



Plan de Adaptación basado en la Naturaleza de Boquete, Dolega y Gualaca (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

CONTENIDO

CONTENIDO	1
LISTADO DE FIGURAS Y TABLAS	3
LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS	5
GLOSARIO DE TÉRMINOS	6
RESUMEN EJECUTIVO	7
1 INTRODUCCIÓN	9
1.1 Antecedentes	9
1.2 Ciudades y el plan de adaptación.....	10
1.3 Boquete, Dolega y Gualaca frente al cambio climático.....	11
1.3.1 Contexto del municipio y la ciudad de Boquete.....	11
2 METODOLOGÍA	14
2.1 Trabajo de mesa	14
2.2 Integración de actores locales	15
2.3 Validación de datos y priorización de SbN	15
2.4 Validación de la estrategia del Plan de Adaptación.....	15
3 PLAN DE ADAPTACIÓN BASADO EN LA NATURALEZA	16
4 MARCO LEGAL	20
4.1 Marco político panameño sobre cambio climático y planificación urbana.....	20
4.2 Marcos normativos nacionales con alcance local	22
5 MECANISMOS FINANCIEROS	24
5.1 Flujos de Financiamiento.....	24
5.2 Mecanismos financieros propuestos	26
6 VULNERABILIDAD Y RIESGOS CLIMÁTICOS	27
6.1 Delimitación del área de estudio.....	27
6.2 Clima presente y futuro: Peligros identificados para la ciudad	29
6.3 Escasez Hídrica: Boquete, Dolega y Gualaca.....	31
6.4 Inundación Fluvial: Boquete.....	36
6.5 Olas de Calor: Dolega	40
6.6 Deslizamientos: Gualaca	43
7 PRIORIZACIÓN DE SbN	45
7.1 Catálogo de Soluciones Basadas en la Naturaleza	47
7.2 Integración de las SbN en la ciudad	47
8 GOBERNANZA	52
9 ESTRATEGIA DE TRANSVERSALIZACIÓN DE GÉNERO	54
10 PLAN DE ACCIONES	56

11	MONITOREO Y EVALUACIÓN	63
11.1	Recomendaciones para el plan de Monitoreo y Evaluación.....	64
11.2	Fichas informativas de las medidas y/o estrategias priorizadas para Boquete, Dolega y Gualaca priorizadas en el plan.....	64
11.2.1	Conservación y restauración de la cuenca hidrográfica.....	65
11.2.2	Bosques de bolsillo: Reforestación para disminuir la isla de calor urbana.....	66
11.2.3	Sistema de Captación de Agua de Lluvia – SCALL.....	67
12	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
13	BIBLIOGRAFÍA	71
14	ANEXOS	74

LISTADO DE FIGURAS Y TABLAS

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 Boquete, Dolega y Gualaca para la situación actual y los escenarios SSP 585 2030 y 2050.....	31
Tabla 2. Indicadores de amenaza y vulnerabilidad frente a la escasez de recursos hídricos	32
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.	38
Tabla 4. Resultados de daños económicos por inundación. Valores relativos respecto del total inventariado	39
Tabla 5. Resultados de daños sociales por inundación. Valores relativos respecto del total inventariado	39
Tabla 6. Indicadores de amenaza y vulnerabilidad frente a la escasez de frente a las olas de calor.....	41
Tabla 7. Clasificación cualitativa del Índice Normalizado de Susceptibilidad frente a Deslizamientos.....	43

Listado de Figuras

Figura 1. Ubicación geográfica del distrito de Boquete	11
Figura 2. Ubicación geográfica del distrito de Dolega	12
Figura 3. Ubicación geográfica del distrito Gualaca	13
Figura 4. Proceso de elaboración del Plan de adaptación	14
Figura 5. Principios rectores del plan de adaptación basado en la naturaleza	17
Figura 6. Ejes estratégicos del Plan de Adaptación Basado en la Naturaleza para Boquete, Dolega y Gualaca.....	18
Figura 7. Visión y componentes del plan de adaptación basado en la naturaleza.....	19
Figura 8. Principales marcos legales nacionales de alcance local.....	23
Figura 9. Actores Clave para el financiamiento en Boquete, Dolega y Gualaca.....	25
Figura 10. Área de estudio definida para el análisis de vulnerabilidad y riesgo en Boquete	27
Figura 11. Área de estudio definida para el análisis de vulnerabilidad y riesgo en Dolega	28
Figura 12. Área de estudio definida para el análisis de vulnerabilidad y riesgo en Gualaca	29
Figura 13. Escenarios de cambio climático para la región hidro climática del Pacífico Occidental de Panamá, 2050.....	30
Figura 14. Peligros priorizados en las ciudades	30
Figura 15. Factores empleados para estimar la vulnerabilidad del recurso hídrico	32
Figura 16. Riesgo de escasez hídrica para el área de estudio de Boquete	33

Figura 17. Riesgo por escasez de recursos hídricos en el área de estudio de Dolega para los tres escenarios climáticos analizados: situación actual y horizontes 2030 y 2050 SSP585.....	34
Figura 18. Riesgo por escasez de recursos hídricos en el área de estudio de Gualaca para los tres escenarios climáticos analizados: situación actual y horizontes 2030 y 2050 SSP585.....	35
Figura 19. Esquema amenaza-exposición-vulnerabilidad-riesgo.....	36
Figura 20. Mapa 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.....	37
Figura 21. Distribución geográfica de la sensación térmica media anual (°C) en el área de estudio situación actual (izquierda) y para el escenario 2050 SSP585 (derecha).....	40
Figura 22. Factores empleados para estimar la vulnerabilidad a las olas de calor.....	41
Figura 23. Resultado del riesgo de ola de calor para la situación actual (izquierda) y para el escenario 2050 SSP585 (derecha).....	42
Figura 24. Índice normalizado de susceptibilidad por deslizamiento en el distrito de Gualaca para la situación actual (izquierda) y el horizonte 2050 SSP5-8.5 (derecha).....	44
Figura 25. Propuestas a largo plazo (escenario 2050).....	45
Figura 26. Propuestas de SbN priorizadas.....	46
Figura 27. Estructura de los catálogos de SbN priorizadas.....	47
Figura 28. Áreas definidas de conservación (pasiva y activa) y restauración (activa e intensiva) para las zonas de bosque de ladera para el control de escorrentía en la cuenca drenante de los distritos de Boquete, Dolega y Gualaca en el escenario futuro SSP5-8.5.....	48
Figura 29. Áreas definidas de conservación (pasiva y activa) y restauración (activa e intensiva) para las zonas de bosque de galería frente a inundaciones en llanuras de inundación para la cuenca drenante de los distritos de Boquete, Dolega y Gualaca en la escena.....	49
Figura 30. Áreas definidas para la integración de SCALL en respuesta al riesgo por escasez de recursos hídricos en el área urbana de Dolega para el horizonte 2050 y escenario SSP5-8.5.....	50
Figura 31. Áreas definidas para la integración de bosques diminutos en respuesta al riesgo por ola de calor en el área urbana de Dolega para el horizonte 2050 y escenario SSP5-8.5.....	51
Figura 32. Estructura de gobernanza para las ciudades de Boquete, Dolega y Gualaca.....	53
Figura 33. Impactos diferenciados de hombres y mujeres ante el cambio climático.....	54
Figura 34. Actividades sugeridas para la integración de mujeres y grupos vulnerables en las acciones del plan de adaptación.....	55
Figura 35. Ejes estratégicos del Plan de Adaptación Basado en la Naturaleza para Boquete, Dolega y Gualaca.....	56
Figura 36. Pasos para el proceso de M&E de estrategias de adaptación.....	63
Figura 37. Criterios para la selección de indicadores de M&E.....	64

LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático
CDN2	Segunda Actualización de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional
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
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
PIOPSM	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
SIG	Sistemas de Información Geográfica
UTCUTS	Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura

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).

RESUMEN EJECUTIVO

Panamá es uno de los países más expuestos a los efectos del cambio climático, una situación particularmente evidente en la provincia de Chiriquí y en los distritos de Boquete, Dolega y Gualaca. Las áreas urbanas de estos distritos en han experimentado eventos hidrometeorológicos extremos que han afectado tanto a sus poblaciones urbanas como rurales. Dichos fenómenos no solo impactan de manera directa a las zonas afectadas, sino que, además, han trascendido los límites administrativos provinciales, generando efectos indirectos en otras ciudades del país, como es el caso de la ciudad de Panamá. Esta situación resulta especialmente relevante dado que la provincia constituye una de las principales zonas agropecuarias del país, de turismo y una ruta clave de tránsito entre diversas provincias, lo que amplifica el alcance de los efectos adversos sobre la economía y la conectividad nacional.

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 las zonas urbanas de Boquete, Dolega y Gualaca, mediante la integración de SbN en su planificación urbana. Para ello, el Plan de Adaptación basado en Naturaleza de que integra estos tres distritos 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 conservación y restauración de la cuenca hidrográfica, la captación de agua de lluvia y los bosques de bolsillo.
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 para Boquete, Dolega y Gualaca. Este análisis reveló que los riesgos más críticos incluyen inundaciones fluviales, escasez hídrica y deslizamientos. 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 la restauración de bosques de galería para reducir inundaciones, el sistema de captación de agua de lluvia para enfrentar la escasez hídrica, 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 para el área urbana de Boquete, Dolega y Gualaca propone abordar los desafíos climáticos, considerando las especificidades y necesidades locales del municipio. Este plan de adaptación 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 plan también 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 los municipios de Boquete, Dolega y Gualaca 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. Con este plan, Boquete, Dolega y Gualaca contarán una herramienta para enfrentar de manera efectiva los desafíos climáticos, asegurando un futuro más seguro y equitativo para sus ciudadanos.

1 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 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).

Particularmente Boquete, Dolega y Gualaca, los tres distritos vecinos pertenecientes a la cuenca hidrográfica del Río Chiriquí (No. 108) y una de las cuencas prioritarias para el país, se enfrentan a los efectos del cambio climático al verse expuestos a multiamenazas, la mayoría de estas de origen hidroclimático. 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”.

La población panameña en un 68.3% reside en áreas urbanas. Por su parte, la provincia de Chiriquí ocupa la tercera posición en términos de población a nivel nacional con 471 071 habitantes, lo que equivale al 12% de la población del país (INEC, 2023). La distribución demográfica en Chiriquí presenta una tendencia casi homogénea en todo el territorio y a concentrarse principalmente en los centros urbanos (SENACYT, 2022). El crecimiento poblacional en la provincia se ha visto acompañado de la expansión simultánea de la huella urbana, generando un aumento considerable en la presión sobre los recursos naturales y sus ecosistemas de la provincia, impulsado por la creciente demanda de actividades sociales, económicas y de infraestructura.

Frente a estos escenarios de desafíos 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) constituyen estrategias integrales que simultáneamente abordan la adaptación y la mitigación al cambio climático, al reducir riesgos de desastres, restaurar y conservar servicios ecosistémicos, 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 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+, en 6 ciudades de Panamá y otros 6 países de la región. El proyecto Nature4Cities (N4C) tiene el objetivo de apoyar y aumentar la capacidad de los gobiernos nacionales y locales participantes 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 Boquete, Dolega y Gualaca. 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 sostenibles.

¿A quiénes se dirige este Plan?

Este plan está dirigido a los actores y entidades involucradas en la planificación urbana, incluyendo los gobiernos locales, instituciones públicas relacionadas con el ordenamiento territorial, medio ambiente y gestión de riesgo a desastres, organizaciones no gubernamentales (ONG), desarrolladores urbanos, y gremios del sector de la construcción. Asimismo, se extiende a la academia, profesionales y consultores especializados, fundaciones, organizaciones de base comunitaria (OBC), así como al sector privado y a la ciudadanía en general que trabajen en temas relacionados con la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y la reducción de la vulnerabilidad climática. Se invita a utilizarlo como referencia para el escalonamiento de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) en Boquete, Dolega y Gualaca y otras ciudades del país en la toma de decisiones para la adaptación urbana a niveles nacionales, provinciales y municipales.

1.2 Ciudades y el 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 Boquete, Dolega y Gualaca frente al cambio climático

1.3.1 Contexto del municipio y la ciudad de Boquete

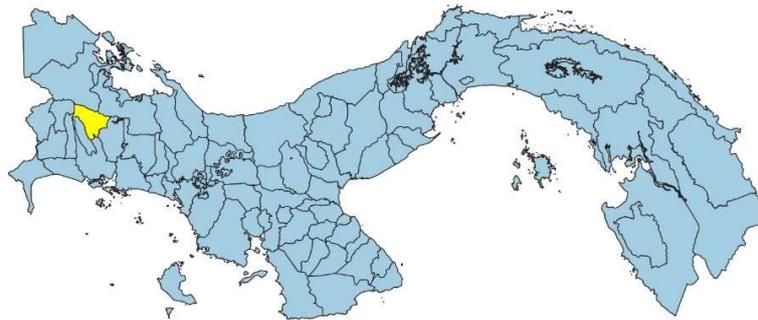
Los distritos de Boquete, Dolega y Gualaca, tres de los 14 distritos de la provincia de Chiriquí y se encuentran integrados territorialmente en la cuenca hidrográfica del Río Chiriquí (No 108). Las actividades económicas de estos municipios están muy ligadas a las características geomorfológicas del área donde resaltan sectores como el agropecuario, el turismo y el sector de servicios. Los tres municipios son categorizados como subsidiados por el gobierno central.

- **Boquete**

El distrito de Boquete se ubica al norte de la provincia de Chiriquí y ocupa un área aproximadamente de 488 km². El distrito está conformado por seis corregimientos que son: Bajo Boquete (cabecera), Alto Boquete, Jaramillo, Los Naranjos, Caldera y Palmira.

De acuerdo con los datos proporcionados por el censo de 2023, la población total del distrito se compone de 23,562 habitantes. En cuanto a los corregimientos que integran el área de estudio, Bajo Boquete presenta una población de 4,203 habitantes, Alto Boquete cuenta con 8,111 habitantes, Jaramillo tiene 2,942 habitantes y el corregimiento de Los Naranjos registra 4,596 habitantes. Cabe destacar que Alto Boquete es el corregimiento más poblado, concentrando el 34% de la población total del distrito.

Figura 1. Ubicación geográfica del distrito de Boquete



Fuente: Elaborado por el autor

El distrito de Boquete presenta una tipología urbana dispersa y se caracteriza por su paisaje montañoso, con una extensa área rural que abarca la mayor parte de sus corregimientos. El centro urbano se ubica en el corregimiento de Bajo Boquete que a su vez es parte de la subcuenca del río Caldera. Aunque esta zona urbana es de menor extensión comparado a otras ciudades de la provincia, ha experimentado un crecimiento acelerado debido al turismo que se desarrolla en esta zona del país.

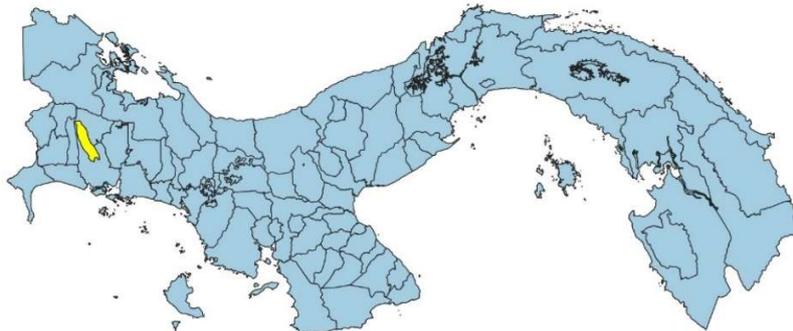
- **Dolega**

El distrito de Dolega se ubica en la provincia de Chiriquí, entre los ríos Cochea y Majagua y cuenta con una superficie de 251.4 km². Está dividido en ocho corregimientos que son: Dolega (cabecera), Los Algarrobos, Los Anastacios, Dos Ríos, Potrerillos, Potrerillos Abajo, Rovira y Tinajas.

La población total del distrito de Dolega se compone de 37,678 habitantes. En el caso de los corregimientos que conforman el área de estudio, en el 2023 se cuantificaron 4,838 habitantes en Dolega (cabecera), 4,262 en Los Anastacios y 9,326 habitantes en Los Algarrobos. Aunque el corregimiento de Dolega es la cabecera del distrito, la mayor parte de la población (25%) se concentra en el corregimiento Los Algarrobos, siendo esta la zona con mayor desarrollo urbano.

El distrito de Dolega se caracteriza por presentar una huella urbana dispersa que se ubica especialmente en las zonas adyacentes y a lo largo de la carretera conocida como “Vía Boquete”, la cual conecta la ciudad de David, el distrito de Dolega y Boquete. Dolega cuenta con una extensa área rural que predomina en la mayor parte de sus corregimientos, sin embargo, las zonas más urbanizadas (Los Algarrobos, Los Anastacios y Dolega) han experimentado un crecimiento sostenido en los últimos años debido a su proximidad a la ciudad de David y a la expansión de actividades agrícolas, comerciales y residenciales.

Figura 2. Ubicación geográfica del distrito de Dolega



Fuente: Elaborado por el autor

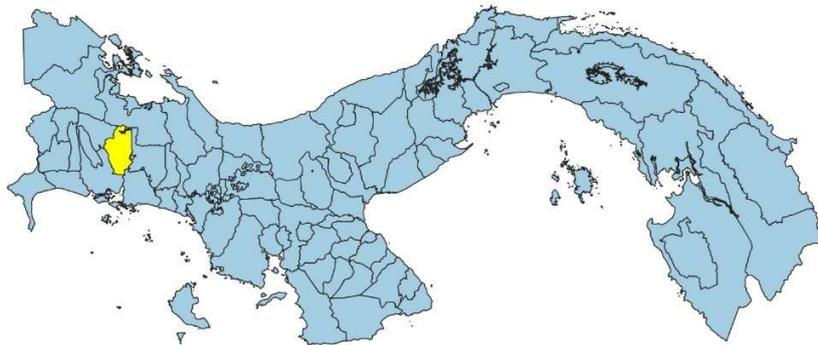
- **Gualaca**

El distrito de Gualaca es una de las divisiones que conforman la provincia de Chiriquí, cuenta con una superficie de 619 km² y está conformado por cinco corregimientos que son: Gualaca (cabecera), Hornito, Los Ángeles, Paja de Sombrero y Rincón.

De acuerdo con el último censo poblacional, este distrito posee con una población de 9,831 habitantes. En el caso del corregimiento que forma parte del área de estudio, se cuantificaron 5,879 habitantes en Gualaca (cabecera), siendo este corregimiento el centro de las actividades económicas y de servicios más importantes del distrito y el que concentra aproximadamente el 60% de la población total.

El distrito de Gualaca se destaca por su paisaje montañoso y su extensa área rural. A diferencia de los distritos de Boquete y Dolega, su crecimiento urbano ha sido más lento. No obstante, representa una zona de importancia nacional ser la única vía de comunicación terrestre con la provincia de Bocas del Toro. Además, alberga importantes instalaciones hidroeléctricas, como la hidroeléctrica Fortuna, que cuenta con una capacidad instalada de 300 MW, lo que representa aproximadamente el 13% de la demanda energética nacional (MEF, 2017).

Figura 3. Ubicación geográfica del distrito Gualaca



Fuente: Elaborado por el autor

2 METODOLOGÍA

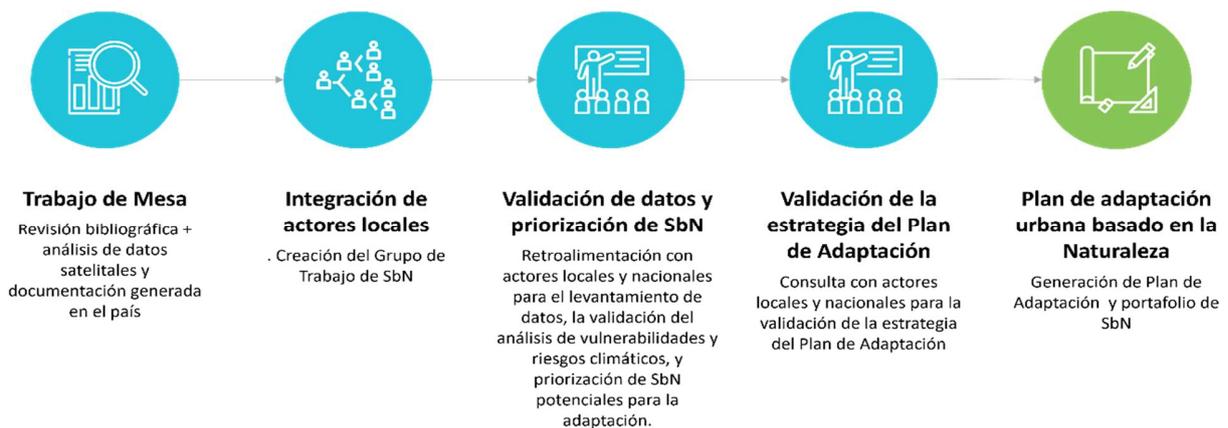
La metodología para diseñar el Plan de Adaptación se fundamentó en el contexto particular de cada ciudad y se llevó a cabo mediante un proceso participativo de co-creación de conocimiento con actores clave de instituciones y la sociedad civil del nivel nacional, provincial y municipal.

