SERVICIO NACIONAL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, RIEGO Y AVENAMIENTO

GOBIERNO DE COSTA RICA

Dirección de Investigación y Gestión Hídrica (DIGH)

Informe final:

´´Portafolio de Proyectos de Aguas Subterráneas del Cantón de Belén´´

SENARA-DIGH-0084-2025

2025

El presente informe tiene el objetivo de evidenciar los avances realizados en la licitación 2022LA-000014-0002600001, específicamente a lo correspondiente al ¨Plan Cantonal de Gestión del Recurso Hídrico para el cantón de Belén”

Elaborado por:

SENARA - GEOTECTICA S.A.

Equipo Participante:

YUSTIN ARIEL PANIAGUA GONZALEZ (FIRMA)

Firmado digitalmente por YUSTIN ARIEL PANIAGUA GONZALEZ (FIRMA)
Fecha: 2025.12.12 09:46:23 -06'00'

Yustin Paniagua González
Dirección Investigación y Gestión Hídrica

SONIA CASTRO CHACON (FIRMA)

Firmado digitalmente por SONIA CASTRO CHACON (FIRMA)
Fecha: 2025.12.12 09:42:45 -06'00'

Sonia Castro Chacón
Unidad Gestión Sostenible Acuíferos

ALONSO ALFARO MARTINEZ (FIRMA)

Firmado digitalmente por ALONSO ALFARO MARTINEZ (FIRMA)
Fecha: 2025.12.12 11:10:24 -06'00'

Alonso Alfaro Martínez
Coordinador UIH

ROBERTO RAMIREZ CHAVARRIA (FIRMA)

Firmado digitalmente por ROBERTO RAMIREZ CHAVARRIA (FIRMA)
Fecha: 2025.12.12 10:58:24 -06'00'

Roberto Ramírez Chavarría
Director DIGH

Contenido

1. Capítulo. Propósito y Alcance 4
1.1 Propósito y Alcance 4
1.2 Relación con el Plan Cantonal de Recursos Hídricos 6
1.3 Objetivo general 6
1.4 Metodología de trabajo 7
1.5 Evidencia del Proceso de Intervención Cantonal 7
1.6 Descripción de los principio y activos del proceso 9
1.1.1. Política de Desarrollo Social del Cantón de Belén 2022-2023. 10
1.1.2. Contribución a los ODS (Agenda 2030-ONU), con visión de cuenca hidrológica 11
1.1.3. Gobernanza de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico 11
2. Capítulo. Diagnóstico de las Cuencas y Sistemas Acuíferos 14
2.1 Resiliencia Urbana en el cantón de Belén 16
2.2. Zonificación Especifica para implementación de los Proyectos de Agua 18
3 Capítulo. Análisis de Actores Sociales- ANEXO (1) 23
3.1 Metodología a implementar 24
3.2 Objetivo general 25
3.3 Objetivos específicos 25
3.5. Estrategias de articulación: 38
I. Foro Comunal Consultivo 38
II. Taller Sector Comunitario. 41
III. Taller Sector Económico. 43
IV. Taller Institucional 46
5. Capitulo Proceso de Formulación de Proyectos 48
5.1.Lineamientos Técnicos y Sociales para la Formulación de Proyectos 50
5.2. Coordinación operativa 79
5.3Comunicación y rendición de cuentas 82
Bibliografía 89

1. Capítulo. Propósito y Alcance

1.1 Propósito y Alcance

El cantón de Belén enfrenta un escenario de presión creciente sobre sus recursos hídricos subterráneos, motivado por el aumento sostenido de la demanda urbana, la expansión territorial y la variabilidad climática. Ante esta realidad, la Municipalidad de Belén mediante contratación a el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento , impulsó la elaboración de un modelo numérico hidrogeológico por medio de un software especializado llamado MODFLOW, este estudio es conocido coloquialmente como ´´*Balance Hídrico*´´*;* el cual, permitió evaluar el comportamiento de los tres acuíferos que sustentan el abastecimiento local, por medio de los acuíferos Bermúdez (Barva), Colima Superior (Linda Vista) y Colima Inferior (Belén).

Los resultados obtenidos permitieron caracterizar con mayor precisión el estado actual del sistema acuífero, su vulnerabilidad y las dinámicas de flujo de las aguas subterráneas, constituyendo la base científica para el diseño del ´´*Portafolio de Proyectos de Agua del cantón de Belén*´´, cuyo propósito es orientar la política local, fortalecer la seguridad hídrica y asegurar la preservación del recurso frente a los escenarios presentes y futuros, planteados por el estudio realizado.

El estudio ´´*Balance Hídrico*´´*;* integró cartografía geológica, registros litológicos, piezometría, pruebas de infiltración y el balance hídrico de suelos basado en la metodología de Schosinsky (2006), que estima la recarga potencial mediante la relación entre infiltración, humedad del suelo, precipitación y evapotranspiración.Con estos insumos se construyó un modelo conceptual e hidrogeológico que luego fue simulado con Visual MODFLOW Flex 10.0 aplicando el método de diferencias finitas (Anderson & Woessner, 2002; Sahuquillo, 1983; Gárfias, 2010). El modelo fue calibrado en estado estacionario con coeficientes de correlación superiores a 0,95 y errores menores al 10%, proyectándose posteriormente escenarios con incremento en la extracción y condiciones climáticas asociadas al CMIP6 (Almazroui et al., 2021).

Los hallazgos son claros: el acuífero Colima Superior constituye la pieza estratégica del sistema por su alta capacidad de recarga lateral y estabilidad, mientras que el Colima Inferior presenta condiciones de sobreexplotación que deben enfrentarse con medidas inmediatas. Bajo escenarios de mayor demanda y cambio climático, se observan abatimientos de hasta 24 m con un 30% más de extracción, y hasta 40 m en el escenario combinado 2050, lo que confirma la necesidad de reforzar la gestión regulatoria y mantener al Colima Inferior como reserva estratégica de la Gran área Metropolitana. Paralelamente, se identifican impactos moderados en el Bermúdez, especialmente en manantiales como ´´Ojo de Agua´´, cuya vulnerabilidad aumenta bajo condiciones climáticas más secas.

La formulación del ´´Portafolio de Proyectos de Agua´´. no responde únicamente a una exigencia técnica; constituye un ejercicio de planificación territorial que reconoce la

importancia de la participación de los distintos actores institucionales y comunitarios. La Municipalidad de Belén, el SENARA, la Dirección de Agua del MINAE, el AyA, las ASADAS y la ciudadanía desempeñan un papel determinante en la validación, construcción y gestión de las propuestas.

Ante lo expuesto en párrafos anteriores, la formulación del ´´Portafolio de Proyectos de Agua´´, no responde únicamente a una exigencia técnica; constituye un ejercicio de planificación territorial que reconoce la importancia de la participación de los distintos actores institucionales y comunitarios. La Municipalidad de Belén, el SENARA, la Dirección de Agua del Ministerio de Ambiente y Energía, Instituto de Acueductos y Alcantarillado, las ASADAS y la ciudadanía desempeñan un papel determinante en la validación, construcción y gestión de las propuestas.

La interacción entre legislación, administración y sociedad, entendidos como pilares de la Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH) y de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se convierte en el marco de gobernanza necesarios para garantizar acciones legítimas y sostenibles. Así, mismo, se establece en la Declaración de Dublín, “todas las personas tienen derecho a agua suficiente, salubre, accesible, asequible y aceptable para el uso personal y doméstico”, premisa que guía y fundamenta los esfuerzos locales.

El cantón de Belén; se ha destacado históricamente por su identidad participativa, su cultura organizativa y su compromiso con el desarrollo comunal. Desde la época prehispánica, cuando los Huetáres; se asentaron en sus terrenos atraídos por la abundancia de manantiales, hasta los procesos de colonización, con la conformación de Haciendas y posterior consolidación del cantón belemita; el agua ha sido el eje de ocupación territorial, y actividad económica. Por su parte el crecimiento industrial, turístico y urbanístico descrito por Balmaceda y Montero (1998); aceleró la presión sobre los acuíferos, motivo por el cual la Municipalidad, desde la década de 1990, ha impulsado la creación de Unidades Ambientales, la formulación de Planes Reguladores y la implementación de instrumentos de protección y monitoreo, en coordinación con SENARA.

Hoy, este ´´*Portafolio de Proyectos de Agua´´,* representa la continuación lógica de ese proceso histórico; al constituirse como una estrategia técnica y participativa que integra los resultados del modelo numérico o ´´*Balance Hídrico´´*, las necesidades socio ambientales actuales del cantón y los desafíos derivados del crecimiento demográfico y económico.

Gestionar el agua en el cantón de Belén, no es solo una tarea científica; sino una responsabilidad intergeneracional que exige un esfuerzo conjunto entre instituciones, sectores productivos y ciudadanía. Este documento representa la ruta inicial para fortalecer el monitoreo, proteger zonas de recarga, regular extracciones y consolidar una gobernanza hídrica que permita mantener un desarrollo territorial responsable y alineado con la disponibilidad real del recurso, preservándolo como patrimonio esencial para las generaciones presentes y futuras.

1.2 Relación con el Plan Cantonal de Recursos Hídricos

El ´´*Portafolio de Proyectos de Agua*´´, se integra de manera directa con el Plan Cantonal de Recursos Hídricos (PCRH), concebido como un instrumento técnico–científico para orientar la toma de decisiones municipales en materia de manejo sostenible del agua.

Los PCRH, desarrollados a partir de la metodología propuesta por el SENARA (2021), responden a la necesidad de que los gobiernos locales gestionen de forma rigurosa los recursos hídricos bajo su jurisdicción, mediante procesos basados en investigación, análisis hidrogeológico y criterios de sostenibilidad.

En ese sentido, este ´´Portafolio´´; constituye la traducción operativa de los objetivos del PCRH al proponer acciones concretas alineadas con la caracterización hidrogeológica del cantón, la vulnerabilidad identificada en los acuíferos y los escenarios futuros de demanda.

Su diseño se sustenta en la premisa de que toda planificación hídrica cantonal, requiere datos técnicos robustos, apoyándose plenamente en los resultados del modelo numérico de acuíferos que permiten identificar prioridades, riesgos y oportunidades de intervención. Del mismo modo, refuerza el principio de legitimación social del PCRH, al incorporar la participación activa de los ´´Gestores Hídricos Cantonales´´, (actores clave en la comprensión del sistema subterráneo), la validación de desafíos y la construcción de soluciones consensuadas.

En coherencia con ello, que el ´´Plan de Gestión Integral del Recurso Hídrico para el cantón de Belén´´, debe incluir aquellos temas de interés para la comunidad belemita tales como : información hídrica actualizada, prevención de desastres asociados a eventos extremos, calidad del agua, instrumentos económicos y financieros que incentiven la gestión integral, buenas prácticas para la sostenibilidad, y medidas que ordenen la extracción de agua potable por parte de los distintos operadores presentes en el territorio, junto con cualquier otro aspecto que se considere fundamental para consolidar una gestión verdaderamente integrada del recurso.

1.3 Objetivo general

Diseñar un ´´*Portafolio de Proyectos de Agua*´´, que incorpore los resultados del ´´*Modelo Numérico para los Acuíferos existentes en el Cantón de Belén, Heredia, Costa Rica*´´ y la definición ´´Plan de Gestión Integral del Recurso Hídrico´´; para apoyar la toma de decisiones hacia un desarrollo sostenible del territorio, con el fin de priorizar acciones sostenibles, inclusivas y basadas en evidencia científica que fortalezcan la Seguridad Hídrica.

1.4 Metodología de trabajo

El desarrollo del ´´Portafolio de Proyectos de Agua´´, responde al requerimiento de orientar la formulación y ejecución de iniciativas sostenibles, inclusivas y sustentadas en evidencia científica; para alcanzarlo, se llevó a cabo un proceso metodológico amplio, participativo y técnicamente riguroso, mediante el cual se integró información hidrogeológica, social, municipal, institucional y territorial; permitiendo construir una propuesta sólida y legítima, alineado con las necesidades reales del cantón y con los lineamientos de gestión integral del recurso hídrico a nivel nacional e internacional.

La metodología implementada se justifica; porque documenta de forma transparente y sistemática todas las actividades desarrolladas durante la elaboración del portafolio, evidenciando el rigor técnico y la calidad de los insumos empleados.

La gestión hídrica comunal; exige procesos basados en datos confiables y herramientas científicas, razón por la cual el ´´*Balance Hídrico*´´*;* desempeñó un papel crucial y trascendental, estos resultados hidrogeológicos fueron complementados con el conocimiento de los diferentes actores sociales generado a través de múltiples mecanismos participativos, tales como foros consultivos, talleres temáticos, mesas de trabajo interinstitucionales, encuestas, entrevistas, análisis de redes sociales, cartografía participativa y giras de campo. Esta combinación permitió comprender; tanto el funcionamiento físico del sistema acuífero como las percepciones y necesidades de la población belemita y otros usuarios beneficiarios de los servicios ecosistémicos que estos acuíferos proveen.

1.5 Evidencia del Proceso de Intervención Cantonal

La intervención territorial; integró visitas de campo, verificación de infraestructura hídrica y reconocimiento social/comunitario; acciones que facilitaron el contraste entre la información técnica y la realidad local.
Paralelamente, la recolección de información institucional incluyó la revisión de bases de datos municipales, concesiones, pozos, uso de suelo y registros históricos, lo cual fortaleció la precisión del diagnóstico.

Los talleres y foros permitieron capacitar a los ´´*Gestores Hídricos Cantonales*´´, mientras que las mesas de trabajo ayudaron a consensuar prioridades y validar proyectos entre la Municipalidad, SENARA, MINAE, AyA, ASADAS y el sector productivo.

Se destaca la importancia de la coherencia institucional y la articulación entre actores, elementos fundamentales para garantizar la legitimidad social del portafolio y su alineación con el ´´Plan Cantonal de Recurso Hídrico´´, ya que aporta claridad sobre los métodos utilizados, la información validada y la forma en que se integraron las distintas dimensiones del recurso hídrico en Belén, asegurando que el portafolio no sea un conjunto aislado de proyectos, sino una herramienta estratégica para la gestión hídrica futura, construida con fundamentos sólidos y la participación activa de la comunidad y las instituciones.

Cuadro N˚1. Resumen de la Metodología de y Evidencias de Intervención Cantonal.

Línea de trabajo	Actividades	Descripción	Productos generados
Intervención territorial	Giras de campo	Verificación de infraestructura hídrica, condiciones de recarga, uso de suelo y zonas críticas.	Registros fotográficos, notas de campo, validación territorial.
	Reconocimiento social-comunitario	Acercamiento al espacio comunitario, administradores, industrias y actores locales.	Mapeo social de problemáticas y percepciones.
	Geotematica y cartografía participativa	Identificación colectiva de riesgos, zonas de interés hídrico y prioridades de acción.	Mapas participativos y capas georreferenciadas.
Consulta y participación social	Foros consultivos	Espacios de diálogo técnico-social sobre el estado hídrico del cantón.	Minutas, acuerdos, validación temática.
	Talleres temáticos	Capacitación sobre hidrogeología, recarga, riesgos y propuestas de gestión.	Contenidos formativos y análisis grupales.
	Mesas de trabajo	Análisis y consenso en torno a proyectos, conflictos y prioridades.	Propuestas validadas y rutas de acción.
Recolección de información	Revisión de bases de datos municipales	Análisis de pozos, concesiones, manantiales, ríos y uso de suelo.	Inventarios actualizados y sistematizados.
	Revisión de fuentes de actores	Identificación de capacidades, roles y necesidades institucionales.	Matriz de actores y funciones.
	Encuestas y formularios	Levantamiento de información sobre uso del agua, cosmovisión hídrica y percepción de riesgos.	Base de datos social y estadística descriptiva.
	Entrevistas semiestructuradas	Profundización en temas críticos con actores clave.	Relatos cualitativos y análisis de contexto.
	Análisis de redes sociales	Identificación de discursos, preocupaciones, concertación de conflictos públicos.	Informe de tendencias y percepciones.
Trabajo técnico y científico	Integración de los resultados de la ´´Modelación Numérica´´	Análisis de resultados de flujo subterráneo, recarga, extracción y escenarios futuros.	Insumos hidrogeológicos para priorización.
	Uso de software especializados	Herramientas SIG, modelación, geoprocesamiento y análisis con criterio de profesional experto.	Mapas, modelos, bases de datos geográficas.
	Sistematización de información	Organización de insumos técnicos, sociales e institucionales.	Documento base del diagnóstico y matriz de proyectos.
Formulación y validación de proyectos	Identificación de proyectos prioritarios	Cruce entre vulnerabilidad, demanda, recarga, capacidad institucional y percepción social.	Matriz de proyecto preliminar.
	Validación participativa del portafolio	Revisión y ajuste del contenido del portafolio con actores clave.	Portafolio final consensuado.

	Priorización estratégica	Clasificación de proyectos por impacto, urgencia y alineación con el PCRH.	Portafolio de Agua Final

Fuente: Elaboración López D, 2025.



Figura N˚1. Metodología de Trabajo y Evidencias de Intervención Cantonal.
Fuente: Elaboración López, 2025.

1.6 Descripción de los principio y activos del proceso

Los principios rectores que orientan el ´´*Portafolio de Proyectos de Agua del cantón de Belén*´´, se fundamentan en la necesidad de garantizar una gestión hídrica integral, sostenible y basada en criterios técnicos.

