres (PNGIRD) 2022 – 2030⁸: (Decreto Ejecutivo N° 1101 de 2010)

Dentro de esta política, las SbN se mencionan explícitamente. Primero en el Marco Conceptual de la Gestión Integral de Riesgo a Desastres, dentro de la Gestión Prospectiva del Riesgo a Desastre, dando relevancia a las SbN como parte de los mecanismos para restaurar los ecosistemas amenazados por el cambio climático. También se contemplan dentro de los Programas de la Política Nacional, los cuales constituyen las unidades o líneas para la asignación presupuestaria. En este sentido se menciona en los programas relacionados a la comprensión del riesgo de desastres y cultura de prevención como estrategia para hacer frente al cambio climático.

Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático de Panamá (NAP Panamá):

Actualmente, Panamá está desarrollando el Plan Nacional de Adaptación (NAP) a través del proyecto "Construyendo capacidades para el desarrollo del NAP en el contexto de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional". El objetivo del NAP es fortalecer la capacidad sostenible del país y mejorar la participación de las partes interesadas en el proceso de adaptación. Este abarca desde la planificación hasta la ejecución, supervisión e informes, enfocándose en cuatro áreas clave: fortalecer la gobernanza y coordinación institucional, elaborar soluciones de adaptación basadas en evidencia, promover el compromiso del sector privado, e incrementar la financiación para la adaptación mediante una estrategia financiera.

4.2 Marcos normativos nacionales con alcance local

Por otro lado, la descentralización en Panamá es un proceso reciente, impulsado por la necesidad de mejorar la gobernanza y asegurar una distribución equitativa de los recursos, aunque el avance en la promoción de una mayor participación de los gobiernos locales ha sido lento.

Si bien muchos marcos normativos nacionales mencionan el traspaso de competencias para el desarrollo de planes municipales, no se han evidenciado avances significativos en este aspecto. En este contexto, es importante destacar que, en coordinación con el municipio, el gobierno central está gestionando actualmente el desarrollo del Plan de Ordenamiento Territorial de Arraiján, el cual, una vez finalizado, deberá ser aprobado por el Concejo Municipal para convertirse en un instrumento legal vinculante.

⁸ Enlace de la Política Nacional de Gestión Integral del Riesgo y Desastres 2022-2030: <https://www.sinaproc.gob.pa/wp-content/uploads/2022/12/Gird-politica.pdf>

Ley de Descentralización (Ley 37 de junio de 2009⁹)

Establece el marco legal para transferir mayores competencias a los municipios en la gestión de políticas públicas y recursos para ejecutar proyectos. Su artículo 2 dispone que las competencias delegadas a los municipios deben alinearse con las políticas públicas y normas nacionales, y que las instituciones correspondientes colaborarán con los municipios para su cumplimiento. Los municipios deberán desarrollar estas competencias de acuerdo con la realidad local, dentro del marco de la política estatal.

Reforma de la Ley de Descentralización (Ley 66 de octubre de 2015¹⁰)

Establece un proceso para iniciar la descentralización, bajo la responsabilidad de la Autoridad Nacional de Descentralización. Esta reforma incluye fases de desarrollo y asignación de fondos para fortalecer el desarrollo territorial como preparación para un verdadero proceso descentralizador. Además, crea un marco para la planificación estratégica y define una jerarquía de instrumentos de planificación a distintos niveles de la administración pública: el Plan Estratégico de Gobierno y la Política Nacional de Ordenamiento Territorial (nivel nacional), el Plan Estratégico Provincial (nivel provincial), el Plan Estratégico Distrital (nivel distrital o municipal) y el Plan Estratégico de Corregimiento (nivel de corregimientos).

Además de las políticas y planes nacionales específicos en materia de adaptación al cambio climático mencionados anteriormente, existen leyes, decretos y resoluciones gestionados desde el nivel central con alcance local, que promueven las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN). Estos instrumentos legales, detallados a continuación, se enfocan en la conservación ambiental y la gestión sostenible del territorio, impulsando medidas que deben implementarse en la ciudad de Arraiján.

La Ley 6 de 1 de febrero de 2006 regula el ordenamiento territorial para el desarrollo urbano, buscando un crecimiento armónico de los centros poblados y mejorar la calidad de vida de sus habitantes. En su Artículo 1, establece el marco para garantizar accesibilidad universal y un mejor entorno geográfico en todo el país. En su Capítulo V, Art. 11, define los instrumentos para el ordenamiento territorial y los procedimientos para su elaboración, aprobación, modificación y ejecución, los cuales son: 1. Planes nacionales, 2. Planes regionales, 3. Planes locales, 4. Planes parciales.

⁹ Enlace Ley 37 de junio de 2009: <https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/26314/18469.pdf>

¹⁰ Enlace Ley 66 de octubre de 2015. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/pan220205.pdf>

Figura 6 – Principales marcos legales nacionales de alcance local



Legislación Forestal

Ley 1 del 3 de febrero de 1994 - Bosques de Galería para los ojos de agua, ríos y quebradas, ribera de los lagos y embalses naturales y área de recarga de acuíferos de los ojos de agua.

Artículo 23 señala que está prohibido el aprovechamiento forestal, el dañar o destruir árboles o arbustos en las zonas circundantes al nacimiento de cualquier cauce natural de agua, así como en las zonas adyacentes.



Política Nacional de Humedales

Decreto Ejecutivo No. 127 del 18 de diciembre de 2018 - Busca impulsar el ordenamiento espacial de los humedales con herramientas de ordenamiento territorial, planes de manejo y zonificación, que promuevan la reducción de riesgos basada en ecosistemas, el aprovechamiento de sus servicios ecosistémicos y su restauración, así como medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. Implementada por el Concejo Nacional de Agua.



Manejo, protección y conservación de las cuencas hidrográficas

Ley 44 del 5 de agosto de 2002

Artículo 4 – MiAmbiente junto con el Comité de Cuencas establecerán criterios e indicadores para la elaboración del Plan de Ordenamiento Ambiental Territorial (POAT) y del Plan de Manejo, Desarrollo, Protección y Conservación de la Cuenca

Artículo 9 – Entre las funciones del comité de cuenca está recomendar la elaboración de normas jurídicas y técnicas.



Protección de los arrecifes coralinos, ecosistema y especies

Ley 304 de 31 de mayo de 2022

Aborda la temática del cambio climático.

Sirve de instrumento para salvaguardar los arrecifes de corales en zonas protegidas.



Evaluación de Impacto Ambiental

Decreto Ejecutivo No. 1 de 1 de marzo de 2024 - El artículo 11, que modifica el artículo 34 destaca que en los Estudios de Impacto Ambiental de categoría II y III, se deberá identificar los efectos del cambio climático, considerando a las poblaciones vulnerables y las áreas de riesgo, para proponer medidas de adaptación que se apliquen durante la vida útil del proyecto y en su cierre.



Ordenamiento Territorial

Ley 6 de 1 de febrero de 2006

En su artículo 11, define los instrumentos para los planes locales de ordenamiento territorial y los procedimientos para su elaboración, aprobación, modificación y ejecución. También la resolución No. 732-2015 del MIVIOT, resuelve en su artículo 1, la inclusión de criterios para la gestión integral de riesgos de desastres y adaptación al cambio climático en el ordenamiento territorial.

Fuente: Elaborado por el autor

5. MECANISMOS FINANCIEROS

Las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) son consideradas una opción costo-efectiva para la adaptación urbana. Sin embargo, la implementación, gestión y expansión de estas soluciones en las ciudades enfrenta retos relacionados con el acceso a financiamiento y la movilización de recursos.

Para explorar los diferentes mecanismos financieros que generen las condiciones habilitantes para el desarrollo del presente plan, partimos de que Panamá mantiene una estructura centralizada, a pesar de la Ley 66 del 29 de octubre de 2015, que reforma la Ley 37 de 2009, que Descentraliza la Administración Pública, puesto que desde el MEF, se transfieren fondos del Presupuesto General del Estado a los municipios a través de dos fondos de descentralización: los Impuestos de Bien Inmueble (IBI) y el Programa de Inversión de Obras Públicas y Servicios Municipales (PIOPS). Sin embargo, para los municipios no subsidiados por el Estado, como el caso de Colón, la principal fuente de financiamiento proviene del Presupuesto de Rentas y Gastos Municipales, con recursos derivados de impuestos y contribuciones (Título II de la Ley 106 del 8 de octubre de 1973).

A pesar de que los fondos de descentralización son clave para la gestión de proyectos municipales, se requiere un esfuerzo significativo de sensibilización entre los gestores y beneficiarios para que estos recursos se canalicen hacia el financiamiento de este Plan de Adaptación basado en la Naturaleza.

Entendiendo también que, las finanzas públicas, por sí solas, no van a dar la escala necesaria para cerrar la brecha de inversión requerida, se ve en el sector privado, el potencial de movilizar recursos que contribuyan al cumplimiento de las acciones propuestas en este plan.

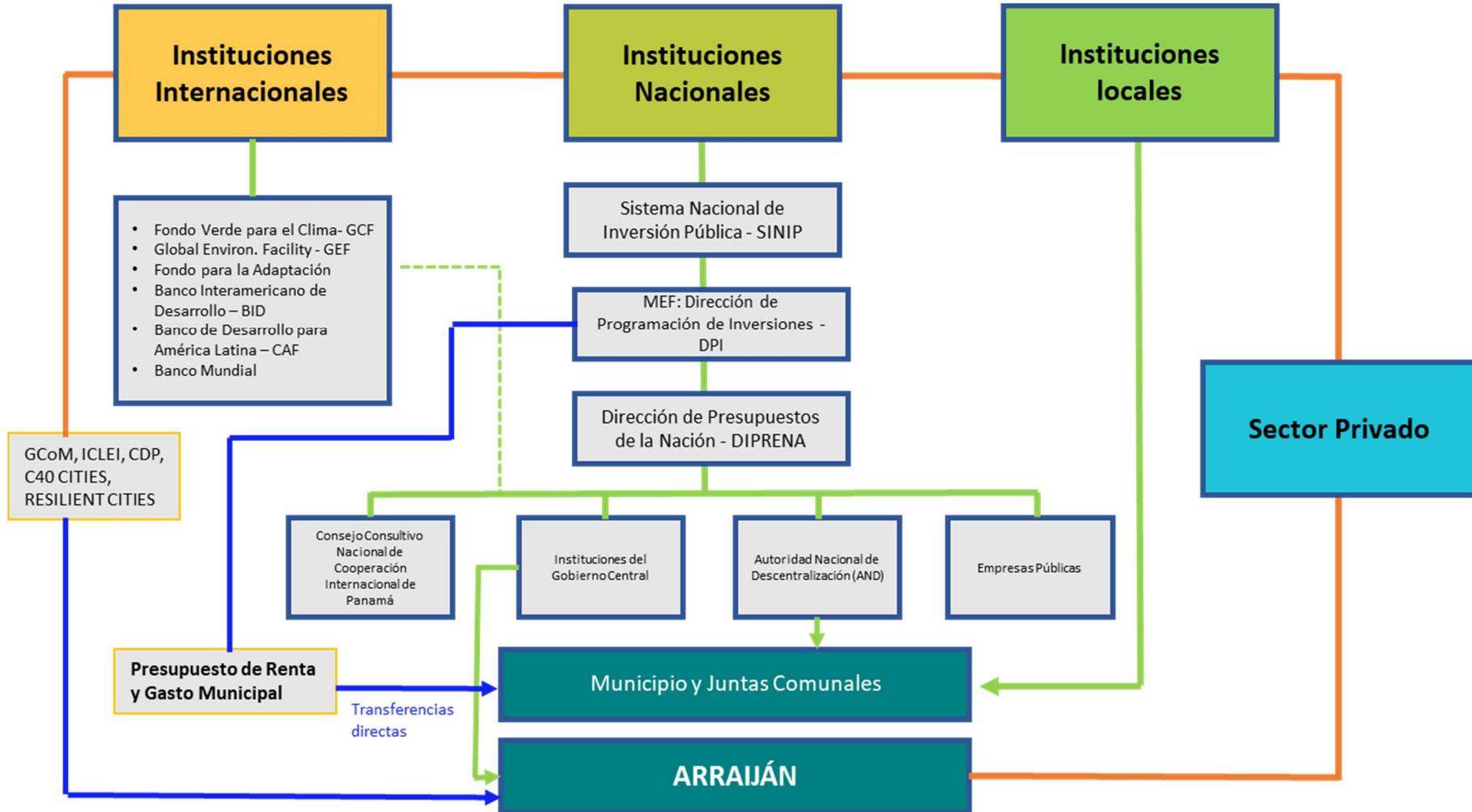
5.1 Flujos de Financiamiento

Así mismo, para poder canalizar los diferentes flujos de financiamiento disponibles, se requiere entender cuáles son las principales fuentes y los actores que intervienen en el proceso de gestión.

Para ello, el siguiente diagrama resume tres fuentes principales:

- i) instituciones nacionales y locales, que incluye principalmente los fondos provenientes del Presupuesto de Estado;
- ii) instituciones internacionales, a través de fondos bilaterales y multilaterales; y
- iii) el sector privado, que al igual que a nivel nacional está conformada por los actores de este sector como desarrolladores de proyectos, industrias, empresas y la banca privada.

Figura 7 – Mapeo de Actores Clave para el financiamiento en Arraiján



Fuente: Elaborado por el autor y adaptado de Green Climate Fund (2021) & CEPAL (2023)

Dado que actualmente no existen líneas de financiamiento climático específicas para la implementación de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) desde el presupuesto municipal de Arraiján, se propone la integración de otras fuentes que aseguren su viabilidad y sostenibilidad a largo plazo.

5.2 Mecanismos financieros propuestos

a. Financiamiento mixto (público-privado)

- Este modelo combina fondos municipales con aportaciones de la empresa privada o inversionistas particulares (nacionales o internacionales).
- El municipio, a través del Concejo Municipal, deberá establecer un marco regulatorio y ofrecer incentivos (tributarios o no tributarios) para las empresas privadas o particulares que participen. Las empresas podrán encargarse de la inversión inicial para la implementación del proyecto, su monitoreo y mantenimiento durante un período de tiempo determinado. El municipio deberá gestionar la identificación de los terrenos correspondientes, así como, gestionar los fondos para el monitoreo y mantenimiento de las áreas restauradas, posterior al periodo acordado con los actores privados.

b. Instrumentos de financiamiento basados en el suelo

- La Ley 94 de 1973, establece y reglamenta la **Contribución de Mejoras por Valorización**, y dispone que los municipios pueden cobrar contribución por mejoras para la ejecución de obras de interés público.
- El Concejo Municipal deberá regular este instrumento, estableciendo de manera específica el procedimiento y mecanismos para la implementación de este tributo, así como los incentivos correspondientes. Se debe adoptar una definición amplia de obra pública, que no se limite exclusivamente a las obras grises, e incluir componentes de adaptación al cambio climático en las obras públicas financiadas con este recurso.
- El municipio deberá realizar los estudios preliminares previos que permitan contar con un área de beneficiados coherente con la obra que se va a financiar, considerando no solamente el aumento del valor del suelo como consecuencia de estas obras, sino, especialmente la reducción de la vulnerabilidad. Considerar la capacidad contributiva de los propietarios beneficiados de la obra a ser financiada para elegir el lugar de implementación del proyecto.
- El municipio en coordinación con el Ministerio de Ambiente podrá canalizar fondos para aplicar medidas de adaptación en las áreas urbanas prioritarias dentro del distrito mediante el instrumento de **Compensación Ambiental** que busca resarcir el impacto ambiental causado por nuevas construcciones (Decreto Ejecutivo 1 de 2023).

6. VULNERABILIDAD Y RIESGOS CLIMÁTICOS

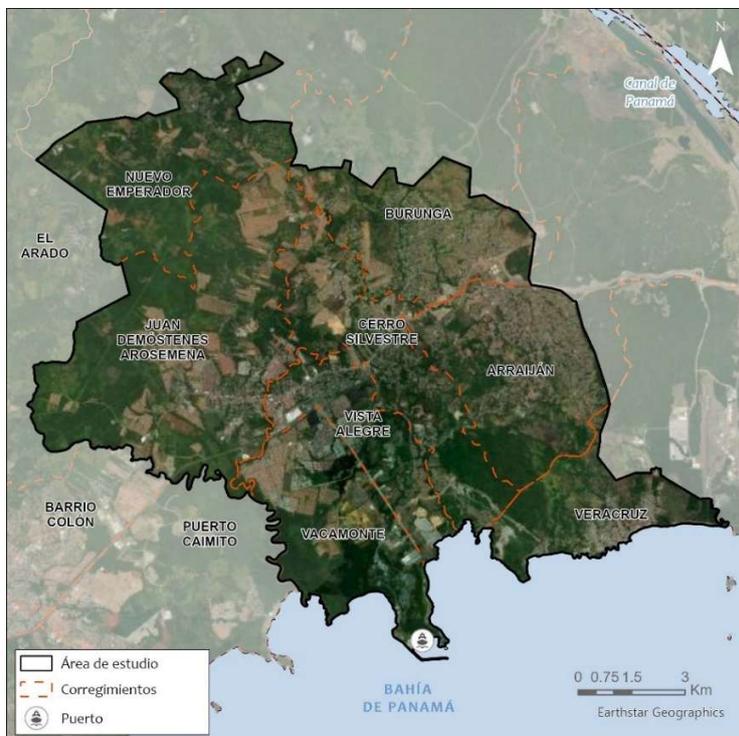
En el contexto actual, el riesgo puede surgir de las interacciones dinámicas entre los peligros relacionados con el clima, la exposición y la vulnerabilidad de los sistemas humanos y ecológicos afectados, a lo que se suma el riesgo que puede surgir de modo inducido por las respuestas humanas al cambio climático (IPCC, 2022).