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 las ciudades de Boquete, Dolega y Gualaca.
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 4**).

Figura 4. Proceso de elaboración del Plan de adaptación



Fuente: Proyecto Nature4Cities

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 abril de 2023, se creó el Grupo de Trabajo de SbN con integrantes de Boquete, Dolega y Gualaca, 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 la rotación de representantes de las alcaldías y de diversas instituciones gubernamentales a partir de julio de 2024, como resultado de la entrada tanto de un nuevo gobierno central como gobiernos locales.

2.3 Validación de datos y priorización de SbN

Cada uno de los análisis elaborados fueron validados 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, fue validado en agosto del 2024 mediante taller de capacitación y consulta dirigido a los actores locales multisectoriales. La priorización de SbN en Boquete, Dolega y Gualaca, durante taller, se realizaron mesas de trabajos por ciudades las cuales estuvieron enfocadas en la discusión y búsqueda de Soluciones Basadas en la Naturaleza que abordara la amenaza priorizada y específica 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 Boquete, Dolega y Gualaca, 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 Boquete, Dolega y Gualaca.

3 PLAN DE ADAPTACIÓN BASADO EN LA NATURALEZA

OBJETIVO GENERAL

Fortalecer la capacidad de adaptación frente a los impactos del cambio climático en las zonas urbanas del municipio de Boquete, Dolega y Gualaca 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.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 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 Boquete, Dolega y Gualaca.
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.

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 y los principios y enfoques metodológicos que orientaron 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 en el desarrollo del NAP.

Cabe señalar que este Plan se ajusta 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 ejes estratégicos que se detallan a continuación:

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 (**Figura 5**). 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 5. Principios rectores del plan de adaptación basado en la naturaleza



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 (**Figura 6 y Figura 7**). 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:

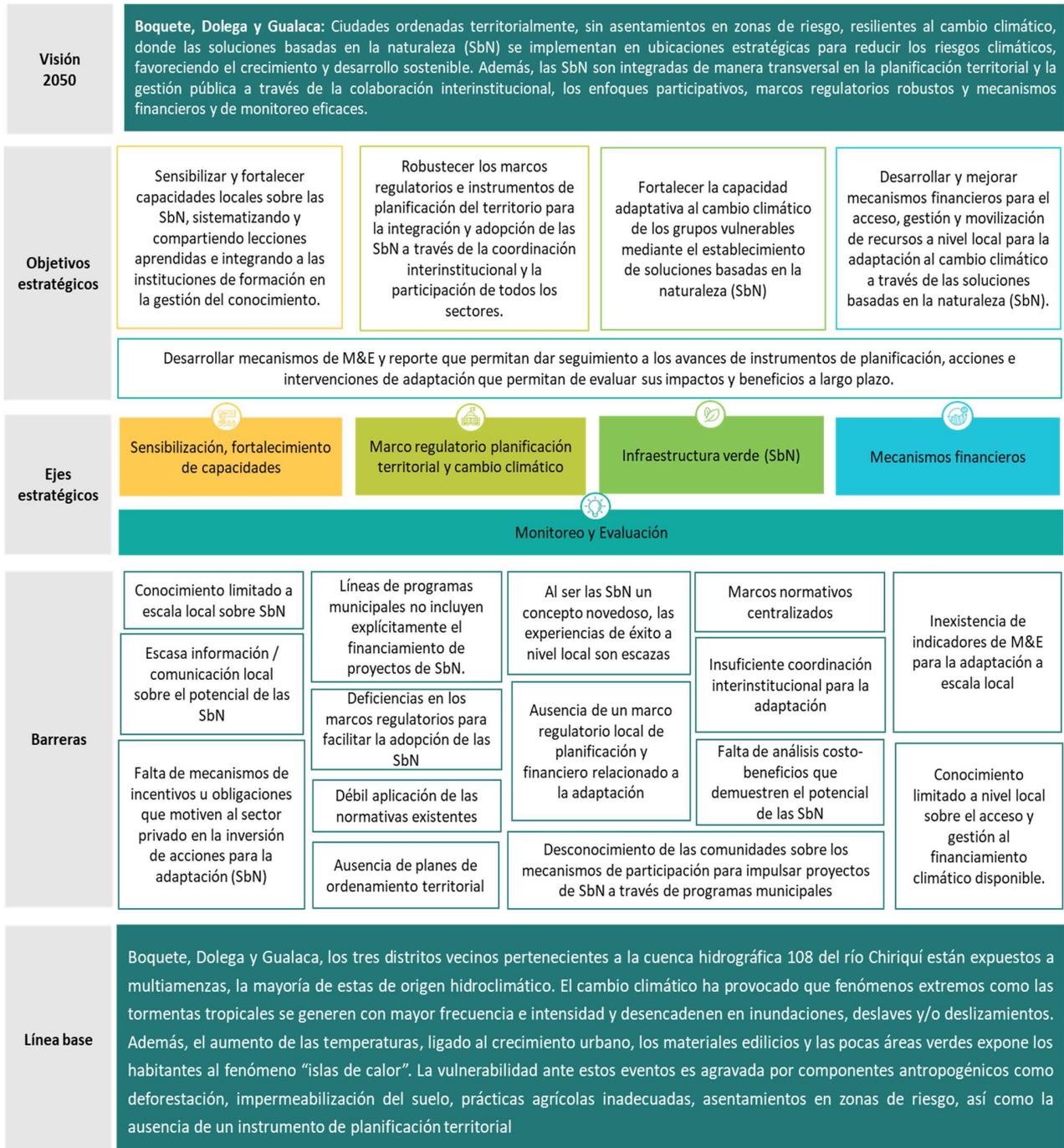
- Sensibilización y fortalecimiento de capacidades
- Marco regulatorio de planificación territorial y cambio climático
- Soluciones Basadas en la Naturaleza
- Mecanismos financieros
- Monitoreo y Evaluación

Figura 6. Ejes estratégicos del Plan de Adaptación Basado en la Naturaleza para Boquete, Dolega y Gualaca



Fuente: Proyecto Nature4Cities

Figura 7. Visión y componentes del plan de adaptación basado en la naturaleza



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 por lo que, en el marco de este plan de adaptación basado en la naturaleza para Boquete, Dolega y Gualaca 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 2021¹

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) 2050 - Decreto Ejecutivo No.10 de 16 de junio de 2022²

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.

Plan Nacional de Género y Cambio Climático de Panamá - Decreto Ejecutivo No. 11. de 16 de junio de 2022³

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) 2050 - Decreto Ejecutivo No. 3 del 8 de junio del 2023⁴

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

¹ 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/>

² 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>

³ 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>

⁴ 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>

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) - 2024⁵

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.

Segunda Contribución Determinada a Nivel Nacional (CDN2) - 2024⁶

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.

Política Nacional de Gestión Integral del Riesgo y Desastres (PNGIRD) 2022 – 2030: Decreto Ejecutivo No. 1101 de 2010⁷

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.

⁵ 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

⁶ 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>

⁷ 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>

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 gestionó el desarrollo del Plan de Ordenamiento Territorial de Boquete, sin embargo, aún no ha sido aprobado por el Concejo Municipal para convertirse en un instrumento legal vinculante.

Ley de Descentralización - Ley 37 de junio de 2009⁸

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 2015⁹

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 el país, incluyendo Boquete, Dolega y Gualaca.

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.

⁸ Enlace Ley 37 de junio de 2009: <https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/26314/18469.pdf>

⁹ Enlace Ley 66 de octubre de 2015. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/pan220205.pdf>

Figura 8. 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 medida 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 adaptado del Análisis de Políticas desarrollado en Nature4Cities

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 (PIOPSM). Sin embargo, para los municipios no subsidiados por el Estado, como el caso de Boquete, Dolega y Gualaca, 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

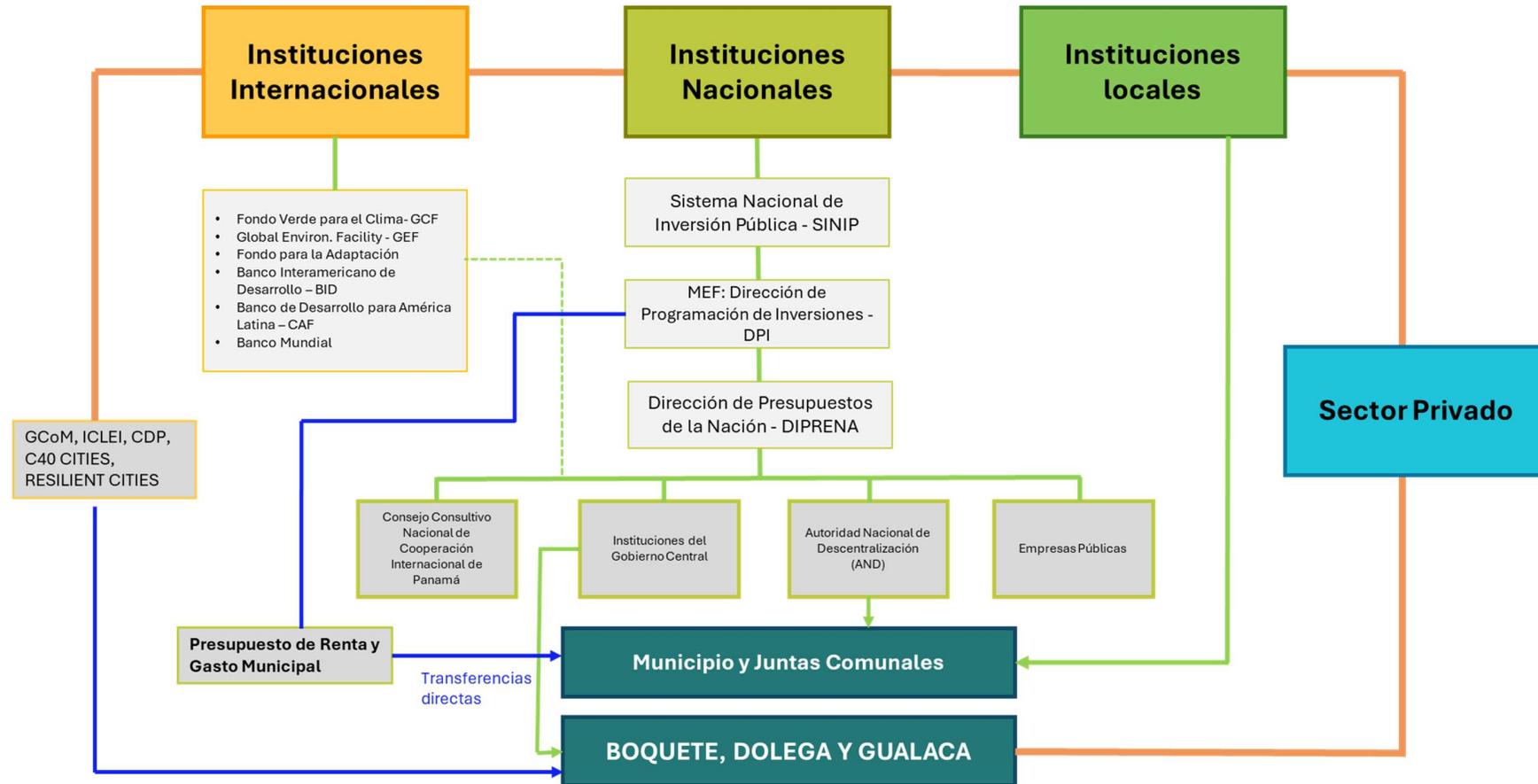
Así mismo, para poder canalizar los diferentes flujos de financiamiento disponibles, se requiere entender cuáles son las principales fuentes y los actores que intervienen en el proceso de gestión (

Figura 9).

Para ello, el siguiente diagrama resume tres fuentes principales:

- i) Instituciones nacionales, subnacionales 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 9. Actores Clave para el financiamiento en Boquete, Dolega y Gualaca



Fuente: Elaboración por el autor 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 los presupuestos municipales de Boquete, Dolega y Gualaca, 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 cuando la implementación de la SbN así lo requiera, 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).

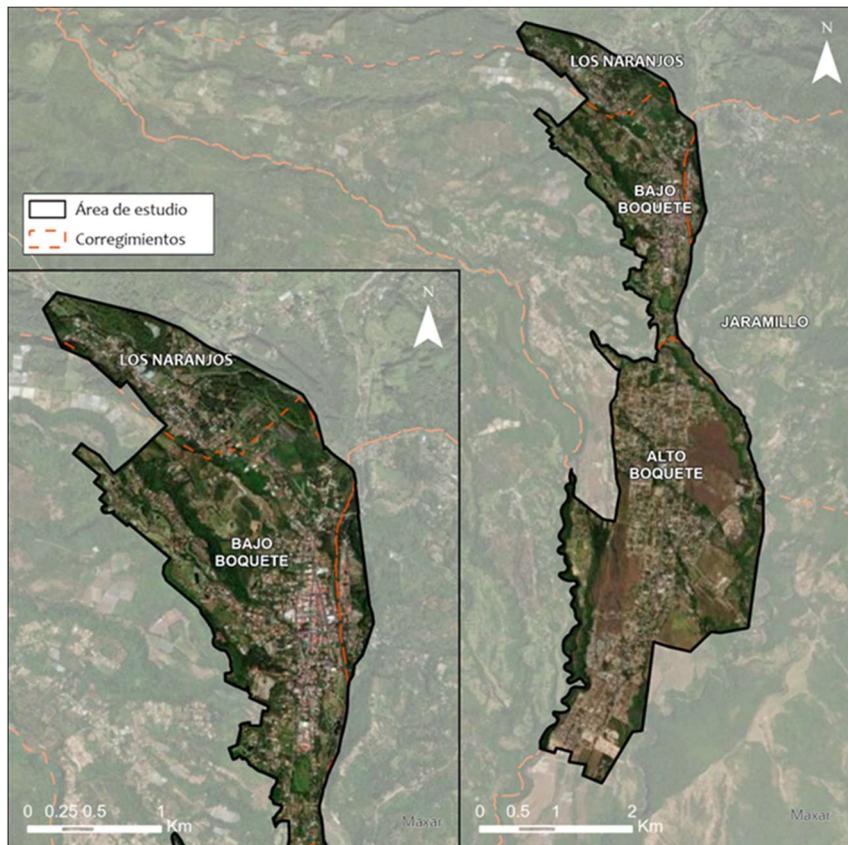
Dadas las características físico-geográficas y socioeconómicas del territorio, resulta imprescindible estudiar los escenarios de peligro que se pueden presentar, así como los valores de vulnerabilidad y posibles riesgos. El presente capítulo presenta una síntesis del análisis de vulnerabilidad y riesgos climáticos de la ciudad, 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

Se han delimitado tres áreas de estudio en las áreas urbanas de los distritos de Boquete, Dolega y Gualaca, en Chiriquí, en los que se evalúan los diferentes riesgos priorizados.

Área urbana de Boquete: El área de estudio para el análisis de vulnerabilidad y riesgos climáticos en Boquete comprende las zonas urbanas de los corregimientos de Alto Boquete, Bajo Boquete, Jaramillo y Los Naranjos (**Figura 10**). Esta área tiene una extensión de 14 ha y una población, según el censo nacional de 2023, de 9169 habitantes.

Figura 10. Área de estudio definida para el análisis de vulnerabilidad y riesgo en Boquete

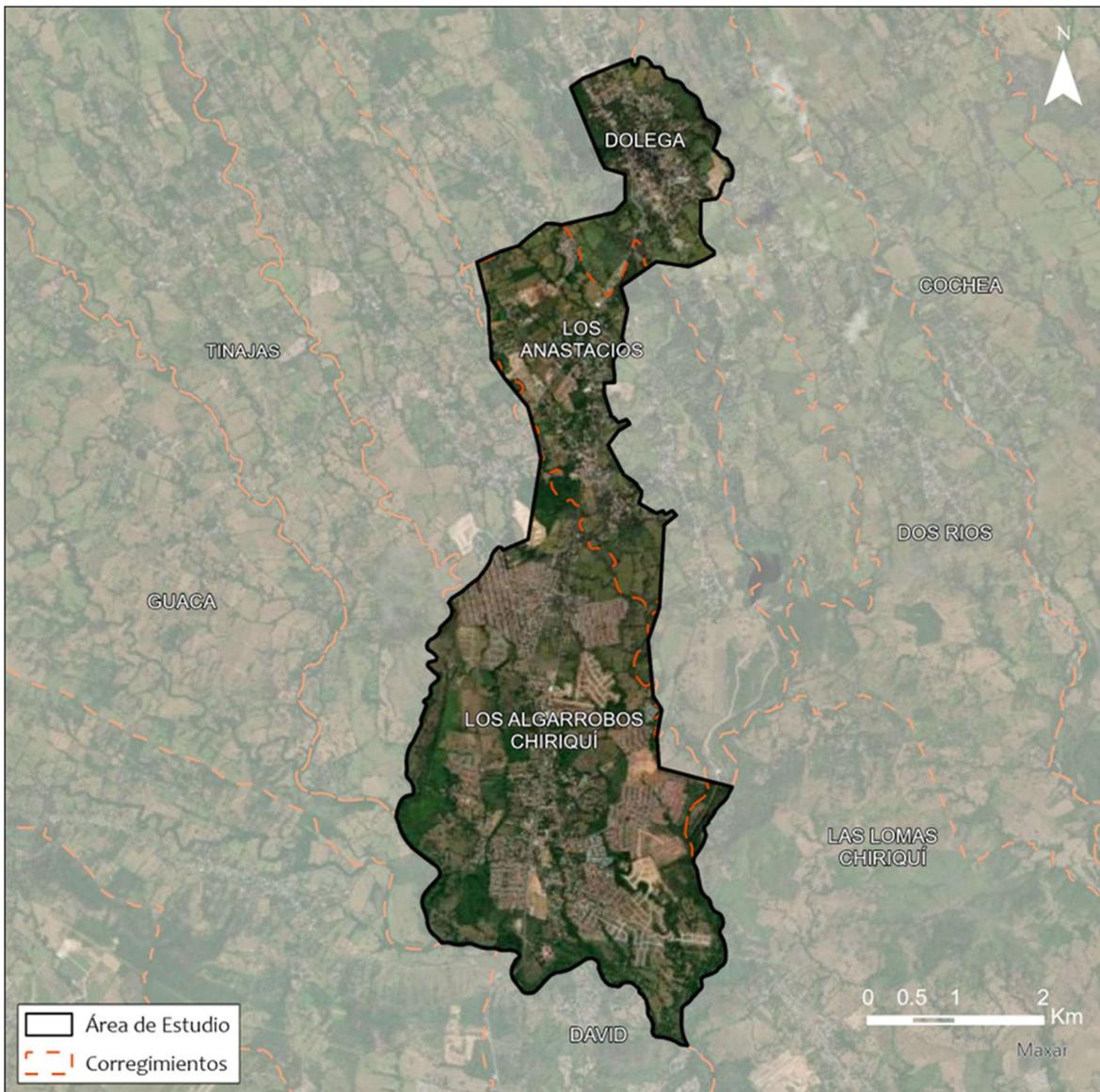


Fuente: IHCantabria, 2024

Área urbana de Dolega

El área de estudio para el análisis de vulnerabilidad y riesgos climáticos en Dolega comprende las zonas urbanas de los corregimientos de Los Algarrobos, Los Anastacios y Dolega Cabecera (**Figura 11**). Esta área tiene una extensión de 22 ha y una población, según el censo nacional de 2023, de 22047 habitantes.