Estos principios establecen que, toda decisión debe apoyar la protección de los ecosistemas, el equilibrio de las cuencas y el uso responsable del agua subterránea, en concordancia con la normativa ambiental vigente y con los lineamientos técnicos definidos por las instituciones competentes. Asimismo, promueven la transparencia, la participación

social y la articulación interinstitucional como elementos esenciales para legitimar las acciones propuestas y asegurar su sostenibilidad en el tiempo.

En este marco, los activos de proceso del portafolio constituyen los insumos organizacionales que permiten estructurar y gestionar adecuadamente las iniciativas hídricas del cantón; por ejemplo, incluyen los planes, políticas, procedimientos, instrumentos operativos y guías técnicas existentes, tanto formales como informales, que orientan la planificación, ejecución y seguimiento de proyectos, para efectos de este informe se destacan:

1.1.1. Política de Desarrollo Social del Cantón de Belén 2022-2023.

Es un instrumento construido mediante un proceso participativo que sirve de base para la identificación y caracterización de los ´´*Gestores Hídricos Cantonales*´´; su marco conceptual, se sostiene en varios enfoques orientados a garantizar el bienestar, la inclusión y el respeto de los derechos de todas las personas del cantón.

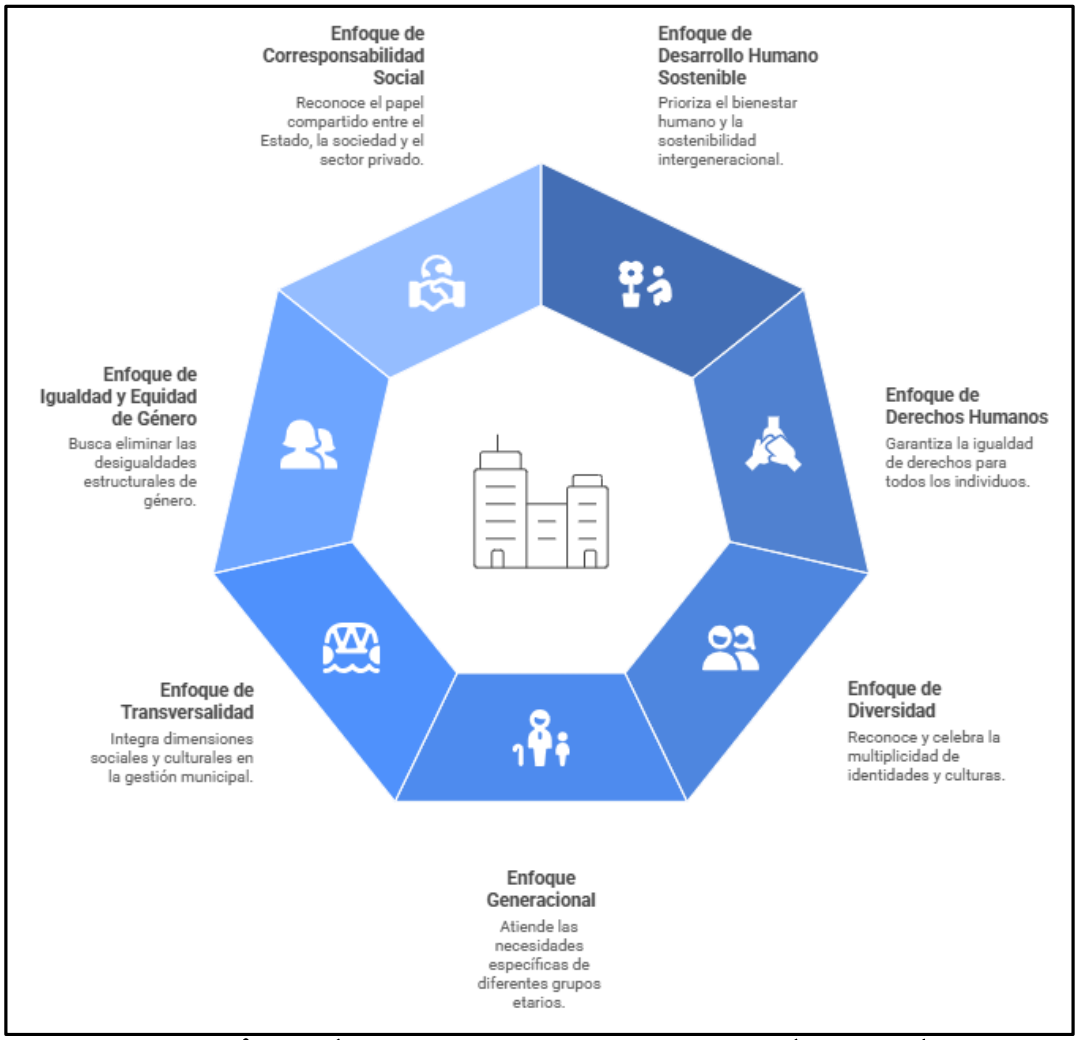


Figura N˚2. Política de Desarrollo Social del Cantón de Belén.
Fuente: Modificado López D, 2025.

1.1.2. Contribución a los ODS (Agenda 2030-ONU), con visión de cuenca hidrológica

Las cuencas hidrográficas, constituyen unidades naturales fundamentales para la gestión ambiental y territorial, donde convergen procesos biofísicos, sociales y económicos que influyen directamente en el bienestar humano. Su manejo integrado, basado en enfoques participativos, sistémicos, de género, territoriales y de cogestión; son esenciales para lograr el desarrollo sostenible (CATIE, 2005). Una gestión adecuada de la cuenca mejora el funcionamiento de los ecosistemas, favorece la disponibilidad de agua y fortalece la resiliencia de las comunidades frente a los desafíos del corto, mediano y largo plazo.

En este marco, los planes de manejo y gestión de cuencas funcionan como instrumentos orientadores que definen programas, proyectos y acciones destinados a resolver problemáticas, aprovechar potencialidades y garantizar el uso sostenible de los recursos naturales (Jiménez y Benegas, 2019). Su implementación constituye una de las herramientas más eficaces para avanzar hacia el desarrollo sostenible, en plena coherencia con la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

El ODS 6: dirigido a "Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos" mantiene una relación directa con la gestión de cuencas, ya que el agua es el elemento articulador de todos los procesos ambientales, sociales y económicos. Su cumplimiento es indispensable para avanzar en otros objetivos como la reducción de la pobreza (ODS 1), seguridad alimentaria (ODS 2), igualdad de género (ODS 5), salud (ODS 3), energía sostenible (ODS 7), ciudades resilientes (ODS 11), producción responsable (ODS 12) y acción climática (ODS 13).

En este contexto, el ´´*Portafolio Hídrico del cantón de Belén*´´, se convierte en una herramienta estratégica que contribuye directamente al logro del ODS 6, al promover proyectos basados en evidencia científica, gestión integral del recurso hídrico, fortalecimiento de la gobernanza local, protección de zonas de recarga, ordenamiento de la extracción y participación comunitaria. Su enfoque sistémico permite identificar sinergias entre los 17 ODS, reconociendo la interconexión entre agua, desarrollo económico, sostenibilidad ambiental y bienestar social.

Además, mediante el análisis de alineamiento estratégico, el portafolio permite evaluar continuamente la pertinencia de sus proyectos, asegurando que estos respondan a los objetivos municipales, a las necesidades del territorio y a los compromisos globales de la Agenda 2030.

1.1.3. Gobernanza de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico

La gestión sostenible del agua en Belén; requiere un modelo basado en la corresponsabilidad entre instituciones públicas, comunidades y el sector privado. Este modelo se sustenta en la definición de la Comisión para la Gobernanza Global de la ONU (1995), entendida… ´´como *un proceso continuo mediante el cual actores públicos y*

privados gestionan asuntos comunes, ajustan intereses diversos y adoptan acciones cooperativas mediante acuerdos formales e informales´´.

En este marco, la gobernanza implica coordinación, diálogo y toma de decisiones con base en resultados concertados (Huppert et al., 2003).

La gobernabilidad democrática, por su parte, se fundamenta en la legitimidad y la efectividad de las instituciones. Según Jiménez (2008), lograr sostenibilidad a largo plazo exige equilibrar ambas dimensiones, pues solo así se reducen tensiones sociales, se fomenta la cohesión comunitaria y se fortalece el Estado de derecho. El agua, al ser un recurso vital y limitado, amplifica estas tensiones cuando su gestión no es equitativa o eficiente.

En el centro de esta relación se encuentra un ´´contrato hidrosocial"´´, un pacto no escrito entre gobierno y sociedad en el que ambas partes asumen responsabilidades compartidas en el uso, protección y distribución del agua (Turton, Meissner, 2002).

Este contrato; es esencial para mantener el equilibrio entre *el agua como medio de vida* y *el agua como insumo productivo*. Cuando este balance se rompe, surgen conflictos, desigualdades y pérdida de confianza institucional; cuando se mantiene, se fortalece la cohesión social, se reduce la controversia y se propicia un desarrollo económico sostenido.

El enfoque de Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH), propuesto por Jonch-Clausen (2004) y retomado por la GWP, aporta un marco conceptual para comprender este equilibrio. La GIRH, se sostiene sobre tres pilares: instrumentos de gestión, entornos propicios y marco institucional, guiados por los valores de eficiencia económica, equidad y sostenibilidad ambiental. Estos principios expresan las normas y valores que determinan cómo se distribuye el agua entre usos, generando el balance necesario para evitar tensiones y promover bienestar colectivo.

El ´´*Modelo Numérico para los Acuíferos existentes en el Cantón de Belén, Heredia, Costa Rica*´´ y la definición ´´*Plan de Gestión Integral del Recurso Hídrico*´´, representan el aporte técnico–científico dentro del triálogo de gobernanza, al proporcionar información confiable para la toma de decisiones, permitiendo evaluar límites de extracción, zonas de recarga, vulnerabilidad del sistema y escenarios futuros, contribuyendo al equilibrio entre la conservación y el aprovechamiento del agua subterránea dentro del territorio cantonal.

Según Turton et al. (2007), la gobernanza hídrica efectiva surge de la interacción entre tres comunidades de práctica:

- **Gobierno**, encargado de generar marcos normativos, regulaciones, incentivos y condiciones institucionales.
- **Sociedad civil y sector privado**, conformados por usuarios del agua, organizaciones comunitarias, industria y comercio.
- **Ciencia y academia**, responsables de producir conocimiento verificable, modelaciones, evaluaciones y criterios técnicos.

Las interacciones entre estos actores forman tres interfaces clave:

- **Gobierno–Sociedad:** legitimidad, participación y satisfacción de necesidades.
- **Gobierno–Ciencia:** toma de decisiones informada por evidencia técnica.
- **Ciencia–Sociedad:** apropiación social del conocimiento y cambio de prácticas.

Estas interfaces constituyen espacios de diálogo; donde se alinean valores, prioridades y acciones; su calidad determina el nivel de gobernanza alcanzado, así como la capacidad del cantón para generar soluciones duraderas en el tiempo.

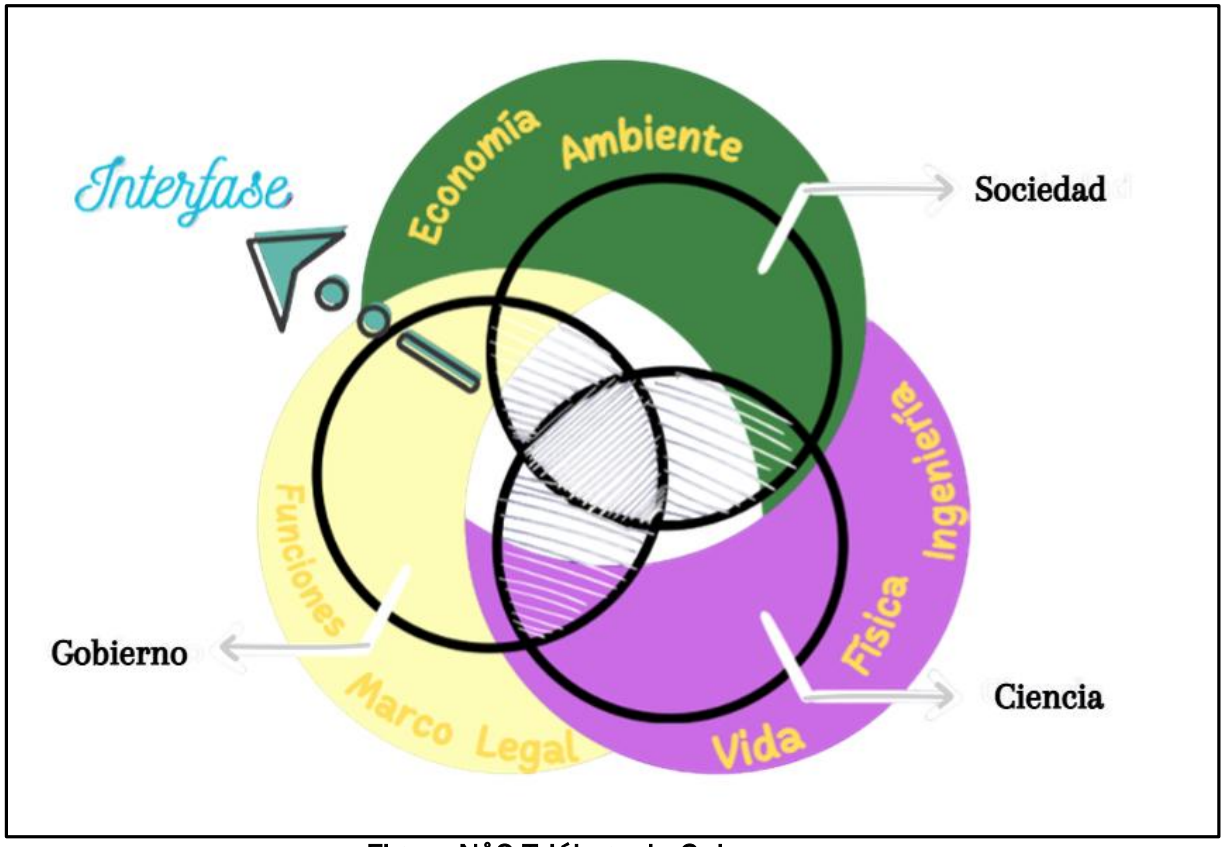


Figura N˚2.Triálogo de Gobernanza.
Fuente: Según Turton et ál (2007).

La gestión territorial del agua en Belén requiere un enfoque basado en cuencas, donde los procesos biofísicos, sociales y económicos son interdependientes y los usos del agua generan impactos que trascienden límites administrativos. Por ello, la corresponsabilidad entre instituciones, sector privado, comunidades y academia es esencial.

La gobernanza hídrica efectiva depende de la calidad del diálogo entre gobierno, ciencia y sociedad, lo que permite decisiones informadas, participación legítima y apropiación social del conocimiento. En Belén, fortalecer estas interfaces es clave para enfrentar riesgos compartidos, proteger los acuíferos Barva–Colima y asegurar una gestión sostenible del territorio y sus recursos hídricos subterráneos.

2. Capítulo. Diagnóstico de las Cuencas y Sistemas Acuíferos

El cantón de Belén (12,9 km²), ubicado en la cuenca del río Grande de Tárcoles y la subcuenca del río Virilla, se organiza hidrológicamente en las microcuencas de los ríos Segundo, Burío, Bermúdez y sectores del Virilla y quebrada Seca. Morfométricamente son cuencas pequeñas, alargadas, con alta densidad de drenaje y coeficientes de almacenamiento muy bajos, lo que se traduce en escurrimientos rápidos, limitada retención hídrica y alta susceptibilidad a inundaciones y erosión. El río Segundo responde de forma casi inmediata a las lluvias; el Burío concentra una red muy densa con procesos de saturación y erosión prolongada; y el Bermúdez, con red más compleja, mantiene drenajes eficientes y picos de caudal que requieren control.

Desde el punto de vista hidrogeológico, Belén se asienta sobre un sistema volcánico asociado al volcán Barva, donde se desarrollan los acuíferos Barva–Colima, de importancia estratégica local y regional. La actualización geológica y el registro de más de 180 pozos permitieron precisar la distribución de formaciones como Barva (Miembros Carbonal y Bermúdez), Tiribí, Lavas Intracañón y Puente Mulas, construyendo un modelo conceptual robusto. La recarga potencial se estimó mediante la metodología de Schosinsky (2006), mostrando que la mayor recarga se concentra en las tobas del Miembro Carbonal y la Unidad Tiribí, mientras que las áreas urbanas e industrializadas presentan recarga baja o muy baja por efecto de la impermeabilización. La dirección general del flujo subterráneo es hacia el suroeste, desde las partes altas hacia el cañón del Virilla, donde se ubican importantes zonas de descarga y captación.

La modelación numérica; permitió cuantificar recarga, simular el flujo subterráneo y evaluar escenarios de extracción y cambio climático con base en datos de SENARA, AyA y MINAE. Los resultados evidencian una explotación muy intensa en unidades hidrogeológica, con caudales superiores a 850 L/s, y captaciones mayores a 200L/s en los manantiales como ´´Ojo de Agua´´ y ´´Puente Mulas´´, que alimentan las fuentes utilizadas para el abastecimiento poblacional.

En síntesis, el diagnóstico muestra un territorio con microcuencas de respuesta rápida, acuíferos de alta importancia y alta presión urbana, que exige una gestión integrada que priorice recarga, control de escorrentía, regulación de extracciones y protección de la calidad del agua subterránea.

Cuadro N˚2. Resumen de los Parámetros Morfométricos de las Microcuencas del Cantón de Belén.