Dadas las características físico-geográficas y socioeconómicas del territorio, resulta imprescindible estudiar los escenarios de peligro que se pueden presentar, así como los valores de vulnerabilidad y posibles riesgos. El presente capítulo presenta una síntesis del análisis de vulnerabilidad y riesgos climáticos de la ciudad de Arraiján, así como la cadena de impactos derivados, lo que constituye la base para elaborar estrategias del presente Plan de Adaptación y apoya la toma de decisiones para la priorización e implementación de SbN.

6.1 Delimitación del área de estudio

En Arraiján, se ha delimitado el área de estudio en base a las zonas urbanas del distrito y sobre las cuales se evalúan algunos de los principales riesgos climáticos.

Área urbana de Arraiján: El área de estudio para el análisis de vulnerabilidad y riesgos climáticos comprende las zonas urbanas de los corregimientos de Arraiján (cabecera), Burunga, Cerro Silvestre, Juan Demóstenes Arosemena, Nuevo Emperador, Veracruz (excluyendo Panamá Pacífico), Vista Alegre y Vacamonte.



De manera general, podemos decir que el distrito completo de Arraiján cuenta con una extensión de 418.1km² y se organiza en 9 corregimientos, contando con una población de 299,079 habitantes según el censo nacional (INEC, 2023). Cabe destacar que Arraiján es el segundo distrito más poblado a nivel nacional.

Figura 8 – Área de estudio definida para el análisis de vulnerabilidad y riesgo de Arraiján.

Fuente: Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo Climático (IHCantabria, 2024)

6.2 Clima presente y futuro: Peligros identificados para la ciudad

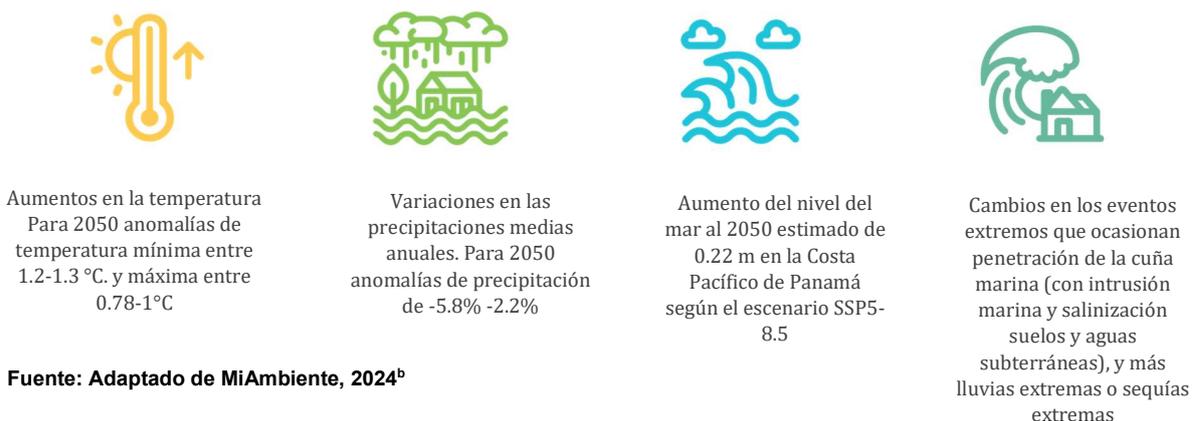
El territorio del distrito de Arraiján se encuentra en dos zonas hidroclimáticas, una es la Región Pacífico Central y la otra es la Región Climática Central (MiAmbiente, 2023^a).

La Región Pacífico Central se caracteriza por una extensión de 7,867 km², lo que le permite presentar una diversidad climática considerable. En cuanto a las precipitaciones, la región alcanza valores máximos de 1,722 litros por metro cuadrado al año. El promedio anual de precipitaciones es de 1,400 litros por metro cuadrado, mientras que la precipitación mínima registrada es de 1,027 litros por metro cuadrado al año.

La Región Central se distingue por su amplia extensión de 7,478 km², lo que le confiere una gran diversidad en cuanto a su clima y características geográficas. En términos de precipitaciones, la región presenta un rango notable: las precipitaciones máximas alcanzan los 3,348 litros por metro cuadrado al año, mientras que el promedio anual se sitúa en 2,500 litros por metro cuadrado. Por otro lado, la precipitación mínima registrada en la región es de 1,736 litros por metro cuadrado anuales. Es fundamental señalar que la Región Central alberga una de las cuencas hidrográficas más importantes de Panamá, que es la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá

Los escenarios¹¹ de cambio climático de la República de Panamá para 2030, 2050 y 2070 se desarrollaron a dos escalas, a nivel nacional y a escala por regiones hidroclimáticas (MiAmbiente, 2024^b). Los resultados muestran la tendencia al aumento de las temperaturas máximas y mínimas, para todas las regiones del país, al aumento y disminución de precipitaciones para zonas específicas de las regiones Pacífico Central y Central y al ascenso del nivel del mar.

Figura 9 – Escenarios de cambio climático para las regiones hidroclimáticas Central y Pacífico Central de Panamá, específicamente en el territorio de Arraiján, 2050



Fuente: Adaptado de MiAmbiente, 2024^b

¹¹ Escenarios de cambio climático: Proyecciones que pueden representar posibles situaciones futuras. De acuerdo al Sexto Informe del IPCC (AR6) los escenarios deben integrar las RCPs (Trayectorias de Concentración Representativas) con las SSPs (Trayectorias Socioeconómicas Compartidas) para combinar el desarrollo socioeconómico con las emisiones.

Adicionalmente, como consecuencia del proceso de urbanización, el limitado arbolado urbano en las ciudades y los posibles incrementos en las temperaturas medias, se generan islas de calor que constituyen un peligro adicional, sobre todo en las zonas urbanas y periurbanas. Las sequías, exacerbadas por los cambios en los patrones de lluvia, representan un riesgo significativo al afectar la disponibilidad de agua superficial y subterránea. Su impacto en la ciudad incluye no solo el aumento de las temperaturas, sino también la vulnerabilidad funcional de infraestructuras clave como hospitales y escuelas, así como la reducción de los recursos hídricos en las fuentes de abastecimiento para la ciudad y los cultivos.

Partiendo del intercambio con actores locales sobre los peligros del cambio climático, se lograron identificar múltiples amenazas en el área de estudio. No obstante, para efectos de análisis, se priorizaron aquellos peligros que más han afectado a la ciudad en la última década y se proyecta que incrementen en los próximos años. En este sentido, este plan se enfoca en los riesgos de escasez hídrica, inundación fluvial e inundación costera.

Figura 10 – Riesgos priorizados en la ciudad de Arraiján

Escasez hídrica



Inundación fluvial



Inundación costera



Fuente: Elaborado por el autor



Escasez Hídrica

El distrito de Arraiján enfrenta importantes desafíos en cuanto al abastecimiento de agua potable, los cuales se deben, en gran medida, al rápido crecimiento poblacional, la proliferación de asentamientos informales y la insuficiencia de la infraestructura existente para satisfacer la demanda actual. Para agravar la crisis, los fenómenos meteorológicos extremos, que son cada vez más probables e intensos a causa del cambio climático, hacen que este recurso sea más escaso.

6.3 Estudio de riesgo por escasez hídrica

De acuerdo con los resultados del análisis de vulnerabilidad y riesgo climático realizados por IHCantabria, la garantía de satisfacción de la demanda en las plantas potabilizadoras y tanques de almacenamiento que obtienen agua para consumo humano en el área urbana de Arraiján no es suficiente para cubrir la demanda en la situación actual y escenarios futuros. Las potabilizadoras de Miraflores y Laguna Alta presentan en la situación actual un déficit hídrico de un 3% que incrementa hasta un 12% para el horizonte 2050 (**Tabla 1.**).

Tabla 1 – Garantía de satisfacción de las demandas de las plantas potabilizadoras que obtienen agua para consumo humano en las áreas urbanas de Arraiján para la situación actual y los escenarios SSP 585 2030 y 2050

Planta Potabilizadora	Garantía de abastecimiento		
	Situación actual	2030 SSP585	2050 SSP585
Miraflores	97%	92%	88%
Laguna Alta	97%	92%	88%

Fuente: IHCantabria, 2024.

Vulnerabilidad climática

El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC¹², por sus siglas en inglés) define la vulnerabilidad al cambio climático como “el grado por el cual un sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a los efectos adversos del cambio climático, incluidas la variabilidad y los extremos del clima”.

Por otro lado, de acuerdo a IHCantabria(2024), la vulnerabilidad “se refiere a la predisposición de los sistemas expuestos a sufrir daños y depende de factores sociales,

¹² IPCC: Cuerpo técnico asesor de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC).

económicos, ambientales e institucionales, que pueden incrementar o disminuir la susceptibilidad al daño. A su vez, la vulnerabilidad tiene dos componentes, la sensibilidad (factores intrínsecos del sistema de interés que afectan la forma de enfrentar el impacto de una amenaza) y la capacidad de adaptación (habilidad de la sociedad)”.

Bajo este concepto, para los análisis de vulnerabilidad y riesgo climático se tomaron en cuenta 4 factores para estimar la vulnerabilidad por escasez hídrica frente al cambio climático, igualmente se establecieron indicadores asociados a cada factor. Los factores tomados en consideración y sus indicadores son los siguientes (**Figura 11**):

Figura 11 – Factores empleados para estimar la vulnerabilidad del recurso hídrico



Fuente: Elaborado por el autor con datos de IHCantabria, 2024

Riesgo climático

Como parte de la metodología aplicada a estos análisis, una vez estandarizados los indicadores de amenaza y vulnerabilidad, a estos se les asignó un peso que determinó la relevancia de este dentro del proceso de generación del riesgo y se combinaron para obtener el indicador de riesgo. Los pesos deben estar equilibrados entre los componentes del riesgo (amenaza y vulnerabilidad) para que el indicador de riesgo sea coherente. Los umbrales y pesos adoptados se basan en juicio de experto, teniendo en cuenta las características y particularidades del área de estudio (IHCantabria, 2024). En la **Tabla 2** se presentan cada uno de los indicadores empleados con sus umbrales y pesos asignados.

Tabla 2 – Indicadores de amenaza y vulnerabilidad frente a la escasez de recursos hídricos

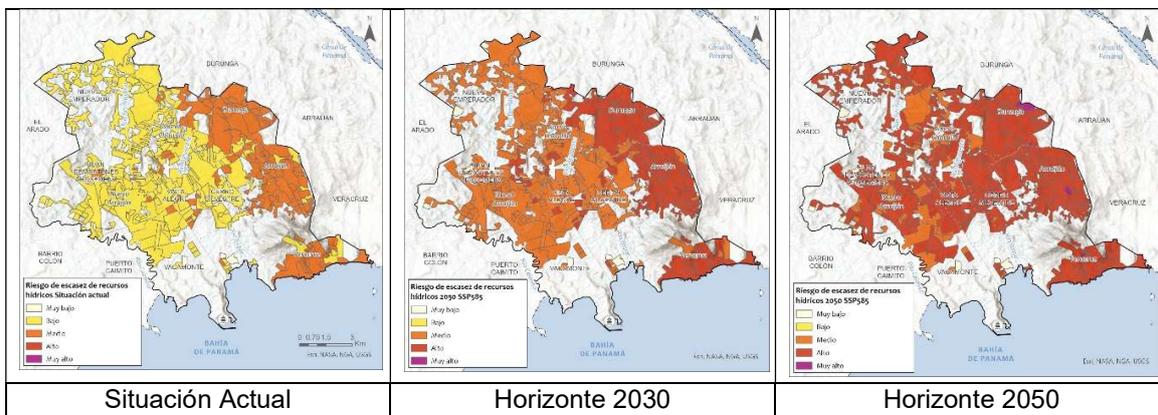
Indicador	Umbrales adoptados		Peso
	Riesgo bajo a medio	Riesgo medio a alto	
Déficit (amenaza)	5%	10%	5
Densidad de población hab./km ² (vulnerabilidad)	1000	3000	1
Porcentaje de población sensible (vulnerabilidad)	10%	25%	1
Porcentaje de mujeres (vulnerabilidad)	50%	53%	1
Índice agregado de NBI (vulnerabilidad)	20%	50%	2

Fuente: IHCantabria, 2024.

Riesgo Escasez Hídrica en Arraiján

Tal como se ilustra en la **Figura 12** en la situación actual el riesgo de escasez de hídrica es bajo y medio, aumentando a medio y alto en el horizonte 2030 y a medio, alto y muy alto en el horizonte 2050 del estudio. Sin embargo, de acuerdo con los resultados obtenidos en los diferentes talleres de priorización y validación con actores locales, la situación en Arraiján revela que existen diversos problemas en la red de distribución y en la infraestructura de abastecimiento de agua potable, los cuales impiden que el agua llegue de manera adecuada a toda la población.

Figura 12 – Riesgo por escasez de recursos hídricos en el área de estudio para la situación actual, horizontes 2030 y 2050 SSP585.



Fuente: IHCantabria, 2024

En este contexto, las comunidades de Burunga, Arraiján Cabecera y Veracruz, que han experimentado una expansión rápida y desorganizada, son las más vulnerables a la falta y la irregularidad en el suministro de agua potable. Esta situación se ve particularmente agravada durante la época seca, cuando la demanda aumenta y el recurso disponible disminuye.

Cadena de Impactos

Tras amplias discusiones en mesas de trabajo, se determinó que, además del riesgo climático, el factor principal detrás de la escasez de agua en el distrito de Arraiján es el crecimiento desordenado de la ciudad y la falta de capacidad de las autoridades responsables para garantizar el suministro. Aunque las plantas potabilizadoras tienen la capacidad de abastecer a la mayoría de la población de Arraiján, la red de distribución es ineficiente debido a deficiencias en la infraestructura, fugas y conexiones ilegales. (Ver Anexo 1)



Inundación Fluvial

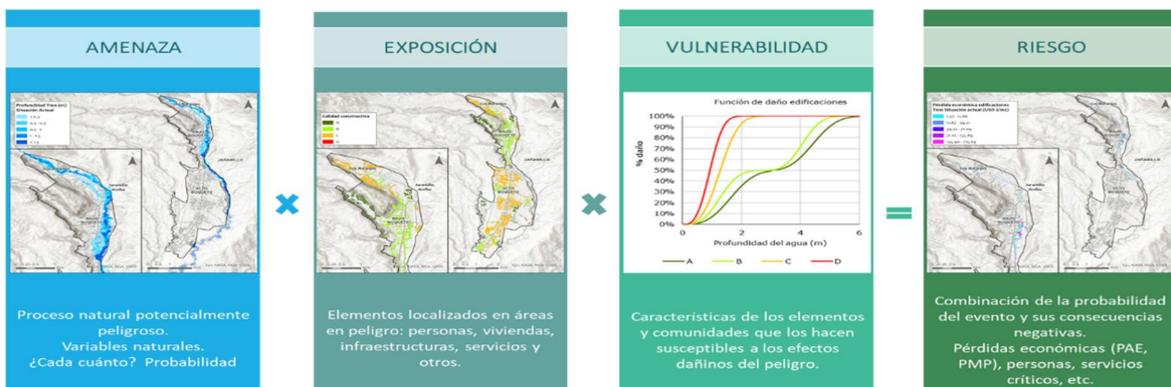
Para el estudio de las inundaciones, el área de influencia la forman las cuencas hidrográficas 140, Cuenca Hidrográfica Río Caimito, y parte de la cuenca 142, Cuenca Hidrográfica Ríos entre el Caimito y el Juan Díaz, con un área total de unos 540 km². Los principales cauces que atraviesan el área de estudio y, por tanto, en los eventos de precipitación extrema provocan inundaciones a su paso son los ríos Caimito, San Bernardino, Aguacate y Bique (IHCantabria, 2024).

Cabe destacar que una de las principales preocupaciones en el distrito de Arraiján son los antecedentes de desbordamientos de ríos, especialmente en la cuenca 140, cuyo principal afluente es el río Caimito. Las causas de las inundaciones se relacionan con factores como el incremento del escurrimiento superficial, debido a la pérdida de capacidad de infiltración del suelo (o su impermeabilización), por la obstrucción del flujo de los cursos de agua (MEF, 2023); así como la ocupación de las llanuras aluviales y la deforestación de los bosques de galería.