Figura 11. Área de estudio definida para el análisis de vulnerabilidad y riesgo en Dolega

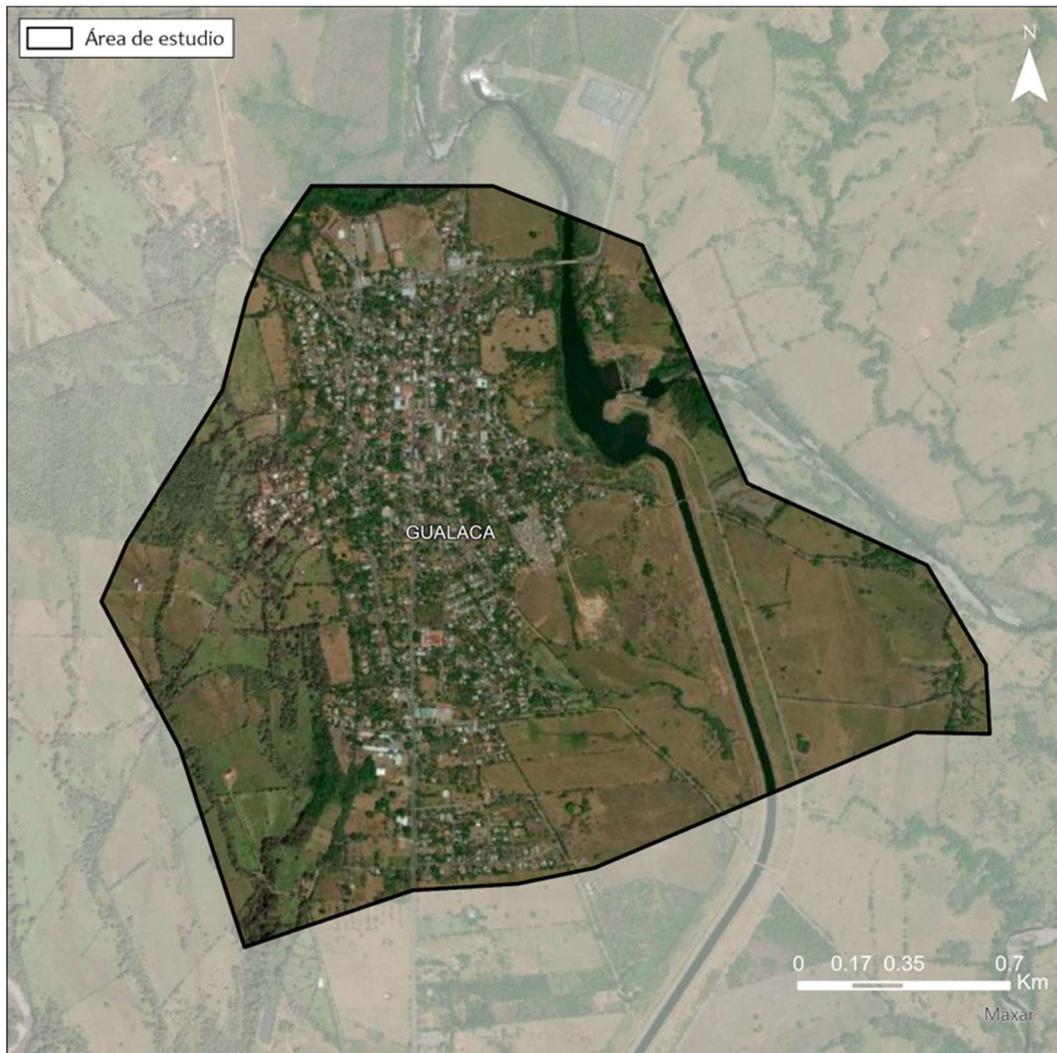


Fuente: IHCantabria, 2024.

Área urbana de Gualaca

El área de estudio para el análisis de vulnerabilidad y riesgos climáticos en Gualaca se centra en el centro urbano del corregimiento de Gualaca Cabecera (**Figura 12**). Esta área tiene una extensión de 5 ha y una población, según el censo nacional de 2023, de 3763 habitantes.

Figura 12. Área de estudio definida para el análisis de vulnerabilidad y riesgo en Gualaca



Fuente: IHCantabria, 2024.

6.2 Clima presente y futuro: Peligros identificados para la ciudad

La provincia de Chiriquí y por ende los distritos de Boquete, Dolega y Gualaca forman parte de la región hidroclimática del Pacífico Occidental (MiAmbiente, 2023b). Se define por mantener un régimen de lluvias que sigue un patrón típico de la región tropical, con una estación lluviosa que se extiende de mayo a noviembre/diciembre, y una estación seca de diciembre/enero a abril con ausencia casi total de las precipitaciones.

En términos generales esta región se caracteriza por presentar una precipitación promedio de 3100 mm anuales, con valores máximos y mínimos de 3800 mm y 2200 mm respectivamente. Por otro lado, las temperaturas oscilan entre 29°C en sus valores máximos y 19°C aproximadamente para la temperatura mínima (Aguilar, 2021 citado por MiAmbiente, 2023b). Estos valores varían dependiendo las épocas, seca y lluviosa, además de los factores condicionantes locales del clima de cada ciudad.

Los escenarios¹⁰ 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, 2023c). Los resultados muestran la tendencia al aumento de las temperaturas máximas y mínimas, para todas las regiones del país, y la disminución de precipitaciones para las regiones occidentales, siendo esta, a la cual pertenecen los distritos de Boquete, Dolega y Gualaca.

Figura 13. Escenarios de cambio climático para la región hidro climática del Pacífico Occidental de Panamá, 2050



Aumentos en la temperatura mínimas de 5.4°C y de 4.0°C en temperaturas máximas para 2050 según promedio de los 3 modelos SSP5-8.5.



Variaciones en las precipitaciones medias anuales de -5.3% para el 2030 y -2.2% para el 2050 según promedio de los 3 modelos SSP5-8.5

Fuente: Adaptado de MiAmbiente, 2023c

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.

A partir del análisis con actores locales sobre los peligros del cambio climático se identificó múltiples amenazas en cada una de las áreas de estudio. No obstante, para efectos del plan 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 inundaciones fluviales en Boquete, aumentos de temperatura (Isla de calor) en Dolega y deslizamientos en Gualaca. Además, se priorizó la escasez hídrica para las tres áreas de estudio.

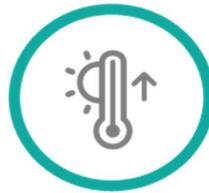
Figura 14. Peligros priorizados en las ciudades

Inundación fluvial



Boquete

Olas de calor



Dolega

Deslizamientos



Gualaca

Escasez hídrica



Boquete, Dolega
y Gualaca

Fuente: Elaborado por el autor

¹⁰ Escenarios de cambio climático: Proyecciones que pueden representar posibles situaciones futuras. De acuerdo con el 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.



Los distritos de Boquete, Dolega y Gualaca, en Chiriquí, enfrentan problemas en sus sistemas de abastecimiento de agua, principalmente debido al crecimiento de la población y la falta de infraestructura adecuada. Esta situación limita la capacidad de las entidades responsables de suministrar el recurso para cubrir la demanda de agua potable forma eficiente afectando así a las comunidades locales.

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 las áreas urbanas de Boquete, Dolega y Gualaca es suficiente para cubrir la demanda en la situación actual y escenarios futuros. Caso distinto a la planta potabilizadora de Los Algarrobos que si presenta un déficit hídrico de un 1% en la actualidad e incrementa hasta un 11% 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 Boquete, Dolega y Gualaca para la situación actual y los escenarios SSP 585 2030 y 2050

Área urbana	Planta Potabilizadora /Tanque de almacenamiento	Garantía de abastecimiento		
		Situación actual	2030 SSP585	2050 SSP585
Boquete	Los Ladrillos	100%	100%	100%
	Aguas de Boquete	100%	100%	100%
Dolega	Dolega	100%	100%	100%
	Los Algarrobos	99%	91%	89%
Gualaca	Gualaca	100%	100%	100%

Fuente: IHCantabria, 2024.

Vulnerabilidad climática

El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC¹¹, 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, 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 tomó en cuenta 4 factores para estimar la vulnerabilidad por escasez hídrica frente al cambio climático, igualmente se

¹¹ IPCC: Cuerpo técnico asesor de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC).

establecieron indicadores asociados a cada factor. Los factores tomados en consideración y sus indicadores son los siguientes (**Figura 1**):

Figura 15. 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.

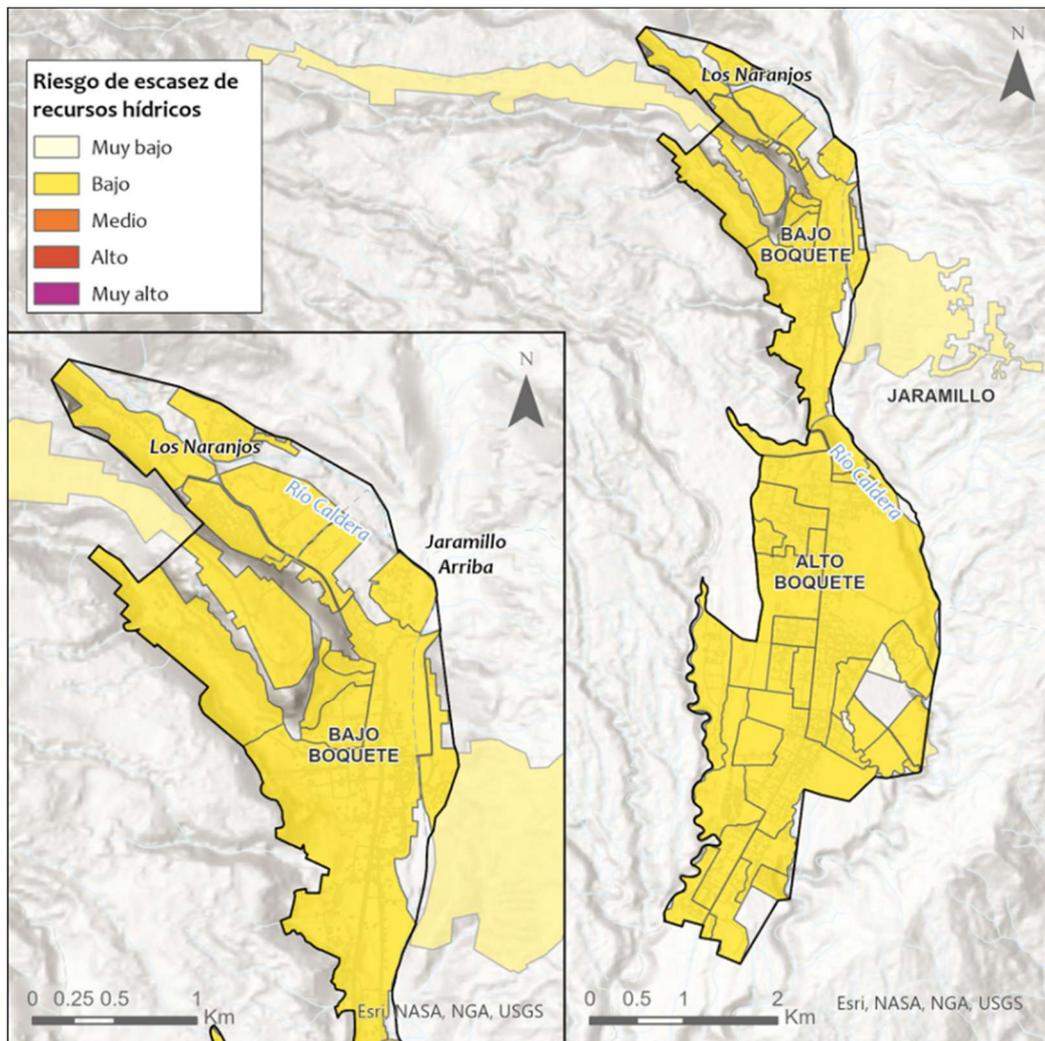
Riesgo Escasez Hídrica en Boquete

El área de estudio de Boquete dispone de un recurso hídrico superficial suficiente para satisfacer las demandas, tanto en el escenario climático actual como para los horizontes proyectados para 2030 y para el 2050.

Tal como se ilustra en la **Figura 16**, el **riesgo de escasez de hídrica es bajo** y se mantiene en los escenarios futuros con cambio climático. Sin embargo, de acuerdo con los resultados obtenidos en los diferentes talleres de priorización y validación con actores locales, la situación en Boquete 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.

En este sentido, áreas de las zonas periféricas al centro urbano de Boquete donde se ha incrementado la huella urbana como El Francés y Alto Boquete, son los principales puntos que se identificaron con exposición a que el servicio de agua potable no llegue con regularidad, especialmente durante la época seca, donde hay mayor afluencia de turistas y, por ende, mayor demanda de agua potable.

Figura 16. Riesgo de escasez hídrica para el área de estudio de Boquete



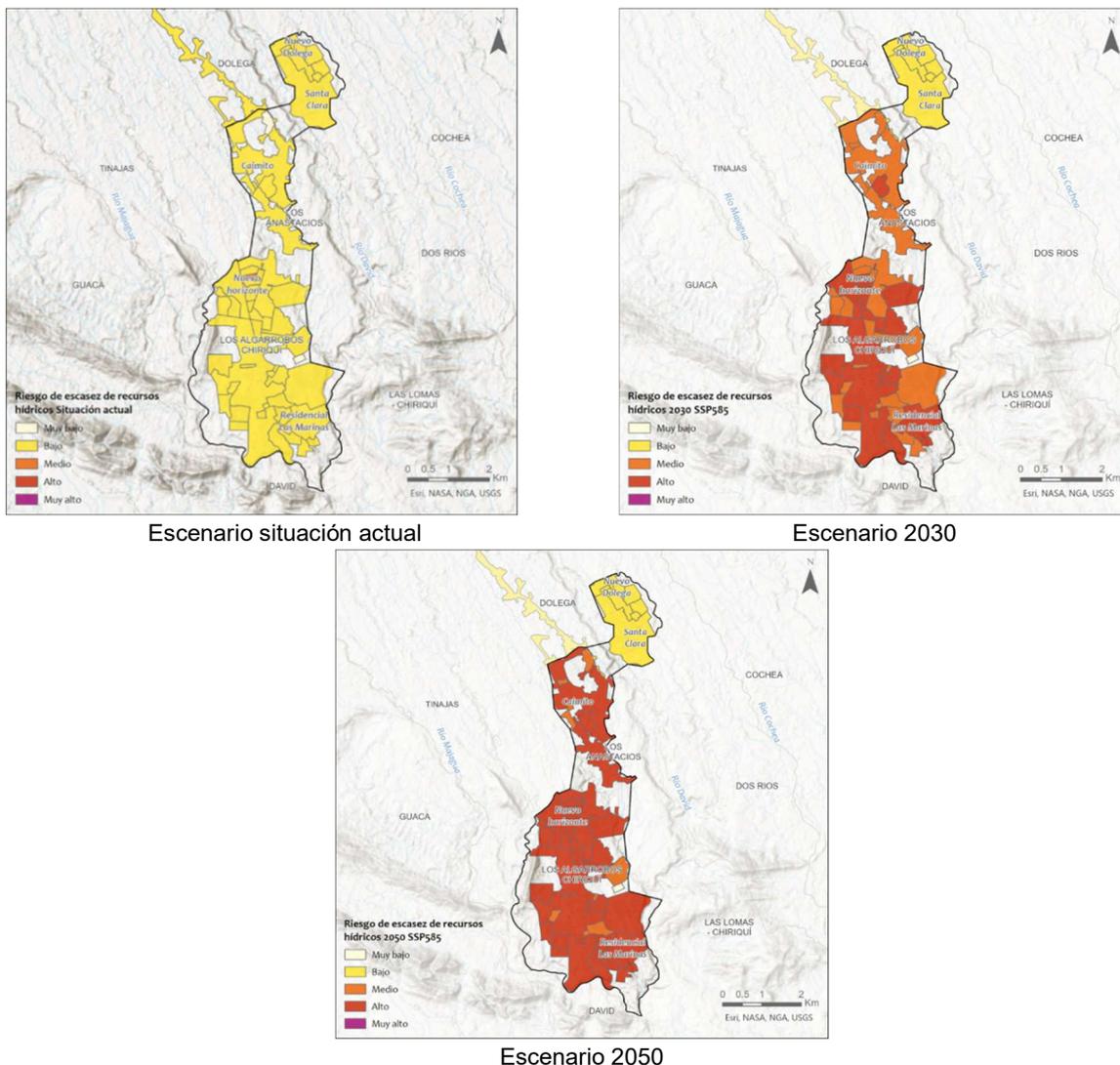
Fuente: IHCantabria, 2024

Riesgo Escasez Hídrica en Dolega

Par el área urbana de Dolega se identificó que la planta potabilizadora de Los Algarrobos presenta un déficit del recurso hídrico del 1% para cubrir la demanda actual. Para el horizonte 2030, se estima que el 9% de la demanda de agua para consumo humano no podrá ser satisfecha, y para horizontes más lejanos, el déficit podría llegar al 11%.

Los resultados del análisis de riesgo muestran que, para la situación actual, casi toda el área de estudio presenta un nivel de riesgo bajo, excepto de uno de los barrios de Nuevo Horizonte, Los Algarrobos que presenta riesgo medio. Dolega cabecera mantiene un nivel de riesgo bajo en todos los escenarios evaluados. Por el contrario, la zona abastecida por la planta de Los Algarrobos, el riesgo aumenta progresivamente con relación al déficit hídrico. En los escenarios futuros, este déficit se ve agravado por la reducción de precipitaciones y el aumento de temperaturas que disminuyen la producción de agua superficial. Para 2030, los corregimientos de Los Algarrobos y Los Anastacios presentan riesgos medios y altos, mientras que para 2050, casi todos los barrios de estas áreas estarán en riesgo alto.

Figura 17. Riesgo por escasez de recursos hídricos en el área de estudio de Dolega para los tres escenarios climáticos analizados: situación actual y horizontes 2030 y 2050 SSP585.



Fuente: IHCantabria, 2024

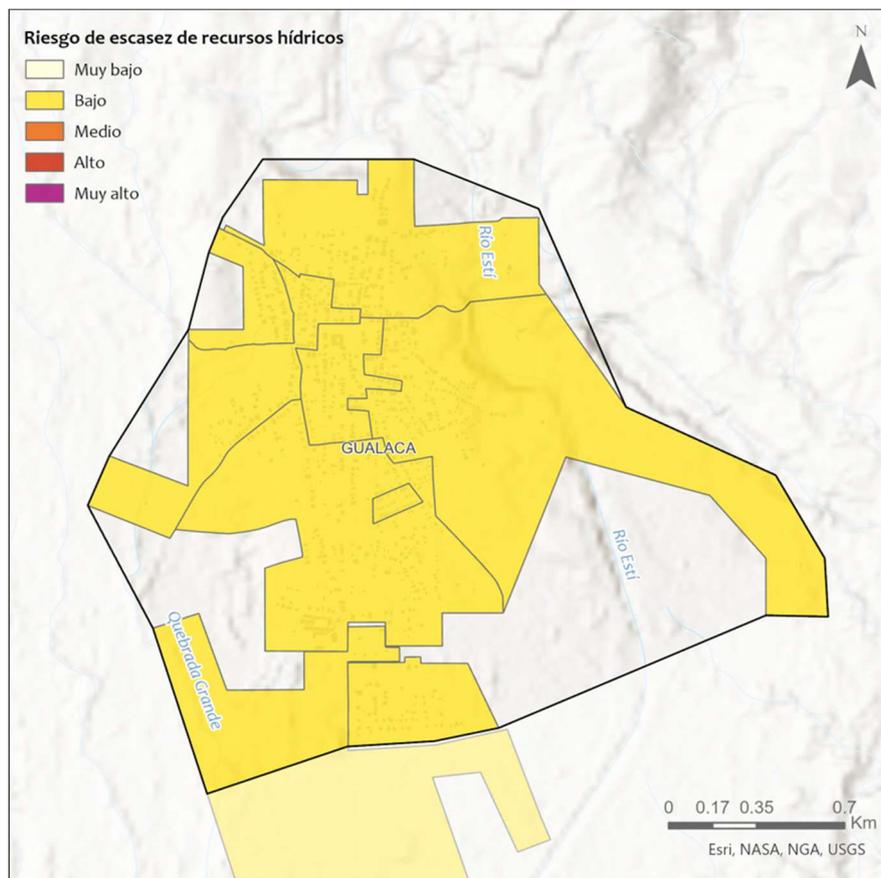
Riesgo Escasez Hídrica en Gualaca

En el área de estudio en Gualaca el análisis de **riesgo por escasez de recursos hídricos resultó en un nivel bajo** para los tres escenarios analizados, ya que no se produce déficit hídrico en ninguno de ellos (**Figura 18**). El recurso en el Lago Barrigón es suficiente para abastecer la demanda de la planta de tratamiento y, tanto en la situación actual, como en los escenarios futuros con cambio climático.

De acuerdo con la información obtenida en los talleres y a través de los responsables del manejo de la planta, el principal problema de la escasez de agua en la zona urbana de Gualaca radica en la insuficiente capacidad de la planta potabilizadora actual. Esta planta no tiene la capacidad necesaria para procesar la cantidad de agua requerida por la población, lo que implica la necesidad de una ampliación para garantizar un servicio de agua potable continuo, en lugar del sistema sectorizado que se implementa actualmente.

Es relevante señalar que la planta, gestionada en gran medida por la Junta Comunal, carece de los recursos financieros necesarios para llevar a cabo la ampliación de la red y proporcionar un servicio constante, especialmente durante la temporada de verano, cuando aumenta la demanda. Además, la red enfrenta dificultades similares durante la temporada de lluvias, debido a problemas de sedimentación tanto en la toma de agua como en el proceso de potabilización.