Parámetro Morfométrico	Río Segundo	Río Burío	Río Bermúdez	Interpretación general
Tamaño de cuenca	Cuenca pequeña (mayor extensión relativa)	Cuenca pequeña	Cuenca pequeña	Las tres son pequeñas, con respuesta hidrológica rápida ante lluvias.

Forma de cuenca (Kf)	0.12 (muy alargada)	0.25 (alargada)	0.20 aprox. (alargada)	La forma alargada reduce la sincronización de escorrentía, mantiene alta eficiencia de drenaje.
Densidad de drenaje (Dd)	6.90 km/km²	7.04 km/km²	6.77 km/km²	Alta densidad de drenaje en todas, indica elevada escorrentía superficial y bajo almacenamiento.
Coeficiente de almacenamiento (Cs)	<0.03 (bajo)	<0.03 (bajo)	<0.03 (bajo)	Capacidad limitada de retención hídrica; alta vulnerabilidad ante lluvias intensas.
Relieve / Pendiente	Muy abrupto, alto desnivel altitudinal	Elevado, con rugosidad marcada	Pendiente más baja, relieve ondulado	Rugosidad alta; condiciones favorables a erosión y escorrentía rápida.
Orden de la red hídrica	5	5	6	Bermúdez tiene la red más compleja; requiere manejo detallado de subcuencas.
Número de cauces	Moderado	654 cauces (muy denso)	Extenso y ramificado	Burío presenta la red más densa y erosionada.
Tiempo de concentración (Tc)	0.06 h (muy rápido)	1.39 h (más lento)	0.73 h (intermedio)	Respuesta hidrológica más veloz en el Segundo; el Burío ofrece mayor margen de control.
Comportamiento hidrológico	Respuesta extremadamente rápida; baja retención	Red extensa; escurrimiento denso y prolongado	Drenaje eficiente; riesgo de picos de escorrentía	Todas exhiben escurrimiento rápido; requieren medidas de infiltración y control de caudales.
Riesgos principales	Inundación súbita y erosión	Saturación y erosión prolongada	Pico de caudal y erosión localizada	Necesidad de estrategias integradas de retención y recarga.
Recomendaciones generales	Control de escorrentía, revegetación de márgenes, obras de retención e infiltración.	Restauración de cauces y zonas de amortiguamiento.	Protección de zonas de recarga y manejo de escorrentía urbana.	Estrategias conjuntas de manejo integral de microcuencas, priorizando infiltración y recarga.

Fuente: Elaboración López D, 2025.

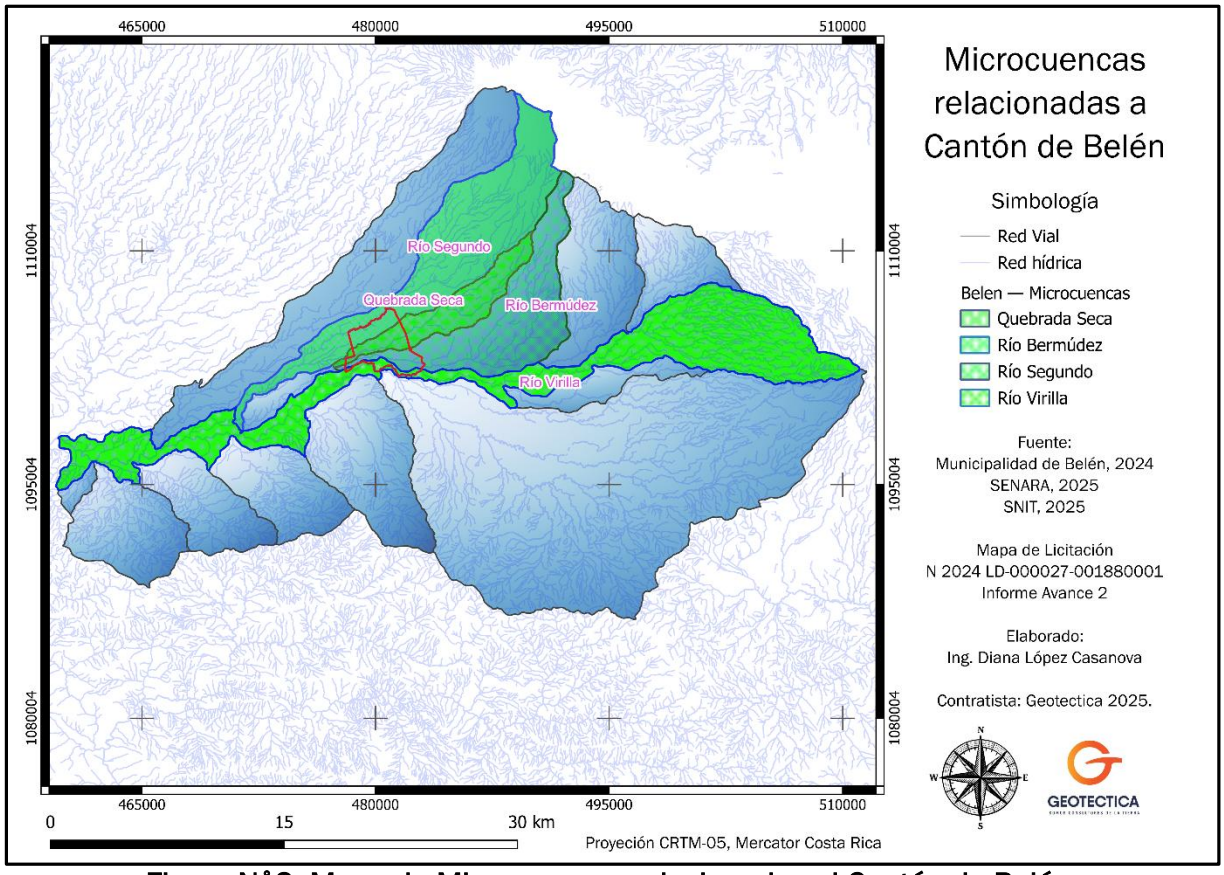


Figura N˚3. Mapa de Microcuencas relacionadas al Cantón de Belén
Fuente: Elaboración López, D. 2025.

2.1 Resiliencia Urbana en el cantón de Belén

La resiliencia urbana; se ha vuelto indispensable para Belén ante la presión del crecimiento urbano, el aumento de la demanda hídrica y la vulnerabilidad de los acuíferos Barva y Colima. En un cantón densamente urbanizado, esta resiliencia implica, la capacidad del territorio para anticiparse, resistir y recuperarse frente a inundaciones, sequías y eventos climáticos extremos.

Este enfoque se articula con el ´´*nuevo Plan Regulador*´´, el ´´*Portafolio de Proyectos de Agua*´´ y el ´´*Plan Cantonal de Recursos Hídricos*´´, que orientan el desarrollo local hacia la protección del suelo, la seguridad hídrica y el bienestar de la población, bajo estrategias que integren desarrollo urbano sostenible, reducción del riesgo, infraestructura adaptativa y una gobernanza colaborativa capaz de responder a los desafíos climáticos y territoriales del siglo XXI.

La identificación de vulnerabilidades, los sistemas de alerta temprano, la restauración de riberas, los pavimentos permeables, los corredores eco-hidrológicos/biologicos y la instalación de SUDS permiten disminuir las inundaciones, mejorar la recarga y proteger los acuíferos. El uso de los datos técnicos provenientes de ´´Balance Hídrico´´, la

implementación de herramientas y proyectos de agua, monitoreo permitirán anticipar escenarios críticos y orientar decisiones informadas.

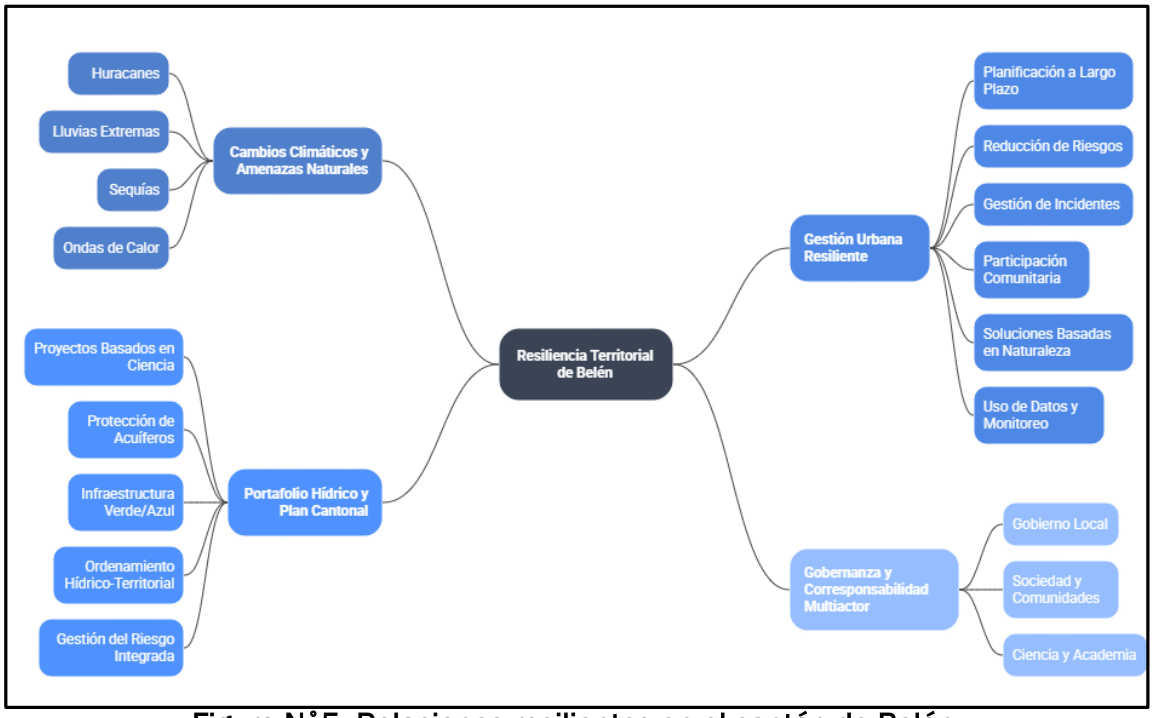


Figura N˚5. Relaciones resilientes en el cantón de Belén.
Fuente: Elaboración propia López., D. 2020.

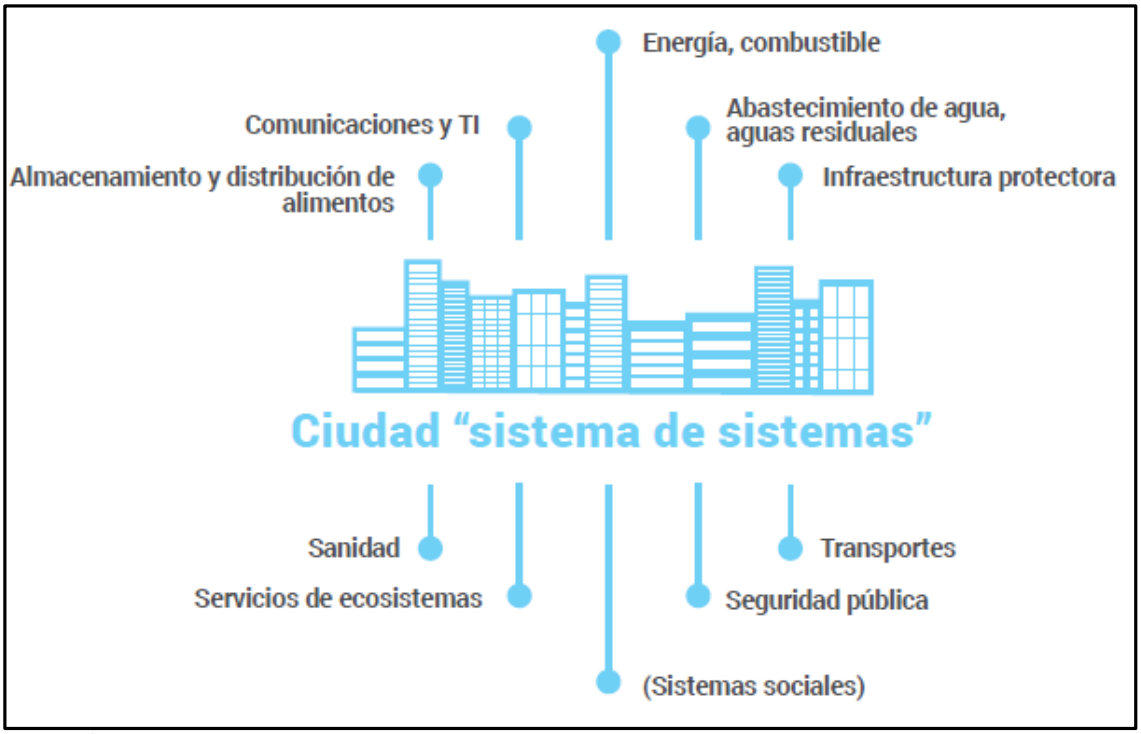


Figura N˚6. La resiliencia abordada como ´´sistema de sistemas´´ que forma la ciudad.
Fuente: UNISDR, D. 2020.

2.2. Zonificación Especifica para implementación de los Proyectos de Agua

La zonificación territorial; es una herramienta fundamental para la Gestión Integrada de las Aguas Subterráneas, ya que permite planificar el uso del suelo en coherencia con la disponibilidad, vulnerabilidad y calidad del recurso hídrico. Al delimitar áreas según su función ambiental y su comportamiento hidrológico, la zonificación facilita la protección de zonas de recarga, el control del crecimiento urbano en áreas sensibles y la asignación eficiente de infraestructura de abastecimiento, saneamiento y drenaje pluvial.

En el cantón de Belén, los aspectos morfométricos de las microcuencas como; la forma alargada, alta densidad de drenaje, bajos coeficientes de almacenamiento y tiempos de concentración reducidos, son determinantes para orientar la localización de proyectos de agua, ya que revelan las características de las cuencas, como su respuesta hidrológica rápida, escasa retención natural y alta susceptibilidad a inundaciones, erosión y contaminación superficial.

Por ello, la resiliencia urbana, debe dar prioridad a acciones que favorezcan la infiltración, la restauración de las riberas y el control de la escorrentía, especialmente en aquellos sectores donde la pendiente y la urbanización intensiva agravan estos procesos. Esta planificación también cumple un papel preventivo al identificar y diferenciar las zonas de riesgo hídrico del cantón: las áreas de alta recarga, donde es indispensable limitar usos incompatibles y promover Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) que incrementen la infiltración; las zonas de baja recarga, generalmente asociadas a superficies impermeabilizadas y mayores caudales superficiales; y las áreas de captación activa, donde la presión sobre los acuíferos requiere medidas estrictas de protección para garantizar la sostenibilidad y seguridad hídrica a largo plazo

Con el fin de fortalecer la recarga de los acuíferos Barva–Colima, se definió una línea estratégica orientada a identificar zonas de intervención en el cantón, las cuales se muestran a continuación:

Cantidad de agua: Para contribuir con el aumento del volumen de recarga de los acuíferos que abastecen a la población del cantón y que puedan ser implementadas dentro de su límite territorial, se desarrolló un análisis integral orientado a garantizar el uso sostenible del recurso subterráneo. Para ello, se consideraron los siguientes criterios:

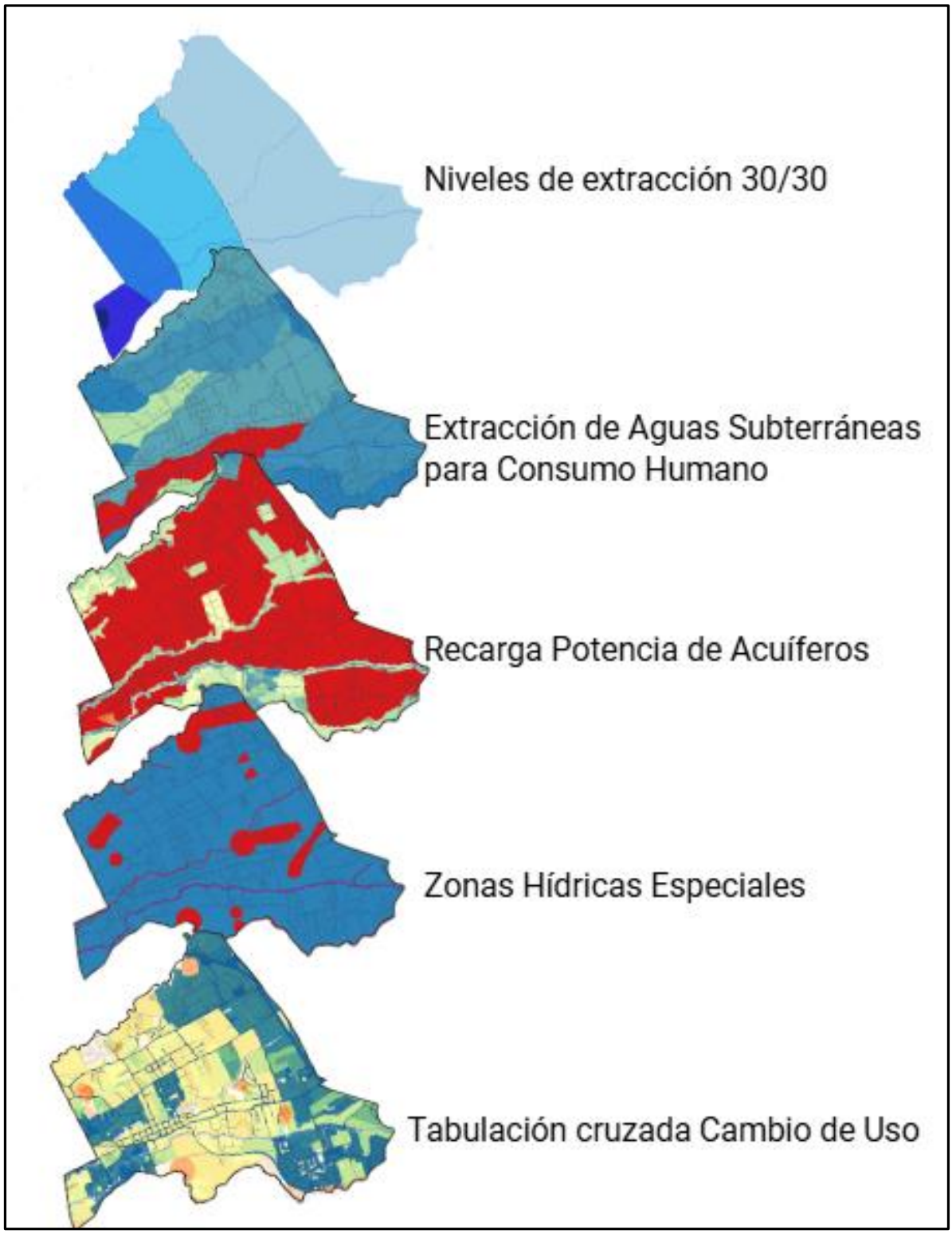


Figura N˚7. Algebra de priorización para intervención de cantidad en Belén.
Fuente: Elaboración propia López., D. 2025.