6.4 Estudio de riesgo por inundación fluvial

El análisis realizado se resume en pseudoecuación del esquema presentado en la **Figura 13**, que indica que el **Riesgo = Amenaza x Exposición x Vulnerabilidad**. Es decir, que el impacto total que puede producir un evento tiene una probabilidad asociada que resulta de combinar la probabilidad de dicho evento, la probabilidad de que afecte espacialmente zonas ocupadas y, finalmente, la de que los activos y personas expuestos sufran daños (BID, 2019 citado por IHCantabria, 2024).

Figura 13 – Esquema amenaza-exposición-vulnerabilidad-riesgo



Fuente: IHCantabria, 2024

Esta evaluación probabilística de riesgos tuvo como objetivo estimar la distribución de pérdidas económicas y humanas asociadas a la recurrencia temporal de un peligro específico. El estudio consideró los daños económicos y humanos producidos por la amenaza de inundación según la exposición que sufre el stock de edificaciones e infraestructuras críticas (IC) inventariadas y utilizando funciones de daño que reflejan su vulnerabilidad. A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos del análisis de riesgo aplicado a la zona de estudio.

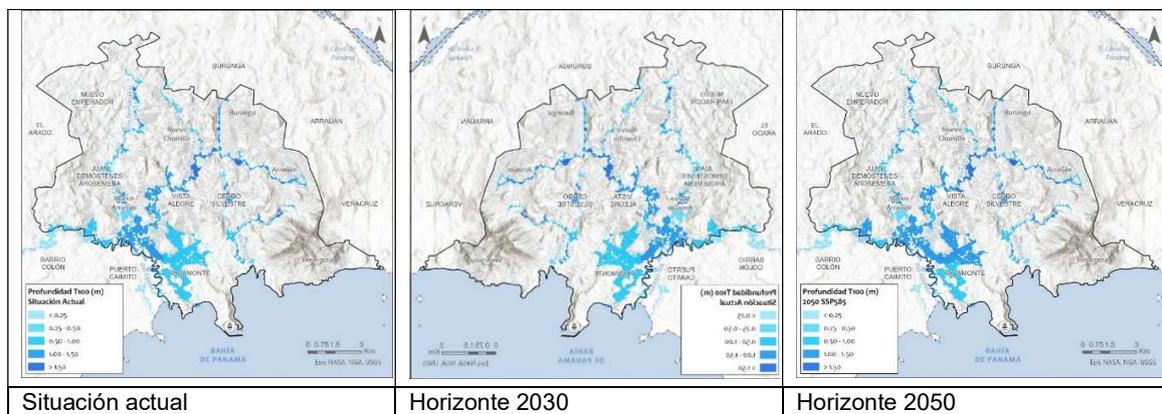
Amenaza del riesgo de inundación fluvial

Como resultado de este estudio, se obtienen mapas de zonas inundables, caracterizadas por la profundidad de la lámina de agua, para cada uno de los eventos de 10, 50 y 100 años de periodo de retorno y escenarios climáticos analizados: situación actual, y SSP5-8.5 en los horizontes 2030 y 2050.

A modo de ejemplo, de la **Figura 14** se muestran los mapas de máxima profundidad de agua obtenidos para el evento de 100 años de periodo de retorno en el área de estudio para los tres escenarios climáticos analizados. Todas las capas que recogen los resultados para cada periodo de retorno y escenario climático se adjuntan a este informe en base de datos GIS (Geodatabase).

Se puede observar en los mapas que las zonas más afectadas por la inundación se concentran en las márgenes de los ríos Aguacate y Bernardino, en los corregimientos de Cerro Silvestre, Vista Alegre y Juan Demóstenes Arosemena, y en el encuentro de estos dos con el río Caimito en Vacamonte.

Figura 14 – Mapas de profundidad de la lámina de agua para el evento de 100 años de periodo de retorno en la situación actual y los horizontes 2030 y 2050 SSP585.



Fuente: IHCantabria, 2024

Daños económicos y sociales

Con el clima actual (situación actual), para un evento de 100 años de periodo de retorno, se podrían afectar 135.92 hectáreas de edificaciones residenciales (12.77% del total edificado), 37 infraestructuras críticas y alrededor de 39,473 personas (**Tabla 3, Tabla 4 y Tabla 5**)

Como parte de los efectos del cambio climático, se espera que los eventos extremos de precipitación aumenten en intensidad, lo que provocará un leve incremento del riesgo de inundación. En este contexto, los daños económicos a edificaciones asociados a un evento de 100 años de periodo de retorno aumentarán de 79.11 millones de dólares (MUSD) en la situación actual a 81.70 MUSD en el horizonte 2030, bajo el escenario más desfavorable de cambio climático (SSP5-8.5). De igual forma, para esa misma temporalidad, la pérdida anual esperada (PAE) asociada al riesgo de inundación aumentará de 8.43 MUSD a 8.88 MUSD.

Tabla 3 – Superficie edificada expuesta (ha) y valor económico expuesto (MUSD \$) para cada periodo de retorno y escenario climático. Valores relativos respecto del total inventariado.

Periodo de retorno (años)	Superficie edificada expuesta		Valor económico expuesto	
	ha	%	MUSD \$	%
SITUACIÓN ACTUAL				
10	125.68	11.81	950.73	11.93
50	135.15	12.70	1,018.68	12.79
100	135.92	12.77	1,024.45	12.86
HORIZONTE 2030 SSP585				
10	125.75	11.82	950.86	11.94
50	135.14	12.70	1,018.26	12.78
100	137.16	12.89	1,033.32	12.97
HORIZONTE 2050 SSP585				
10	133.06	12.51	1,002.80	12.59
50	137.20	12.89	1,033.91	12.98
100	137.58	12.93	1,037.00	13.02

Fuente: IHCantabria, 2024

Tabla 4 – Número de IC expuestas y el valor económico expuesto de IC (MUSD \$) para cada periodo de retorno y escenario climático. Valores relativos respecto del total inventariado.

Periodo de retorno (años)	Elementos expuestos		Valor económico expuesto	
	Número	%	MUSD \$	%
SITUACIÓN ACTUAL				
10	37	10.98	1.16	7.19
50	37	10.98	1.16	7.23
100	37	10.98	1.17	7.24
HORIZONTE 2030 SSP585				
10	37	10.98	1.16	7.19
50	37	10.98	1.16	7.23
100	37	10.98	1.17	7.24

Periodo de retorno (años)	Elementos expuestos		Valor económico expuesto	
	Número	%	MUSD \$	%
HORIZONTE 2050 SSP585				
10	37	10.98	1.16	7.22
50	37	10.98	1.16	7.24
100	37	10.98	1.17	7.25

Fuente: IHCantabria, 2024

Tabla 5 – Población expuesta para cada periodo de retorno y escenario climático. Valores relativos respecto del total inventariado

Periodo de retorno (años)	Población expuesta	
	Habitantes	%
SITUACIÓN ACTUAL		
10	37030	12.76
50	39237	13.53
100	39473	13.61
HORIZONTE 2030 SSP585		
10	37042	12.77
50	39248	13.53
100	39787	13.71
HORIZONTE 2050 SSP585		
10	38637	13.32
50	39783	13.71
100	39884	13.75

Fuente: IHCantabria, 2024

Tabla 6 – Resultados de daños directos por inundación en edificaciones. Valores relativos respecto del total inventariado.

Indicador de riesgo de inundación	T10	T50	T100	PAE
SITUACIÓN ACTUAL				
Daños directos edificaciones (MUSD \$)	61.31	75.28	79.11	8.43
Daños directos IC (MUSD \$)	0.65	0.75	0.77	0.09
Daños totales (MUSD \$)	61.96	76.03	79.89	8.52
Daños totales (% sobre el valor de reposición total)	0.78	0.95	1.00	0.11
Índice de daños económicos (% daños sobre renta)	1.14	1.40	1.48	0.16
HORIZONTE 2030 SSP585				
Daños directos edificaciones (MUSD \$)	65.12	77.45	81.70	8.88
Daños directos IC (MUSD \$)	0.69	0.77	0.79	0.09
Daños totales (MUSD \$)	65.81	78.22	82.49	8.97
Daños totales (% sobre el valor de reposición total)	0.82	0.98	1.03	0.11
Índice de daños económicos (% daños sobre renta)	1.22	1.44	1.52	0.17
HORIZONTE 2050 SSP585				

Indicador de riesgo de inundación	T10	T50	T100	PAE
Daños directos edificaciones (MUSD \$)	68.56	80.66	87.47	9.34
Daños directos IC (MUSD \$)	0.71	0.79	0.82	0.09
Daños totales (MUSD \$)	69.27	81.44	88.29	9.44
Daños totales (% sobre el valor de reposición total)	0.87	1.02	1.11	0.12
Índice de daños económicos (% daños sobre renta)	1.28	1.50	1.63	0.17

Fuente: IHCantabria, 2024

Tabla 7 – Daños sociales y los indicadores de riesgos de desastres sociales para los escenarios y periodos de retorno considerados.

Indicador de riesgo de inundación	T10	T50	T100	PAE
SITUACIÓN ACTUAL				
Personas afectadas	37030	39237	39473	4882.51
Fallecidos y heridos graves	2	2	2	0.27
Índice de afectación (% personas afectadas respecto de la población total)	12.76	13.53	13.61	1.68
Índice de fatalidad (vidas por millón de habitantes)	6.85	7.92	8.14	0.92
HORIZONTE 2030 SSP585				
Personas afectadas	37,042	39,248	39,787	4887.05
Fallecidos y heridos graves	2	2	2	0.27
Índice de afectación (% personas afectadas respecto de la población total)	12.77	13.53	13.71	1.68
Índice de fatalidad (vidas por millón de habitantes)	7.01	8.03	8.35	0.95
HORIZONTE 2030 SSP585				
Personas afectadas	38637	39783	39884	5058.21
Fallecidos y heridos graves	2	2	3	0.29
Índice de afectación (% personas afectadas respecto de la población total)	13.32	13.71	13.75	1.74
Índice de fatalidad (vidas por millón de habitantes)	7.35	8.34	8.84	0.99

Fuente: IHCantabria, 2024

Cadena de Impactos

Tras la discusión en las mesas de trabajo, se determinó que varias comunidades se ven impactadas por la inundación fluvial. Dicho riesgo se acrecienta cuando se junta un aumento en la intensidad de las precipitaciones y marea alta, particularmente en los corregimientos de Vacamonte y Vista Alegre. (Ver Anexo 1).



Inundación Costera

La costa de la República de Panamá se extiende por aproximadamente 3,000 km, de los cuales 1,700.6 km corresponden al litoral Pacífico y 1,287.7 km al Caribe. Esta región destaca por su gran diversidad de ecosistemas y accidentes geográficos, así como por su significativa importancia socioeconómica, ya que alrededor del 50% de la población del país reside en áreas costeras.

Cada año, las costas panameñas se ven afectadas por fenómenos meteoceánicos, y las comunidades costeras son especialmente vulnerables a los impactos del cambio climático, dado que se encuentran en la interfaz entre la tierra y el mar, lo que las convierte en zonas altamente dinámicas y expuestas a diversos procesos naturales. Los principales efectos observados incluyen inundaciones y erosión, fenómenos estrechamente ligados a variables marinas como el oleaje, la marea meteorológica y el aumento del nivel medio del mar.

Ante las proyecciones de un aumento en el nivel del mar y la intensificación de tormentas debido al cambio climático, comunidades del Pacífico panameño, como Veracruz, Bique y Vacamonte, enfrentan cada vez con mayor frecuencia los efectos de las inundaciones.

6.5 Estudio de riesgo por inundación costera

Tal y como se ha definido anteriormente, el riesgo resulta de la interacción de la vulnerabilidad, la exposición y la peligrosidad que se materializa a través de los impactos. De esta manera, una vez obtenidos los resultados del modelado de los impactos, estos se deben cruzar con la caracterización realizada de la exposición.

Para este estudio del riesgo, la amenaza y el impacto provienen de la asistencia técnica en el “Desarrollo de una base de datos de dinámicas marinas en las costas panameñas para evaluar impactos y vulnerabilidad por ascenso del nivel del mar” desarrollada por IHCantabria para las Naciones Unidas, a través del Climate Technology Centre and Network (CTCN).

Amenaza del riesgo de inundación costera

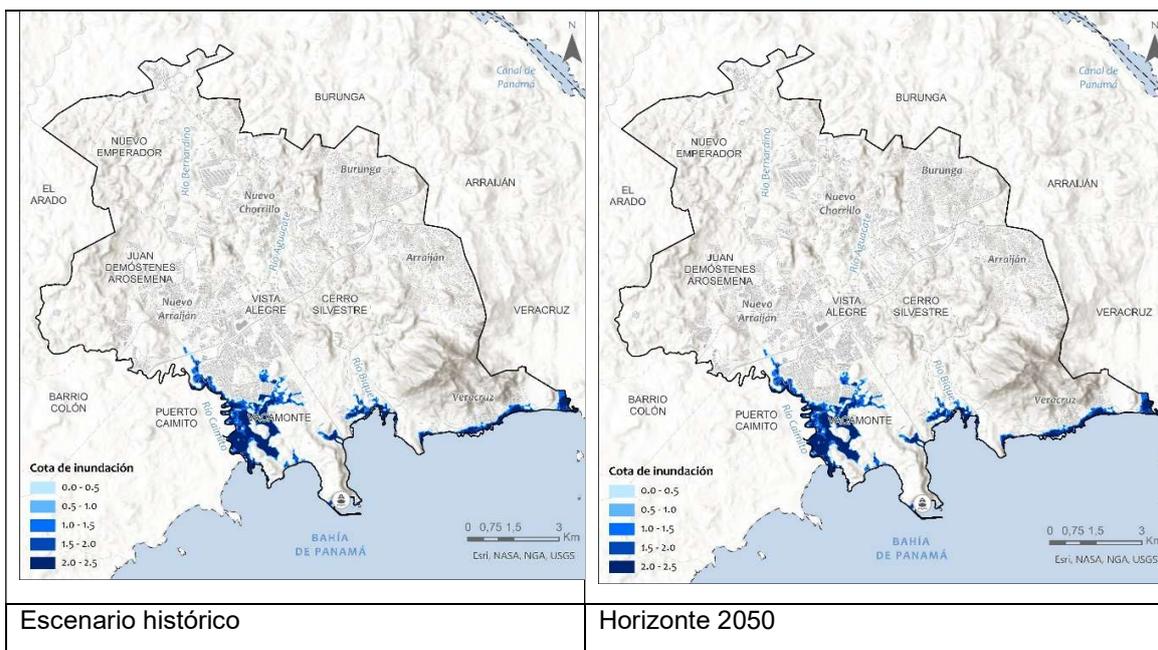
Como resultado de este estudio, se obtienen mapas de zonas inundables, con base en la inundación provocada por eventos extremos (de 10, 50 y 100 años de periodo de retorno, cada uno de ellos con tres percentiles de confianza del 5%, 50% y 95%) en las dinámicas

marinas de oleaje y nivel del mar obtenidas en la caracterización de la amenaza. Se ha analizado igualmente la inundación en el escenario histórico y en el horizonte 2050 para un escenario de emisiones SSP5-8.5.

Las siguientes figuras muestran un ejemplo de los resultados obtenidos para un evento extremo de inundación costera de periodo de retorno de 100 años, tanto para el escenario histórico como para las proyecciones de cambio climático (IHCantabria, 2024).

Se puede observar en los mapas que las zonas más afectadas por la inundación costera se concentran en Vacamonte, próximo a la desembocadura del río Caimito y donde convergen otros afluentes como el Río Aguacate (**Figura 15**). También las comunidades de Bique y Veracruz también se verían afectadas por inundaciones costeras bajo estos escenarios.

Figura 15 – Mapas del impacto de inundación costera para un evento extremo de 100 años de periodo de retorno en el escenario histórico y (percentil del 95%) en el horizonte 2050 para el escenario de emisiones SSP5-8.5.

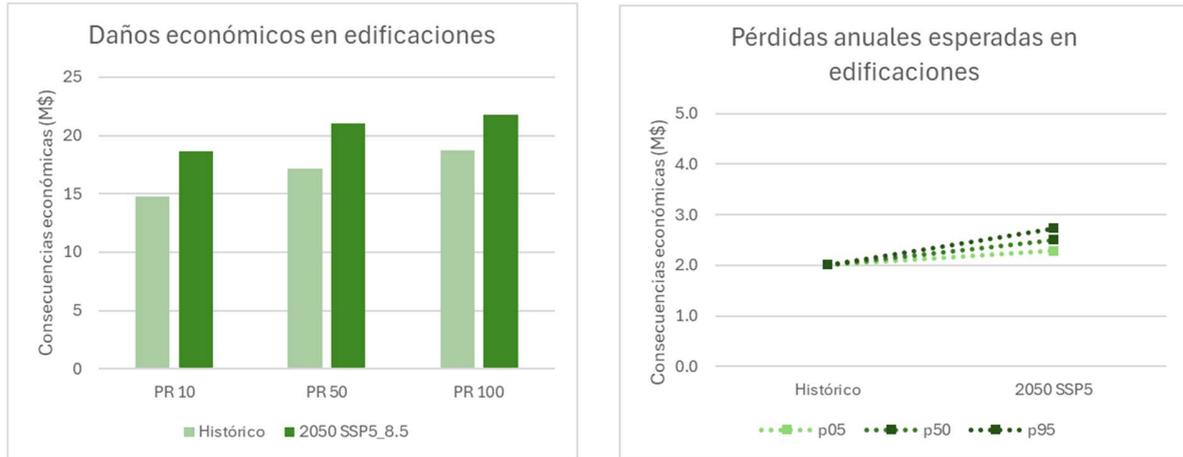


Fuente: IHCantabria, 2024.