Figura 18. Riesgo por escasez de recursos hídricos en el área de estudio de Gualaca para los tres escenarios climáticos analizados: situación actual y horizontes 2030 y 2050 SSP585



Fuente: IHCantabria, 2024



Inundación Fluvial

Boquete

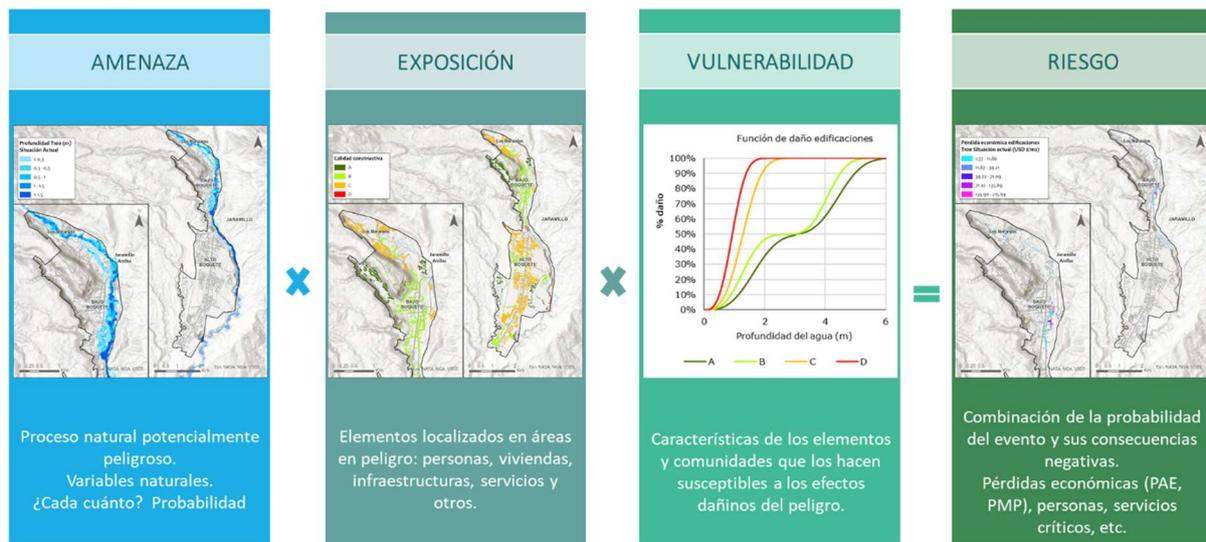
La cuenca vertiente al área de estudio es la cuenca hidrográfica del río Chiriquí (No. 108) la cual cuenta con un área aproximada de 1925 km². En esta unidad territorial los principales cauces que atraviesan las áreas urbanas y que podrían causar inundaciones durante eventos de precipitación extrema son los ríos Caldera, Estí, David y Majagua. Sin embargo, el único río que genera daños en las zonas pobladas de las áreas delimitadas de estudio es el río Caldera, específicamente en su paso por Boquete, por lo cual el análisis se focalizó en esta zona (IHCantabria, 2024).

Históricamente se han registrado múltiples eventos de inundaciones que han provocado la pérdida de vidas humanas y daños significativos en infraestructuras urbanas y en la producción agropecuaria en las áreas cercanas al río Caldera y sus afluentes. 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.

Estudio de riesgo por inundación fluvial

El análisis realizado se resume en pseudoecuación del esquema presentado en la **Figura 19**, 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 19. Esquema amenaza-exposición-vulnerabilidad-riesgo

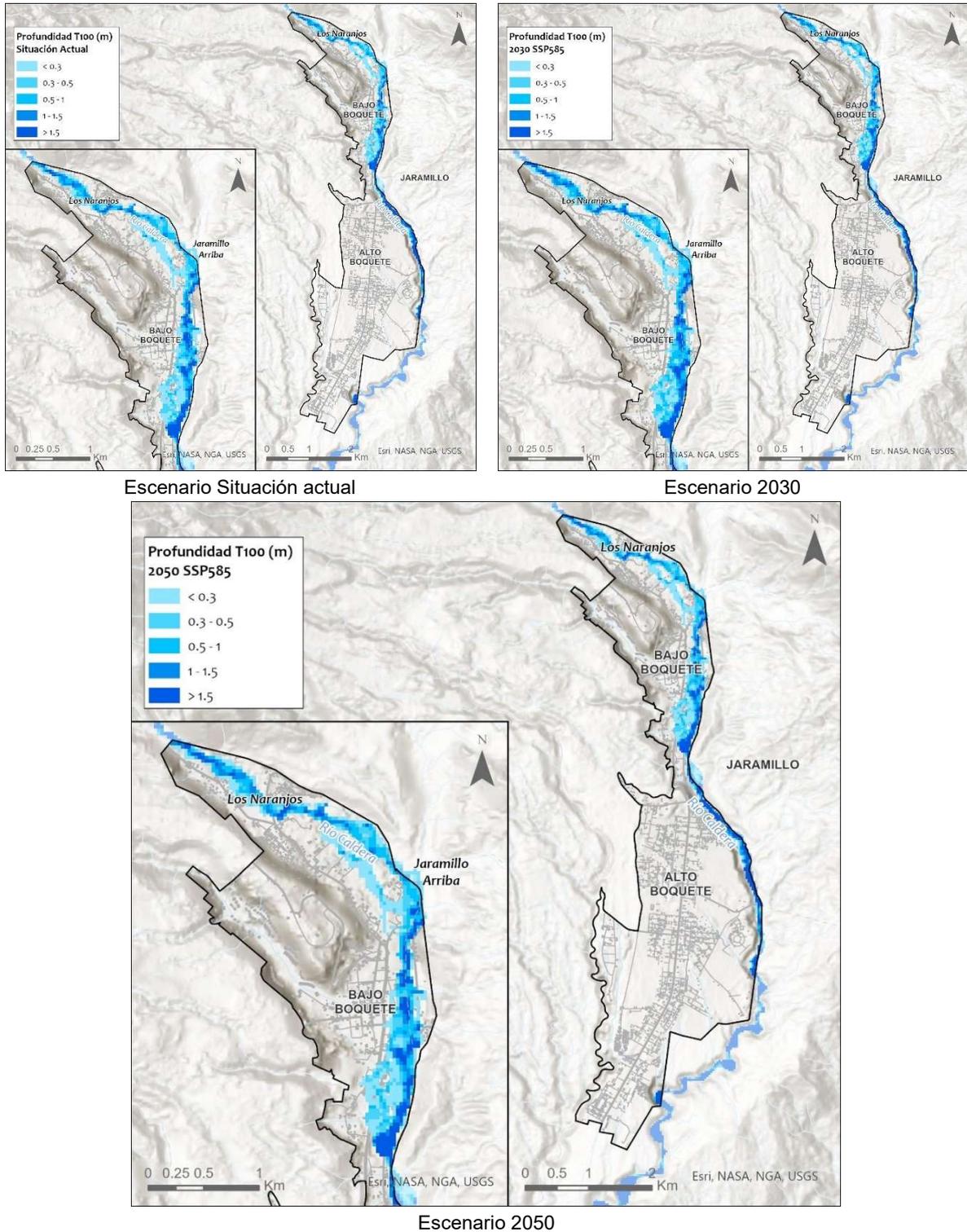


Fuente: IHCantabria, 2024

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.

Figura 20. Mapa 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

Amenaza por inundación fluvial

Como resultado del estudio, se generaron mapas de zonas inundables, los cuales fueron caracterizados según la profundidad de la lámina de agua para los eventos de 10, 50 y 100 años de periodo de retorno, considerando los escenarios climáticos analizados: la situación actual y el escenario SSP5-8.5 para los horizontes 2030 y 2050.

La **Figura 20** presenta los mapas de máxima profundidad de agua obtenidos para el evento de 100 años de periodo de retorno en el área de estudio, abarcando los tres escenarios climáticos. En los mapas se evidencia que las zonas más afectadas por las inundaciones se localizan en las áreas de Los Naranjos y Bajo Boquete, donde el río excede su cauce e inunda la zona urbana.

Riesgos económicos y sociales

Con el clima actual (situación actual), para un evento de 100 años de periodo de retorno, se podrían afectar 2 ha de edificaciones residenciales (4% del total edificado) (**Tabla 3**), 8 infraestructuras críticas y alrededor de 340 personas (**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 asociados a un evento de 100 años de periodo de retorno aumentarán de 0.87 millones de dólares (MUSD) en la situación actual a 1.19 MUSD en el horizonte 2030, bajo el escenario más desfavorable de cambio climático (SSP5-8.5). De igual forma, la pérdida anual esperada (PAE) asociada al riesgo de inundación aumentará de 0.08 MUSD a 0.11 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	1.11	1.98	11.13	2.06
50	1.72	3.07	16.98	3.14
100	2.06	3.67	20.63	3.82
HORIZONTE 2030 SSP585				
10	1.66	2.95	16.22	3.00
50	2.58	4.59	26.49	4.90
100	2.68	4.78	27.40	5.07
HORIZONTE 2050 SSP585				
10	1.21	2.16	12.21	2.26
50	1.87	3.33	18.77	3.47
100	2.28	4.06	23.62	4.37

Fuente: IHCantabria, 2024.

Tabla 4. Resultados de daños económicos por inundación. Valores relativos respecto del total inventariado

Indicador de riesgo de inundación	T10	T50	T100	PAE
SITUACIÓN ACTUAL				
Daños directos edificaciones (MUSD \$)	0.48	0.69	0.74	0.07
Daños directos IC (MUSD \$)	0.05	0.11	0.13	0.009
Daños totales (MUSD \$)	0.53	0.80	0.87	0.08
Daños totales (% sobre el valor de reposición total)	0.09	0.14	0.15	0.01
Índice de daños económicos (% daños sobre renta)	0.31	0.47	0.51	0.05
HORIZONTE 2030 SSP585				
Daños directos edificaciones (MUSD \$)	0.66	0.91	1.04	0.09
Daños directos IC (MUSD \$)	0.09	0.13	0.15	0.013
Daños totales (MUSD \$)	0.74	1.04	1.19	0.11
Daños totales (% sobre el valor de reposición total)	0.13	0.18	0.21	0.02
Índice de daños económicos (% daños sobre renta)	0.44	0.61	0.70	0.06
HORIZONTE 2050 SSP585				
Daños directos edificaciones (MUSD \$)	0.52	0.70	0.82	0.07
Daños directos IC (MUSD \$)	0.05	0.12	0.13	0.009
Daños totales (MUSD \$)	0.57	0.81	0.95	0.08
Daños totales (% sobre el valor de reposición total)	0.10	0.14	0.17	0.01
Índice de daños económicos (% daños sobre renta)	0.33	0.48	0.56	0.05

Fuente: IHCantabria, 2024.

Tabla 5. Resultados de daños sociales por inundación. Valores relativos respecto del total inventariado

Indicador de riesgo de inundación	T10	T50	T100	PAE
SITUACIÓN ACTUAL				
Personas afectadas	181	287	340	27.28
Fallecidos y heridos graves	0.02	0.03	0.04	0.003
Índice de afectación (% personas afectadas respecto de la población total)	1.98	3.13	3.71	0.30
Índice de fatalidad (vidas por millón de habitantes)	1.74	3.30	4.19	0.28
HORIZONTE 2030 SSP585				
Personas afectadas	276	417	436	40.28
Fallecidos y heridos graves	0.03	0.05	0.06	0.004
Índice de afectación (% personas afectadas respecto de la población total)	3.01	4.55	4.76	0.44
Índice de fatalidad (vidas por millón de habitantes)	2.99	5.81	7.02	0.49
HORIZONTE 2050 SSP585				
Personas afectadas	196	307	364	29.36
Fallecidos y heridos graves	0.02	0.03	0.04	0.003
Índice de afectación (% personas afectadas respecto de la población total)	2.14	3.35	3.97	0.32
Índice de fatalidad (vidas por millón de habitantes)	1.97	3.63	4.84	0.32

Fuente: IHCantabria, 2024.



Olas de Calor

Dolega

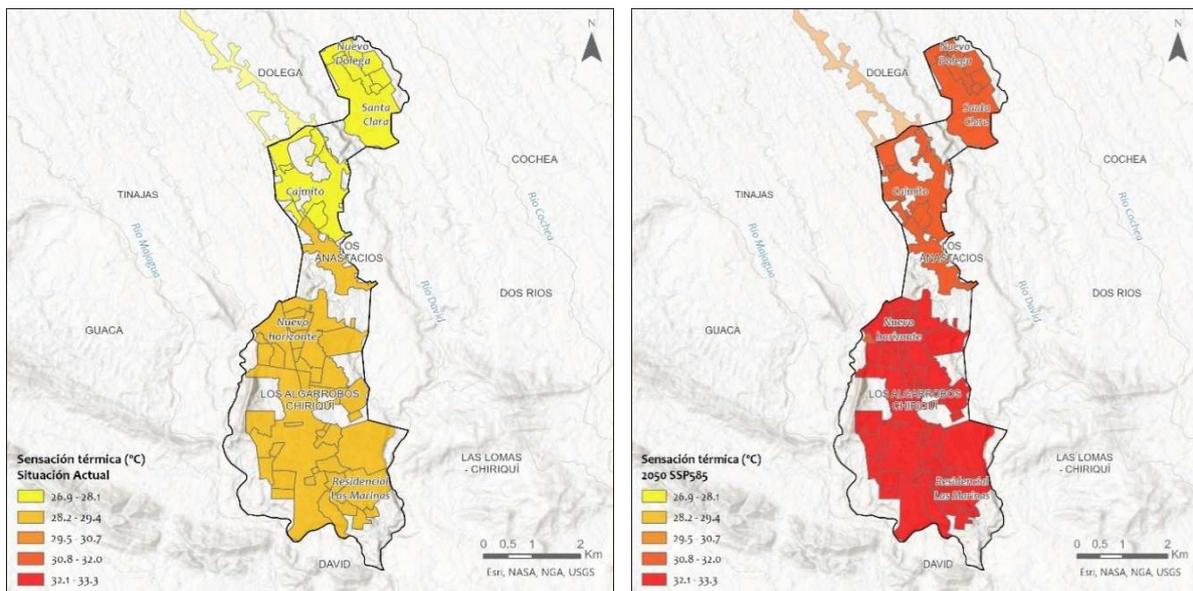
Estudios recientes sobre los riesgos climáticos en Panamá indican que la región del Pacífico occidental, que incluye los distritos de Boquete, Dolega y Gualaca, podría experimentar un incremento de las temperaturas máximas de hasta 4.1°C y de las temperaturas mínimas (nocturnas) de 4.8°C. Este aumento posiciona a la región como una de las más afectadas a nivel nacional en términos de variación térmica (MiAmbiente, 2023c).

De las tres áreas analizadas en Chiriquí, Dolega es la más afectada por las olas de calor, por lo que se seleccionó para estudiar este fenómeno y el riesgo asociado a la población. El área urbana de Dolega presenta una creciente exposición a altas temperaturas, lo que aumenta la probabilidad de experimentar el efecto de "islas de calor", elevando la vulnerabilidad de grupos poblacionales e infraestructuras. La rápida expansión urbana, especialmente en el corregimiento de Los Algarrobos, y la falta de áreas verdes y arbolado urbano limitan la capacidad de adaptación y mitigación de este fenómeno.

Resultados de los análisis de vulnerabilidad y riesgo

Para el análisis, se utilizó el Heat Index (HI) o sensación térmica media anual, considerando el escenario climático actual y el horizonte 2050 bajo el escenario SSP5-8.5 con cambio climático. Los resultados muestran que, en la situación actual, la sensación térmica es menor hacia el norte del área de estudio, variando entre 26.9°C y 29.4°C, siendo Los Algarrobos y Los Anastacios las zonas con mayor sensación térmica. Para el horizonte 2050, se prevé un incremento de 3°C a 4°C en la sensación térmica, manteniendo la distribución espacial observada en el escenario actual (**Figura 21**). Figura 21. Distribución geográfica de la sensación térmica media anual (°C) en el área de estudio situación actual (izquierda) y para el escenario 2050 SSP585 (derecha)

Figura 21. Distribución geográfica de la sensación térmica media anual (°C) en el área de estudio situación actual (izquierda) y para el escenario 2050 SSP585 (derecha)



Fuente: IHCantabria, 2024.

Vulnerabilidad climática

Para los análisis de vulnerabilidad se tomaron en cuenta varios 7 factores para estimar la vulnerabilidad de la población ante las olas de calor, igualmente se establecieron indicadores asociados a cada factor. Los factores tomados en consideración y sus indicadores son los siguientes (**Figura 22.**).

Figura 22. Factores empleados para estimar la vulnerabilidad a las olas de calor



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

Riesgo climático

Como parte de la metodología utilizada en estos análisis, se generaron los indicadores de riesgo a partir de los indicadores de amenaza y vulnerabilidad, los cuales fueron homogenizados a escalas similares. A cada indicador estandarizado se le asignó un peso, que refleja su relevancia en el proceso de cálculo del riesgo.

Estos indicadores se combinaron para obtener el indicador final de riesgo, asegurando que los pesos estuvieran equilibrados entre amenaza y vulnerabilidad para garantizar la coherencia del resultado. Los umbrales y pesos utilizados se basan en juicio de expertos, considerando las características específicas del área de estudio (IHCantabria, 2024). La **Tabla 6** presenta los indicadores, umbrales y pesos asignados.

Tabla 6. Indicadores de amenaza y vulnerabilidad frente a la escasez de frente a las olas de calor.

Indicador	Umbrales adoptados		Peso
	Riesgo bajo a medio	Riesgo medio a alto	
Sensación térmica media en °C (amenaza)	28	32	8
Densidad de población en hab./km ² (vulnerabilidad)	1000	3000	1
Porcentaje de población sensible (vulnerabilidad)	20%	30%	1
Porcentaje de mujeres (vulnerabilidad)	52%	55%	1

Índice agregado de NBI (vulnerabilidad)	20%	30%	2
Porcentaje de hogares sin aire acondicionado (vulnerabilidad)	14%	20%	1
Distancia a un centro de salud en km (vulnerabilidad)	1	5	1
Porcentaje de zonas sin bosques o áreas verdes (vulnerabilidad)	80%	90%	1

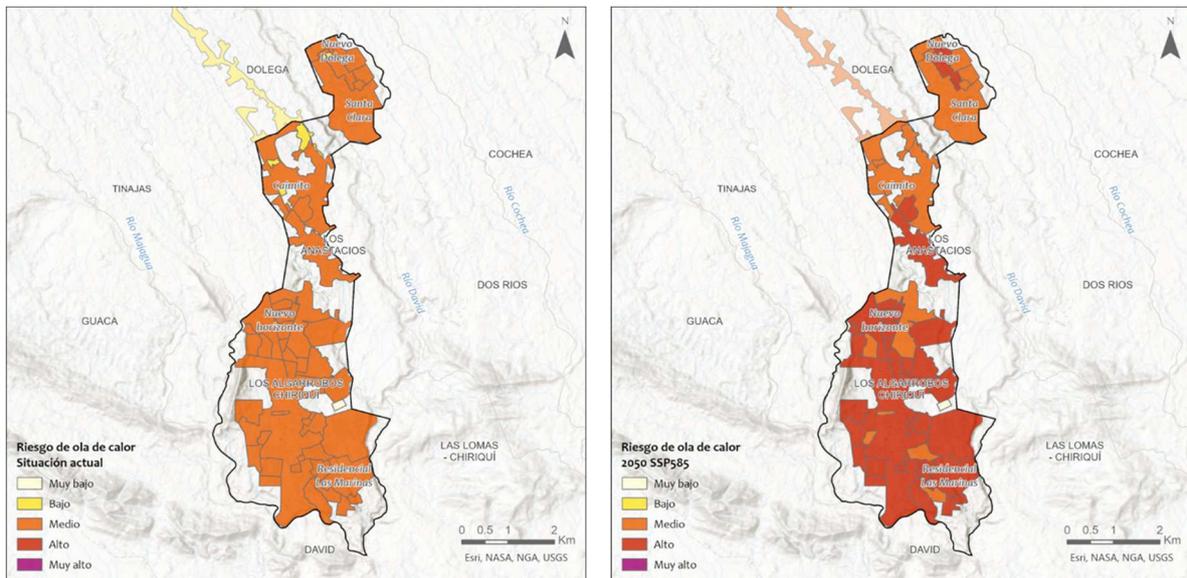
Fuente: IHCantabria, 2024.

Según los resultados del análisis, el riesgo de olas de calor en la situación actual se encuentra en un nivel medio en casi toda el área de estudio. En el escenario proyectado para 2050, el nivel de riesgo aumenta debido al incremento de la sensación térmica, alcanzando un riesgo alto en varios barrios urbanos, especialmente en el corregimiento de Los Algarrobos, al sur de Los Anastacios y en el centro de Dolega Cabecera.