La integración de estas capas mediante álgebra de mapas permitió delimitar el sector sureste del cantón como la zona más prioritaria, coincidente con el campo de pozos y la galería de captación del AyA, donde se extraen cerca de 100 L/s. Aquí, la implementación de SbN es clave para disminuir el estrés hídrico y proteger la calidad del agua.

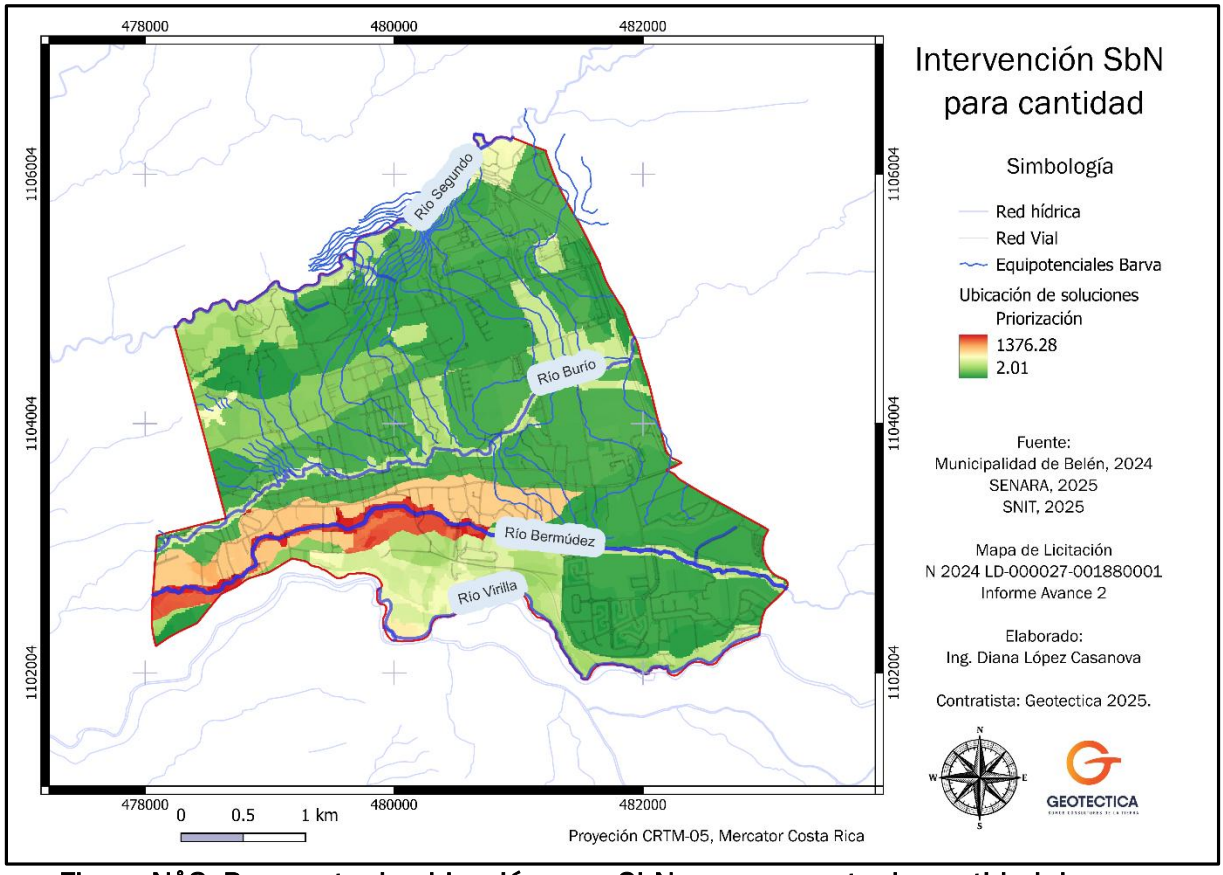


Figura N˚8. Propuesta de ubicación para SbN para aumento de cantidad de agua
Fuente: Elaboración propia López., D. 2025.

Calidad de agua: Para mejorar la calidad del agua que se infiltra en los acuíferos del cantón de Belén, es indispensable comprender la influencia directa de la escorrentía proveniente de la zona alta de la cuenca. Estos flujos descienden con rapidez y transportan una carga significativa de contaminantes físicos, químicos y biológicos, lo que convierte a la escorrentía superficial en un factor determinante de la calidad del agua subterránea. Ante este escenario, se vuelve esencial incorporar variables asociadas al comportamiento del agua superficial, para promover SbN; que permitan regular la escorrentía, reducir su velocidad, filtrar contaminantes y favorecer la infiltración limpia. Estas medidas no solo protegen los acuíferos Barva y Colima, sino que fortalecen la gestión integral del territorio y la resiliencia hídrica del cantón. Para abordar la contaminación superficial y los riesgos de inundación se analizaron:

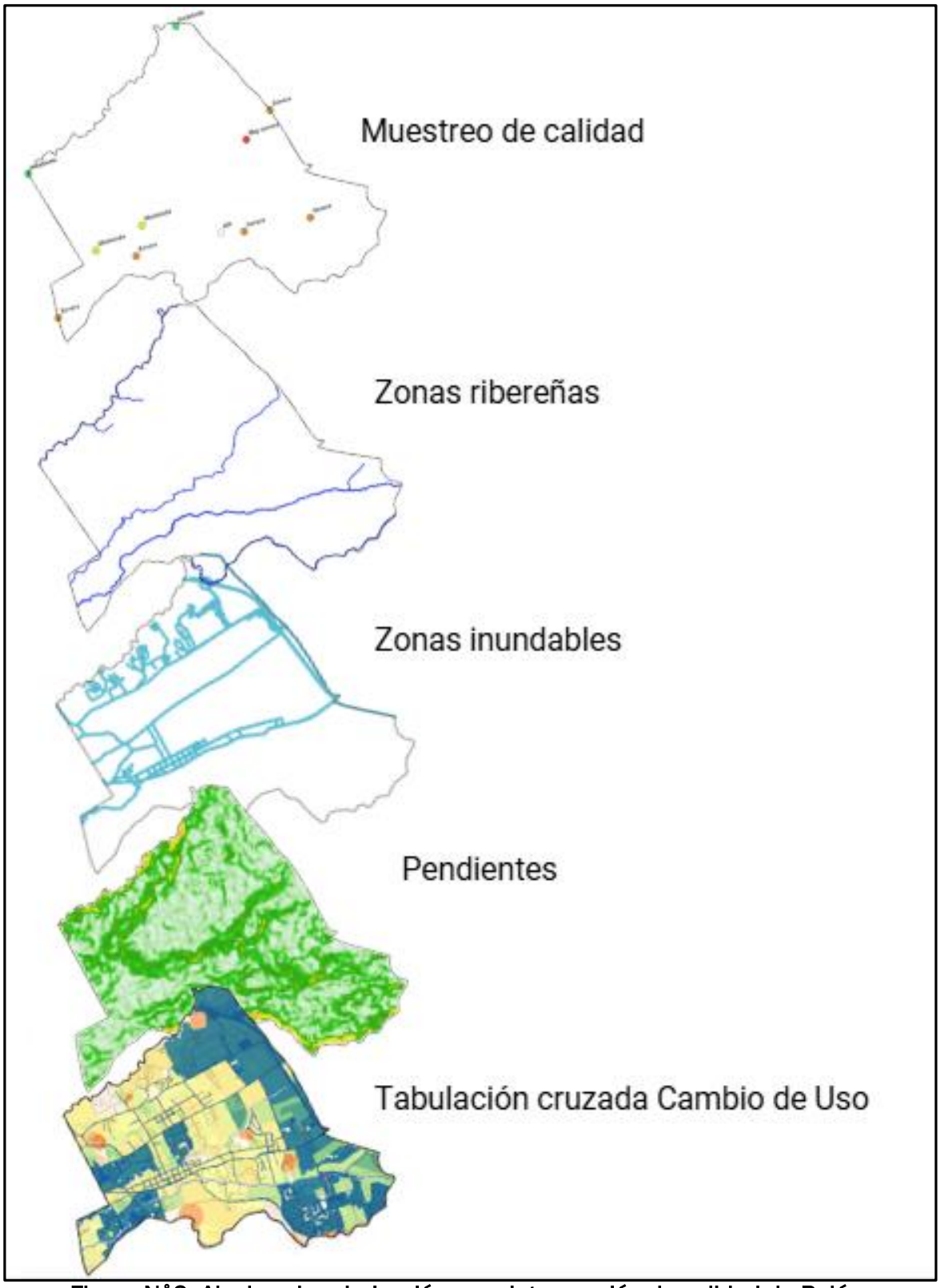


Figura N°9. Algebra de priorización para intervención de calidad de Belén.
Elaboración: Fuente Propia, 2025

Este análisis evidenció que las zonas de pendiente bajan y alta impermeabilización generan acumulación de escorrentía, arrastre de contaminantes y mayor riesgo para los cuerpos de agua urbanos, incluidos manantiales como Ojo de Agua, donde ya se detectan trazas de nitratos (UNA, 2025). Estas condiciones refuerzan la necesidad de SbN que reduzcan cargas contaminantes, mejoren la filtración y disminuyan la frecuencia de inundaciones.

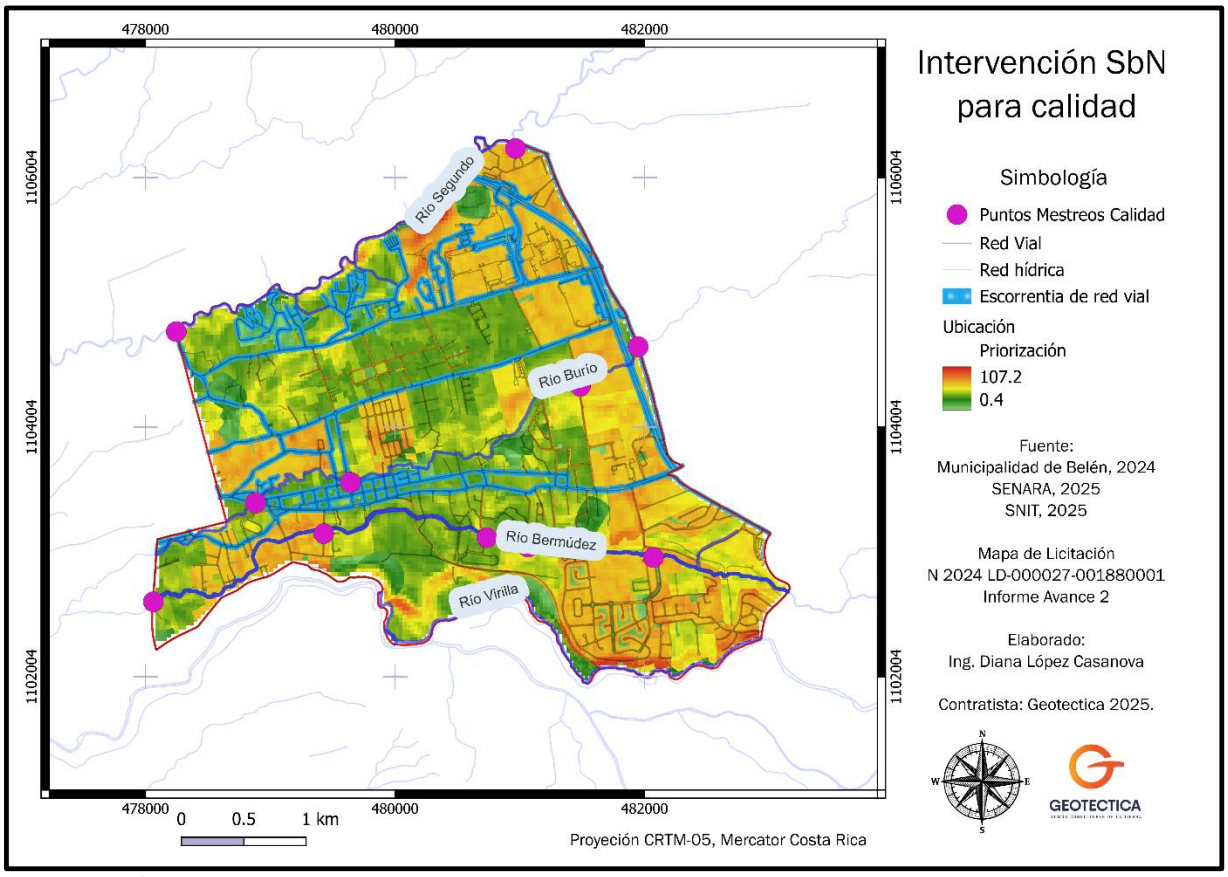


Figura N˚10. Propuesta de ubicación para SbN para disminución de contaminación en agua superficial. Fuente: Elaboración propia López., D. 2025.

La sobreposición de resultados permitió identificar tres zonas prioritarias:

Entrada del río Segundo: área propensa a empozamientos por cambio de pendiente; requiere SbN que protejan su estado incipiente de contaminación.
Salida del río Bermúdez: río más contaminado del cantón, coincide con la zona de captación del AyA; prioridad máxima para descontaminación y protección de recarga.
Tajo Pedregal: área altamente vulnerada donde se ha alcanzado el acuífero Colima; riesgo elevado de contaminación por exposición de suelos y conflictividad social.

Estas zonas concentran riesgos hidrológicos, presión urbana y vulnerabilidad de los acuíferos, por lo que son puntos críticos para la implementación de SbN y proyectos de gestión hídrica.

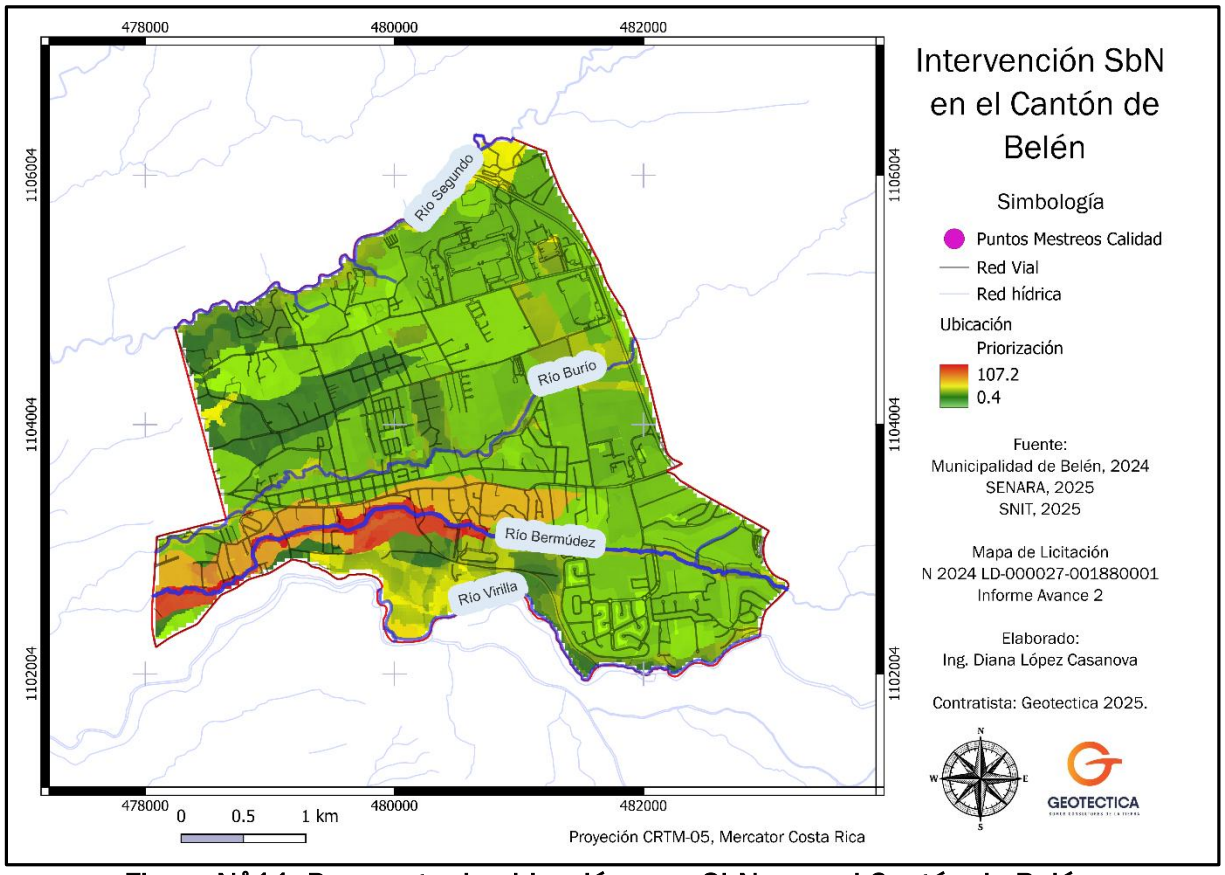


Figura N˚11. Propuesta de ubicación para SbN para el Cantón de Belén
Fuente: Elaboración propia López., D. 2025.