Daños Económicos y Sociales

Los resultados del cálculo del riesgo por inundación costera sobre las edificaciones, medidos a través de los daños económicos se muestran en la **Figura 16 y Figura 17** – Resumen gráfico de los resultados de daños económicos (millones de dólares, MUSD \$) por inundación costera en edificaciones. y se detallan en la Tabla 8.

Figura 16 y Figura 17 – Resumen gráfico de los resultados de daños económicos (millones de dólares, MUSD \$) por inundación costera en edificaciones.



Fuente: IHCantabria, 2024

Tabla 8 – Resultados de daños económicos (millones de dólares, MUSD \$) por inundación costera en edificaciones.

Indicador de riesgo de inundación	T10	T50	T100	PAE
PERIODO HISTÓRICO				
Daños económicos en las edificaciones	14.77	17.18	18.74	2.01
HORIZONTE 2050 SSP5-8.5				
Daños económicos en las edificaciones (percentil 5%)	16.83	19.76	20.77	2.29
Daños económicos en las edificaciones (percentil 50%)	18.63	20.99	21.79	2.50
Daños económicos en las edificaciones (percentil 95%)	20.51	22.25	23.35	2.73

Fuente: IHCantabria, 2024.

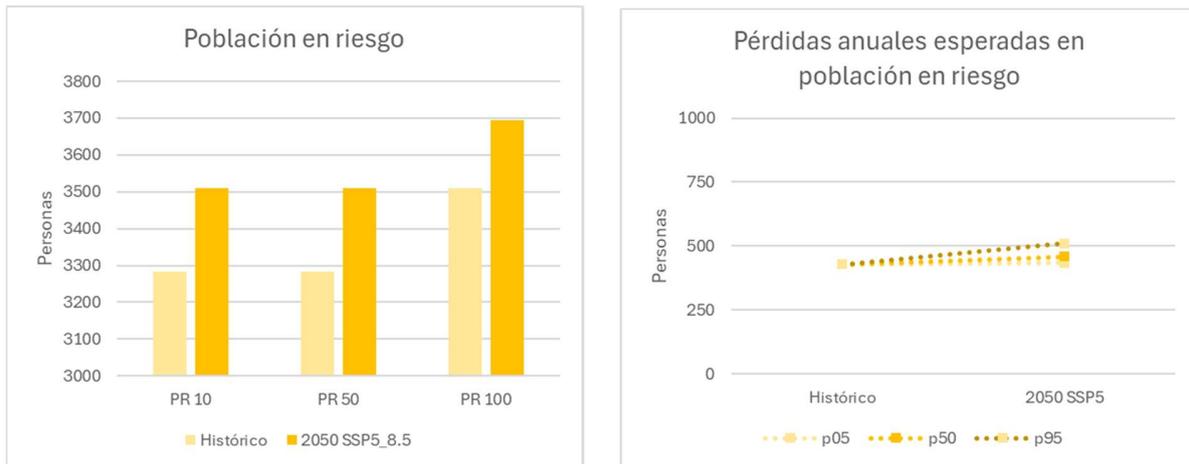
En el área de estudio, para el escenario histórico los daños económicos oscilan entre los 14.77 millones de dólares para un evento extremo de periodo de retorno de 10 años, y los 18.74 millones de dólares para un evento extremo de periodo de retorno de 100 años. Esto se traduce en una estimación de pérdidas anuales esperadas de 2.01 millones de dólares.

Para el horizonte 2050, escenario climático SSP5-8.5, se prevé que todas estas estimaciones se incrementen. Las pérdidas anuales esperadas aumentarán hasta un valor entre los 2.29 y los 2.73 millones de dólares, lo que implica un aumento de entre el 13.82% y el 35.90% en función del percentil considerado.

Especialmente estos daños tendrán lugar, principalmente, en las áreas costeras de Veracruz y la desembocadura del río Bique, así como en algunas áreas del sur de Vacamonte.

Los resultados del cálculo del riesgo por inundación costera sobre la población, medidos a través de los daños sociales se muestran en la **Figura 18 y Figura 19** – Resumen gráfico de los resultados de daños sociales (número de personas) por inundación costera. y se detallan en la **Tabla 9**.

Figura 18 y Figura 19 – Resumen gráfico de los resultados de daños sociales (número de personas) por inundación costera.



Fuente: IHCantabria, 2024.

Tabla 9 – Resultados de daños sociales (número de personas) por inundación costera

Indicador de riesgo de inundación	T10	T50	T100	PAE
PERIODO HISTÓRICO				
Daños sociales sobre la población	3284	3284	3509	429
HORIZONTE 2050 SSP5-8.5				
Daños sociales sobre la población (percentil 5%)	3284	3509	3509	434
Daños sociales sobre la población (percentil 50%)	3509	3509	3694	458
Daños sociales sobre la población (percentil 95%)	3509	5312	5312	510

Fuente: IHCantabria, 2024

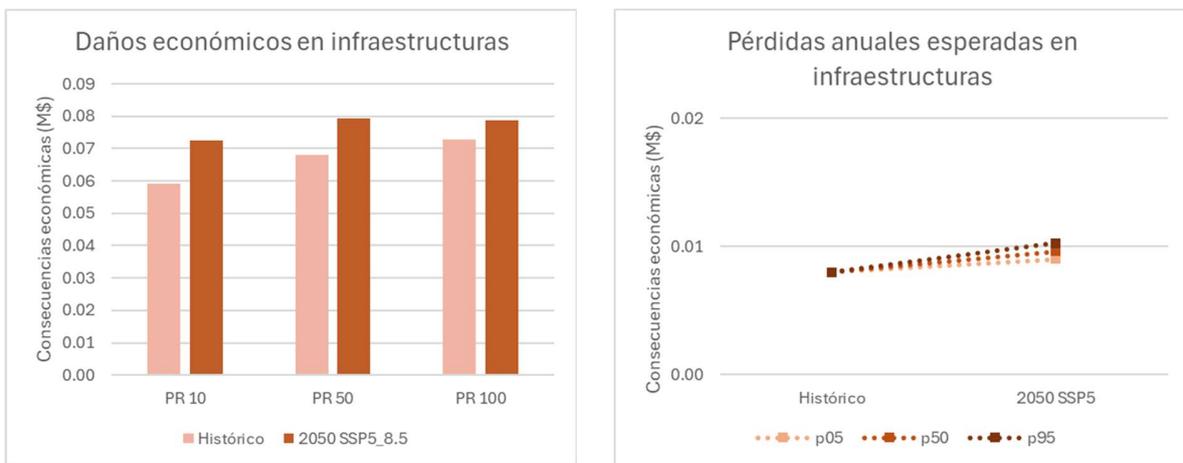
En el área de estudio, para el escenario histórico los daños sociales oscilan entre las 3284 personas para un evento extremo de periodo de retorno de 10 años, y las 3509 personas para un evento extremo de periodo de retorno de 100 años. Esto se traduce en una estimación de pérdidas anuales esperadas de 429 personas.

Para el horizonte 2050, escenario climático SSP5-8.5, se prevé que todas estas estimaciones se incrementen, aunque sea ligeramente. Las pérdidas anuales esperadas aumentarán hasta un valor entre las 434 y las 510 personas, lo que implica un aumento de entre menos del 1% y el 18.9% en función del percentil considerado.

Espacialmente, y al igual que sucedía para el caso de las edificaciones, estos daños tendrán lugar, principalmente, en las poblaciones residentes en las áreas costeras de Veracruz y la desembocadura del río Bique, así como en algunas áreas del sur de Vacamonte (IHCantabria, 2024)

Los resultados del cálculo del riesgo por inundación costera sobre las infraestructuras críticas, medidos a través de los daños económicos sobre las mismas se muestran en la **Figura 20 y Figura 21** – y se detallan en la **Tabla 10**.

Figura 20 y Figura 21 – Resumen gráfico de los resultados de daños económicos (millones de dólares, MUSD \$) por inundación costera en las infraestructuras.



Fuente: IHCantabria, 2024

Tabla 10 – Resultados de daños sociales (número de personas) por inundación costera

Indicador de riesgo de inundación	T10	T50	T100	PAE
PERIODO HISTÓRICO				
Daños sociales sobre la población	3284	3284	3509	429
HORIZONTE 2050 SSP5-8.5				
Daños sociales sobre la población (percentil 5%)	3284	3509	3509	434
Daños sociales sobre la población (percentil 50%)	3509	3509	3694	458
Daños sociales sobre la población (percentil 95%)	3509	5312	5312	510

Fuente: IHCantabria, 2024.

En el área de estudio, para el escenario histórico los daños sociales oscilan entre las 3284 personas para un evento extremo de periodo de retorno de 10 años, y las 3509 personas para un evento extremo de periodo de retorno de 100 años. Esto se traduce en una estimación de pérdidas anuales esperadas de 429 personas.

Para el horizonte 2050, escenario climático SSP5-8.5, se prevé que todas estas estimaciones se incrementen, aunque sea ligeramente. Las pérdidas anuales esperadas aumentarán hasta un valor entre las 434 y las 510 personas, lo que implica un aumento de entre menos del 1% y el 18.9% en función del percentil considerado.

Espacialmente, y al igual que sucedía para el caso de las edificaciones, estos daños tendrán lugar, principalmente, en las poblaciones residentes en las áreas costeras de Veracruz y la desembocadura del río Bique, así como en algunas áreas del sur de Vacamonte.

En el área de estudio, las estimaciones obtenidas muestran que los daños económicos sobre las infraestructuras críticas se pueden considerar despreciables. Aunque estos daños se prevé que aumenten en el futuro por efecto del cambio climático, no se prevé que superen los 100,000 dólares en ningún momento antes del año 2050.

Espacialmente, y al igual que sucedía para el caso de las edificaciones y la población, estos daños tendrán lugar, principalmente, en las infraestructuras de las áreas costeras de Veracruz y la desembocadura del río Bique, así como en algunas zonas de Vacamonte, aunque de nuevo todas estas consecuencias se estiman menores.

Cadena de Impactos

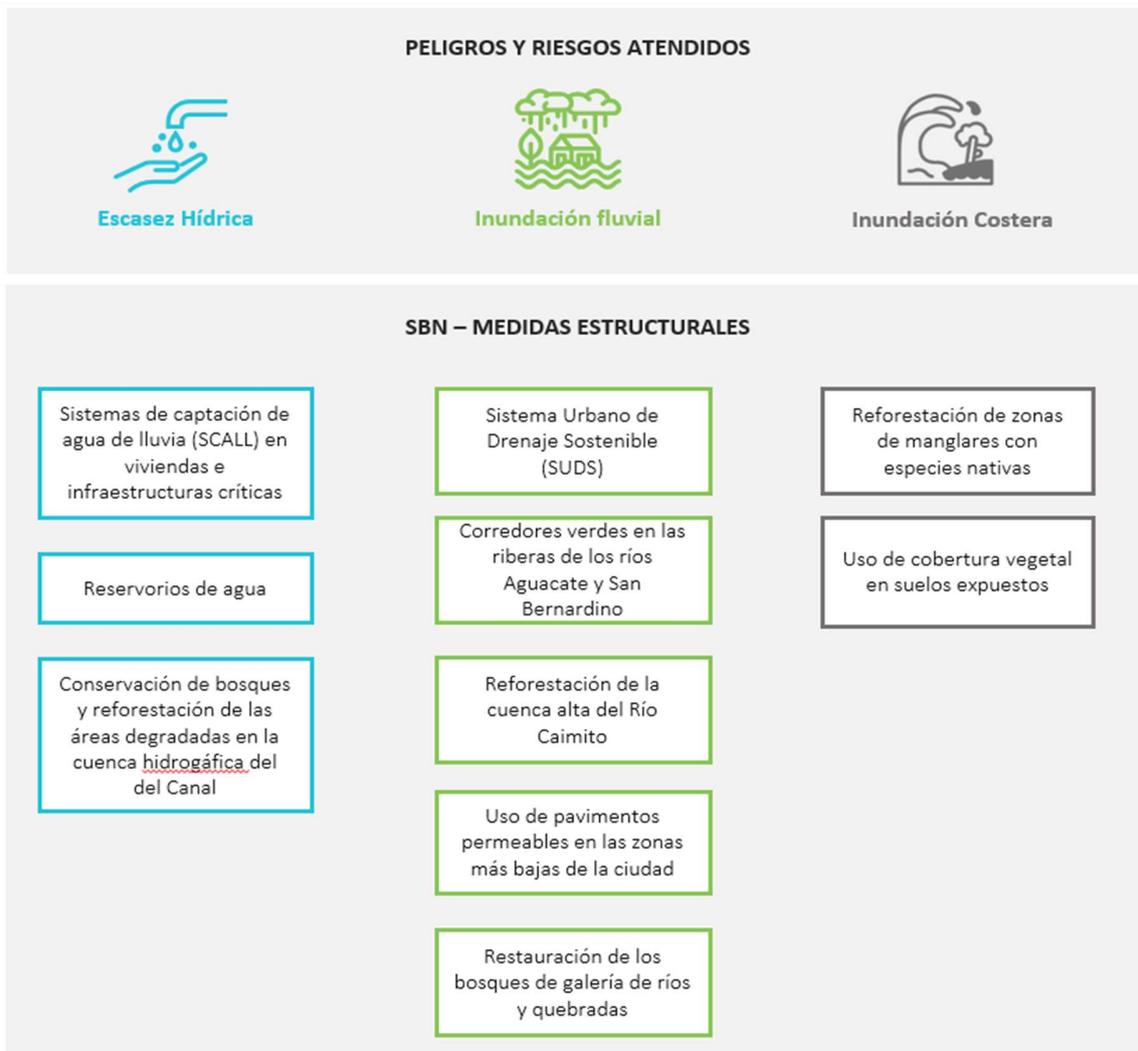
Tras la discusión en las mesas de trabajo, se determinó que varias comunidades de Arraiján se ven impactadas por la inundación costera. Dicho riesgo se acrecienta por la destrucción de barreras naturales como los manglares, particularmente en zonas como Veracruz, Bique y Vacamonte. (Ver Anexo 1)

7. PRIORIZACIÓN DE SbN

Soluciones Basadas en la Naturaleza: Las SbN para abordar los riesgos identificados (**Sección 6**) fueron propuestas durante un taller participativo con actores clave de la ciudad de Arraiján. A partir de una visión sistémica, se generó un conjunto de medidas estructurales (infraestructura verde - SbN) y no estructurales (mecanismos de gestión, fortalecimiento de capacidades, entre otros).

A continuación, se enlistan las soluciones y acciones propuestas las cuales representan oportunidades para reducir la exposición a los riesgos y fortalecer la capacidad adaptativa de la ciudad.

Figura 22 – Peligros atendidos y medidas estructurales (SbN)



Fuente: elaborado por el autor

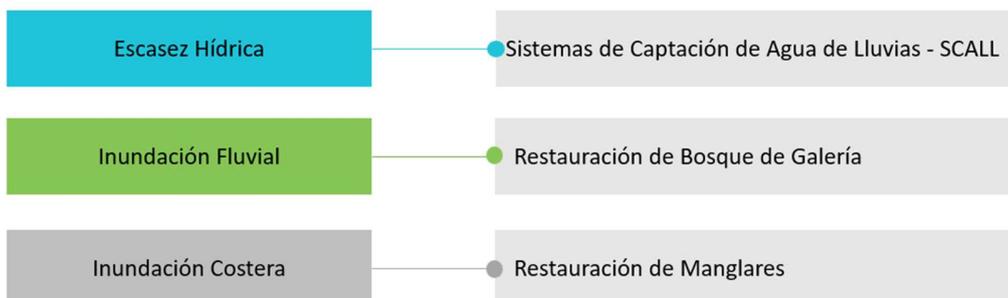
Figura 23 – Peligros atendidos y medidas no estructurales



Fuente: elaborado por el autor

Soluciones Basadas en la Naturaleza Priorizadas: Su priorización se realizó tomando en cuenta las SbN propuestas en el apartado anterior y la evaluación de los ecosistemas como proveedores de servicios de regulación hidrológica de la cuenca del Río Caimito, realizadas en el marco de los análisis de vulnerabilidad y riesgo. A su vez, responde a los peligros y riesgos climáticos identificados y se alinean con iniciativas en curso. Las SbN seleccionadas se enlistan a continuación:

Figura 24 – SbN seleccionadas para atender a riesgos específicos



Fuente: Elaborado por el autor

7.1 Catálogo de Soluciones Basadas en la Naturaleza

Las propuestas de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN), junto con las que han sido priorizadas, representan una valiosa oportunidad para ser incorporadas en las agendas municipales y nacionales. El catálogo de SbN desarrollado en el marco de Nature4Cities presenta una variedad de acciones con alto potencial de escalabilidad, ya que abordan los peligros y amenazas climáticas identificadas como prioritarias por los actores locales. Estas soluciones están diseñadas con un enfoque de abajo hacia arriba, contemplando medidas a corto, mediano y largo plazo.