Como se mencionó inicialmente, la zona urbana de Dolega es un área en rápido crecimiento y según los datos analizados no está siendo desarrollada con una tipología de vivienda adaptada a las altas temperaturas, ya que la mayoría de las construcciones carecen de aislante térmico (cielo raso). Además, los espacios verdes no cuentan con una arborización adecuada que pueda mitigar los efectos de las olas de calor sobre la población.

Estos resultados reflejan que el área podría experimentar, a corto y medio plazo, una variabilidad climática importante, con impactos en el régimen de temperaturas, que podrían aumentar la frecuencia de los eventos olas de calor en el distrito (IHCantabria, 2024).

Figura 23. Resultado del riesgo de ola de calor para la situación actual (izquierda) y para el escenario 2050 SSP585 (derecha)



Fuente: IHCantabria, 2024



Deslizamientos

Gualaca

La provincia de Chiriquí debido a sus características geológicas y geomorfológicas presenta variedad de suelos que son susceptibles a debilitarse frente a eventos de precipitación acumulada, por lo que históricamente se han registrado deslizamientos que han causado daños a infraestructuras e inclusive lamentables pérdidas de vidas humanas (UNDRR, 2024).

El distrito de Gualaca es un área en el que se reportan frecuentes deslizamientos de tierra, causando además de los daños mencionados anteriormente, pérdidas de terrenos de producción agropecuaria y grandes pérdidas económicas debido al bloqueo de importantes vías de comunicación como lo es la única vía de comunicación terrestre para la provincia de Bocas del Toro con Chiriquí y el resto del país.

Sucesos recientes se dieron específicamente en noviembre del 2020 durante el Huracán ETA donde se reportaron múltiples deslizamientos, entre ellos, el colapso de la carretera Chiriquí – Bocas del Toro a la altura del kilómetro 33 cerca de la comunidad de Bella Vista en Gualaca. En noviembre del 2024 también se reportaron deslizamientos a lo largo de la vía producto de las tormentas tropicales y acumulados de lluvia que afectaban la región.

Considerando esta problemática recurrente en el distrito de Gualaca y aprovechando la información disponible generada en estudios anteriores, se seleccionó esta zona para realizar el análisis de este fenómeno en el distrito.

Resultados del Índice de Susceptibilidad al Deslizamiento (ISD)

“El Índice de Susceptibilidad al Deslizamiento (ISD) es una medida utilizada para evaluar la estabilidad de un terreno y la predisposición a sufrir deslizamientos. Su utilidad se centra en identificar áreas vulnerables a deslizamientos, lo que es fundamental para la planificación territorial y la gestión de riesgos” (IHCantabria, 2024).

La metodología utilizada para caracterizar la susceptibilidad a deslizamientos fue la aplicada en el Estudio de Riesgo por Efectos del Cambio Climático y la Generación del Atlas Interactivo de Visualización de Resultados para la República de Panamá, de donde se extrajeron los datos para el distrito de Gualaca presentados en este estudio. Para facilitar la comprensión del producto final, se desarrolló un mapa semafórico que representa el índice normalizado de susceptibilidad a deslizamientos y la situación actual en cada zona (IHCantabria, 2024).

Tabla 7. Clasificación cualitativa del Índice Normalizado de Susceptibilidad frente a Deslizamientos

VALOR DEL ISD-N	SUSCEPTIBILIDAD
0.00 - 0.40	Muy baja
0.40 - 0.60	Baja
0.60 - 0.70	Media
0.70 - 1.00	Alta

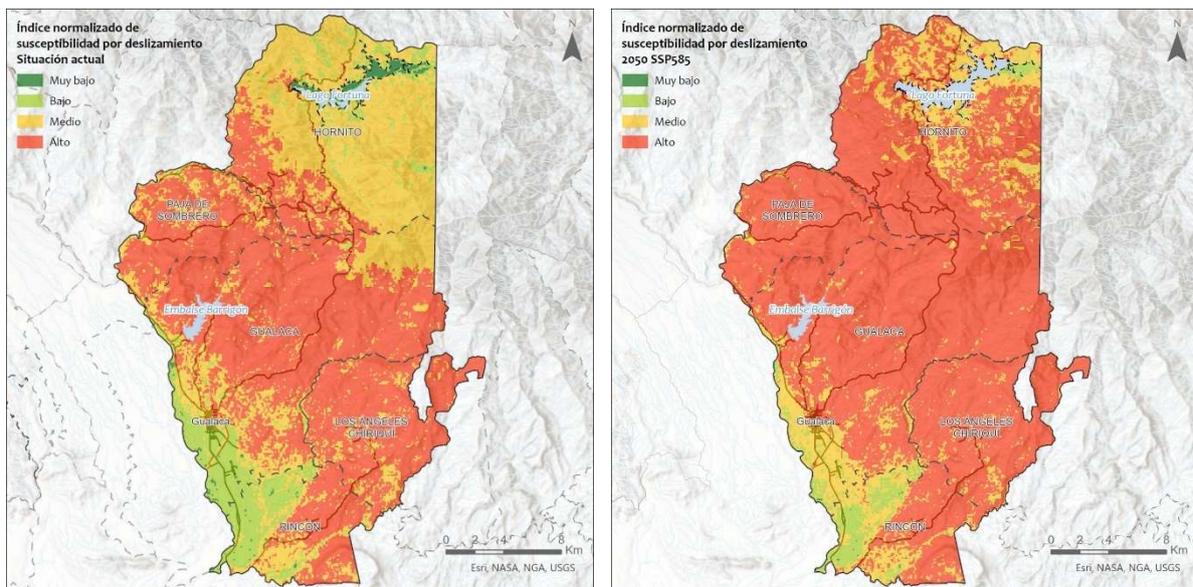
Fuente: IHCantabria, 2024.

Los resultados del análisis muestran el índice normalizado de susceptibilidad por deslizamiento para la situación actual y para el horizonte 2050 con cambio climático (SSP5-8.5) (**Figura 24**). Para la situación actual gran parte de los corregimientos de Gualaca cabecera, Paja de Sombrero y Los Ángeles, así como el sur de Hornito y noreste de Rincón, se encuentran en zonas de alta susceptibilidad a deslizamiento.

Bajo el escenario de cambio climático para el horizonte 2050, el índice de susceptibilidad a deslizamientos podría experimentar un aumento significativo, elevándose de niveles medios a altos en las áreas que actualmente presentan un índice medio. Este cambio implicaría que una gran parte del territorio del distrito pasaría a estar clasificada como altamente susceptible a deslizamientos.

Se puede observar que varias infraestructuras críticas se encuentran localizadas en zonas de alta susceptibilidad, en Hornito la represa del Lago Fortuna y la carretera que comunica Chiriquí con Bocas del Toro; y en Gualaca Cabecera, la represa del Lago Barrigón, varias escuelas que se localizan próximas a la carretera o situadas en taludes, como en Calabazal, Los Planes y Bella Vista, y la toma de la planta potabilizadora de agua que abastece a Los Planes y Bella Vista.

Figura 24. Índice normalizado de susceptibilidad por deslizamiento en el distrito de Gualaca para la situación actual (izquierda) y el horizonte 2050 SSP5-8.5 (derecha).

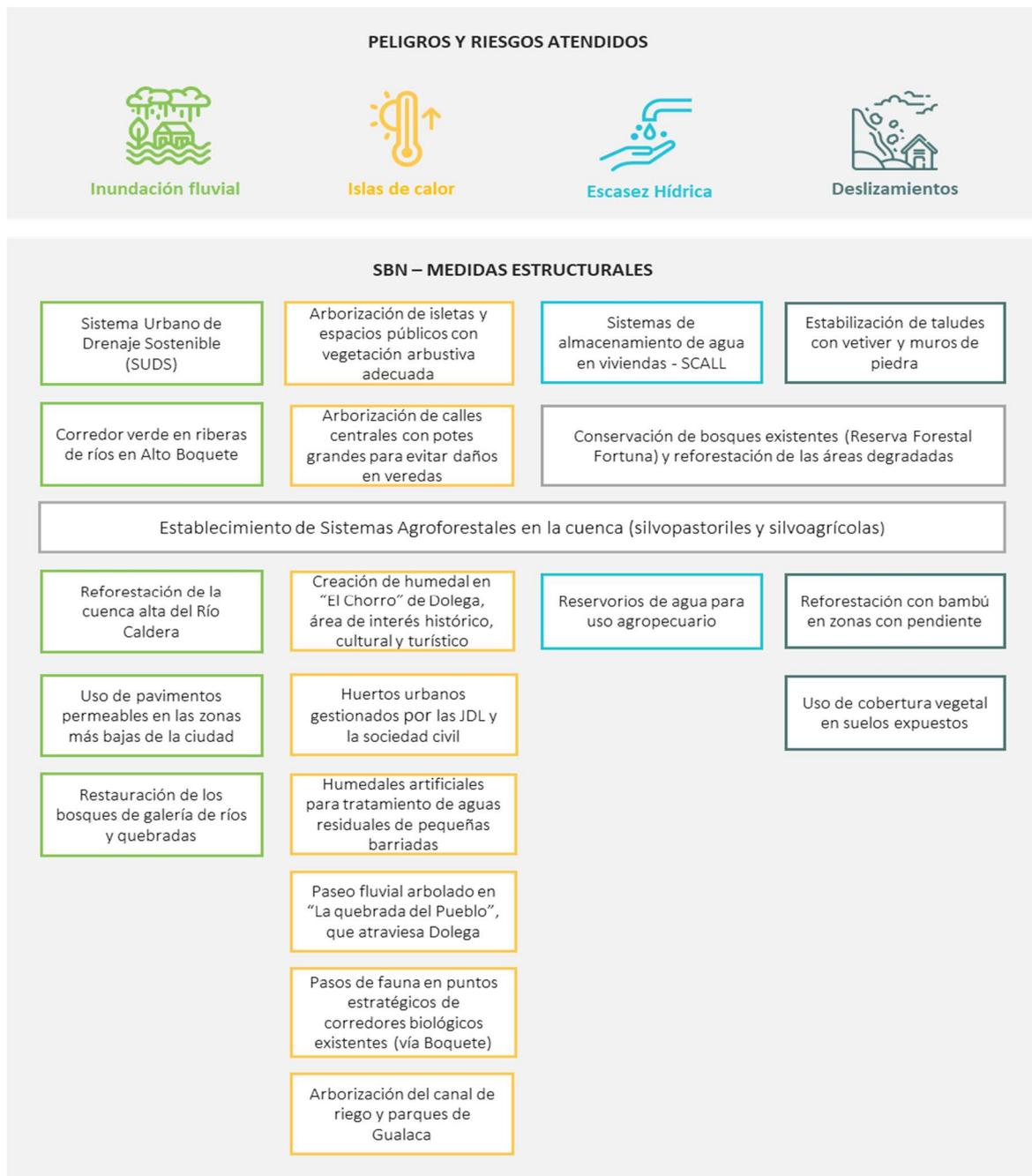


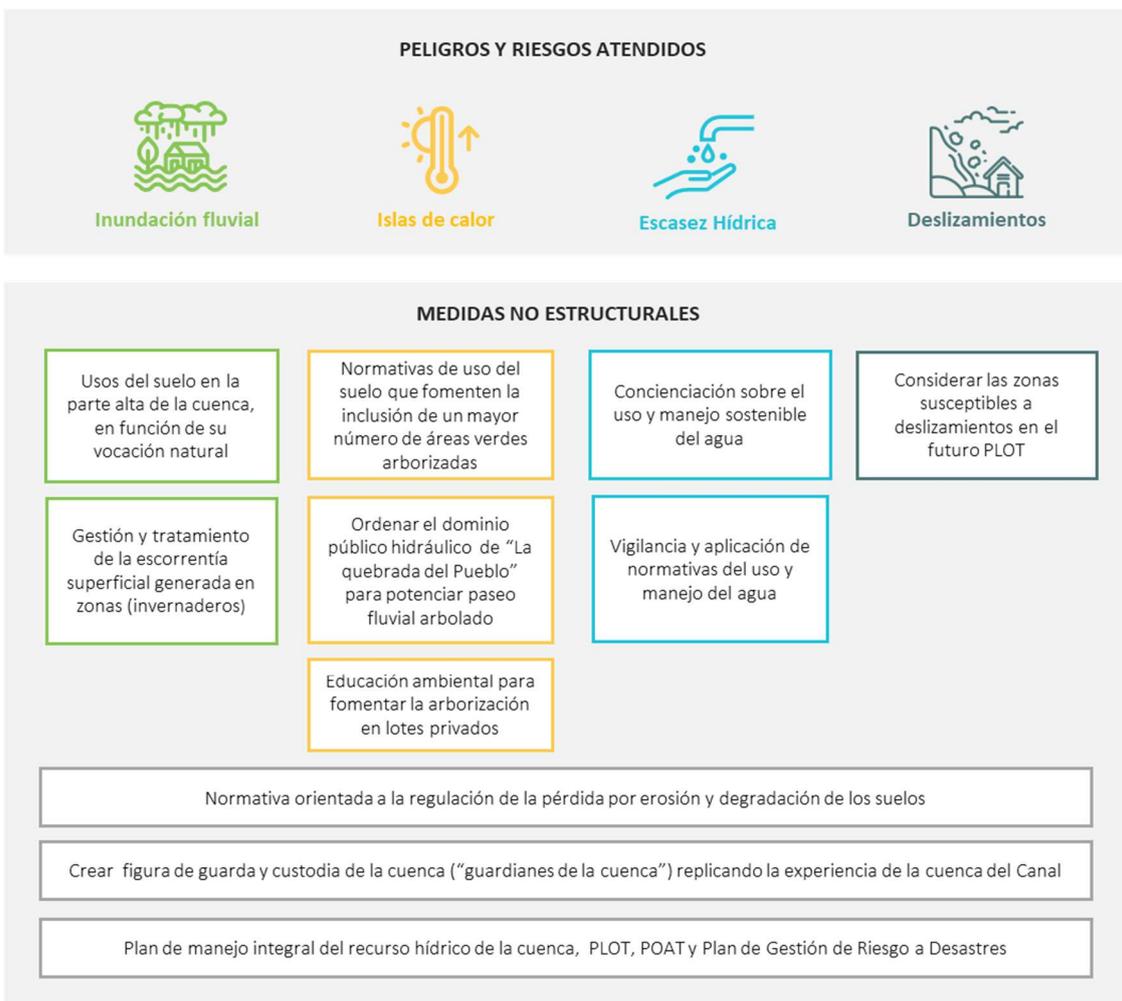
Fuente: IHCantabria, 2024

7 PRIORIZACIÓN DE Sbn

Soluciones Basadas en la Naturaleza Propuestas: Las Sbn para abordar los riesgos identificados (**Sección 6**) fueron propuestas durante taller participativo con actores clave de las ciudades de Boquete, Dolega y Gualaca. 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 estas ciudades (**Figura 25**).

Figura 25. Propuestas a largo plazo (escenario 2050)





Fuente: Taller Proyecto Nature4Cities, agosto -2024

Soluciones Basadas en la Naturaleza Priorizadas: La priorización de las SbN se realizó tomando en cuenta las SbN propuestas del apartado anterior y la evaluación de los ecosistemas como proveedores de servicios de regulación hidrológica de la cuenca del Río Chiriquí, 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 26. Propuestas de SbN priorizadas



Fuente: Taller Proyecto Nature4Cities, agosto -2024

7.1 Catálogo de Soluciones Basadas en la Naturaleza

Las propuestas de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN), así como las priorizadas, constituyen una valiosa oportunidad que podrían ser adoptadas en las agendas municipales y nacionales. El catálogo de SbN presenta una cartera de SbN con alto potencial de escalabilidad, ya que abordan los peligros y amenazas climáticas identificadas como prioritarios por los actores locales, es decir, 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 (Figuroa, 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 27. Estructura de los catálogos de SbN priorizadas



Fuente: Catálogos SbN – Nature4Cities Panamá

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.

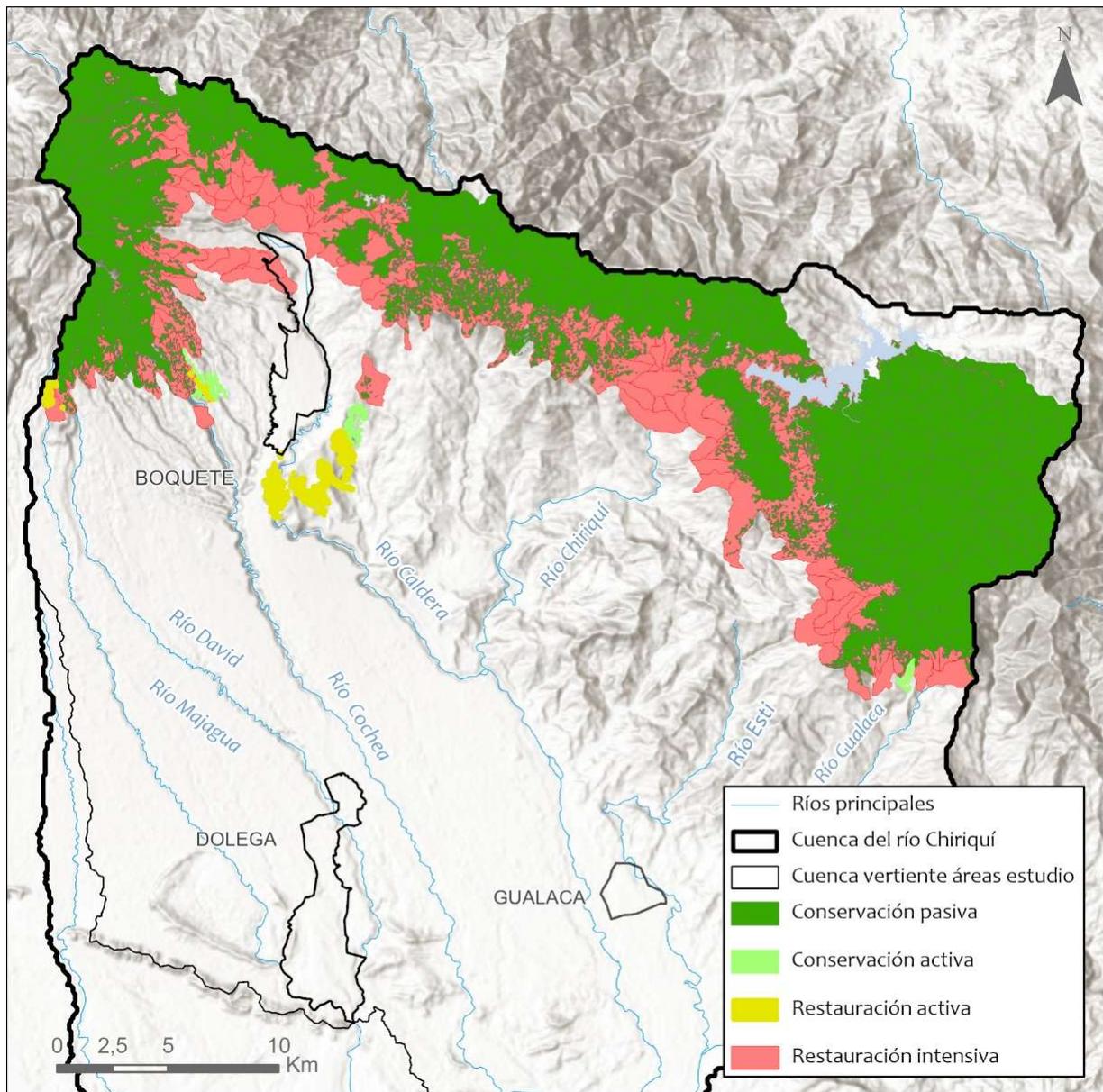
Conservación y restauración de la cuenca hidrográfica del Río Chiriquí

Como respuesta todos los riesgos climáticos, no obstante, enfocados hacia la **inundación fluvial** y **deslizamientos**, se priorizó la conservación y restauración de la cuenca hidrográfica del Río Chiriquí. Esta estrategia podría dar continuidad a los esfuerzos de restauración y reforestación en esta cuenca iniciados por el proyecto ProCuevas (MiAmbiente, 2020), además, existe el potencial de establecer sinergias con el proyecto en curso “Cuevas Resilientes - Panamá”.

Esta SbN priorizada se divide en dos medidas concretas, la conservación y restauración de bosques latifoliados mixto madura de ladera y la conservación y restauración de bosques de galería (Figura 28).