3 capítulo. Análisis de Actores Sociales- ANEXO (1)

El cantón de Belén, presenta dinámicas socioambientales complejas alrededor del recurso hídrico subterráneo, donde convergen múltiples actores con intereses, capacidades y percepciones distintas. La identificación y caracterización de estos gestores hídricos es un paso esencial para la construcción del ´´Plan Cantonal de Recurso Hídrico´´, ya que permite comprender quiénes intervienen, qué acciones realizan y cómo influyen en la gestión del agua subterránea a escala local.

El proceso se fundamenta en un enfoque metodológico participativo y constructivista, orientado a reconocer a los actores como personas, organizaciones e instituciones con capacidad de decisión, influencia y articulación frente a la problemática hídrica. Se adopta la definición de ´´**Gestor Hídrico**´´: como aquel colectivo o individuo con intereses comunes, cierto grado de organización y recursos, y capacidad de actuar estratégicamente en relación con el agua subterránea, incorporando perspectivas de género e intergeneracionales.

3.1 Metodología a implementar

La metodología desarrollada para identificar y caracterizar a los ´´Gestores Hídricos del cantón de Belén´´, se fundamenta en el enfoque del marco lógico, integrando principios de participación social, enfoque intergeneracional, perspectiva de género y construcción colectiva del conocimiento. Su objetivo es generar una base social y técnica sólida para el diseño del ´´Plan Cantonal de Recurso Hídrico´´, articulando saberes científicos con prácticas locales en un proceso de desarrollo endógeno.

El punto de partida reconoce que la gestión del agua subterránea ocurre en un territorio con dinámicas socioambientales complejas, donde confluyen intereses económicos, urbanos, comunitarios y ambientales. Esta realidad exige un proceso participativo capaz de equilibrar visiones conservacionistas, necesidades de crecimiento urbano y demandas productivas.

La metodología incorpora referentes internacionales como el Informe Brundtland (1989), la Agenda 2030 y sus ODS, y los principios de conciencia ambiental del Convenio de Diversidad Biológica (1992). Estos marcos promueven la sostenibilidad, la equidad, la corresponsabilidad y el análisis integral de políticas, elementos esenciales para una gobernanza hídrica moderna. Asimismo, incorpora el enfoque de género adoptado por la Municipalidad de Belén en su Plan Regulador, asegurando que cualquier acción considere impactos diferenciados entre mujeres y hombres.

El proceso descansa en cuatro premisas:

1. Articulación entre gestión hídrica y planificación territorial;
2. Reconocimiento de las experiencias históricas de participación comunitaria;
3. Evitar la “pseudo participación”, donde la comunidad es objeto y no sujeto del proceso;
4. Impulsar una participación activa basada en aprendizaje social, compromiso y manejo de conflictos.

Para ello se definen tres ámbitos indispensables:

- Intervención social, que vincula a técnicos y actores mediante diálogo directo;
- Aprendizaje social, que permite reinterpretar la realidad y generar soluciones compartidas;
- Compromiso social, que sostiene la continuidad y legitimidad del proceso.

La metodología se operacionaliza mediante una serie de criterios de selección de actores (interés, influencia, ubicación territorial, participación previa, nivel de conocimiento y compromiso). Estos criterios permiten identificar individuos, organizaciones e instituciones con capacidad de incidir en la gestión del agua subterránea.

Una etapa clave; es la consulta a actores sociales claves, donde se intercambian percepciones, se identifican mitos y se reconocen posibles conflictos. Esta consulta se

complementa con la aplicación de diversas técnicas participativas, clasificadas según su función:

- Presentación (romper hielo),
- Dinamización (cohesión grupal),
- Análisis (diagnóstico participativo),
- Evaluación (retroalimentación).

También se diferencian técnicas orales individuales y colectivas que facilitan el diálogo y la toma colectiva de decisiones.

En conjunto, esta metodología garantiza un proceso ordenado, inclusivo y orientado a la acción, que reconoce a los actores como sujetos activos de la gestión hídrica. A partir de esta base participativa, el Plan Cantonal de Recursos Hídricos podrá formular estrategias legítimas, sostenibles y coherentes con la realidad territorial, social y ambiental del cantón de Belén.

3.2 Objetivo general

Aplicar un modelo metodológico para identificar, caracterizar y analizar a los gestores hídricos del cantón, generando mecanismos de participación y planeación estratégica para su incorporación al Plan Cantonal de Recursos Hídricos de Belén.

3.3 Objetivos específicos

- Reconocer las dinámicas ambientales vinculadas al agua subterránea y la estructura social con influencia en la toma de decisiones.
- Seleccionar y caracterizar a los gestores según su interés e influencia en la gestión hídrica.
- Elaborar un mapeo de actores que represente gráficamente los escenarios de interacción y participación.

3.4 Fases del proceso

La siguiente guía técnica resume el proceso metodológico aplicado para identificar y caracterizar a los Gestores Hídricos del cantón de Belén, con el propósito de integrarlos de manera estratégica en el ´´Plan Cantonal de Recursos Hídricos´´. El método permitió reconocer las dinámicas ambientales asociadas al agua subterránea y los actores sociales que influyen en la toma de decisiones; seleccionar y clasificar a los ´´Gestores Hídricos´´; según su nivel de interés e influencia; y elaborar un mapeo de actores que muestra sus relaciones y escenarios de participación.

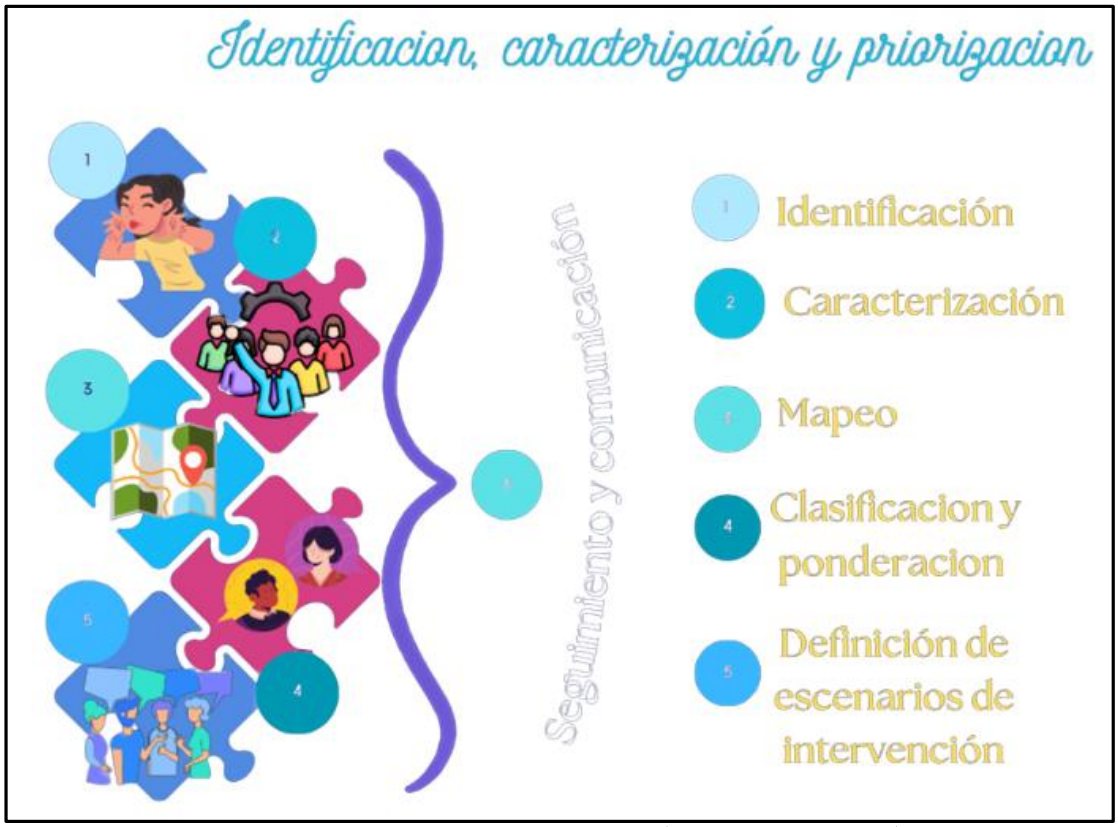


Figura N° 12. Proceso de Caracterización de Gestores Hídricos.
Fuente: Geotectica, 2024.

a. **Identificación inicial de actores:** Por medio de reuniones, entrevistas y visitas de campo, se identificaron actores claves con participación directa en las dinámicas hidrosociales del cantón. A continuación, se presenta un resumen de las gestiones realizadas dentro de esta fase:

En principio y bajo el escenario de análisis de las aguas subterráneas dentro del cantón, se procedió a realizar un análisis general de los concesionarios reportados en la Dirección de Agua del Ministerio de Ambiente y Energía en el año 2023, en total se reporta 194 concesiones entre manantiales, captaciones superficiales y pozos; determinándose que existen 22 concesiones para aprovechamiento de manantiales únicamente 12 se encuentra otorgadas o corresponde a solicitudes nuevas.

Para el caso de las extracciones por medio de pozos; se reconocen 155 expedientes, de ellos 101 se encuentran en un estado de otorgado, solicitud nueva o resuelto, esta lista se seleccionaron aquellos concesionarios con caudales mayores a 0, dando como resultado 44 usuarios de este recurso.

El total de la línea base de actores es de 517 actores, y se encuentra en el ANEXO I.

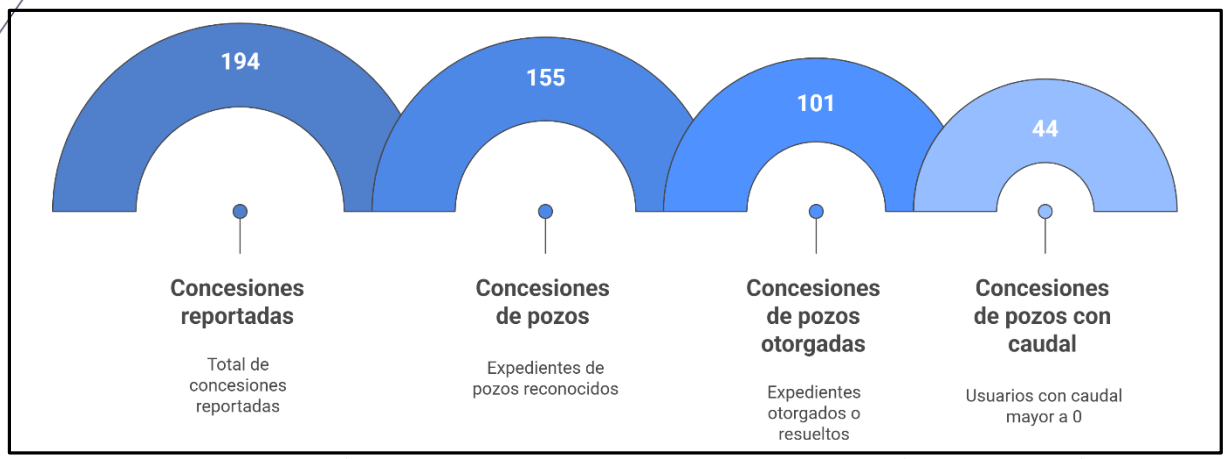


Figura N° 13. Análisis de concesionarios de aguas subterráneas en Belén.
Fuente: Geotectica, 2025.

Por medio de las plataformas oficiales de la Municipalidad de Belén y reuniones con representantes de diferentes unidades de la institución, se construyó una base de datos cantonal, que permitió reconocer los diferentes actores y muchas de las actividades económicas y sociales, con un total de 148 actores representantes de sectores comunitarios, empresariales, comerciales, inmobiliarios, turísticos, municipales e institucionales.

Además de lo anterior con entrevistas directas y el bosquejo dentro de redes sociales; como Facebook e Instagram se identificaron 44 actores más, a esta lista final se incluyeron actores recomendados por el SENARA (24) e instituciones y organizaciones comunales descritos dentro del ASIS del Ministerio de Salud en Belén, de los cuales se mantuvieron 56. Por criterio final se incluyeron centros educativos y representantes de otras instituciones que tiene injerencia nacional o regional, además de subdividir las unidades de la Municipalidad agregando 90 actores a la lista final.

Se obtuvo una base de datos proveniente de las Fuerzas Vivas de la Comunidad, sin embargo, no se contempló dentro de la identificación debido a que únicamente comprende correos electrónicos, situación que no permite la caracterización propuesta.

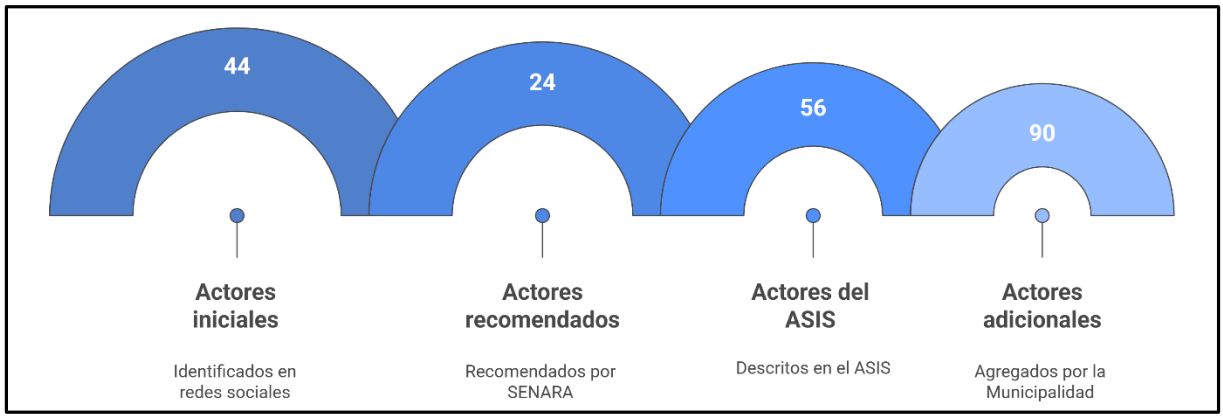


Figura N° 14. Análisis de concesionarios de aguas subterráneas en Belén.
Fuente: Geotectica, 2025.

b. **Caracterización y análisis:** De la fase anterior se logró definir un conjunto de descriptores para caracterizar a los actores hídricos, tomando como referencia conceptual la Metodología de Procesos y Mecanismos de Concertación (Mapeo de Actores) de Helvetas Swiss Intercooperation, presentada po GIZ (2014). Es importante señalar que esta metodología fue ajustada para adecuarla a las particularidades y dinámicas propias del cantón de Belén.