Esta herramienta estratégica facilita la planificación urbana local, la coordinación interinstitucional y la alineación de inversiones que podrían contar con el respaldo de la comunidad (Figueroa, 2020). Para ello, los catálogos de SbN se elaboraron considerando un contenido específico que se ajusta a la realidad local y se presenta en un lenguaje claro, accesible. Además, son aplicables a otros municipios o localidades con características similares. Estos catálogos están estructurados en fichas que incluyen las tres medidas de SbN priorizadas, mencionadas en el apartado anterior, y contienen la siguiente información:

Figura 25 – Estructura de los catálogos de SbN priorizadas



Fuente: Elaborado por el autor

7.2 Integración de las SbN en la ciudad

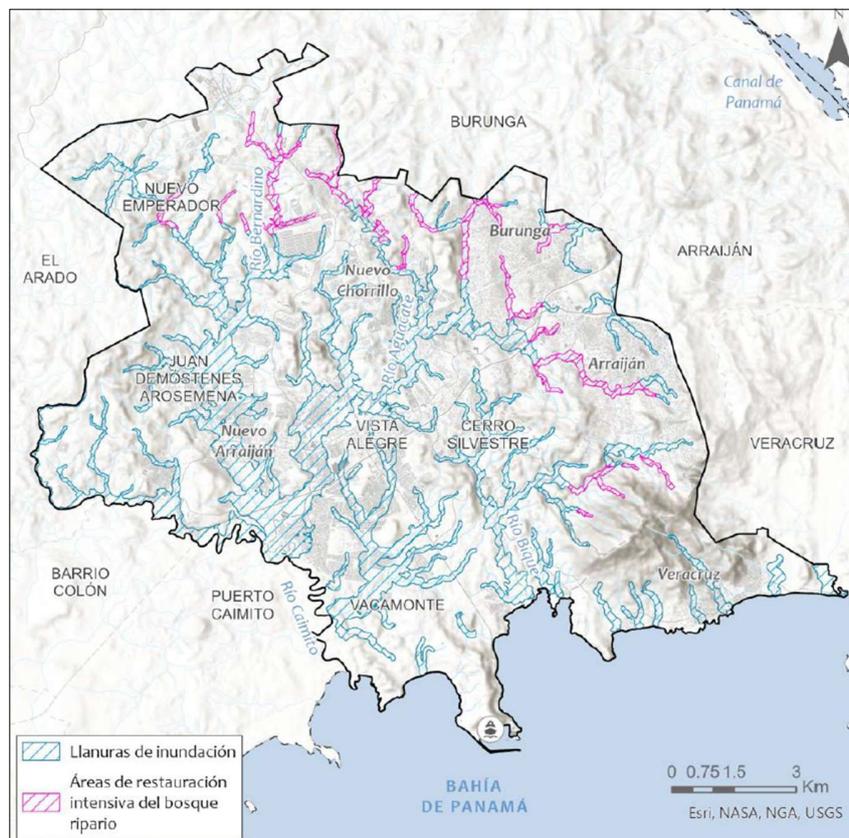
A partir del proceso de los análisis de vulnerabilidad y riesgo climático, los mapas generados y un proceso consulta y validación participativa se definen los sitios para la implementación de las SbN priorizadas.

Restauración del Bosque de Galería

El área urbana de Arraiján enfrenta inundaciones recurrentes debido al desbordamiento de los ríos Burunga, Aguacate, San Bernardino y Caimito, que afectan localidades como Burunga, Cerro Silvestre, Vista Alegre, Juan Demóstenes Arosemena y Vacamonte. Además de las inundaciones, estos ríos sufren deforestación en sus márgenes, obstrucción de cauces por basura y sedimentos, y contaminación por vertidos de desechos.

Para mitigar estos riesgos, se propone la restauración del bosque de galería a lo largo de los ríos, lo cual ayudaría a reducir la escorrentía, disminuir la erosión y mejorar la calidad del agua, creando un hábitat para diversas especies. Se han identificado áreas con potencial para esta restauración, basadas en evaluaciones hidroclimáticas que muestran condiciones favorables para el crecimiento de la vegetación en el futuro.

Figura 26 – Áreas de restauración intensiva del bosque ripario de acuerdo con la evaluación de ecosistemas



Fuente: IHCantabria, 2024

Sistema de Captación de Agua de Lluvia (SCALL)

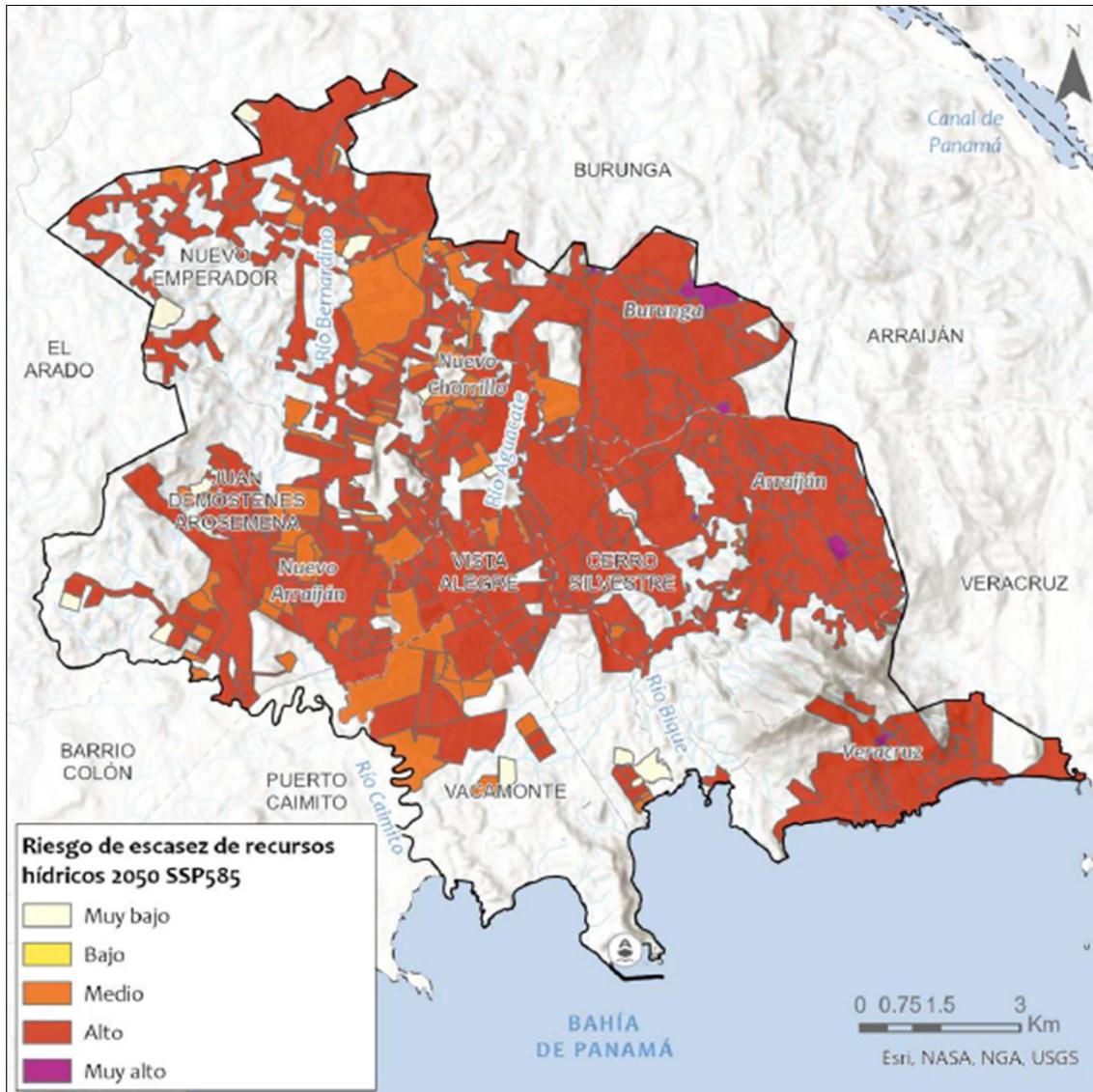
El distrito de Arraiján ha experimentado un rápido crecimiento urbano debido a su cercanía con la Ciudad de Panamá. Este desarrollo ha sido desorganizado, con un aumento de asentamientos informales, lo que ha generado dificultades en el acceso al agua potable en áreas como Arraiján (cabecera), Burunga y Veracruz. En estas zonas, muchas comunidades dependen de camiones cisterna o sistemas improvisados, lo que no garantiza un suministro constante ni de calidad.

La infraestructura de agua no ha crecido al ritmo de la población, lo que provoca cortes frecuentes y problemas de presión. Además, el crecimiento descontrolado ha afectado las fuentes hídricas cercanas, deteriorando la calidad del agua. Arraiján, al igual que otras áreas cercanas, depende de la Cuenca del Canal de Panamá para su abastecimiento, pero el aumento poblacional ha elevado la demanda, llevando los recursos hídricos a su límite. A esto se suma el cambio climático, que podría reducir las precipitaciones y aumentar las temperaturas, afectando la producción de agua superficial y agravando la escasez.

Para reducir estos problemas, se proponen los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (SCALL) como una solución sostenible. Estos sistemas son adaptables y pueden instalarse en viviendas y escuelas para proporcionar agua complementaria. En las viviendas, los SCALL pueden cubrir necesidades domésticas como limpieza, riego e incluso consumo, siempre que se utilicen filtros adecuados. En las escuelas, estos sistemas pueden satisfacer las necesidades de agua para baños, limpieza y actividades educativas, especialmente en zonas con suministro limitado.

Actualmente, los corregimientos de Arraiján, Burunga y Veracruz carecen de un sistema de abastecimiento adecuado y dependen de camiones cisterna. Es urgente implementar los SCALL en estas zonas y extenderlos a toda el área urbana de Arraiján, ya que, según las evaluaciones de riesgo, el distrito enfrentará una grave escasez de agua para 2050, lo que hace aún más urgente la adopción de soluciones alternativas de abastecimiento.

Figura 27 – Riesgo por escasez de recursos hídricos en el área urbana de Arraiján para el horizonte 2050 y escenario SSP5-8.5. Fuente: IHCantabria, 2024.



Fuente: IHCantabria, 2024

Restauración de Manglares

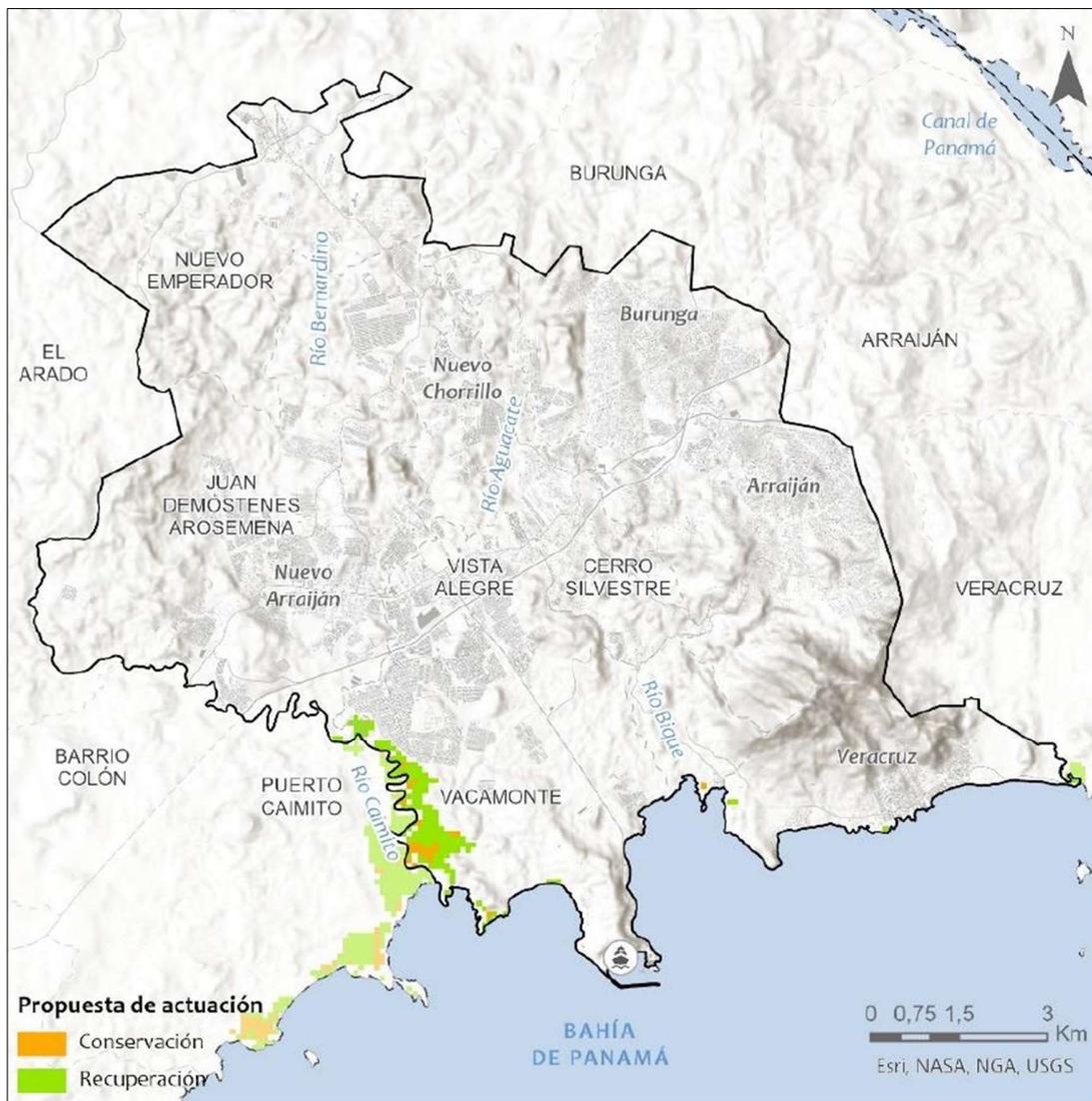
El área urbana de Arraiján enfrenta inundaciones recurrentes debido a eventos costeros extremos, particularmente en Veracruz, la desembocadura del río Bique y el sur de Vacamonte. Se espera que, en el corto y medio plazo, la variabilidad climática aumente la frecuencia e intensidad de estos eventos, incrementando el riesgo de inundaciones.

Los manglares pueden ayudar a mitigar estos riesgos, reduciendo la velocidad y altura de las inundaciones y protegiendo las zonas costeras. La restauración de manglares es esencial para recuperar sus funciones naturales y adaptarse al cambio climático. Además,

los manglares son ecosistemas altamente productivos, que benefician la seguridad alimentaria y protegen las comunidades costeras, especialmente en América Latina y el Caribe, donde son un recurso vital para comunidades locales.

Se han identificado áreas clave para la conservación y restauración de los manglares en Arraiján. Las zonas con buen estado de conservación se han clasificado como "Zonas de conservación", mientras que las áreas degradadas se han designado como "Zonas de restauración", lo que establece un punto de partida para implementar medidas de preservación y recuperación de estos ecosistemas.

Figura 28 – Propuesta de SbN basadas en medidas de conservación y recuperación del bosque de manglar para de Arraiján.



Fuente: IHCantabria, 2024

8. GOBERNANZA

Al igual que otras ciudades panameñas, Arraiján enfrenta el desafío de adaptarse y volverse más resiliente a los efectos del cambio climático. La posibilidad de desarrollar un plan de adaptación en zonas urbanas, con un enfoque en las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), requiere no solo una planificación estratégica, sino también una capacidad de gobernanza adecuada. Para lograrlo, es esencial integrar diferentes actores, promover la colaboración multisectorial y garantizar que se tomen decisiones inclusivas y sostenibles.

Entre los principales factores que influyen en la capacidad adaptativa de las ciudades destacan: la presencia de mecanismos de gobernanza local participativa y democrática, la capacidad de diálogo e interacción con diversos sectores de la sociedad, la existencia de legislación y planes de ordenamiento territorial que faciliten la intervención del gobierno local en la planificación urbana, la provisión adecuada de infraestructura y servicios urbanos y públicos, así como la disponibilidad de sistemas de alerta temprana para responder ante emergencias (Satterthwaite, 2008).

Para abordar estos retos y garantizar el éxito del presente plan, el Municipio de Arraiján debe fortalecer sus procesos, procedimientos y prácticas. Esto permitirá implementar medidas eficaces que integren la gestión de los riesgos climáticos en las políticas y estrategias locales, a la vez que se modernizan las estructuras actuales para avanzar hacia una planificación integrada, multisectorial y multinivel. Este enfoque debe ser consensuado entre los distintos actores que convergen en la ciudad, incluidos los sectores público y privado, con énfasis en la equidad social y de género.