- *Conservación y restauración de bosques latifoliados mixto madura de ladera*

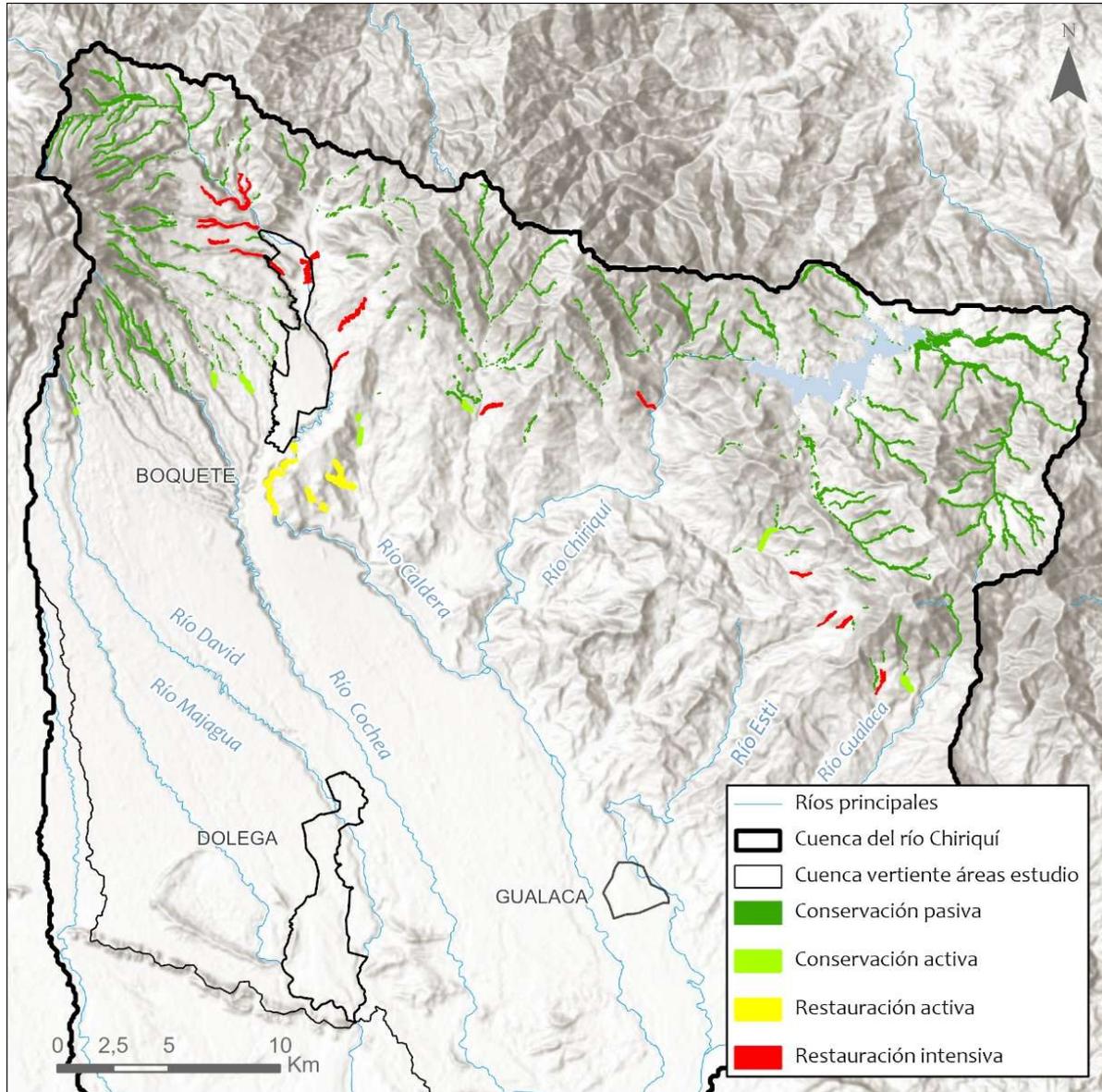
Figura 28. Áreas definidas de conservación (pasiva y activa) y restauración (activa e intensiva) para las zonas de bosque de ladera para el control de escorrentía en la cuenca drenante de los distritos de Boquete, Dolega y Gualaca en el escenario futuro SSP5-8.5



Fuente: IHCantabria, 2024

- *Conservación y restauración de bosques de galería*

Figura 29. Áreas definidas de conservación (pasiva y activa) y restauración (activa e intensiva) para las zonas de bosque de galería frente a inundaciones en llanuras de inundación para la cuenca drenante de los distritos de Boquete, Dolega y Gualaca en la escena

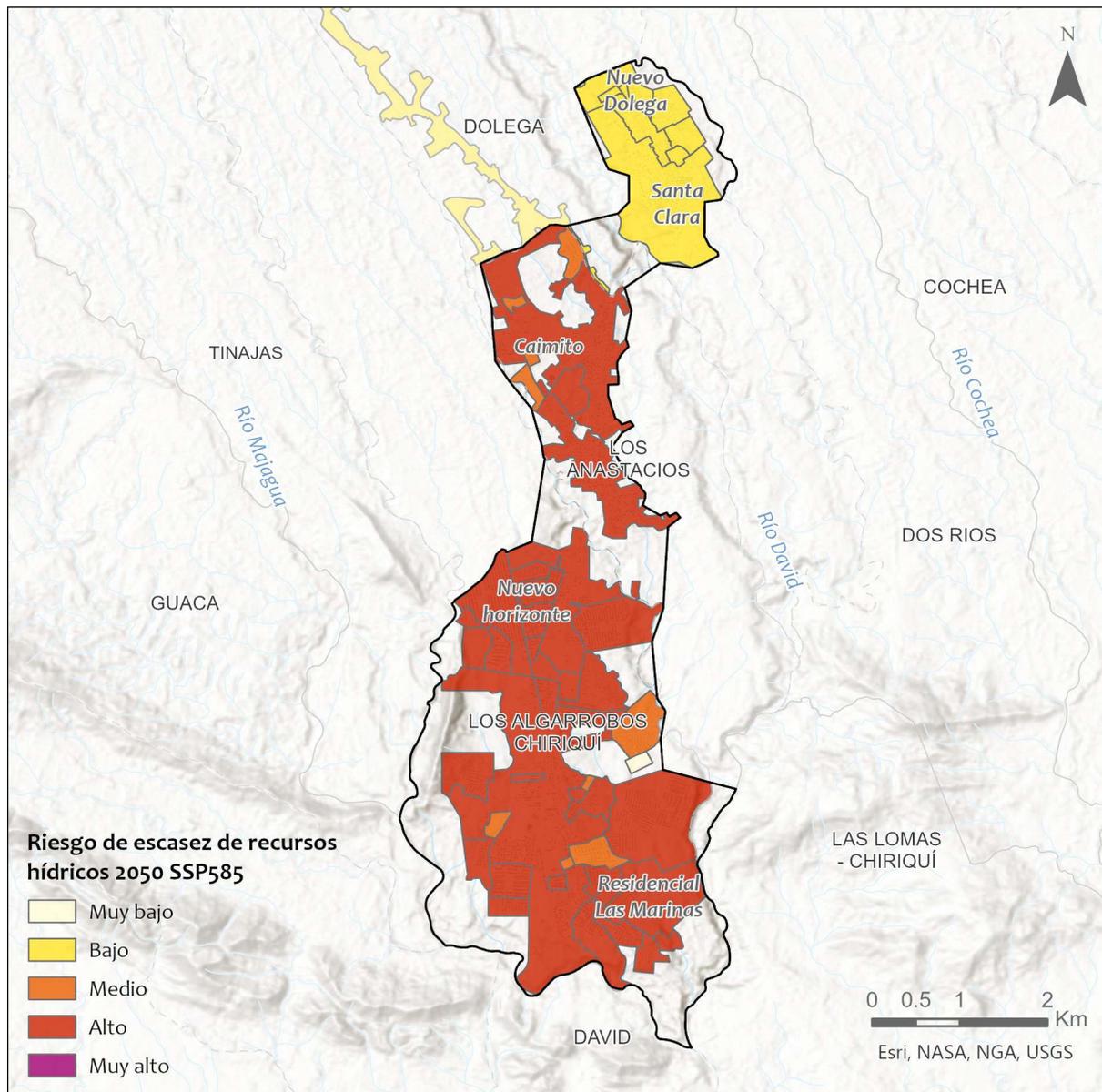


Fuente: IHCantabria, 2024

Sistemas de captación de agua de lluvia - SCALL

Para disminuir los impactos negativos de **la escasez hídrica** en las ciudades se proponen los sistemas de captación de agua de lluvia. La integración de esta solución basada en la naturaleza (SbN) responde a los resultados de la evaluación de riesgo por escasez hídrica, que identificó que, para el horizonte 2050, los corregimientos de Los Anastacios y Los Algarrobos en Dolega presentarán un alto riesgo de escasez de recursos hídricos. En consecuencia, estas zonas requerirán una fuente adicional de agua, ya que la actual no será suficiente para satisfacer la demanda de agua potable (**Figura 30**).

Figura 30. Áreas definidas para la integración de SCALL en respuesta al riesgo por escasez de recursos hídricos en el área urbana de Dolega para el horizonte 2050 y escenario SSP5-8.5



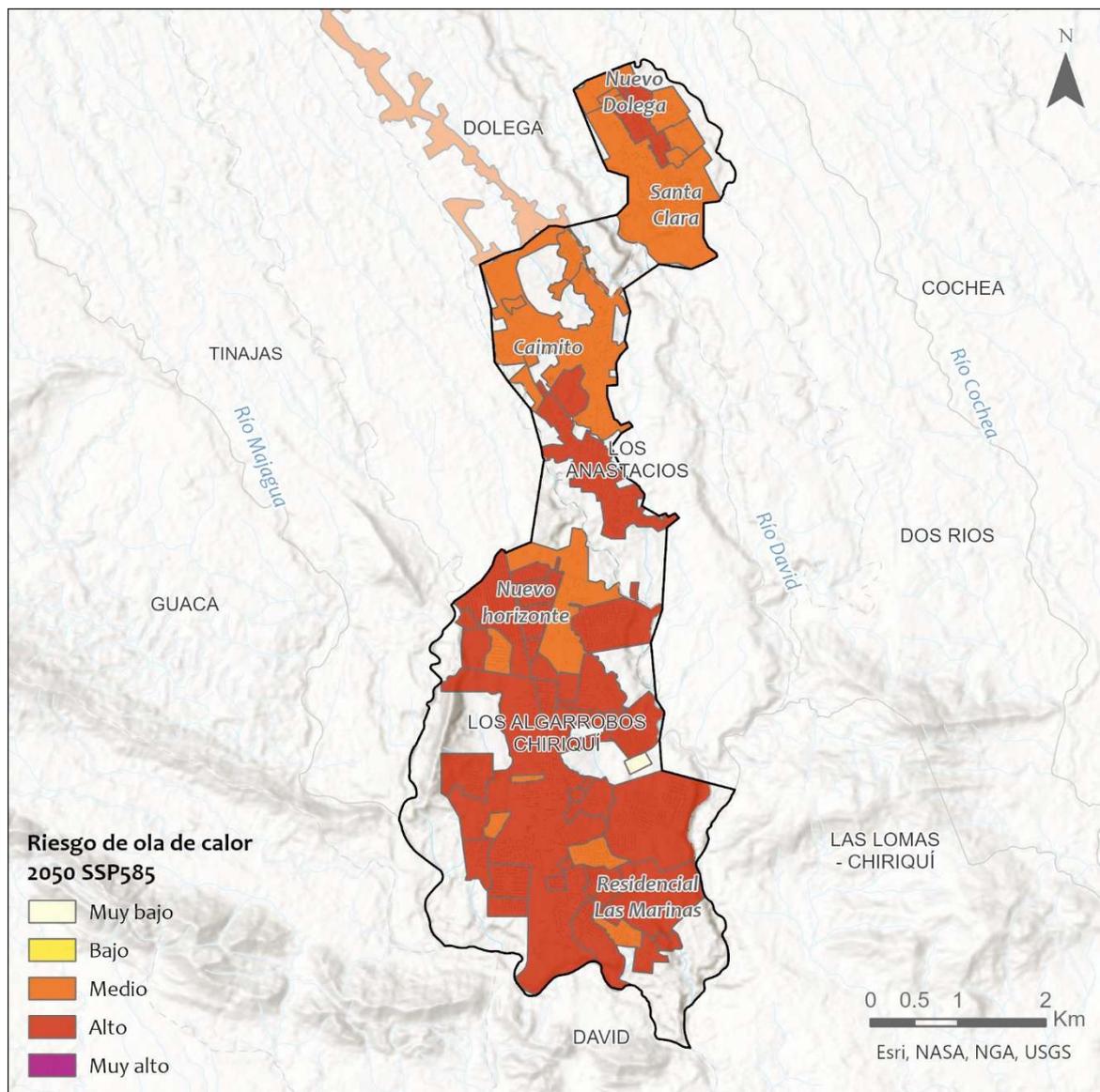
Fuente: IHCantabria, 2024

Bosques de bolsillo

Los también denominados bosques diminutos o bosques Miyawaki son parte de las acciones de reforestación y arborización urbana propuestas inicialmente durante la Comunidad de Práctica de N4C como medida para disminuir los efectos de las olas de calor en el área de Dolega. A pesar de que esta SbN se propone integrar en las áreas urbanas con mayor amenaza al aumento de la sensación térmica en Dolega, también representa una oportunidad para arborizar áreas urbanas de Boquete y Gualaca que carecen de una arborización adecuada.

De acuerdo con la evaluación de riesgo realizada, gran parte del área urbana de Dolega para el horizonte 2050 se encontrarán en un alto riesgo por ola de calor (**Figura 31**). Es por esto por lo que se sugiere la implementación de esta solución en las áreas de mayor densidad poblacional del corregimiento de Los Algarrobos, particularmente, en los parques dentro de urbanizaciones y en las fincas aledañas.

Figura 31. Áreas definidas para la integración de bosques diminutos en respuesta al riesgo por ola de calor en el área urbana de Dolega para el horizonte 2050 y escenario SSP5-8.5



Fuente: IHCantabria, 2024

8 GOBERNANZA

Al igual que otras ciudades panameñas, Boquete, Dolega y Gualaca enfrentan 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, citado por Martins, 2010).

Para abordar estos retos y garantizar el éxito del presente plan se deben fortalecer los procesos, procedimientos y prácticas de gobernanza. 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.

Modelo de gobernanza participativa

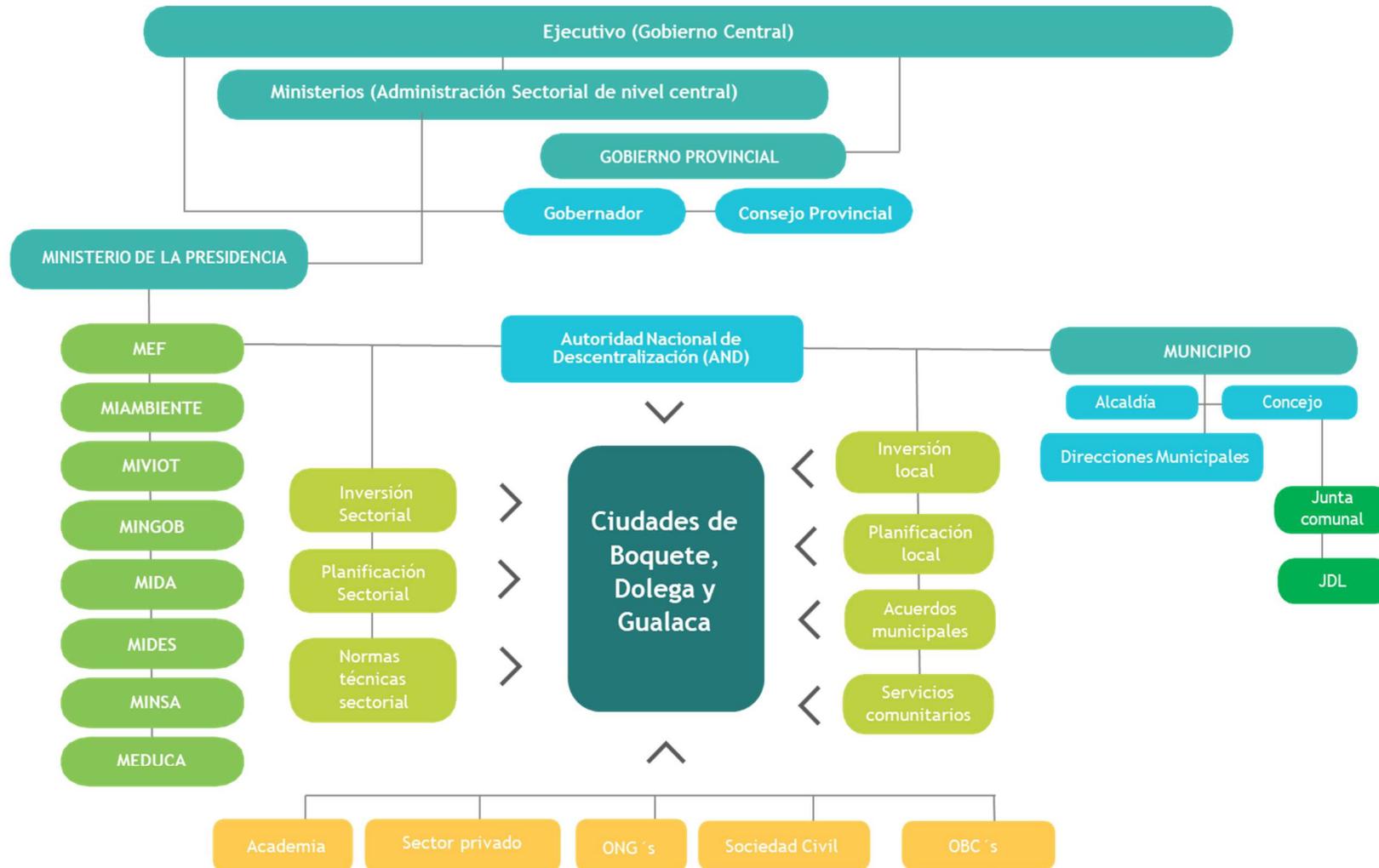
Este plan propone un modelo de gobernanza que fomente la creación de vínculos entre diversos actores, destacando la representación colectiva e inclusiva. La estructura de coordinación para la implementación del plan debe agrupar a los actores responsables de liderar el proceso, mientras que una segunda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

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 (Jacobi, 2011 citado por Betti et. al, 2023).

En la siguiente ilustración, se presenta un esquema de gobernanza para la adaptación en Boquete, Dolega y Gualaca abarca tanto el nivel vertical, entre distintos órdenes de gobierno, como el nivel horizontal, dentro del mismo nivel de gobierno (**Figura 32**). 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 de los distritos. No obstante, los actores locales han resaltado su rol protagónico en la gestión multisectorial.

Figura 32. Estructura de gobernanza para las ciudades de Boquete, Dolega y Gualaca



Acrónimos:

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

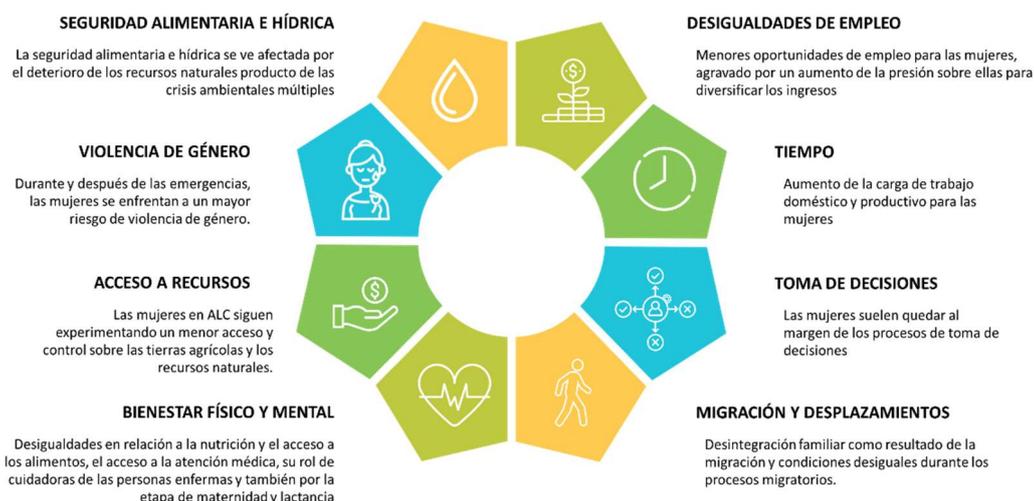
Fuente: Adaptado del Plan de Adaptación al cambio climático para Ciudades del Gobierno de Chile (2018) con información de los análisis de políticas y financiamiento de Nature4Cities

9 ESTRATEGIA DE TRANSVERSALIZACIÓN DE GÉNERO

El cambio climático afecta de manera desigual a las poblaciones de Boquete, Dolega y Gualaca, 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 Boquete, Dolega y Gualaca, 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 33).