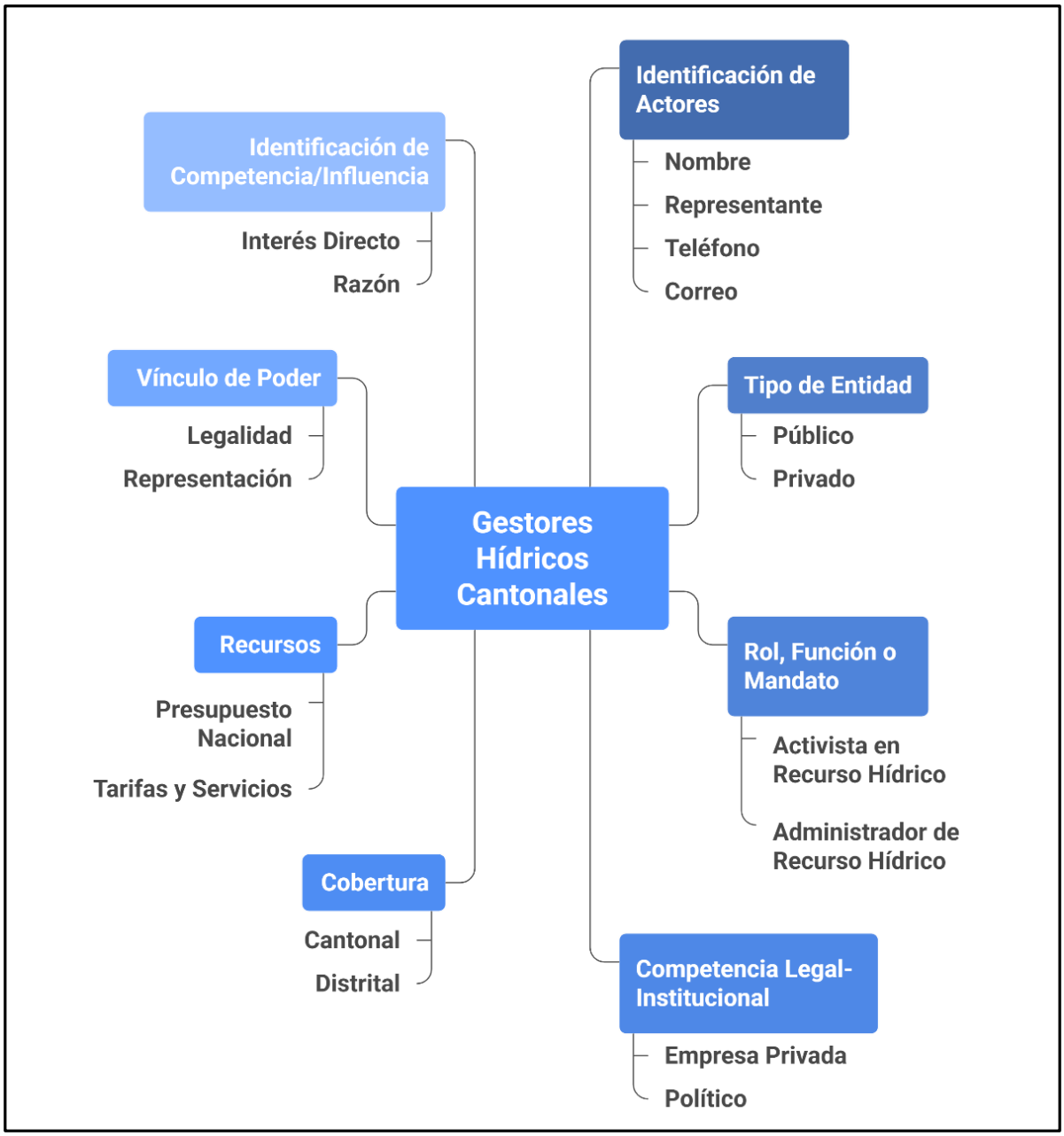


Figura N° 15. Descriptores para la Caracterización de Gestores Hídricos Cantonales.
Fuente: Modificado GIZ, 2014.

Los actores identificados fueron agrupados y evaluados según variables previamente definidas (Figura N.°15), a partir de un formulario virtual compartido por las redes sociales de la prensa local y la Municipalidad de Belén.El formulario estuvo accesible por un periodo aproximado de 20 días, y participaron 39 actores, logrando reconocer 69 Gestores Hídricos Cantonales, con esta información se procedió a realizar la siguiente fase. Mas sin embargo dentro del análisis se consideraron otros actores identificados en el proceso, en el siguiente cuadro se resumen los resultados generales:

Cuadro N˚3. Resultados de la Caracterización principal de los Gestores Hídricos.

Descriptor de caracterización	Interpretación general
Perteneciente a grupo relacionado con recurso hídrico	Existe una alta vinculación directa (76%) con temas hídricos, la mayoría de los actores caracterizados, ya forma parte de organizaciones, comités o instituciones relacionadas con el agua, lo cual fortalece la legitimidad del proceso participativo y evita la "pseudo participación". Lo anterior es cogerente con la´´ Cosmovisión del Belemita´´ y las fuerzas vivas activas dentro del cantón.
Tipo de entidad	Se presenta un equilibrio entre los actores, evidenciando la Gobernanza Hídrica en Belén, basado en la configuración de un sistema mixto donde la institucionalidad convive con los sectores privados y sociales.
Tipo de organización	Se refleja una diversidad funcional, conformado por un tejido territorial diverso en que las instituciones y los diferentes actores inciden e influyen en la coordinación efectiva y los espacios de diálogos para asegurarse decisiones coherentes y sostenibles.
Rol / Funciones	Belén mantiene una cultura comunitaria solida con una capacidad social critica para sostener y discutir temas ambientales y relacionados con el recurso hídrico subterráneo, lo anterior exige del respaldo institucional para la toma de decisiones a nivel de incidencia en la gestión y la economía de la gestión hídrica cantonal.
Nivel de cobertura	La gestión es mayoritariamente cantonal, lo que coincide con los principios básicos del plan a proponer; el segundo nivel es el regional lo que refleja la relación transfronteriza con los cantones vecinos, lo que confirma la necesidad de corresponsabilidad intermunicipal y coordinación de un comité que permita el manejo de los Acuíferos Barba y Colima.
Procedencia de los recursos disponibles	Existe una alta capacidad operativa autónoma en la mayoría de actores, esto permite proyectar acciones de bajo costo y alta gobernabilidad social dentro del Portafolio de Proyectos.
Vínculos de poder	La distribución entre representación, poder político-estratégico y legalidad; revela un equilibrio que combina legitimidad social, capacidad de incidencia y respaldo normativo. Esta convergencia facilita decisiones consensuadas y sostenibles, al tiempo que asegura cumplimiento institucional. En conjunto, configura una gobernanza multinivel coherente con el Triálogo de Gobernanza.

Fuente: Geotectica, 2025.

La etapa de caracterización general de los ´´Gestores Hídricos de Belén´´, permitió consolidar un diagnóstico sobre la estructura social, institucional y productiva que interviene en la gestión hídrica del cantón de Belén y que puede sostener la base del diseño estratégico del ´´Plan Cantonal de Recursos Hídricos´´; estos resultados aportan una visión clara del grado de vinculación, las capacidades operativas, el alcance territorial y los tipos de poder presentes en el sistema de gobernanza local de las aguas subterráneas.

El 76% de los actores que participaron, indicó pertenecer a organizaciones vinculadas directamente con el recurso hídrico, lo que confirma la existencia de una base social especializada, con trayectoria en participación ambiental y conocimiento del territorio. Esta alta vinculación consolida la legitimidad del proceso y reduce el riesgo de "pseudo participación", permitiendo que la discusión sobre la gestión del agua se sustente en experiencias reales y en actores con responsabilidad comunitaria o institucional.

La distribución por tipo de entidad muestra un balance entre actores públicos (32) y privados (36), reflejando la naturaleza mixta, dicho equilibrio exige una gobernanza que armonice intereses institucionales, económicos y comunitarios. Dentro de esta estructura, la diversidad organizativa se identificó; 20 actores económico-productivos, 15 sociales, 13 institucionales, así como organizaciones políticas, independientes y de cooperación.

Este mosaico configura un tejido territorial diverso, donde las organizaciones sociales aportan legitimidad, memoria territorial y una cosmovisión hídrica; ofrece una oportunidad para impulsar modelos de gobernanza más inclusivos y efectivos, siempre que existan mecanismos claros de coordinación y espacios formales de diálogo.

En cuanto a roles y funciones, predominan los activistas comunales y ambientales (34 y 10), seguidos por administradores de recurso hídrico (9), empresas privadas (7) y representantes políticos (3). La presencia más limitada de perfiles técnico–científicos y legal–institucional indica la necesidad de fortalecer la participación especializada en etapas posteriores, especialmente para temas de modelación, normativa y control.

Territorialmente, un 61% de actores tiene cobertura cantonal y un 22% regional, alineándose con la escala hidrogeológica del sistema Barva–Colima. A nivel operativo, 49 actores cuentan con recursos propios, lo que evidencia autonomía para ejecutar acciones y participar activamente en proyectos futuros.

Finalmente, la distribución de vínculos de poder; representación (33), político–estratégico (22) y legalidad (13), muestra un sistema de gobernanza equilibrado, donde convergen legitimidad social, capacidad de incidencia y respaldo institucional.

Esta combinación crea condiciones favorables para acuerdos formales e informales, coherentes con los principios de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico y del triálogo Gobierno–Ciencia–Sociedad.

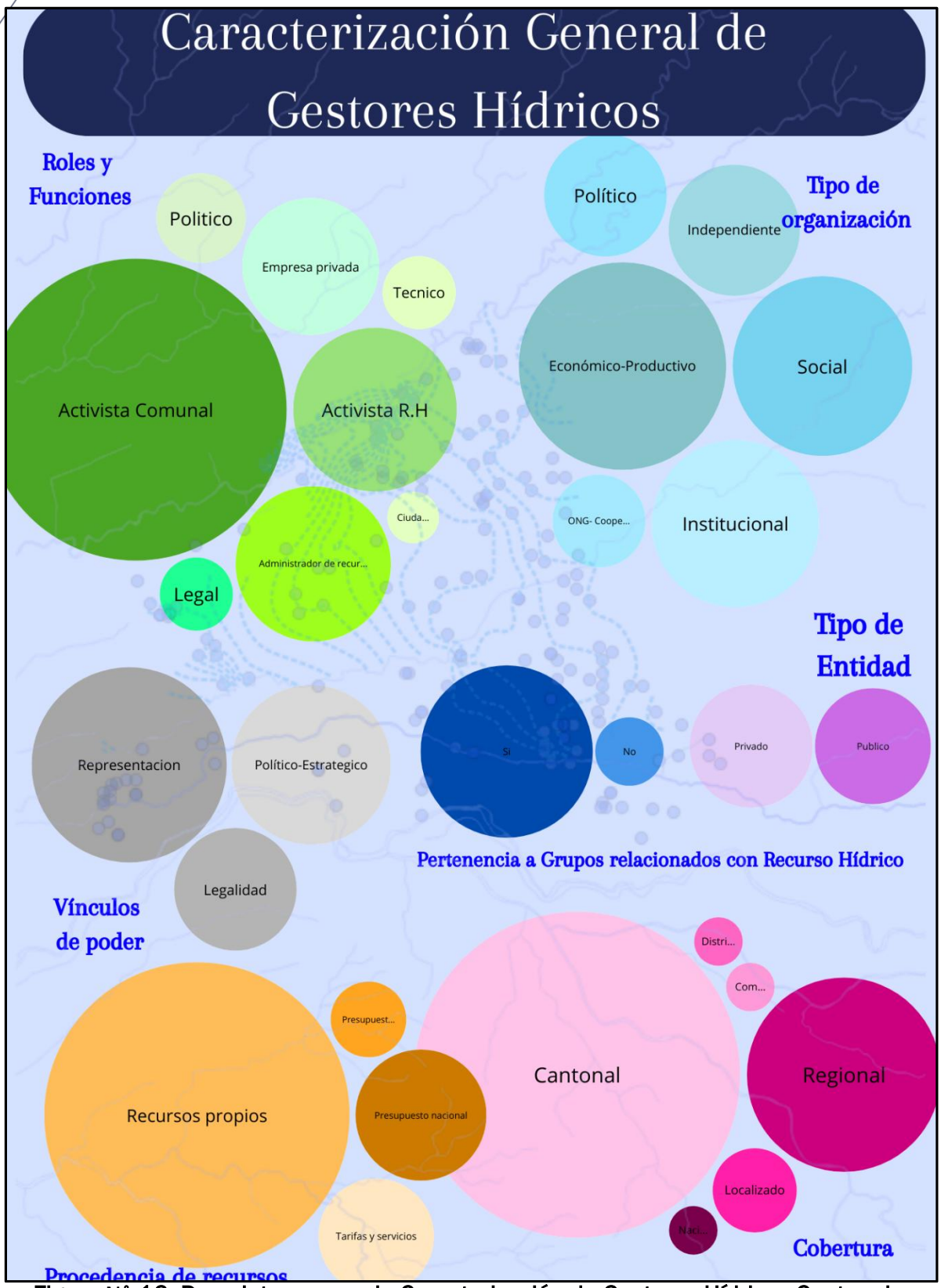


Figura N° 16. Descriptores para la Caracterización de Gestores Hídricos Cantonales.
Fuente: Geotectica, 2025.

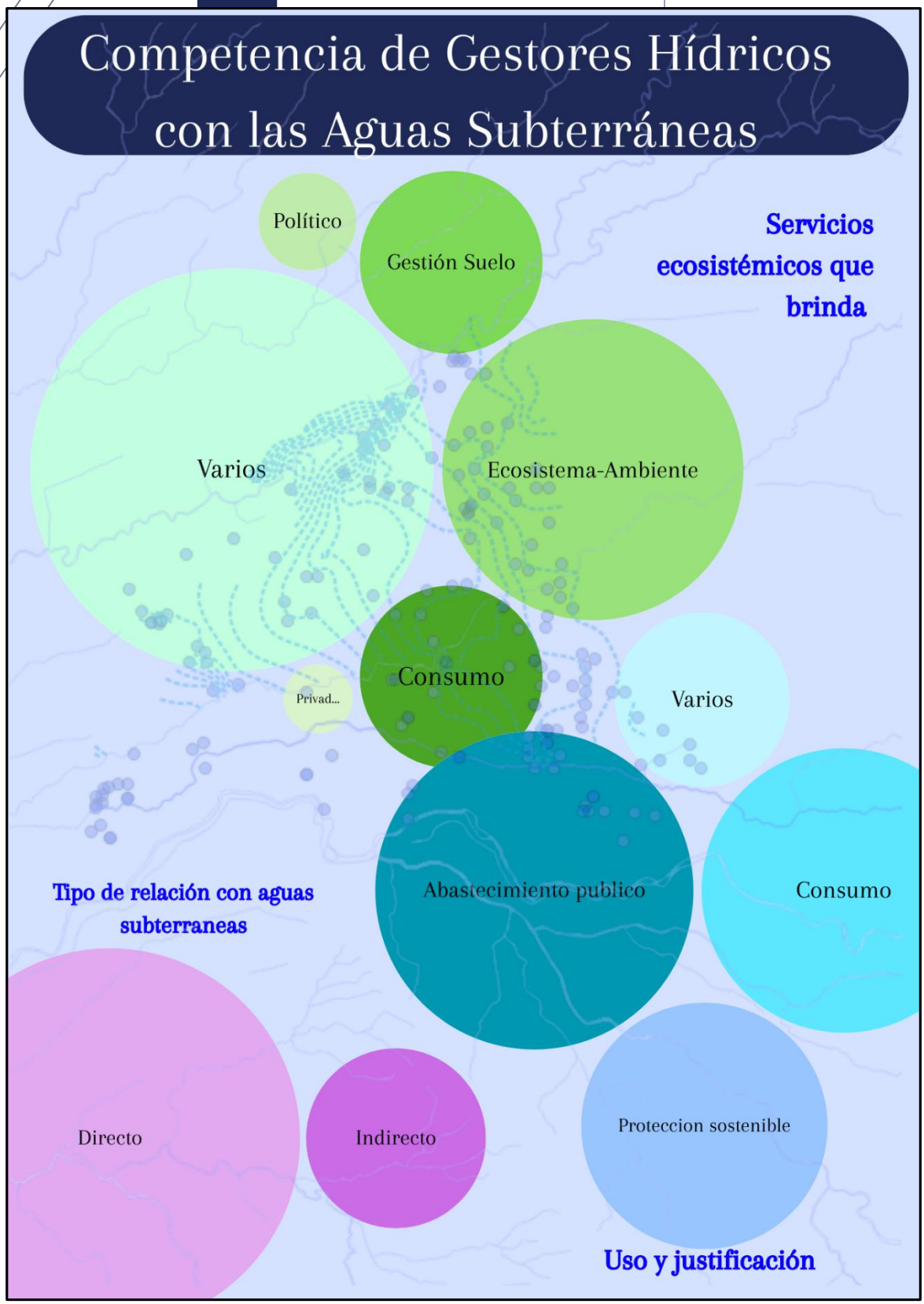


Figura N° 17. Descriptores para la Competencia de Gestores Hídricos Cantonales.
Fuente: Geotectica, 2025.

Con relación a los descriptores relacionados con la competencia y relación de los Gestores Hídricos Cantonales con las aguas subterráneas; se destaca un panorama claro sobre el grado de involucramiento y las motivaciones que orientan su participación dentro de la gestión en el cantón.

Los resultados indican que 58 actores (82%), mantienen un interés directo en las aguas subterráneas cantonales, mientras que 13 actores (18%) presentan un interés indirecto, este predominio de vínculos directos evidencia una participación activa y operativa en ámbitos como abastecimiento, gestión ambiental, toma de decisiones, operación de infraestructura y defensa comunitaria del agua, lo que fortalece de manera significativa la legitimidad técnica y social del proceso de gobernanza hídrica.

En cuanto a las razones del interés, se observa que la protección sostenible constituye la motivación principal, representada en 40 actores, quienes priorizan la conservación de ecosistemas, zonas de recarga y zonas de protección de pozos y manantiales; le siguen grupos vinculados al abastecimiento público (10 actores) y al consumo directo ´´autoabastecimiento por medio de pozos (10 actores), reflejando tanto a las instituciones responsables del suministro como a los usuarios con dependencia inmediata del recurso para actividades domésticas, económicas o productivas. Otros 10 actores declararon intereses múltiples relacionados con planificación urbana, riesgo hídrico, calidad del agua y uso del suelo, lo que evidencia la complejidad territorial y funcional del recurso hídrico en Belén.

La relación servicios ecosistémicos que benefician a los gestores hídricos y otros actores cantonales, se muestra una comprensión amplia del sistema, por ejemplo; un grupo asocia su interés con el ecosistema y ambiente (19 actores), reafirmando la importancia de la integridad ecológica del sistema Barva–Colima, los Corredores Biológicos y Biotopos. El siguiente grupo se enfocan en el los beneficios directos de las aguas subterráneas (7), el suelo y territorio (7), aspectos políticos (2) o privados (1), mientras que una mayoría considerable (34 actores) identifica múltiples dimensiones simultáneas, confirmando el carácter transversal de las aguas subterráneas para todas las activades.