Modelo de gobernanza participativa

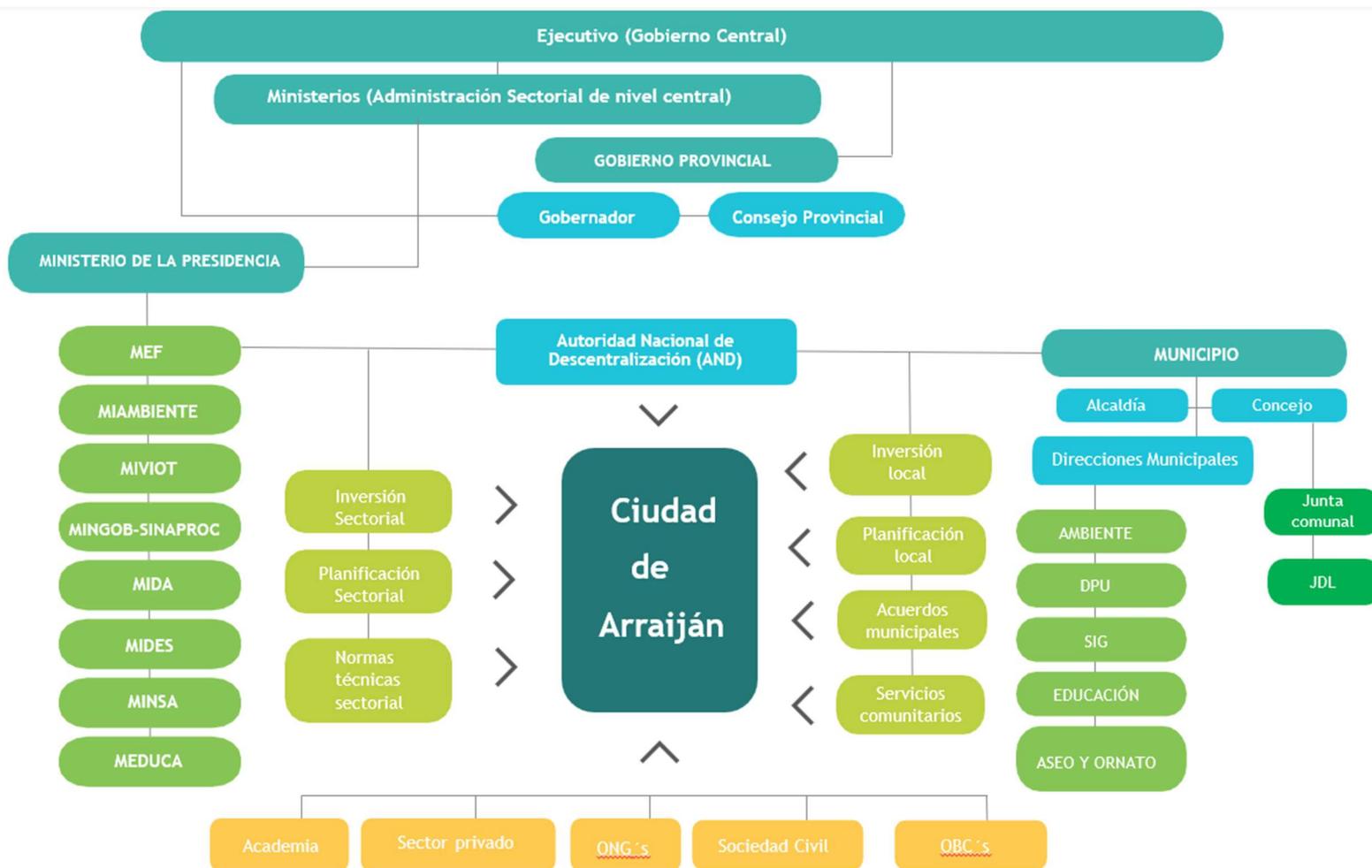
Este plan propone un modelo de gobernanza que fomente la creación de vínculos entre actores diversos, destacando la representación colectiva e inclusiva. La estructura de coordinación para la implementación del plan debe agrupar a los actores responsables de liderar el proceso, mientras que una segunda instancia incluirá otros actores que participarán de diversas maneras.

Es fundamental que la gobernanza sea participativa, entendida como una forma de "poder transformador" que abre los procesos de toma de decisiones, generalmente dominados por estructuras jerárquicas verticales, a nuevos actores sociales y a la ciudadanía en general. Este modelo se basa en los principios de participación pública, que pueden manifestarse en tres niveles: acceso a la información, consulta pública y participación activa (Jacobi, 2011).

En la siguiente ilustración, se presenta un esquema de gobernanza para la adaptación en Arraiján que abarca tanto el nivel vertical, entre distintos órdenes de gobierno, como el nivel horizontal, dentro del mismo nivel de gobierno. Debido a la estructura centralizada del país, se destaca el papel clave de la Autoridad Nacional de Descentralización, que, a través de su intervención, podría facilitar la articulación de recursos financieros para avanzar en la implementación del modelo de gobernanza propuesto.

Cabe destacar que en esta estructura no se incluye al comité de cuenca, ya que su ámbito excede el límite político del distrito de Arraiján. No obstante, los actores locales han resaltado su rol protagónico en la gestión multisectorial.

Figura 29 - Niveles de Gobernanza a nivel de la ciudad



1. **MEF**: Ministerio de Economía y Finanzas/ 2. **MIAMBIENTE**: Ministerio de Ambiente/ 3. **MIVIOT**: Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial/ 4. **MINGOB**: Ministerio de Gobierno/ 5. **MIDA**: Ministerio de Desarrollo Agropecuario/ 6. **MIDES**: Ministerio de Desarrollo Social/ 7. **MINSA**: Ministerio de Salud/ 8. **MEDUCA**: Ministerio de Educación/ 9. **JDL**: Junta de Desarrollo Local/ 10. **DPU**: Dirección de Planificación Urbana/ 11. **SIG**: Sistemas de Información Geográfica Fuente: **Elaborado por el autor.**

9. ESTRATEGIA DE TRANSVERSALIZACIÓN DE GÉNERO

El cambio climático afecta de manera desigual a la población de Arraiján, incrementando la vulnerabilidad de ciertos grupos sociales debido a factores como el género, la etnia, la edad y los ingresos. Es esencial comprender las necesidades y vulnerabilidades de estos grupos para desarrollar medidas de adaptación efectivas, las cuales deben proteger derechos humanos como la vida, la salud, la educación y la vivienda.

En Arraiján, al igual que en muchas otras ciudades, las mujeres enfrentan desventajas históricas y, debido a su rol en el hogar y la comunidad, son especialmente vulnerables frente a diferentes riesgos climáticos. Por poner un ejemplo: debido a la grave escasez hídrica que afronta el distrito, las mujeres asumen muchas veces la responsabilidad de obtener este vital líquido, afectando su calidad de vida y limitando su acceso a oportunidades educativas y laborales (**Figura 30**).

Figura 30 – Impactos diferenciados de hombres y mujeres ante el cambio climático



Fuente: Proyecto Nature4Cities

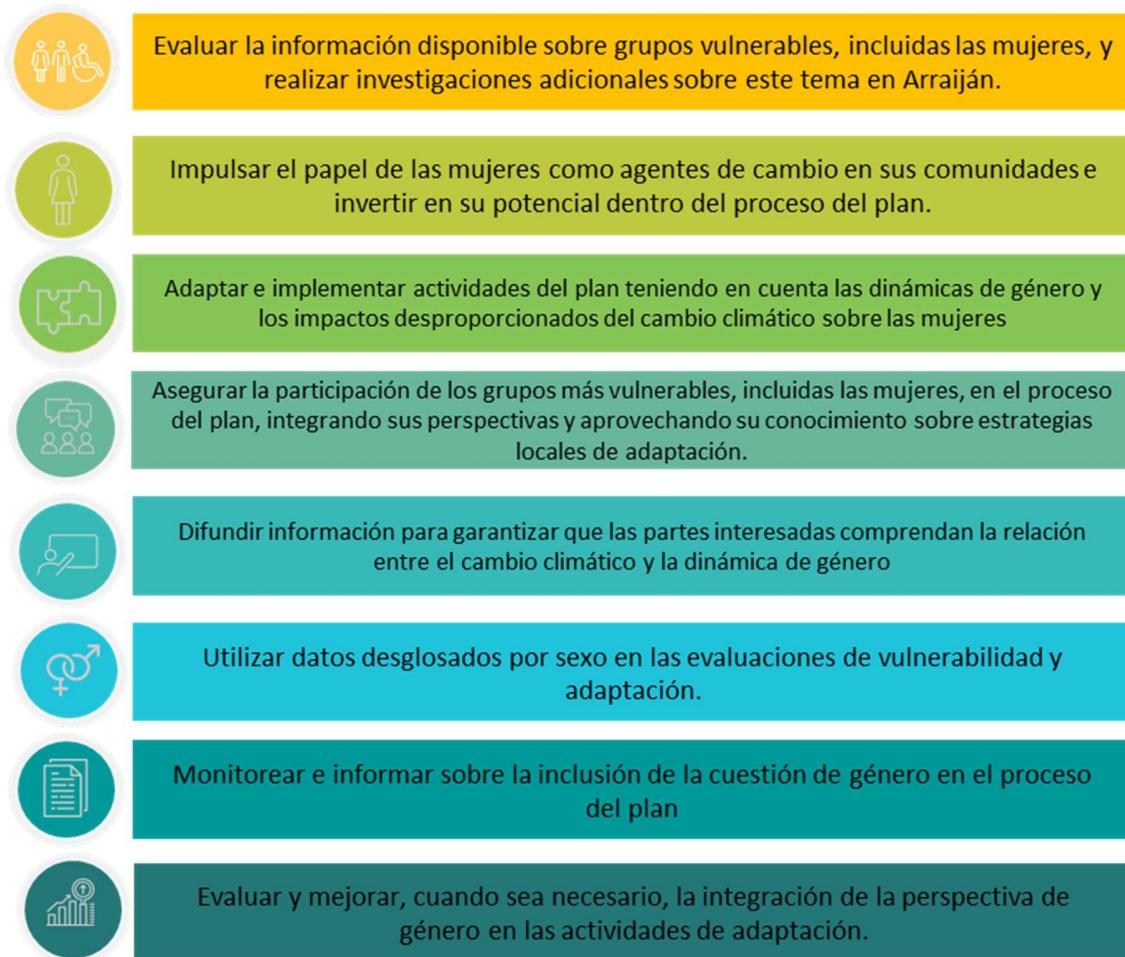
Incorporar una perspectiva de género en la planificación es crucial para asegurar una participación equitativa en la toma de decisiones y evitar reforzar desigualdades de género. Las mujeres, con su conocimiento del entorno local y experiencia en la gestión de recursos, pueden ser agentes clave en la adaptación al cambio climático, lo que mejora la resiliencia de las comunidades.

Siguiendo las directrices del Plan Nacional de Género y Cambio Climático de Panamá¹³ para el sector de Asentamientos Humanos Resilientes, que propone crear herramientas de

¹³ Enlace del Plan Nacional de Género y Cambio Climático de Panamá: [Plan Nacional de Género y Cambio Climático | Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo](#)

planificación urbana con enfoque de género, guías y normativas para su implementación, planes de respuesta al cambio climático con perspectiva de género, y empoderar a las mujeres para que participen activamente en los planes de emergencia, se sugiere desarrollar las siguientes actividades:

Figura 31 – Actividades sugeridas para la integración de mujeres y grupos vulnerables en las acciones del plan de adaptación



Fuente: Adaptado del Plan Nacional de Género y Cambio Climático de Panamá

10. PLAN DE ACCIONES

Los planes de adaptación municipales tienen particularidades a tener en cuenta en cada uno de estos niveles, como el alcance de las acciones y las posibilidades de coordinación para su diseño y ejecución. Estas especificidades se reflejan en las etapas del ciclo, así como en las sinergias entre el Plan de Adaptación basado en la Naturaleza y otras iniciativas ya implementadas en el distrito de Arraiján, incluyendo ejemplos de herramientas de gestión en este ámbito, plazos de ejecución y los actores que pueden colaborar en su desarrollo e implementación.

Para facilitar la comprensión de las acciones propuestas, se explica a detallan a seguir los acrónimos de los actores que intervienen por cada eje estratégico:

Sensibilización y Fortalecimiento de Capacidades

1. **IMHPA**: Plan de Ordenamiento Urbano / 2. **MIAMBIENTE**: Ministerio de Ambiente/ 3. **MEDUCA**: Ministerio de Educación/ 4. **MIDA**: Ministerio de Desarrollo Agropecuario / 5. **MIVIOT**: Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial/ 6. **OBC**: Organización de Base Comunitaria/ 7. **ONG**: Organización No Gubernamental / 8. **SENACYT**: Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación/ 9. **SINAPROC**: Sistema Nacional de Protección Civil

Marco Regulatorio de Planificación Territorial y Cambio Climático

1. **JDL**: Juntas de Desarrollo Local/ 2. **MIVIOT**: Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial/ / 3. **MOP**: Ministerio de Obras Públicas/ 4. **POT**: Plan Local de Ordenamiento Territorial

Infraestructura Verde (SCALL)

1 **ACP** Autoridad del Canal de Panamá..2. **IDAAN**: Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales/ 3. **JAAR**: Juntas Administradoras de Acueductos Rurales/ 4. **MEDUCA**: Ministerio de Educación/ 5. **MINSALUD**: Ministerio de Salud

Infraestructura verde (Restauración del Bosque de Galería)

1 **ACP** Autoridad del Canal de Panamá..2. **ANATI**: Autoridad Nacional de Administración de Tierras/ 3. **IMHPA**: Plan de Ordenamiento Urbano/ 4. **JDL**: Juntas de Desarrollo Local/ 5. **MIVIOT**: Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial/ 6. **OBC**: Organización de Base Comunitaria/ 7. **ONG**: Organización No Gubernamental / 8. **SENACYT**: Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

Infraestructura verde (Restauración de Manglares)

1. **AMP**: Autoridad Marítima de Panamá/ 2. **ARAP**: Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá/ 3. **JDL**: Juntas de Desarrollo Local/ 4. **OBC**: Organizaciones de Base Comunitaria/ 5. **ONG**: Organizaciones No Gubernamentales/ 6. **SENACYT**: Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

Mecanismos Financieros

1. **AND**: Autoridad Nacional de Descentralización/ 2. **JDL**: Juntas de Desarrollo Local/ 3. **MEF**: Ministerio de Economía y Finanzas/ 4. **MICI**: Ministerio de Comercio e Industrias/ 5. **MIVIOT**: Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial/ / 6. **SENACYT**: Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación / 7. **SINAPROC**: Sistema Nacional de Protección Civil



SENSIBILIZACIÓN Y FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES





MARCO REGULATORIO PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y CAMBIO CLIMÁTICO

ACCIONES	2025	2030	2050	RESPONSABLE Y COLABORADORES
1. Adoptar este Plan de Adaptación basado en la Naturaleza mediante Acuerdo Municipal	■			Concejo Municipal Municipio, MiAmbiente
2. Adoptar el Plan de Ordenamiento Territorial mediante Acuerdo Municipal	■			Concejo Municipal Municipio, Juntas de Planificación, MIVIOT
3. Incorporar el enfoque de SbN para la adaptación en el desarrollo y actualización de los planes de ordenamiento territorial, fundamentalmente en la sección de adaptación al cambio climático	■			Municipio MIVIOT, Juntas de Planificación, MiAmbiente, JDL, Sector Privado, Sosa Arquitectos
4. Capacitar a tomadores de decisiones y entidades sectoriales sobre la adaptación al CC en los marcos normativos	■			MIVIOT Municipio, Junta de planificación, Concejo Municipal
5. Establecer estándares de construcción de parques incluyendo superficies permeables y arborización	■	■		MIVIOT Municipio, MiAmbiente, Sector Privado, JDL
6. Integrar el desarrollo de infraestructura verde en las normas técnicas de construcción y/o acuerdos municipales para la emisión de permisos de construcción	■			Concejo Municipal MIVIOT, MOP
7. Adoptar guías técnicas y metodológicas mediante acuerdos municipales para las SbN de manera transversal en proyectos de infraestructura públicos y privados	■	■		Concejo Municipal MIVIOT & MOP
8. Crear un comité interinstitucional para la adaptación a nivel local	■	■		Municipio Concejo Municipal, JDL, instituciones de gobierno, sector
9. Monitoreo, evaluación y actualización de los planes distritales	■	■	■	Municipio MIVIOT, Juntas de Planificación, MiAmbiente, JDL, Sector Privado
10. Impulsar modificación a la ley 21 que establece usos de suelo, para establecer un nuevo límite con el distrito tomando en cuenta la geomorfología y vocación del territorio	■	■		Municipio ACP, MIVIOT, MiAmbiente, MiAmbiente, Asamblea Nacional