Figura 33. Impactos diferenciados de hombres y mujeres ante el cambio climático



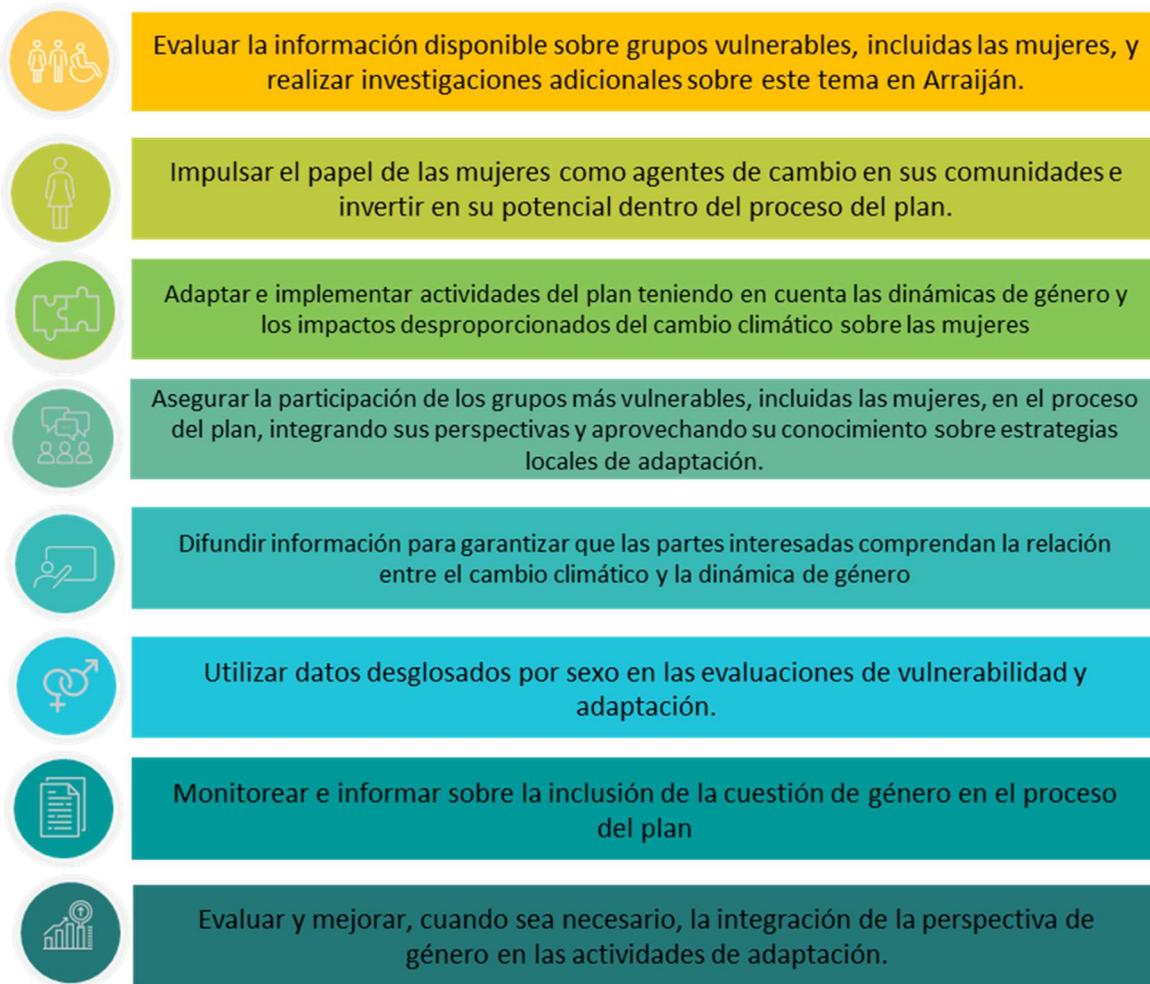
Fuente: Adaptado de ONU MUJERES, 2022

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 Panamá¹² para el sector de Asentamientos Humanos Resilientes, que propone crear herramientas de 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:

¹² 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](#)

Figura 34. 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 tienen particularidades a considerar, como el alcance de las acciones y las posibles coordinaciones para su diseño y ejecución. Estas especificidades se reflejan en las etapas de cada eje estratégico, así como en las sinergias entre el Plan de Adaptación basado en la Naturaleza y otras iniciativas ya implementadas en los distritos de Boquete, Dolega y Gualaca incluyendo ejemplos de herramientas de gestión en este ámbito, plazos de ejecución y los actores que pueden colaborar en su desarrollo e implementación.

En este sentido, el Plan de acciones es el principal instrumento y guía de trabajo para la implementación del presente Plan de Adaptación Basado en la Naturaleza y se alinea con los cinco ejes estratégicos antes definidos **Sección 3 y Figura 35**. Para su desarrollo, se asume que estos ejes son complementarios y cíclicos, por lo cual las acciones deben entenderse como parte de una estrategia integral de adaptación. Cabe destacar que el Plan de Acción fue diseñado y validado con actores locales de Boquete, Dolega y Gualaca tomando en cuenta las capacidades y prioridades municipales para su implementación.

Figura 35. Ejes estratégicos del Plan de Adaptación Basado en la Naturaleza para Boquete, Dolega y Gualaca



Fuente: Proyecto Nature4Cities

El Plan de Acciones se plantea los siguientes objetivos:

1. Establecer la estrategia de implementación del Plan de Adaptación basado en la naturaleza
2. Apoyar la coordinación y ejecución de las inversiones y acciones con enfoque ecosistémico
3. Priorizar las acciones inminentes que requieren ser resueltas a corto plazo para lograr los objetivos de resiliencia al 2050.
4. Para facilitar su comprensión, el eje transversal estratégico de monitoreo y evaluación se aborda en el siguiente epígrafe.

A continuación, se detallan las acciones planteadas para cada uno de los ejes estratégicos:



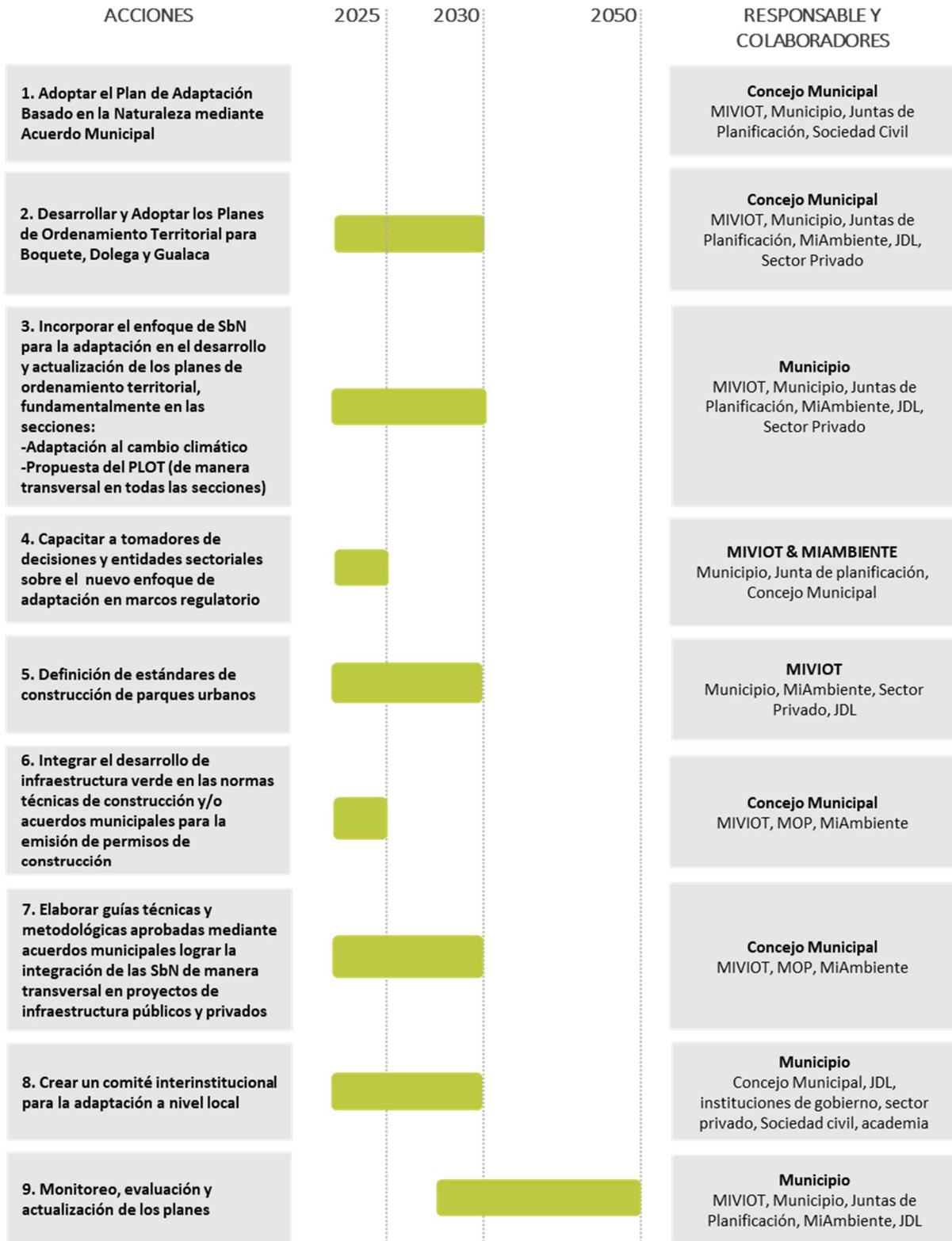
SENSIBILIZACIÓN Y FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES



Acronimos: 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:** Secretaria Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación/ 9. **SINAPROC:** Sistema Nacional de Protección Civil



MARCO REGULATORIO PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y CAMBIO CLIMÁTICO



Acrónimos: 1.JDL: Juntas de Desarrollo Local/ 2.MIAMBIENTE: Ministerio de Ambiente/ 3.MIVIOT: Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial// 4. MOP: Ministerio de Obras Públicas/5. PLOT: Plan Local de Ordenamiento Territorial

MECANISMOS FINANCIEROS



Acrónimos: 1. **AMUPA:** Asociación de Municipios de Panamá/ 2. **AND:** Autoridad Nacional de Descentralización/ 3. **JDL:** Juntas de Desarrollo Local/ 4. **MEF:** Ministerio de Economía y Finanzas/ 5. **MIAMBIENTE:** Ministerio de Ambiente/ 6. **MICI:** Ministerio de Comercio e Industrias/ 7. **MIVIOT:** Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial/ / 8. **SENACYT:** Secretaria Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación / 9. **SINAPROC:** Sistema Nacional de Protección Civil

INFRAESTRUCTURA VERDE (SBN)



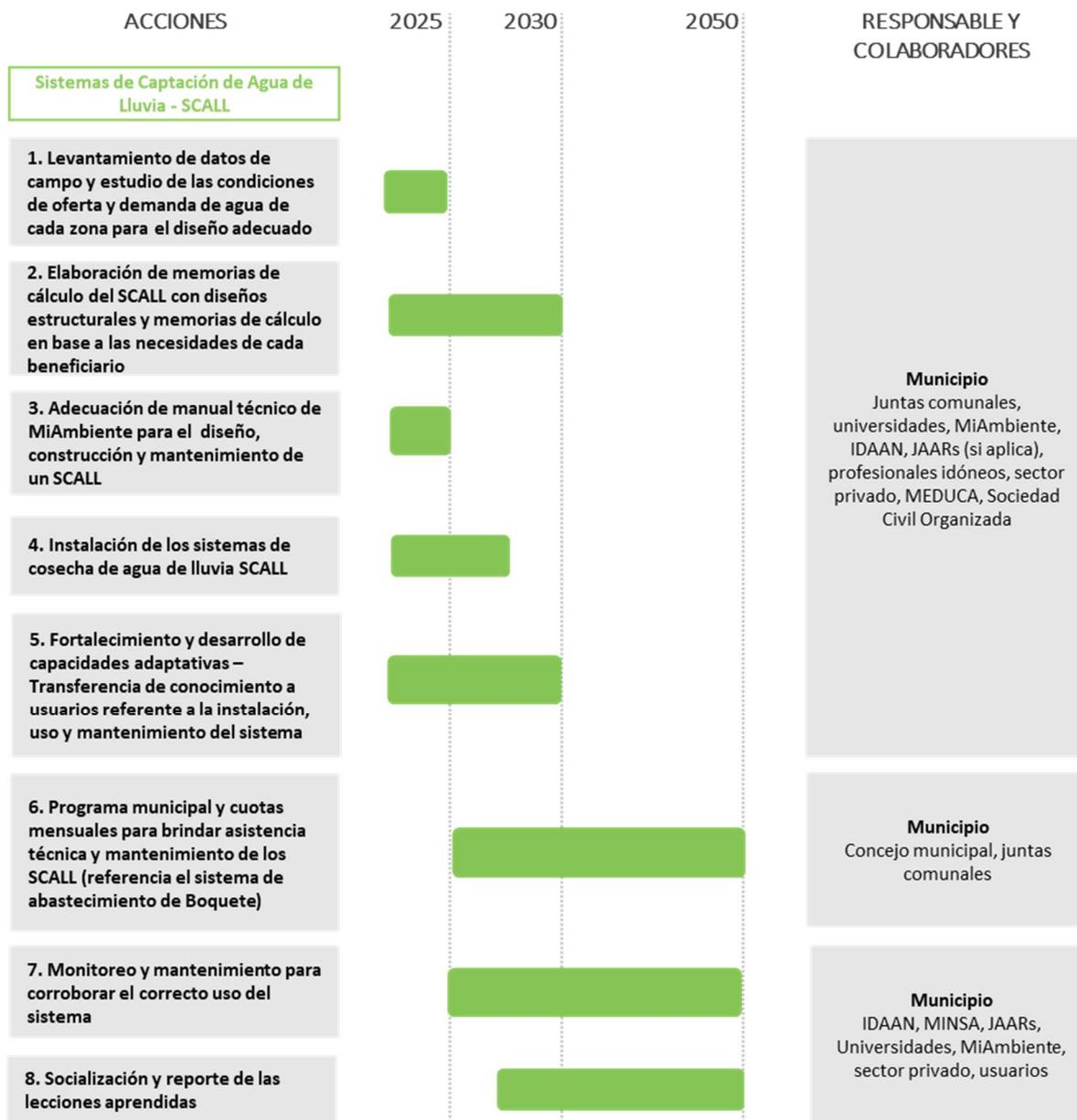
Acrónimos: 1. ANATI: Autoridad Nacional de Administración de Tierras/ 2. BDA: Banco de Desarrollo Agropecuario/ 3. IMHPA: Plan de Ordenamiento Urbano/ 4. JDL: Juntas de Desarrollo Local/ 5. MIAMBIENTE: Ministerio de Ambiente/ 6. MIDA: Ministerio de Desarrollo Agropecuario/ 7. MIVIOT: Ministerio de Vivienda 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 (SBN)**



Acrónimos: 1. ANATI: Autoridad Nacional de Administración de Tierras/ 4. JDL: Juntas de Desarrollo Local/ 2. MIAMBIENTE: Ministerio de Ambiente/ 5. MIVIOT: Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial/ 5. MOP: Ministerio de Obras Públicas/ 6. OBC: Organización de Base Comunitaria/ 7. ONG: Organización No Gubernamental/ 8. SENACYT: Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

INFRAESTRUCTURA VERDE (SBN)



Acrónimos: 1. IDAAN: Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales/ 2. JAAR: Juntas Administradoras de Acueductos Rurales/ 3. MIAMBIENTE: Ministerio de Ambiente/ 3. MEDUCA: Ministerio de Educación/ 5. MINSAs: Ministerio de Salud

11 MONITOREO Y EVALUACIÓN

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). Además, 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 de recopilar y analizar los resultados derivados de la implementación las medidas basadas en la naturaleza y según sea el caso, de las medidas complementarias identificadas para las ciudades de Boquete, Dolega y Gualaca. 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 identificadas en la ciudad (**Figura 36**).

Figura 36. 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 (**ANEXOS**), 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 37**.

Figura 37. Criterios para la selección de indicadores de M&E



Fuente: Doran, 1981

El progreso de casa 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 Boquete, Dolega y Gualaca priorizadas en el plan¹³

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.

¹³ 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.

11.2.1 Conservación y restauración de la cuenca hidrográfica

SbN Priorizada	Conservación y restauración de la cuenca: bosques de ladera y bosques de galería		
Breve descripción, alcance	<p>El análisis de vulnerabilidad y riesgo ante el cambio climático reflejan los escenarios de inundaciones fluviales que podrían impactar al corregimiento de Bajo Boquete y la alta susceptibilidad a deslizamientos en el 2050 de gran parte del territorio del distrito de Gualaca. Sin embargo, la cuenca cuenta con zonas de alto valor ecológico como los bosques latifoliados en laderas y en riberas de ríos. Su conservación y restauración potenciaría los SE que proveen como la regulación del ciclo hidrológico, mejora de la calidad del agua, recarga de acuíferos y la protección de la biodiversidad en la cuenca. A través de la evaluación de la idoneidad de los ecosistemas para la provisión de servicios se identificó áreas potenciales específicamente en la parte alta de la cuenca del río Chiriquí (IHCantabria, 2024). Estas medidas podrían complementarse otras acciones de la restauración de ecosistemas como la recuperación de llanuras aluviales, la conectividad y restauración de suelos a través de sistemas agroforestales, que representan las actividades principales desarrolladas en esta parte de la cuenca hidrográfica.</p>		
Escala	Cuenca hidrográfica – nivel local		
Acciones, proyectos o iniciativas vinculadas	<ul style="list-style-type: none"> - Iniciativas y proyectos de colaboración internacional y nacional tales como: Proyecto Cuencas Resilientes en Panamá fomentando la adaptación al cambio climático en Panamá a través de un enfoque ecosistémico para la seguridad hídrica a nivel de cuenca, financiado por Euroclima+ y ejecutado por Fundación Natura bajo el liderazgo del Ministerio de Ambiente de Panamá y el Programa de las Naciones unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) 		
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 en 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 - Sistemas productivos resilientes - Estabilización de laderas 		
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	- Análisis de muestras de agua en puntos clave del cuerpo de agua	- Mensual, para capturar cambios estacionales

	suspendidos y contaminantes		
	- 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 Boquete, Dolega y Gualaca - Ministerio de Ambiente y sus secciones dependiendo el indicador a evaluar - Empresas hidroeléctricas establecidas en la cuenca (Enel Fortuna, Celsia,) - Comité de Cuencas del Río Chiriquí - Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá - IMHPA - Autoridad Nacional de Administración de Tierras - ANATI - Ministerio de Desarrollo Agropecuario – MIDA - Academia y sociedad civil organizada (ONGs, OBCs, JAARs) 		

Fuente: Adaptado de los catálogos de SbN para Chiriquí

11.2.2 Bosques de bolsillo: Reforestación para disminuir la isla de calor urbana

SbN Priorizada	Bosques de bolsillo		
Breve descripción, alcance	<p>Según el análisis de vulnerabilidad ante el cambio climático en Dolega, los eventos de olas de calor serán más frecuentes debido al aumento de la sensación térmica, de la cual se espera un incremento de 3°C a 4°C para el 2050, principalmente en los corregimientos de Los Anastacios y Los Algarrobos (IHCantabria, 2024). Este aumento en las temperaturas impacta directamente a la salud física y mental de la población, especialmente a los más vulnerables, además aumenta el uso energético en la zona. La arborización urbana y espacios verdes proveen los SE para reducir los impactos del fenómeno islas de calor en las ciudades (Hartley, 2021; Aminipouri, et al., 2019), por lo que los bosques de bolsillo, o bosques Miyawaki representan una oportunidad para abordar esta problemática y generar otros múltiples beneficios. Se sugiere arborizar en las áreas de mayor densidad poblacional de Los Algarrobos, particularmente en los parques dentro de urbanizaciones y en fincas cercanas al centro urbano.</p>		
Escala	Local		
Acciones, proyectos o iniciativas vinculadas	<ul style="list-style-type: none"> - Iniciativas y proyectos locales con enfoque similar: Proyecto de Restauración de ecosistemas a través del establecimiento de bosques comestibles (en proceso) en Macano de Cochea, Dolega, ejecutado por empresa privada Wanakaset. 		
Resultado(s) e impacto(s) esperado(s)	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución del efecto de isla de calor y la sensación térmica - Mejora de la calidad del aire - Áreas de esparcimiento y uso público que mejoran la salud física y mental de la población - Se fomenta la organización comunitaria para su mantenimiento - El gobierno invierte menos recursos para mantenimiento en los bosques de bolsillo que en la jardinería tradicional - Aumento de la biodiversidad en local 		
	Indicador	Método de verificación	Frecuencia

Indicador (es) y frecuencias de monitoreo	- Porcentaje de plantas que han sobrevivido en comparación con la plantación inicial	- Censos de vegetación y observación directa	- Anualmente, durante los primeros tres años.
	- Número de especies nativas presentes	- Identificación y conteo de especies a través de observación directa y revisión de registros de plantación	- Anual, para evaluar el establecimiento y cambios en la biodiversidad a lo largo del tiempo
	- Nivel de humedad en el suelo	- Pruebas de humedad con sensores o muestreo del suelo para medir la cantidad de agua retenida	- Mensual durante la época seca y cada tres meses en época de lluvias
	- Número de especies de fauna (insectos, aves, pequeños mamíferos) observadas	- Observación directa, cámaras trampa y registros fotográficos	- Anualmente
	- Temperaturas en zonas con y sin vegetación	- A través de estaciones meteorológicas locales o dispositivos de monitoreo móvil	- Épocas de altas temperaturas
	- Concentración de partículas en suspensión en el aire en el bosque de bolsillo y en áreas cercanas	- Monitoreo con estaciones portátiles de calidad del aire	- Continuo, con promedios mensuales
Responsable (es) / Participantes	<ul style="list-style-type: none"> - Autoridades locales de Dolega - Ministerio de Ambiente y sus secciones dependiendo el indicador a evaluar - Comité de Cuencas del Río Chiriquí - Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá - IMHPA - Academia y sociedad civil organizada (ONGs, OBCs) - Juntas de Desarrollo Local – JDL - Especialistas y profesionales idóneos 		

Fuente: Adaptado de los catálogos de SbN para Boquete, Dolega y Gualaca

11.2.3 Sistema de Captación de Agua de Lluvia – SCALL

SbN Priorizada	Sistemas de captación de agua de lluvia
Breve descripción, alcance	Según el análisis de vulnerabilidad y riesgo de escasez hídrica bajo los escenarios de cambio climático, en el 2050 los corregimientos de Los Anastacios y Los Algarrobos se verán afectados por un riesgo categorizado como alto de escasez del recurso hídrico. Actualmente se identificó un déficit de 1% para los análisis de la planta potabilizadora de Los Algarrobos (IHCantabria, 2024). A pesar de que las áreas urbanas de Boquete, Dolega (cabecera) y Gualaca presentan un riesgo bajo, las plantas potabilizadoras de estas tres áreas enfrentan desafíos para abastecer de manera continua a la población debido a la falta de infraestructura adecuada. En este sentido los SCALL representan una alternativa ante esta problemática.
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
	- 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 Dolega - Ministerio de Ambiente y sus secciones dependiendo el indicador a evaluar - Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales - Comité de Cuencas del Río Chiriquí - 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 Boquete, Dolega y Gualaca

12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusión

El Plan de Adaptación basado en la Naturaleza de Boquete, Dolega y Gualaca 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 Boquete, Dolega y Gualaca.