En conjunto, estos resultados evidencian que los gestores hídricos del cantón mantienen una relación diversa, multifuncional y estrecha con el recurso, donde predominan preocupaciones por la sostenibilidad, la gestión ambiental y el abastecimiento, este panorama confirma la pertinencia del enfoque participativo adoptado y ofrece una base sólida para orientar la planificación.

Cuadro N˚4. Resultados de la Caracterización por Competencia de los Gestores Hídricos

Descriptores de la competencia	Interpretación general
Tipo de competencia	Se muestra un predominio de Gestores Hídricos, con interés directo en la gestión de las aguas subterráneas, lo que evidencia una participación activa en abastecimiento, gestión ambiental, toma de decisiones y defensa comunitaria del recurso hídrico, lo anterior

	refuerza los vínculos directos de vínculos directos de legitimidad técnica como la legitimidad del proceso.
Usos y razones de la competencia	Los resultados permiten comprender con claridad las motivaciones que orientas sus competencias y participación en la protección del recurso, abastecimiento público, reflejo del rol de instituciones y operadores responsables de garantizar el suministro de agua. Otro grupo relaciona su motivación con el consumo directo, ya sea doméstico, económico o productivo, mientras que un conjunto amplio expresa intereses múltiples, vinculados a la planificación urbana, el riesgo hídrico, la calidad del agua, el uso del suelo o actividades industriales. En conjunto, estas motivaciones reflejan las tensiones centrales del territorio: sostenibilidad ecológica, seguridad hídrica, demanda de consumo y presión por el desarrollo urbano.
Servicios ecosistémicos beneficiarios	Las respuestas muestran una visión multidimensional del recurso hídrico, con un fuerte énfasis en los servicios ecosistémicos que brindan las aguas subterráneas, esenciales para la integridad del sistema Barva–Colima, Corredores Biológicos y Biotopos.

Fuente: Geotectica, 2025.

a. **Clasificación y ponderación:** La ponderación permitió estimar con mayor precisión los niveles de influencia, capacidad de acción, interés, poder de decisión y posibles impactos de cada actor dentro del Plan Cantonal de Recursos Hídrico, mostrando la vinculación y el conocimiento de las participantes, a partir de este análisis se generaron los siguientes insumos para orientar la toma de decisiones y consolidar una propuesta más estratégica, coherente y participativa. Cabe señalar que estos resultados derivan directamente de la metodología previamente planteada y explicada, lo que garantiza su coherencia interna y validez técnica.

El análisis de los actores vinculados a la gestión de las aguas subterráneas en el cantón de Belén; revela una estructura social, institucional y productiva altamente diversa, que refleja tanto la complejidad territorial como el carácter estratégico del sistema de acuíferos.

La clasificación basada en los niveles de influencia e interés; (ANEXO II), permitió identificar cuatro grupos claramente diferenciados, cada uno con funciones, capacidades y necesidades de articulación específicas.

En primer lugar, se identifica un núcleo robusto de 27 Gestores Hídricos, ubicados en el cuadrante de Alta Influencia y Alto Interés, que conforma el eje central necesario para el establecimiento de un portafolio de proyectos que provoque fuerte impactos positivos en las aguas subterráneas del cantón. Este grupo reúne instituciones rectoras como la Dirección de Agua, el Acueducto Municipal de Belén, ASADAS, organizaciones comunitarias históricas, comités de defensa de manantiales y actores productivos de alta incidencia territorial.

Su articulación es indispensable para garantizar la implementación efectiva de proyectos, la protección de zonas de recarga, la regulación de extracciones y la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos asociados al agua subterránea.

El segundo grupo, compuesto por 7 actores de Alta Influencia y Bajo Interés, corresponde a organizaciones o individuos con capacidad de incidencia territorial, económica o institucional, pero con un involucramiento menos constante en la gestión hídrica cantonal; aunque no conforman el núcleo operativo, su participación es estratégica para evitar contradicciones en materia de desarrollo urbano, uso del suelo, inversión privada o expansión industrial. Este grupo demanda estrategias específicas de involucramiento, alineación de objetivos y construcción de acuerdos.

El tercer cuadrante, integrado por 8 actores con Baja Influencia, pero Alto Interés, refleja la presencia de un tejido comunitario y ambiental comprometido con la conservación, la defensa del agua y la protección del territorio. Aunque poseen menos poder institucional, su rol es fundamental para la legitimidad social del PCRH, la vigilancia comunitaria, el fortalecimiento de capacidades y la apropiación territorial de las medidas de protección de las aguas subterráneas.

Finalmente, el grupo de 19 actores de Baja Influencia y Bajo Interés representa una participación periférica pero no irrelevante, requiere mecanismos de comunicación, sensibilización y educación ambiental que permitan mantenerlos informados e integrados, evitando brechas sociales o desarticulación futura en torno a decisiones estratégicas en torno al Plan Cantonal de Recursos Hídricos.

Cuadro N˚5. Ponderación de los Gestores Hídricos del Cantón de Belén

Cuadrante	Características del Grupo	Ejemplos Representativos	Estrategia de Gestión Recomendada
1. Alta Influencia – Alto Interés *(27 actores)*	Núcleo estratégico con alta capacidad de decisión y fuerte compromiso con la gestión hídrica.	Dirección de Agua–MINAE; Acueducto Municipal de Belén; ASADA San Rafael; Comisión Cantonal de Cambio Climático; Comités de Ojo de Agua; Zona Franca Belén; Cervecería de Costa Rica; Asociación Belén Sostenible.	Integración permanente; participación en mesas técnicas; cogestión de proyectos; liderazgo en acciones prioritarias del PCRH.
2. Alta Influencia – Bajo/Medio Interés *(7 actores)*	Actores con poder territorial, político o económico, pero menor involucramiento operativo.	José Pablo Suárez Sánchez; Casa Común; representantes privados estratégicos.	Estrategias de involucramiento selectivo; negociación; alineamiento con objetivos ambientales; acuerdos de corresponsabilidad.
3. Baja Influencia – Alto Interés *(8 actores)*	Actores comunitarios o ambientales con gran motivación, pero menor poder institucional.	Ulises Araya Chaves; Isidro Solís Blanco; Syra Carrillo; María Antonia Castro; Asocariari; grupos ambientales.	Capacitación; inclusión en procesos consultivos; roles de vigilancia y

			sensibilización; redes comunitarias.
4. Baja Influencia – Bajo Interés *(19 actores)*	Participación limitada; menor impacto en decisiones.	William Brenes; Partido Frente Amplio; usuarios individuales; actores con presencia marginal.	Información continua; sensibilización; participación flexible; educación ambiental para aumentar interés.

Fuente: Geotectica, 2025.

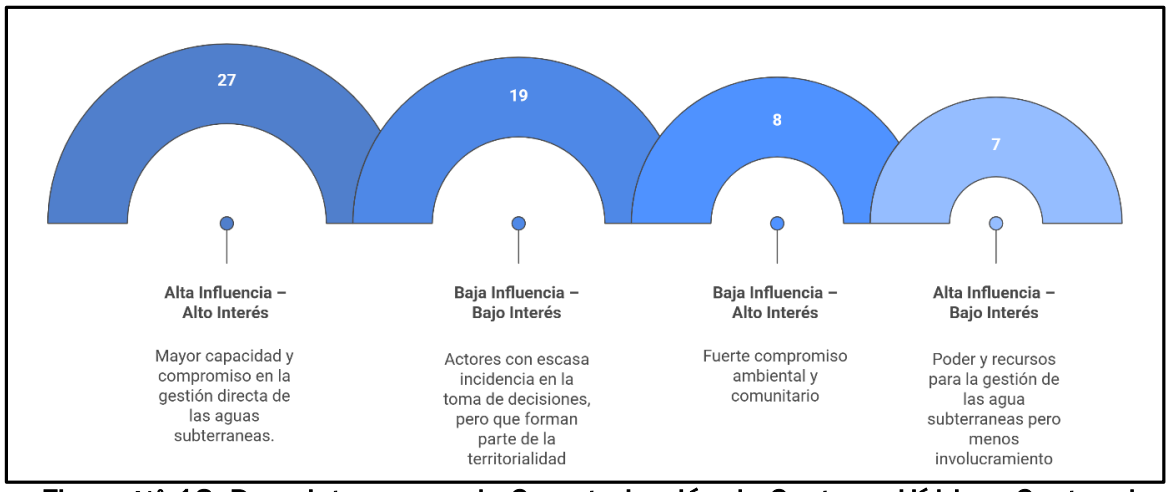


Figura N˚ 18. Descriptores para la Caracterización de Gestores Hídricos Cantonales.
Fuente: Modificado GIZ, 2014.

En conjunto, la distribución de actores revela un sistema de gobernanza donde convergen intereses institucionales, comunitarios, ambientales y productivos, reafirmando la necesidad de un modelo de co-gestión hídrica multinivel sustentado en la articulación, la corresponsabilidad y la transparencia. La identificación de estos cuadrantes permite definir con mayor precisión las estrategias de participación, los mecanismos de coordinación y las rutas de implementación del Plan Cantonal de Recursos Hídricos, garantizando que cada actor- gestor hídrico; asuma un rol definido dentro de un esquema de gobernanza sostenible y plenamente alineado con la realidad hidrogeológica del cantón.

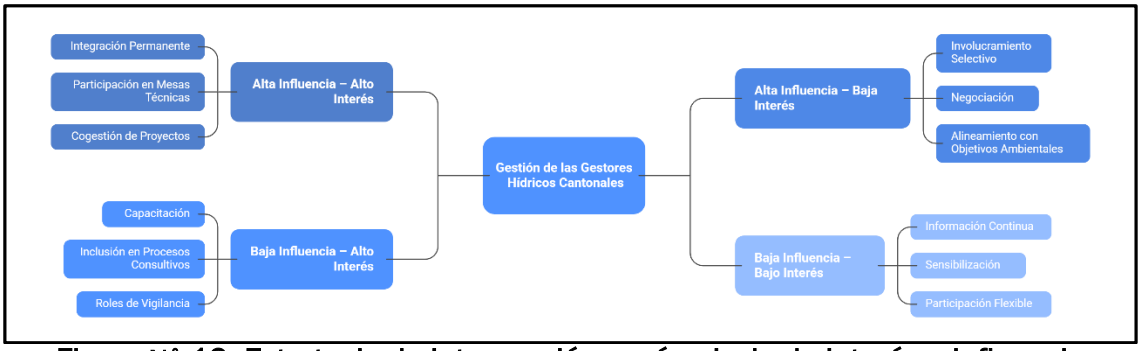


Figura N˚ 19. Estrategia de Intervención según nivele de Interés e Influencia
Fuente: Modificado GIZ, 2014.

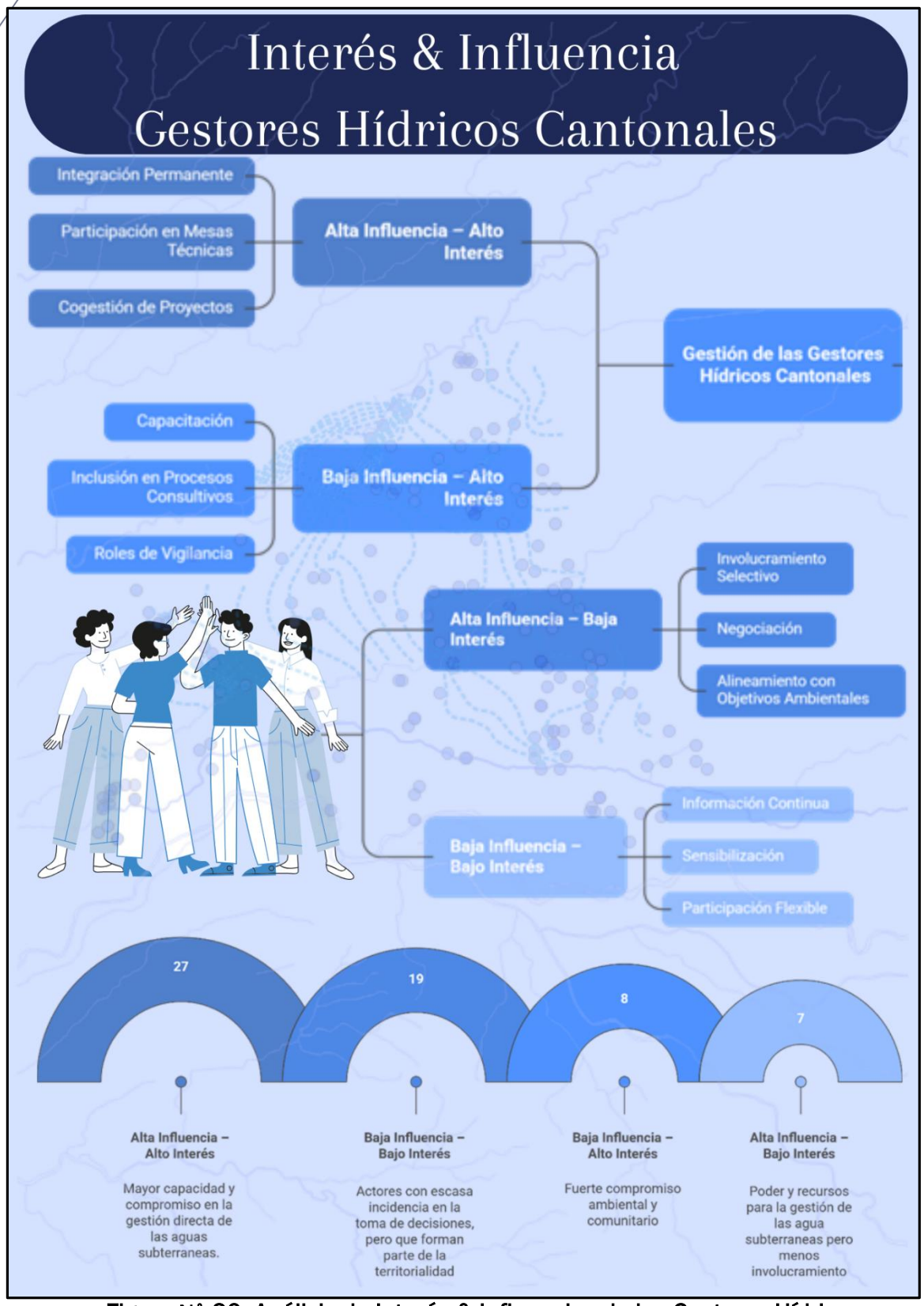


Figura N° 20. Análisis de Interés & Influencias de los Gestores Hídricos
Fuente: Geotectica, 2025

3.5. **Estrategias de articulación:**

Se realizaron 4 intervenciones con los gestores hídricos a continuación s e resumen los resultados obtenidos de cada uno de ellos:

I. Foro Comunal Consultivo

A partir de la intervención social, entrevistas y reuniones realizadas en el marco de la "*Estrategia Participativa Intergeneracional, Género y Sensitiva*", esta consultoría considera que los foros representan herramientas esenciales para consolidar la base técnica, social y transparente de la identificación de gestores hídricos cantonales.

Estos espacios permiten acceder a información valiosa, comprender el sentir de la población y reconocer los elementos que integran su relación con el recurso hídrico, desde la perspectiva de quienes habitan y construyen diariamente el cantón como su espacio de vida. De esta manera, los foros fortalecen la gobernanza hídrica, la corresponsabilidad social y la legitimidad del ´´Plan Cantonal de Recursos Hídrico´´, asegurando que la planificación responda a los derechos humanos, ambientales y socioeconómicos de las comunidades de Belén.

Los foros consultivos resultan fundamentales porque permiten capturar la diversidad de percepciones, saberes, experiencias y preocupaciones de la comunidad, institucionalidad y sectores productivos, enriqueciendo la comprensión de los desafíos y validando colectivamente las soluciones. Durante estos ejercicios participativos se identificaron fuerzas vivas cantonales, su cosmovisión del recurso hídrico, el conocimiento que poseen sobre las aguas subterráneas y su comprensión de la gestión hídrica.

Se constató que los participantes cuentan con nociones básicas de hidrogeología y un entendimiento amplio sobre la gestión integrada del recurso hídrico, además de proponer proyectos directamente alineados con los desafíos que reconocen en su entorno. Asimismo, se identificaron acciones comunitarias y ambientales desarrolladas dentro y alrededor de las zonas de protección de manantiales, las cuales podrían fortalecerse mediante la información hidrogeológica y estrategias de gestión hídrica local.

Como resultado de los expuesto por los participantes, se puede concluir que el cantón de Belén enfrenta una compleja combinación de desafíos presentes y futuros vinculados al manejo del recurso hídrico: contaminación de fuentes por aguas residuales, químicos e industrias; sobreexplotación de acuíferos; disminución del caudal y presión de agua; pérdida de cobertura boscosa; desarrollo inmobiliario acelerado sin considerar la capacidad hídrica; incumplimiento de normativas de protección; riesgos derivados del cambio climático; gentrificación; falta de actualización del inventario de pozos; vulnerabilidad de zonas de protección como Ojo de Agua, La Gruta o Pedregal; y baja conciencia social sobre el valor del agua. Estos desafíos se agravan por tensiones políticas, intereses económicos, sobreurbanización y deficiente comunicación entre sectores, lo que aumenta la presión sobre los acuíferos Barva–Colima y limita la sostenibilidad hídrica futura.