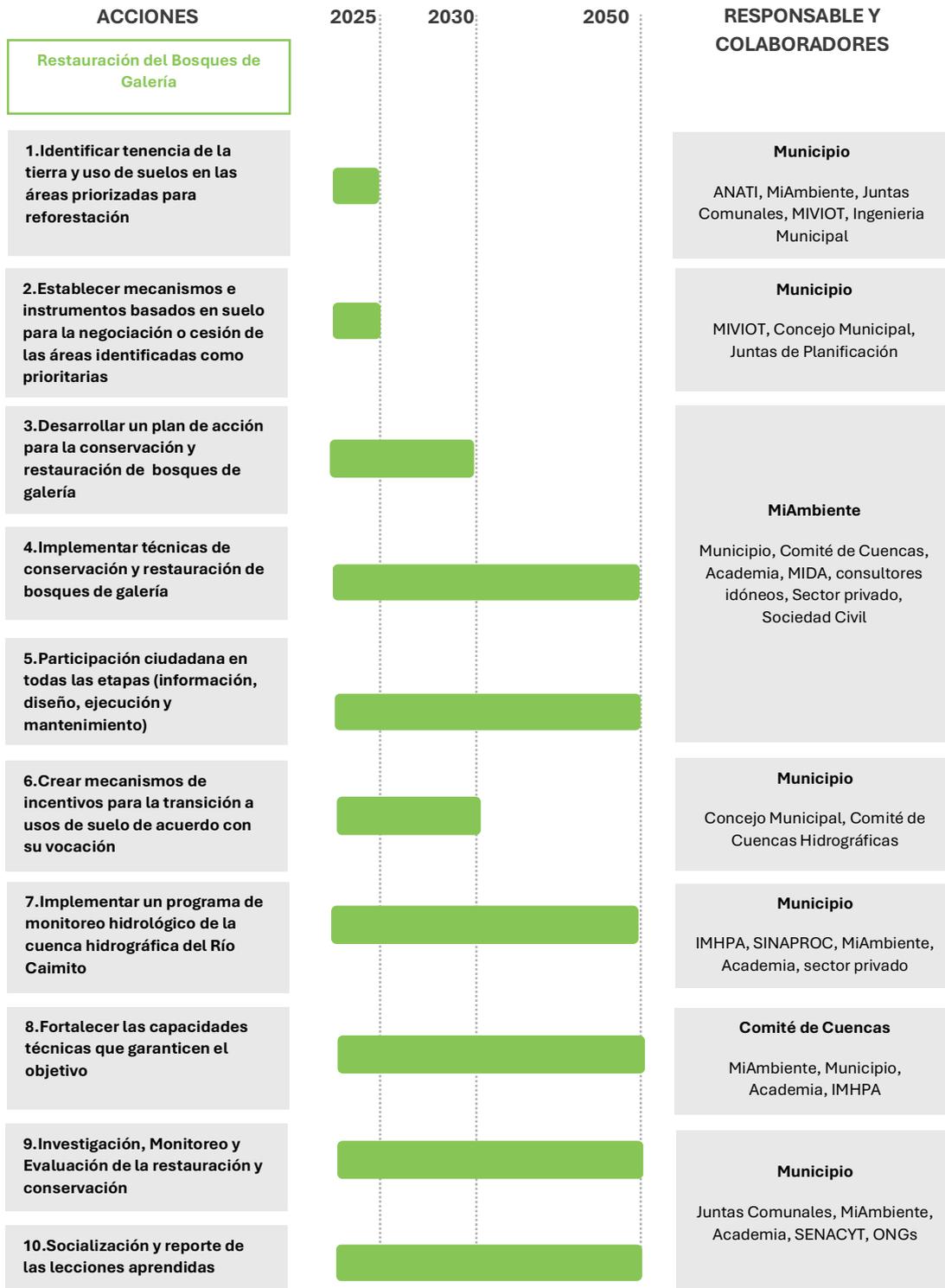


INFRAESTRUCTURA VERDE (SBN)



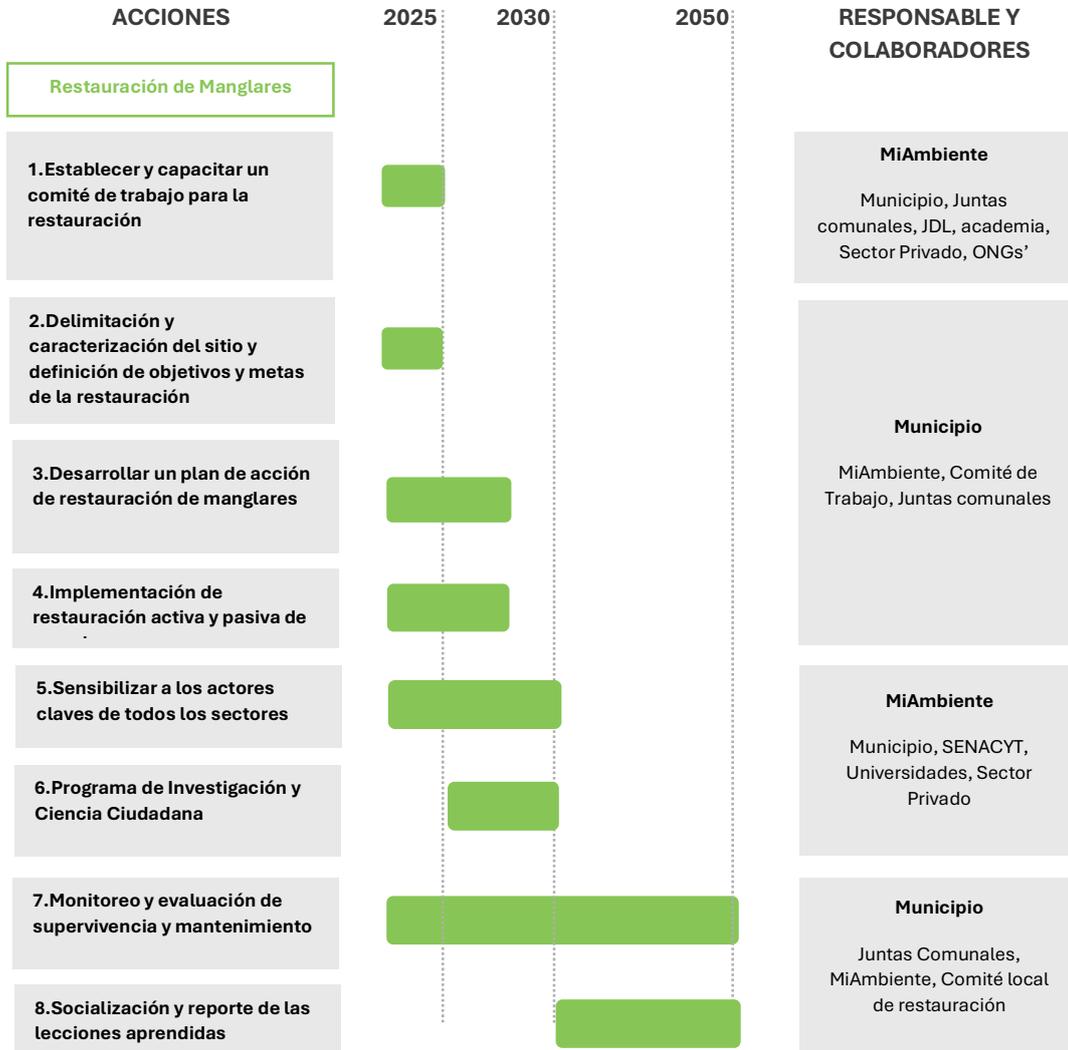


INFRAESTRUCTURA VERDE (SBN)





INFRAESTRUCTURA VERDE (SBN)





MECANISMOS FINANCIEROS

ACCIONES	2025	2030	2050	RESPONSABLE Y COLABORADORES
1. Generar asociaciones, alianzas y convenios de colaboración para la implementación de acciones de este Plan de Adaptación basado en Naturaleza				Municipio Concejo Municipal, MEF, MiAmbiente, MICI, Sector privado, Academia, SENACYT
2. Desarrollar proyectos específicos que aumenten la capacidad adaptativa al cambio climático con financiamiento internacional y local				Municipio Juntas comunales, JDL, Sector privado, MiAmbiente, SINAPROC
3. Participar en redes de colaboración internacional relacionadas con el cambio climático en ciudades (GCoM, C40, ICLEI, Climate Smart Cities Network, Resilient Cities)				Municipio Juntas Comunales, AMUPA, MiAmbiente
4. Integrar e impulsar en los programas IBI & PIOPSM líneas de financiamiento hacia la adaptación y el cambio climático				AND Municipio, Juntas Comunales
5. Aplicar la Guía Técnica de Cambio Climático para Proyectos de Infraestructura de Inversión Pública en los sistemas municipales de planificación y proyectos				Municipio Juntas Comunales, MEF, MiAmbiente, MOP
6. Capacitar a planificadores y equipo de finanzas municipales sobre las finanzas sostenibles y financiamiento para la adaptación y el cambio climático				MEF Municipio, Juntas Comunales, MiAmbiente
7. Diseñar e implementar mecanismos de monitoreo y evaluación a la asignación de fuentes/fondos para la adaptación				Municipio AMUPA, Juntas Comunales, MEF
8. Crear incentivos financieros para atraer la inversión privada				Concejo Municipal Sector privado, MIVIOT

11. MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL PLAN

El monitoreo y evaluación (M&E) de las medidas de adaptación se centra en identificar su impacto en la reducción de la vulnerabilidad del sistema y en su sostenibilidad. Además, busca documentar y sistematizar las lecciones aprendidas (García et al., 2022). Cabe destacar, que las M&E son relevantes en el marco de los compromisos internacionales como los ODS, así como políticas y marcos regulatorios nacionales y locales como los mencionados en la **Sección 4** (Figuroa, 2020).

A diferencia de la mitigación, la adaptación no puede medirse con una única métrica, como la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Cada acción de adaptación al cambio climático tiene sus propios productos y resultados específicos, que requieren de una serie de indicadores también específicos y adaptados (C40 Cities et al., 2019). Estos indicadores podrán aportar a verificar los impactos de las SbN en las ciudades, así como difundir los beneficios concretos de su implementación, generando así mayor aceptación y potenciar las inversiones locales (Figuroa, 2020).

Por lo tanto, el monitoreo y evaluación del presente plan tiene como objetivo recopilar y analizar los resultados derivados de la implementación de las medidas basadas en la naturaleza y según sea el caso, de las medidas complementarias identificadas para la ciudad de Arraiján. La metodología propuesta para el proceso de monitoreo y evaluación de las estrategias de adaptación basadas en la naturaleza de este plan se fundamentará en 7 pasos esenciales adaptados a las necesidades y realidades de la ciudad (**Figura 32**).

Figura 32 – Pasos para el proceso de M&E de estrategias de adaptación



Fuente: Adaptado de C40 Cities et al., 2019

A partir de la identificación previa de amenazas en el análisis de vulnerabilidad y riesgos de las ciudades donde también se elaboró una cadena de impactos, se ha priorizado una serie de SbN y para abordar cada uno de estos desafíos identificados (**Sección 7**).

En este sentido, se han definido una serie de indicadores de gestión y de impacto para medir los resultados del plan de acción. La recolección de los datos dependerá de los actores clave identificados en la ciudad, los cuales están involucrados directamente en el proceso de

desarrollo e implementación de las estrategias basadas en la naturaleza y acciones complementarias contenidas en el plan.

Los indicadores sugeridos buscan cumplir con los criterios SMART (por sus siglas en inglés), concepto ampliamente utilizado en la definición de objetivos y propuestos por primera vez por George Doran (1981). Estos criterios son: específicos, medibles, alcanzables, relevantes y limitado en el tiempo y se definen brevemente en la (Figura 33.).

Figura 33 – Criterios para la selección de indicadores de M&E



Fuente: Doran, 1981

El progreso de cada una de las SbN y sus resultados se propone que sean reportados mediante el actor o actores identificados a cada una de las instancias competentes, con un plazo de tiempo determinado en cada una de las estrategias. Se sugiere también realizar informes semestrales para tomar nota y verificar los resultados de las intervenciones.

La evaluación se debe realizar después de recolectar suficientes datos de cada indicador que permita observar el comportamiento de los resultados obtenidos después de la implementación de las diferentes estrategias. Esto permite aplicar métodos de mejora a partir de lecciones aprendidas, en caso de que sea necesario.

11.1 Recomendaciones para el plan de Monitoreo y Evaluación

- Se recomienda la realización de informes de monitoreo semestrales / anuales, según sea la dinámica de la ciudad.
- Los procesos de consultas e intercambio de experiencias y resultados entre los actores involucrados se consideran de gran valor.
- Se recomienda integrar los retos, desafíos y lecciones aprendidas en cada proceso de reporte.
- Los resultados de la evaluación deben ser utilizados para ajustar y mejorar los planes y estrategias de adaptación basada en la naturaleza.
- La identificación de áreas de éxito y áreas de mejora permitirá a la ciudad optimizar sus recursos y esfuerzos.
- La transparencia en la comunicación de los resultados fortalecerá la confianza y el compromiso de los actores y de la comunidad en general.

- La evaluación continua y el ajuste dinámico aseguran que los planes y estrategias no solo sean eficientes y eficaces en el corto plazo, sino también sostenibles y adaptables a los cambios futuros en el contexto del cambio climático

11.2 Fichas informativas de las medidas y/o estrategias priorizadas para Arraiján en el plan¹⁴

Las fichas que a continuación se presentan, constituyen un modelo guía de planificación para el monitoreo y evaluación; sin embargo, de acuerdo con la entidad implementadora y/o los alcances que se deseen incluir a cada una, las siguientes propuestas pueden ser ajustadas.

11.2.1 Sistema de Captación de Agua de Lluvia - SCALL

SbN Priorizada	Sistemas de captación de agua de lluvia		
Breve descripción, alcance	La ausencia de redes de abastecimiento en diversas áreas, como los corregimientos de Arraiján, Burunga y Veracruz, ha generado serias dificultades en el acceso al agua potable, dependiendo de camiones cisterna o sistemas improvisados. La infraestructura de acueductos no ha crecido al ritmo de la población, lo que ha generado cortes y problemas de presión en los barrios con red. Arraiján depende de los recursos hídricos de la Cuenca del Canal de Panamá, pero el crecimiento acelerado de la población ha aumentado la demanda de agua. El cambio climático podría reducir las precipitaciones y elevar las temperaturas en la cuenca, afectando la producción de agua y la disponibilidad para los municipios, lo que requerirá la búsqueda de fuentes alternativas como los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (SCALL).		
Escala	Local		
Resultado(s) e impacto(s) esperado(s)	<ul style="list-style-type: none"> - Fuentes alternativas y sustentables de agua para consumo humano - Comunidades con disponibilidad continua de agua potable - Autogestión y descentralización de los sistemas de abastecimiento de agua - Alivio de la presión sobre las fuentes y sistemas convencionales - Se fomenta la organización comunitaria - Reducción de gastos de abastecimiento - Resiliencia ante sequías y cambio climático 		
Indicador (es) y frecuencias de monitoreo	Indicador	Método de verificación	Frecuencia
	- Cantidad de agua captada	- Medición del volumen de agua recolectada en el tanque (litros) mediante contador o medición directa	- Mensual.
	- Calidad del agua (pH, turbidez, bacterias).	- Pruebas de laboratorio para analizar pH, turbidez, y presencia de coliformes fecales u otros patógenos	- Trimestral o semestral

¹⁴ Los resultados presentados en estas fichas son indicativos. Cada solución que se desarrolle siguiendo estas directrices deberá seleccionar las metas, resultados e indicadores que considere más adecuados.

	- Número de personas beneficiadas	- Conteo de familias con un SCALL instalado en la vivienda y alumnos en escuelas con SCALL	- Tras la instalación del SCALL.
	- Volumen de agua utilizado para cada uso	- Registro de usos del agua (limpieza, riego, consumo, etc.) mediante encuestas o monitoreo de consumo.	- Mensual
	- Reducción del volumen de agua del sistema de abastecimiento utilizado	- Comparación de los consumos de agua antes y después de la implementación del SCALL, o estimaciones de uso	- Trimestral
	- Reducción del volumen de agua de escorrentía.	- Observación y medición de escorrentía en el área cercana a la estructura para evaluar la disminución de flujos de agua	- Anualmente
Responsable (es) / Participantes	<ul style="list-style-type: none"> - Autoridades locales de Arraiján - Ministerio de Ambiente y sus secciones dependiendo el indicador a evaluar - Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales - Comité de Cuencas del Río Caimito - Autoridad del Canal de Panamá – ACP - London & Regional (Panamá) - Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá - IMHPA - Academia y sociedad civil organizada (ONGs, OBCs) - Juntas de Desarrollo Local – JDL - Juntas de Administración de Acueducto Rural – JAARs - Especialistas y profesionales idóneos 		

Fuente: Adaptado de los catálogos de SbN para Arraiján

11.2.2 Restauración de bosques de galería

SbN Priorizada	Restauración de bosques de galería
Breve descripción, alcance	Las zonas afectadas por inundaciones fluviales se localizan principalmente en las orillas de los ríos Burunga, Aguacate y San Bernardino, en los corregimientos de Burunga, Cerro Silvestre, Vista Alegre y Juan Demóstenes Arosemena, así como en el encuentro de estos ríos con el Caimito en Vacamonte. Por ello, se propone la restauración del bosque de galería en las márgenes de estos ríos para mitigar las crecidas, frenar la erosión y el arrastre de sedimentos, mejorar la calidad del agua y facilitar el desplazamiento de la fauna, creando hábitats para especies terrestres y acuáticas.
Escala	Cuencas hidrográficas y/o nivel local
Acciones, proyectos o iniciativas vinculadas	Plan de Ordenamiento Territorial de Arraiján, actualmente en desarrollo, incluye componentes de gestión del riesgo y adaptación al cambio climático. El municipio de Arraiján gestiona proyecto de espacios verdes vivos en rotondas y trabaja en prototipo de humedales en la parte alta de la cuenca.