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 Boquete, Dolega y Gualaca. La planificación urbana de estos distritos 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 Boquete, Dolega y Gualaca.

13 BIBLIOGRAFÍA

Aminipouri, M., Rayner, D., Lindberg, F., Thorsson, S., Jensen Knudby, A., Zickfeld, K., Middel, A. & Krayenhoff, E. (2019): Urban tree planting to maintain outdoor thermal comfort under climate change: The case of Vancouver's local climate zones. *Building and Environment*, 226-236. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.05.022>

Betti, P., Schneider, T., Ferreira, C; Rodríguez, R. Ribeiro (2023): Guia para a elaboração de planos de adaptação e resiliência climática. São Paulo (Estado): Secretaria de Medio Ambiente, Infraestrutura 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., Murdiyarsa, 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.

Figueroa, 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>

Hartley, M. & Hartley, R. (2021): Valoración de los servicios ecosistémicos de recreación y turismo: un mecanismo para el desarrollo sustentable de la reserva forestal. Grecia, Costa Rica. *Revista Economía y Sociedad*, 26(59), 1-20. Disponible en: <https://doi.org/10.15359/eyes.26-59.4>

IHCantabria (2024): *Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo Climático de las zonas urbanas de Boquete, Dolega y Gualaca*.

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. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. *Cambridge University Press*, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp. Disponible en: <https://10.1017/9781009325844>

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 (2017): *Análisis del Mercado Eléctrico Panameño*. *Dirección de Análisis Económico y Social*. Disponible en: <https://www.mef.gob.pa/wp-content/uploads/2020/12/Analisis-del-mercado-electrico-panameno-DIC-2017.pdf>

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 (2020): *Programa ProCuencas: una iniciativa para la restauración de cuencas en Panamá*. Disponible en: <https://fliphtml5.com/eebm/gqpw/basic>

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/PRINAU-SICA.pdf>

SENACYT & RED CECOMRS (2022): *Visión 2050. Actualización con énfasis en innovación y emprendimiento, Chiriquí*. Disponible en: https://www.senacyt.gob.pa/publicaciones/wp-content/uploads/2023/04/04_Chiriqui.pdf

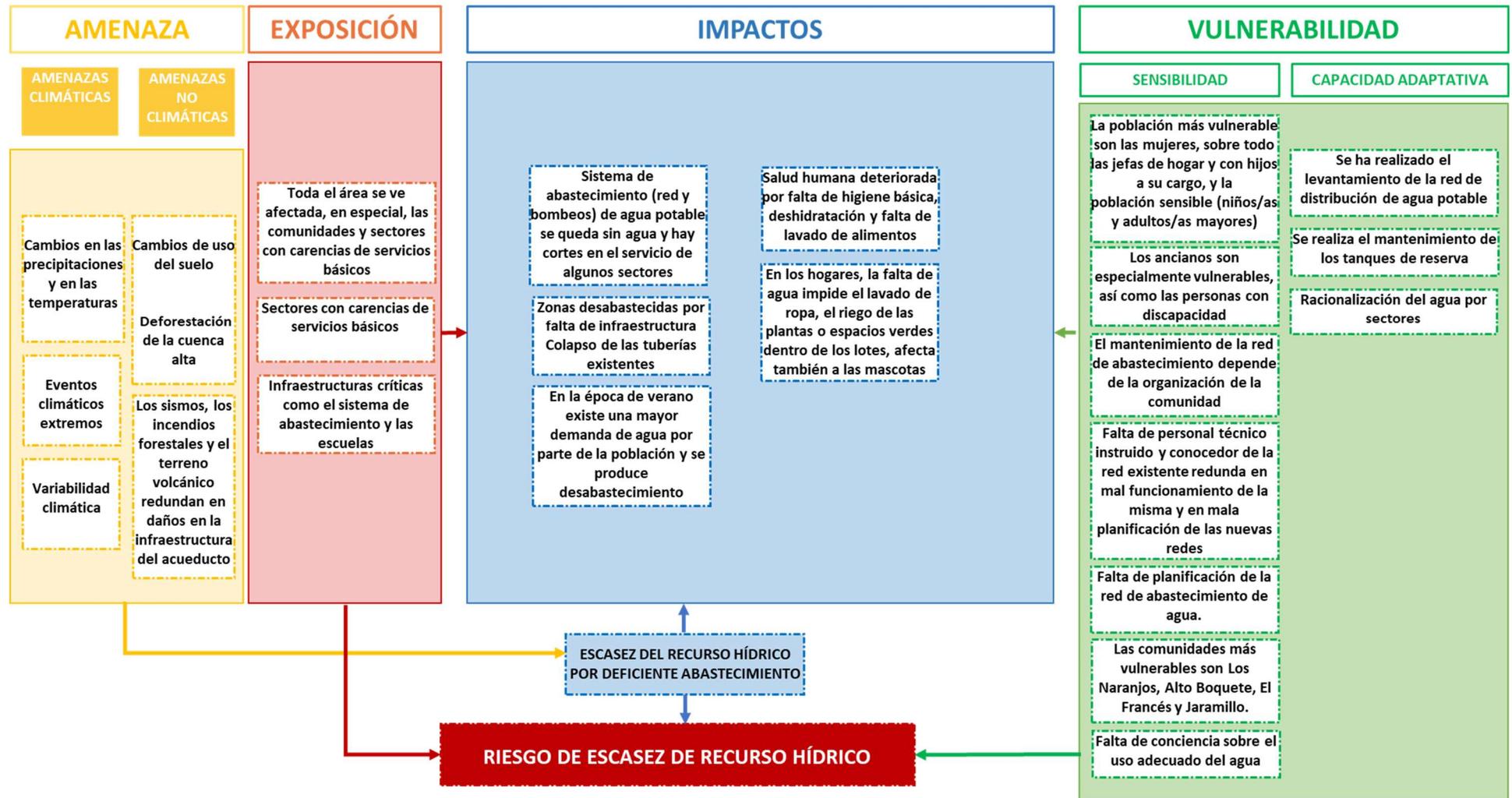
Sistema Nacional de Protección Civil –SINAPROC (2020): *Política Nacional de Gestión Integral del Riesgo de Desastres de Panamá*. Disponible en: <https://www.sinaproc.gob.pa/politica-nacional-del-gird/>

Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Riesgo de Desastres - UNDRR (2024):
Plataforma Desinventar. Disponible en:

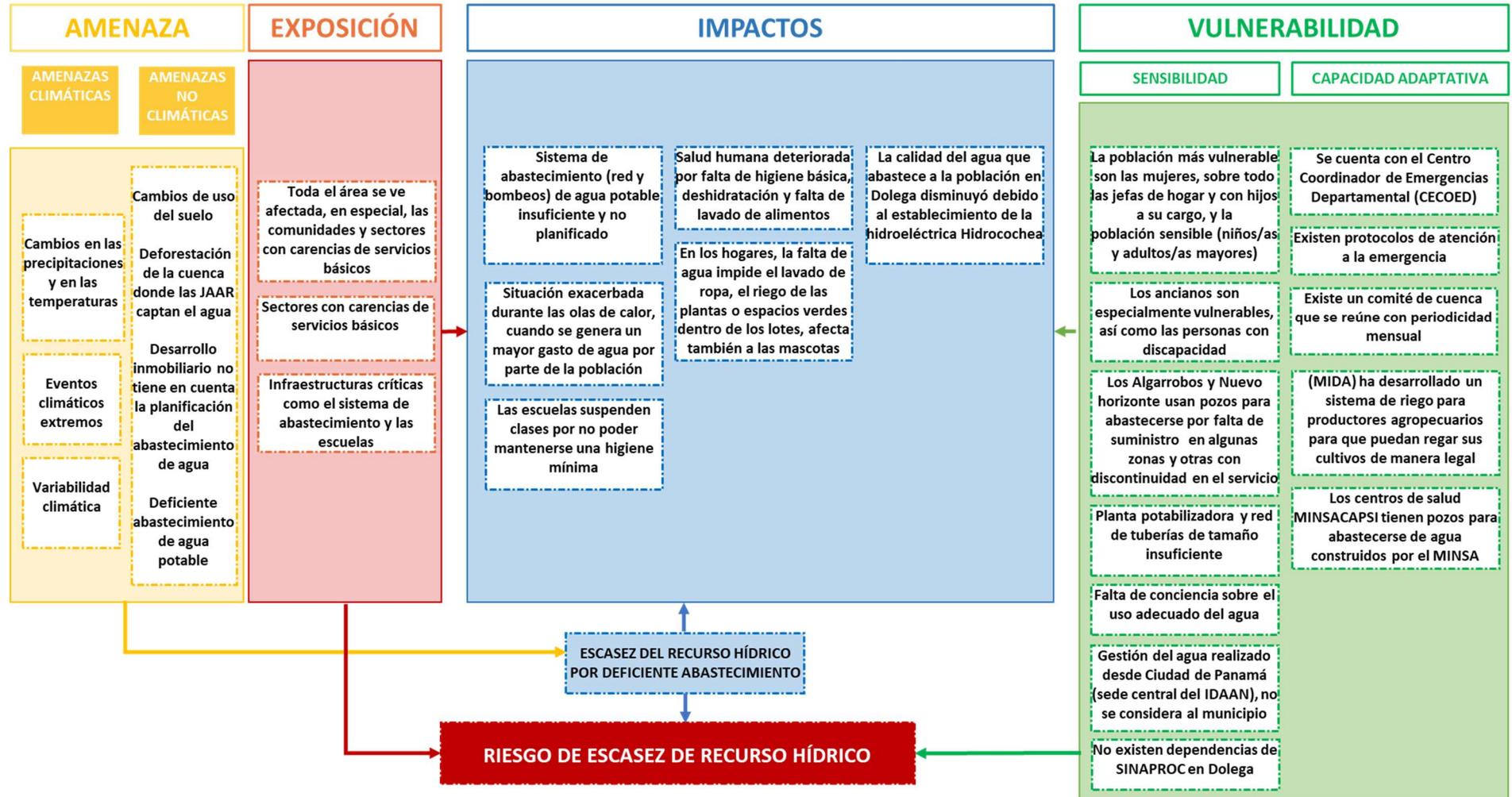
<https://db.desinventar.org/DesInventar/profiletab.jsp?countrycode=pan&continue=y>

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>

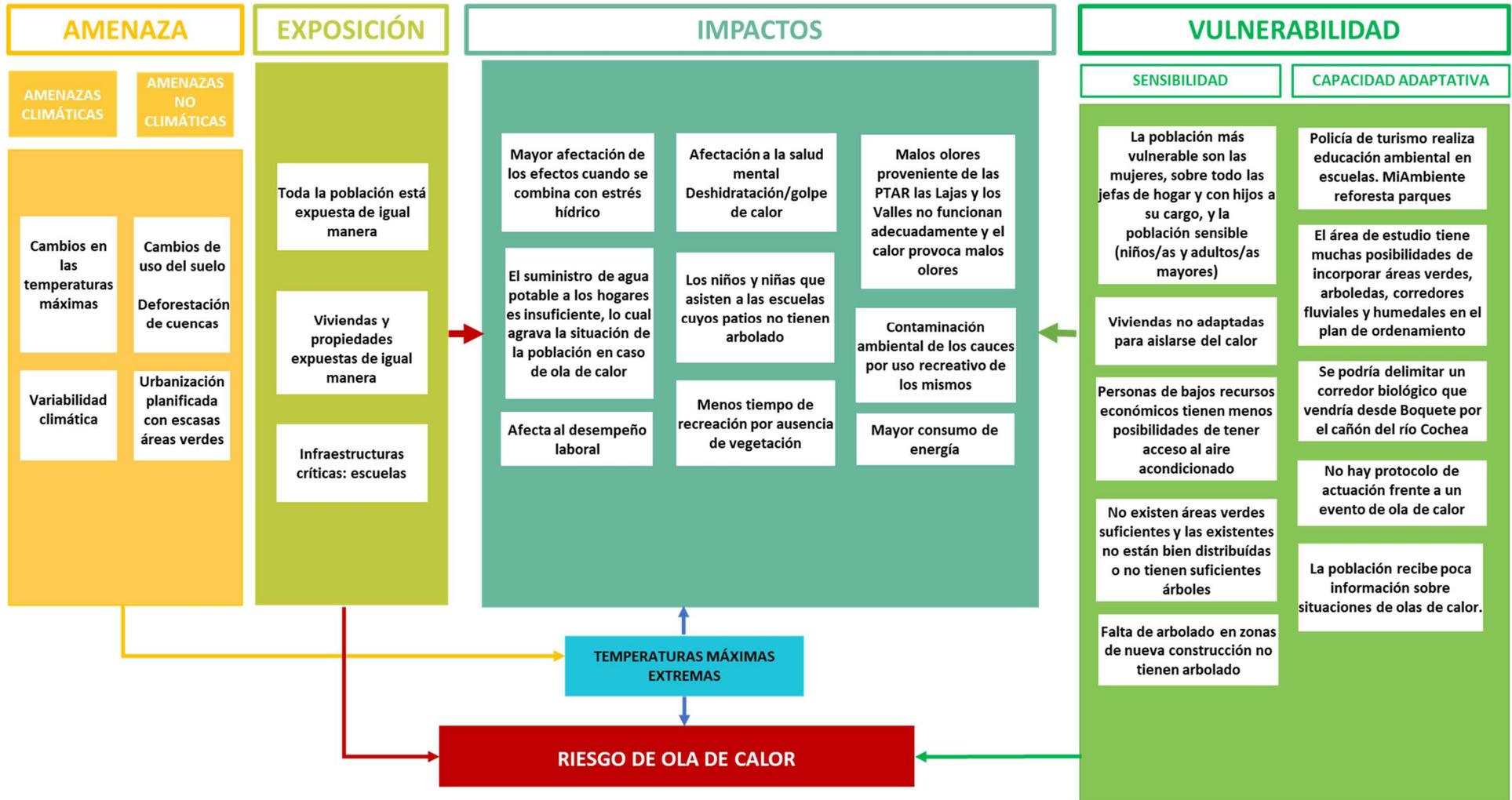
Cadena de Impactos del riesgo de **Escasez Hídrica en Boquete** desarrolladas durante Talleres de Nature4Cities, agosto 2024



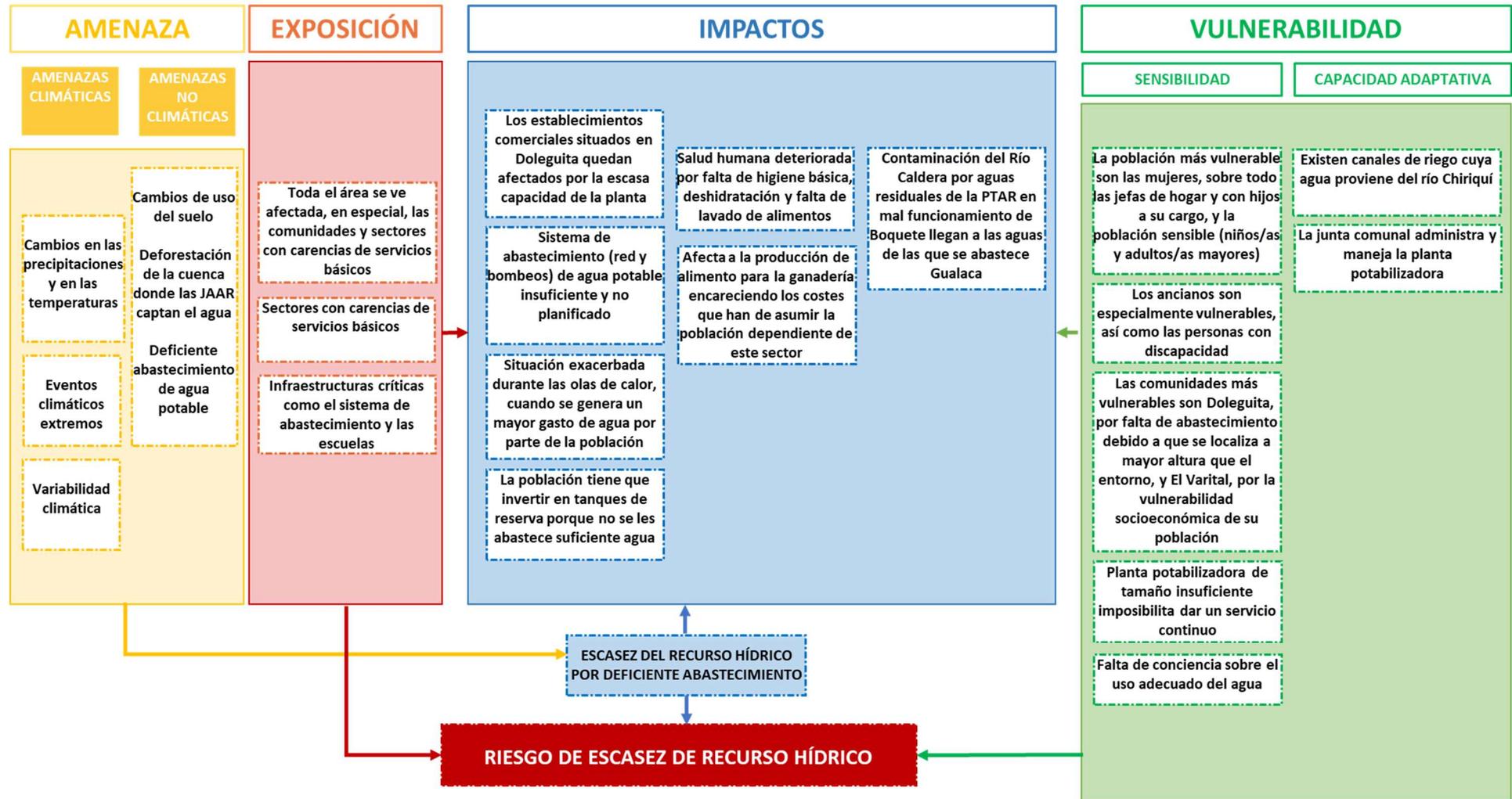
Cadenas de Impactos del riesgo de **Escasez Hídrica en Dolega** desarrolladas durante Talleres de Nature4Cities, agosto 2024



Cadena de Impactos del riesgo de **Olas de Calor en Dolega** desarrolladas durante Talleres de Nature4Cities, agosto 2024



Cadena de Impactos del riesgo de **Escasez Hídrica en Gualaca** desarrolladas durante Talleres de Nature4Cities, agosto 2024



Cadena de Impactos de susceptibilidad por Deslizamientos en Gualaca desarrolladas durante Talleres de Nature4Cities, agosto 2024