Resultado(s) e impacto(s) esperado(s)	<ul style="list-style-type: none"> - Incremento de la infiltración de agua, reduciendo la escorrentía superficial. - Reducción de daños económicos y sociales derivados de la inundación - Restauración de zonas degradadas y/o desprovistas de vegetación - Aumento de la biodiversidad a nivel local - Mejora en la calidad del agua al reducir la cantidad de sedimentos y contaminantes que llegan a los cuerpos de agua - Disminución de la pérdida de suelos por erosión 		
Indicador (es) y frecuencias de monitoreo	Indicador	Método de verificación	Frecuencia
	- Número de eventos de inundación y sus impactos	- Análisis de datos históricos y observaciones en estaciones hidrometeorológicas en el área restaurada.	- Después de cada evento de lluvia importante
	- Porcentaje de especies nativas establecidas	- Censos anuales de vegetación y observación directa para comparar la vegetación plantada y naturalizada	- Anualmente, durante el inicio y final de la época seca
	- Riqueza de especies (biodiversidad) que se establece en el área restaurada.	- Muestreos estacionales y transectos de biodiversidad en áreas seleccionadas.	- Muestreos al menos dos veces al año
	- Calidad del agua: concentración de nutrientes (nitratos, fosfatos), sólidos suspendidos y contaminantes	- Análisis de muestras de agua en puntos clave del cuerpo de agua	- Mensual, para capturar cambios estacionales
	- Reducción en la pérdida de suelo o retroceso de la ribera	- Fotogrametría y puntos de observación fija para medir el cambio en el bosque de galería y la estabilidad del suelo a lo largo del tiempo.	- Anualmente, con comparaciones adicionales tras eventos climáticos extremos
	- Concentración de sedimentos en agua en la entrada y salida de la zona restaurada	- Análisis de muestras de agua en puntos clave del arroyo	- Mensual, con evaluaciones anuales de los patrones de sedimentación
Responsable (es) / Participantes	<ul style="list-style-type: none"> - Autoridades locales de Arraiján - Ministerio de Ambiente y sus secciones dependiendo el indicador a evaluar - Comité de Cuencas del Río Caimito - Autoridad del Canal de Panamá (ACP) - London & Regional (Panamá) - Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá - IMHPA - Autoridad Nacional de Administración de Tierras - ANATI - Academia y sociedad civil organizada (ONGs, OBCs, JAARs) - Especialistas y profesionales idóneos 		

Fuente: Adaptado de los catálogos de SbN para Arraiján

11.2.3 Restauración de Manglares

SbN Priorizada	Restauración de manglares		
Breve descripción, alcance	<p>En la actualidad, es frecuente que el área urbana de Arraiján se encuentre afectada por inundaciones durante eventos costeros extremos que suponen consecuencias directas en las zonas costeras más expuestas. Estas zonas se encuentran principalmente en Veracruz y la desembocadura del río Bique, así como en algunas áreas del sur de Vacamonte.</p> <p>En el corto y medio plazo Arraiján podría sufrir una variabilidad climática, con impactos en la probabilidad de ocurrencia e intensidad de estos eventos costeros extremos, que implicaría una frecuencia más elevada de eventos de inundación, y por consiguiente un incremento de los riesgos para la ciudad.</p> <p>Ante esta problemática, los ecosistemas de manglares representan una barrera natural que protege las costas frente a tormentas tropicales, huracanes y oleajes intensos, contribuyendo a la reducción de la erosión en la línea de costa. Además, son importantes sumideros de carbono, al tiempo que son un brindan hábitat para la reproducción y desarrollo de diversas especies marinas, ofreciendo así, seguridad alimentaria a las comunidades locales (Donato, et al., 2011; Carvajal, et al., 2019).</p>		
Escala	Local		
Resultado(s) e impacto(s) esperado(s)	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de las comunidades costeras - Control de la erosión costera - Mayor secuestro de carbono - Resiliencia ante los escenarios del aumento del nivel del mar - Se contribuye a la seguridad alimentaria y los medios de vida (pesca y acuicultura) - Se fomenta la organización comunitaria - Se crean empleos verdes 		
Indicador (es) y frecuencias de monitoreo	Indicador	Método de verificación	Frecuencia
	- Hidroperíodo	- Existen varias opciones metodológicas: observación directa, piezómetros, sensores automáticos o modelado hidrológico	- Semanal o mensual
	- Calidad del agua (Salinidad, pH, potencial redox, sulfitos y otras variables químicas)	- Análisis fisicoquímicos de muestras de agua obtenidas en el manglar.	- Semanal o mensual
	- Riqueza de especies que se establece en el área restaurada	- De forma sencilla se puede realizar un conteo de especies; más avanzado es el empleo de índices de diversidad (Shannon o Simpson).	- Mensual o anual
	- Reclutamiento de plántulas, composición de especies, tasa de supervivencia o crecimiento	- Conteo directo, inventarios de vegetación, medición de alturas y diámetros	- Mensual o anual

	- Área cubierta	- Evaluación visual, intercepción de puntos (pin-point), fotografía aérea o satelital	- Mensual o anual
	- Materia orgánica, nutrientes totales	- Análisis fisicoquímicos de muestras de agua obtenidas en el manglar	- Semanal o mensual
Responsable (es) / Participantes	- Autoridades locales de Arraiján - Ministerio de Ambiente y sus secciones, dependiendo el indicador a evaluar - London & Regional (Panama) - Academia y sociedad civil organizada (ONGs, OBCs) - Juntas de Desarrollo Local de las comunidades Veracruz, Bique y Vacamonte – JDL - Especialistas y profesionales idóneos		

Fuente: Adaptado de los catálogos de SbN para Arraiján

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Conclusión

El Plan de Adaptación basado en la Naturaleza de Arraiján enfrenta los desafíos derivados de su modelo de desarrollo actual y requiere de decisiones políticas clave para definir el futuro de la ciudad.

Aunque se enfoca en las amenazas climáticas que afectan el territorio, propone un plan de acción realista que tiene en cuenta los múltiples desafíos sociales, económicos y ambientales del desarrollo. No debe ser interpretado como una serie de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) aisladas, sino como un complemento integral de los futuros Planes de Ordenamiento Territorial y Planes Estratégicos Municipales.

Este documento presenta una visión de desarrollo centrada en la preservación y valorización de los ecosistemas naturales que rodean y forman la ciudad, con el objetivo de mejorar el bienestar de sus habitantes y garantizar un desarrollo sostenible. A partir de las propuestas de visión, ejes estratégicos y actividades identificadas, se deja espacio para la acción política y la participación ciudadana, elementos clave en la construcción del futuro de Arraiján.

Recomendaciones

Las acciones y proyectos propuestos en este plan pueden integrarse en los planes locales de gestión territorial y ambiental como un conjunto de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), con el objetivo de garantizar su sostenibilidad y continuidad a lo largo del tiempo, independientemente de los cambios en la administración municipal. Esto se debe a que los objetivos y medidas planteadas requieren un horizonte superior a los cinco años para su implementación efectiva, ya que el plan está orientado a una visión de largo plazo.

A partir del plan de acción elaborado y de las evaluaciones normativas y financieras resumidas en este documento, se establecen las siguientes recomendaciones, con un enfoque en la réplica y expansión de las Soluciones Basadas en la Naturaleza como estrategia integral de adaptación al cambio climático. Las recomendaciones específicas son las siguientes:

1. **Generar evidencia científica sobre las SbN implementadas:** Evaluar sus valores multifuncionales y su complementariedad con infraestructuras grises mediante un análisis costo-beneficio. Para ello, se recomienda establecer alianzas con universidades e institutos de investigación que puedan ser clave para la sostenibilidad del monitoreo y la inclusión de estas temáticas en los currículos académicos.
2. **Desarrollar una estrategia de comunicación:** Visibilizar los resultados, sensibilizar a la población y crear conciencia ambiental dentro de la comunidad urbana. Los mensajes y objetivos deben ser adaptados según los diferentes públicos meta: sociedad civil, comunidades vulnerables, y empresas tanto estatales como privadas, quienes tienen roles distintos en el mantenimiento e integración de las SbN en sus actividades cotidianas.

3. **Identificar necesidades de capacitación y promover intercambios:** Enfocándose en el potencial de las SbN para la adaptación al cambio climático. Se debe visibilizar las buenas prácticas, compartir lecciones aprendidas y capacitar a los actores clave, tanto dentro como fuera del municipio, para fortalecer las capacidades locales.
4. **Revisar el plan periódicamente:** Promover el diálogo interinstitucional e intermunicipal y comunicar los avances alcanzados mediante un sistema de monitoreo y evaluación transparente que involucre a la ciencia ciudadana. Se debe considerar la integración de los principales ejes del plan de adaptación en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y la Estrategia de Desarrollo Municipal de Arraiján. La planificación urbana de Arraiján debe ser capaz de incorporar escenarios de cambio climático, identificar nuevas SbN como alternativas o complementos a infraestructuras grises, y asegurar la complementariedad con otras iniciativas.
5. **Integrar las SbN en los presupuestos municipales y proyectos de desarrollo:** Ajustar los criterios de inversión para incluir los avances en el desarrollo de escenarios de cambio climático, los servicios ecosistémicos y el bienestar de los ciudadanos. Esta integración contribuirá a asegurar la sostenibilidad de las SbN a largo plazo y su alineación con los objetivos de desarrollo local.
6. **Superar los vacíos económicos mediante fondos nacionales e internacionales:** Se debe fomentar el apoyo financiero externo que permita avanzar en el conocimiento científico y técnico sobre el uso de escenarios de cambio climático a nivel local, garantizando la implementación efectiva de las soluciones en la ciudad y el monitoreo de los efectos alcanzados por las acciones ejecutadas en el proceso de adaptación.
7. **Monitoreo y evaluación:** Las medidas de M&E para la adaptación deben estar dirigidas a cada caso en particular y así mismo su forma de monitoreo y medición. Es clave desarrollar sistemas de medición flexibles y personalizados que reflejen las prioridades locales y consideren las particularidades culturales, sociales y ambientales de cada lugar. Se recomienda establecer políticas que aseguren que el monitoreo sea una responsabilidad de largo plazo de las instituciones locales.

Estas acciones orientadas a la replicación, expansión e integración de las Soluciones basadas en la Naturaleza son fundamentales para garantizar la efectividad y sostenibilidad del plan de adaptación al cambio climático de Arraiján.

BIBLIOGRAFÍA

Betti, P., Schneider, T., Ferreira, C; Rodríguez, R. Ribeiro (2023): Guía para a elaboração de planos de adaptação e resiliência climática. São Paulo (Estado): Secretaría de Medio Ambiente, Infraestructura y Logística. São Paulo. 2da ed. Disponible en: https://smastr16.blob.core.windows.net/municipiosresilientes/sites/257/2023/06/guia_-_pmpr_2a-edicao_2023.pdf

Carvajal, M., Herrera, A., Valdés, Rodríguez, B., Campos, R. (2019): Manglares y sus Servicios Ecosistémicos: hacia un Desarrollo Sostenible. *Gestión y Ambiente*. 22(2), 277-290. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/ga.v22n2.80639>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL (2023): Sistema de financiamiento municipal urbano de Panamá. Disponible en: <https://plataformaurbana.cepal.org/es/sistemas/financiamiento/sistema-de-financiamiento-municipal-urbano-de-panama>

C40 Cities, Ramboll & Ramboll Fonden (2019): Measuring Progress in Urban Climate Change Adaptation. Disponible en: https://www.c40.org/es/wp-content/static/other_uploads/images/2154_20190228_MER_Framework_Final.original.pdf?1553033351

Donato, D., Kauffman, J., Murdiyarso, Kurnianto, S., Stidham, M., & Kanninen, M. (2011): Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience*. (4) 293–297. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/ngeo1123>

Doran, G. (1981): There's an S.M.A.R.T. Way to Write Management's Goals and Objectives. *Management Review*, 70 (11), 35-36.

Figuroa, C. (2020): Guía para la integración de las Soluciones Basadas en la Naturaleza en la planificación urbana. Primera aproximación para Colombia. Berlín: Alexander von Humboldt Stiftung, Ecologic Institute, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Disponible en: <https://www.ecologic.eu/17623>

García, I., Cordova, M. & Angón, S. (2022): *Marco de Monitoreo y evaluación, proyecto CityAdapt Xalapa*.. Disponible en: <https://cityadapt.com/publicacion/marco-de-monitoreo-y-evaluacion-xalapa/>

Green Climate Fund (2021): Cities, buildings and urban systems. Disponible en: https://www.greenclimate.fund/sites/default/files/document/cities-buildings-urban-systems-sectoral-guide_0.pdf

Gobierno de Chile (2018): *Plan de adaptación al cambio climático para ciudades 2018 – 2022*. Chile. Disponible en: <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/Plan-de-Adaptacion-Cambio-Climatico-para-Ciudades-2018-2022.pdf>

IHCantabria (2024): *Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo Climático de la ciudad de Arraiján*.

INEC (2023): *Censos Nacionales de Población y Vivienda*. Disponible en: https://www.inec.gob.pa/redpan/index_censospma.html

Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC (2022): *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S.

Martins, R (2010): *Governança climática nas cidades: reduzindo vulnerabilidades e aumentando resiliência*. *Revista Geográfica Acadêmica*. 4 (2).5-18. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/236259468_Governanca_climatica_nas_cidades_reduzindo_vulnerabilidades_e_aumentando_resiliencia

Ministerio de Economía y Finanzas – MEF (2023): *Inventario de las Incidencias de los Desastres 2022*. Disponible en: <https://www.mef.gob.pa/wp-content/uploads/2023/06/Inventario-de-los-Desastres-2023.pdf>

Ministerio de Ambiente - MiAmbiente (2021): *Índice de Vulnerabilidad y Cambio Climático de la República de Panamá*. Dirección de Cambio Climático. Disponible en: https://dcc.miambiente.gob.pa/wp-content/uploads/2021/07/Indice_de_Vulnerabilidad_al_Cambio_Climatico.pdf

Ministerio de Ambiente - MiAmbiente (2024): *Segunda Contribución Determinada a Nivel Nacional - CDN2*. Disponible en: <https://transparencia-climatica.miambiente.gob.pa/wp-content/uploads/2024/06/Segunda-Contribucion-Determinada-a-Nivel-Nacional-de-Panama-CDN2.pdf>

Ministerio de Ambiente - MiAmbiente (2023a): *Cuarta Comunicación Nacional sobre Cambio Climático*. Disponible en: https://transparencia-climatica.miambiente.gob.pa/wp-content/uploads/2023/08/4CNCC_2023_L.pdf

Ministerio de Ambiente - MiAmbiente (2023b): *Manual de procedimientos para la generación de escenarios de cambio climático de la República de Panamá*. Disponible en: https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/29877_A/100702.pdf

Ministerio de Ambiente - MiAmbiente (2023c): *Resumen Ejecutivo – Riesgo de Cambio Climático: Precipitación, Temperatura, Ascenso del nivel del mar – 2030, 2050, 2070*. Disponible en: <https://transparencia-climatica.miambiente.gob.pa/3d-flip-book/esumen-ejecutivo-escenarios-cc-ascenso-del-nivel-del-mar-2050/>

Secretaría de la Integración Social Centroamericana – SISCA, Organización de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos - ONU HABITAT. 2020. Nueva Agenda Urbana.

Disponible en: <https://plataformaurbana.cepal.org/sites/default/files/2022-10/PRINAUSICA.pdf>

Sistema Nacional de Protección Civil –SINAPROC (2020): *Política Nacional de Gestión Integral del Riesgo de Desastres de Panamá*. Disponible en: <https://www.sinaproc.gob.pa/politica-nacional-del-gird/>

ONU Mujeres (2022): Artículo explicativo: Cómo la desigualdad de género y el cambio climático están relacionados entre sí. Disponible en: <https://www.unwomen.org/es/noticias/articulo-explicativo/2022/03/articulo-explicativo-como-la-desigualdad-de-genero-y-el-cambio-climatico-estan-relacionados-entre-si>

ANEXO 1: Cadenas de Impactos de los principales riesgos climáticos en Arraiján