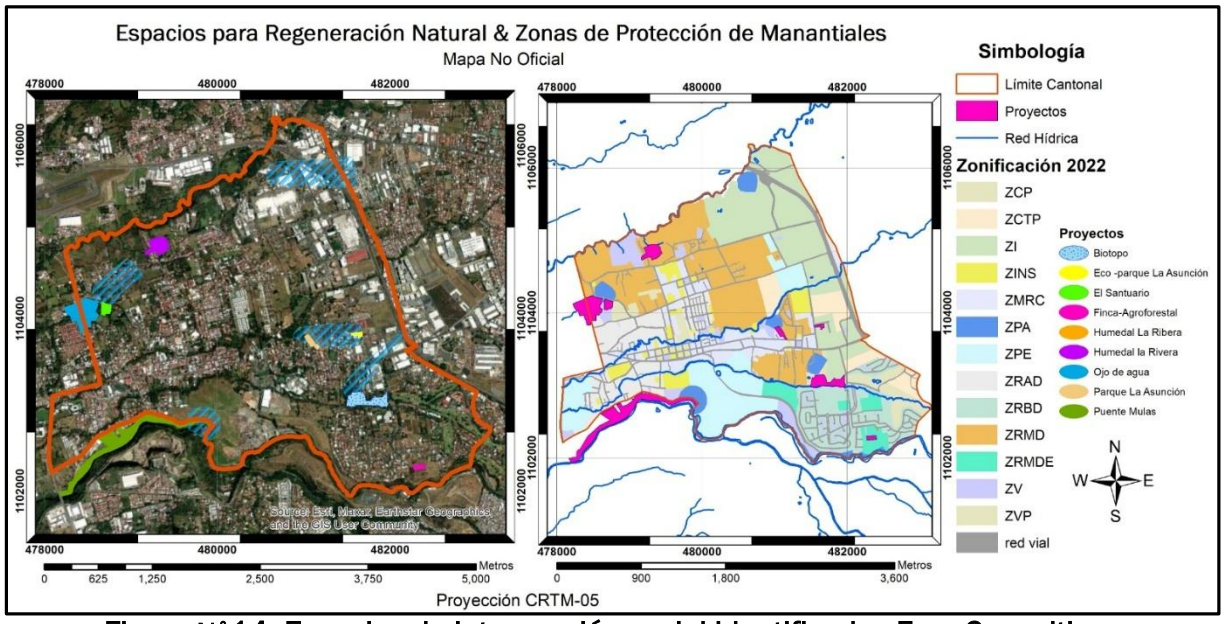


Figura N˚14. Espacios de intervención social identificados Foro Consultivo.
Fuente: Geotectica, 2025.

Surgen entonces, propuestas de proyectos orientadas a la protección, regulación y restauración del sistema hídrico: actualización del Plan Regulador con enfoque hídrico; instalación de plantas de tratamiento y mejoras al manejo de aguas residuales; creación de corredores biológicos y voluntariados ambientales; fortalecimiento de la educación ambiental y mecanismos de denuncia; estudios hidrogeológicos regionales; monitoreo permanente de pozos y fuentes; implementación de medidores de caudal en todos los usos; protección de zonas de recarga y compra de propiedades estratégicas; alternativas de turismo comunitario; estrategias de comunicación entre sectores; y mecanismos legales para asegurar el cumplimiento de la normativa. Estas iniciativas buscan equilibrar conservación y desarrollo, garantizar la integridad de los acuíferos y orientar la inversión pública y privada hacia un modelo urbano más resiliente, verde y responsable.

Cuadro N˚3. Lineamientos de proyectos propuestos a partir del Foro Consultivos.

Línea Estratégica	Proyecto Propuesto	Desafíos que Atiende
Protección de fuentes y recarga	Programa Integral de Protección de Manantiales y Zonas de Recarga	Contaminación de fuentes, presión inmobiliaria, pérdida de cobertura, sobreexplotación, riesgo químico
	Monitoreo Permanente de Calidad de Aguas	Riesgo de contaminación, menor caudal, falta de información
	Instalación de Medidores de Caudal en Todos los Usos	Extracción no registrada, sobreexplotación, falta de control
Gestión de aguas	Plan Cantonal de Gestión de Aguas Residuales Industriales	Contaminación industrial, falta de plantas de tratamiento,

residuales y riesgo ambiental	Implementación de Plantas de Tratamiento Modulares	Aguas residuales sin tratamiento, contaminación urbana
	Sistema Comunitario de Denuncias Ambientales	Influencia política, permisos indebidos, contaminación
Adaptación al cambio climático y resiliencia urbana	Programa de Gestión de Riesgo por Inundaciones y Sequías	Cambio climático, menos lluvia/más calor, inundaciones
	Ciudades Verdes y Microclimas Urbanos	Necesidad de ciudad más fresca, pérdida de áreas verdes, gentrificación
	Corredor Biológico Belén–Barba	Pérdida de bosque, protección de fuentes, conectividad ecológica
Gobernanza, participación y educación	Escuela Municipal del Agua	Falta de conciencia sobre valor del agua, decisiones no informadas
	Fortalecimiento de Voluntariados Ambientales	Escasa participación, necesidad de corredores verdes
	Estrategia Integral de Comunicación Hídrica	Comunicación débil, conflictos sociales, desinformación
Ordenamiento territorial y regulación hídrica	Aplicación del Plan Regulador con Enfoque Hídrico	Sobreurbanización, presión inmobiliaria, proyectos en zonas de protección
	Modelo de Evaluación Hídrica para Proyectos Inmobiliarios	Inmobiliarios sin considerar límites hídricos, gentrificación
	Inventario Único de Pozos y Aprovechamientos	Registro desactualizado, sobreexplotación
Proyectos científicos–técnicos	Estudio Hidrogeológico Regional Subcuenca Río Segundo	Falta de información técnica, incertidumbre sobre recarga
	Balance Hídrico Cantonal + Escenarios Climáticos	Cambio climático, menos caudal, planificación hídrica
	Declaratoria Monumento Hídrico Belén	Falta de cultura del agua, protección de zonas sensibles

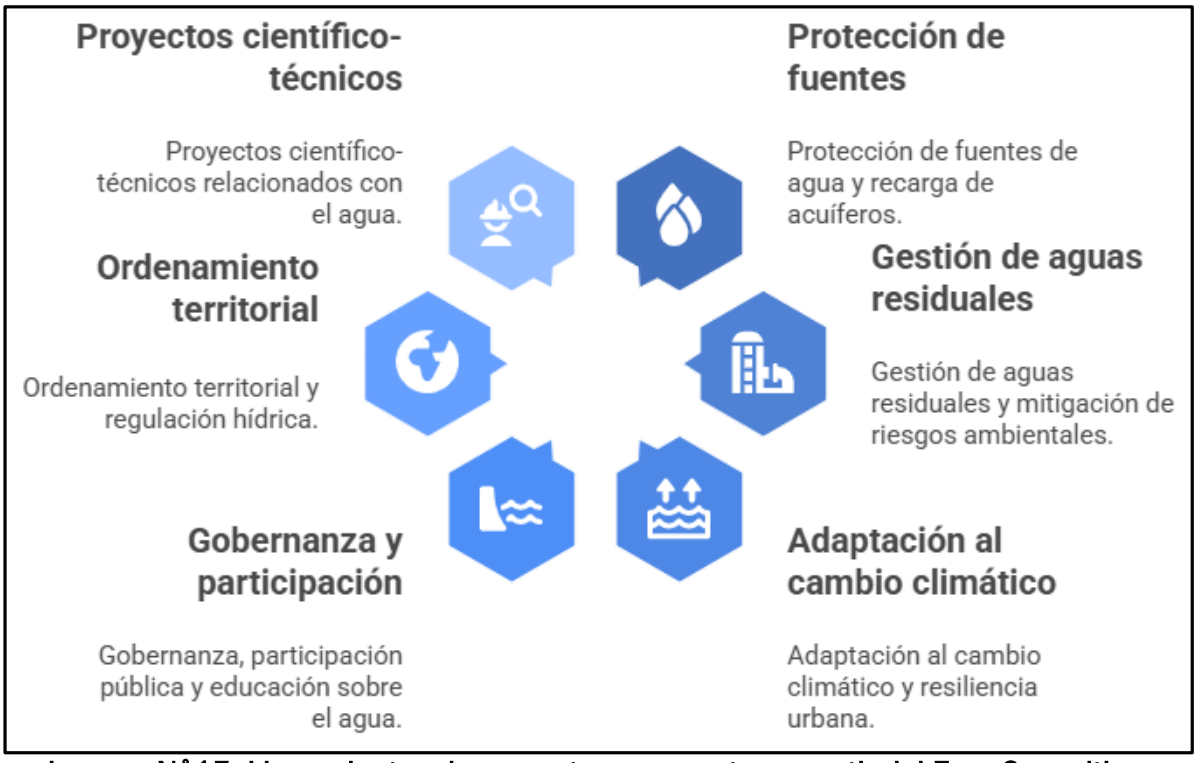


Imagen N˚15. Lineamientos de proyectos propuestos a partir del Foro Consultivo. Fuente: Elaboración Propia, 2025.

II. Taller Sector Comunitario.

El Taller Comunitario 1, fortaleció el proceso participativo del ´´*Plan Cantonal de Recursos Hídricos*´´*;* mediante la integración de conocimientos técnicos y saberes locales sobre los acuíferos de Belén. A través de una metodología centrada en el intercambio horizontal, permitió que la comunidad comprendiera el funcionamiento del sistema hídrico subterráneo y sus retos, tomando como base los resultados del ´´*Modelo Numérico de Acuíferos*´´ elaborado por SENARA.

El taller abarcó la socialización técnica, la identificación de actores y el reconocimiento de propuestas comunitarias, evidenciándose un amplio conocimiento sobre hidrogeología, gestión integrada, zonas de recarga y protección ambiental. También se identificaron fortalezas existentes como la organización comunal, los voluntariados, las rutas ecológicas, los espacios educativos y redes hidrobiologicas como Cubujuquí.

Asimismo, se definieron necesidades clave para avanzar hacia una gestión hídrica sostenible: información actualizada, monitoreo permanente, mayor coordinación institucional, planificación de aguas residuales, incentivos ambientales y ampliación de actores en la gobernanza.

El taller permitió completar la matriz de gestores hídricos y generó propuestas concretas como corredores biológicos, redes de monitoreo, educación ambiental fortalecida, nuevas

alianzas institucionales, espacios de protección comunitaria, turismo sostenible y mecanismos de denuncia.

Los resultados evidencian que la comunidad posee capacidades, motivación y una visión clara del territorio, convirtiéndose en un actor esencial para la legitimidad y sostenibilidad del Plan Cantonal de Recurso Hídrico de Belén

Cuadro N˚4. Lineamientos recursos frente a los escenarios de aprovechamiento de las aguas subterráneas.

Eje	Escenario Actual (2025)	Escenario Proyección (2025)
Qué tenemos	• Fuerzas vivas y organización comunal. • Estudios técnicos SENARA–UNA–Municipalidad. • Instalaciones y espacios comunitarios. • Redes de apoyo académico e institucional.	• Talleres de sensibilización hidrogeológica. • Red boscosa y Ruta del Agua y Bosque. • Estudio hidrogeológico y piezómetros. • Convenios SENARA–Municipalidad y grupos comunitarios organizados.
Recursos que pueden usarse	• Motivación comunal. • Espacios disponibles para actividades. • Información técnica confiable. • Acompañamiento institucional (SENARA, UNA, Municipalidad).	• Base científica fortalecida para tomar decisiones. • Espacios dedicados a conservación y educación del agua. • Acueducto municipal como aliado técnico.
Necesidades clave	• Coordinación institucional y enfoque de cuenca. • Monitoreo permanente y fiscalización. • Planificación de aguas residuales. • Comunicación, educación y cultura regenerativa.	• Capacitación continua en gestión del agua. • Incentivos para conservación (PSA, tarifas diferenciadas). • Red de monitoreo de acuíferos. • Alianzas regionales e interinstitucionales.
Información necesaria	• Datos actualizados sobre acuíferos y pozos. • Insumos técnicos para hoja de ruta del Plan Hídrico.	• Actualización permanente del estudio hidrogeológico. • Intercambio de experiencias con otras regiones.

Fuente: Elaboración Propia, 2025.

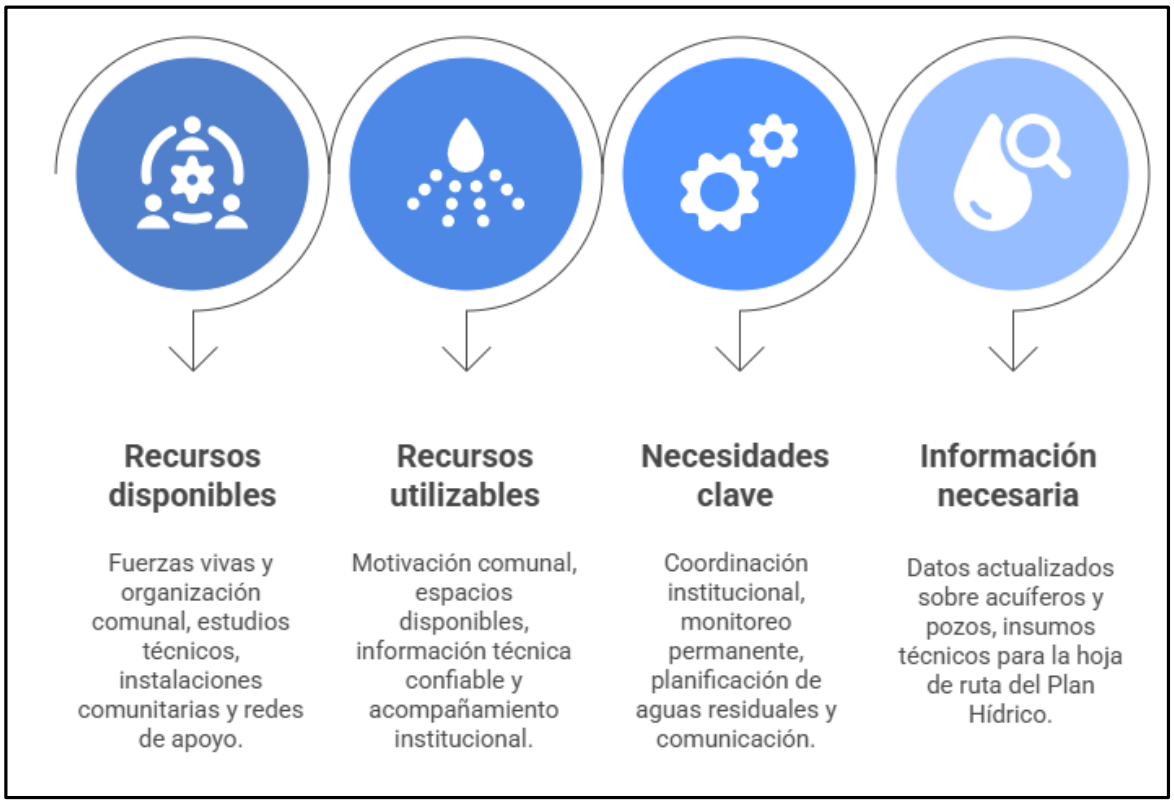


Imagen N˚16. Lineamientos recursos frente a los escenarios de aprovechamiento de las aguas subterráneas. Fuente: Elaboración Propia, 2025.

III. Taller Sector Económico.

Se desarrolló como parte del proceso participativo del ´´*Plan Cantonal de Recurso Hídrico*´´ y se fundamentó en los resultados del "*Modelo Numérico para los Acuíferos Existentes en el Cantón de Belén*". Su propósito fue involucrar de manera directa a los sectores industrial, económico, inmobiliario y de la construcción, reconociendo su papel determinante en la demanda, uso y protección del agua subterránea. El taller articuló conocimiento técnico con capacidades productivas, permitiendo abrir un espacio de reflexión sobre la responsabilidad empresarial frente a la sostenibilidad hídrica del territorio.

El encuentro inició, con una dinámica simbólica basada en globos, que representaron la invisibilidad de los acuíferos. Al inflarlos y compartir reflexiones, los participantes visibilizaron su relación cotidiana con el agua subterránea, reconociendo que este recurso sostiene sus operaciones, la economía local y la calidad de vida del cantón. Esta actividad generó cohesión, conciencia compartida y un ambiente propicio para la construcción colectiva.

En términos de alcance, el taller permitió identificar los recursos actuales con los que cuenta el sector productivo: monitoreo de pozos, mantenimiento de infraestructura, eficiencia interna del agua, tratamiento de aguas residuales, sistemas cerrados de recirculación, certificaciones ISO ambientales, programas internos de gestión hídrica, cosecha de lluvia, educación sectorial y alianzas institucionales. También, se reconocieron tecnologías instaladas como ósmosis, ultrafiltración, medición de consumo, sistemas de compensación hídrica y convenios para descargas naturales, que ya aportan a la sostenibilidad.

Los participantes analizaron también oportunidades de fortalecimiento hacia el escenario futuro, destacando la valorización de aguas residuales industriales, diagnósticos de consumo avanzados, incorporación de huella hídrica en procesos, medición y certificación ambiental, incentivos de carbono-agua y metas empresariales de reducción de impacto. Estas propuestas evidencian un interés genuino del sector económico en innovar mediante tecnologías limpias, cooperación interempresarial y sinergias público-privadas que favorezcan la seguridad hídrica del cantón.

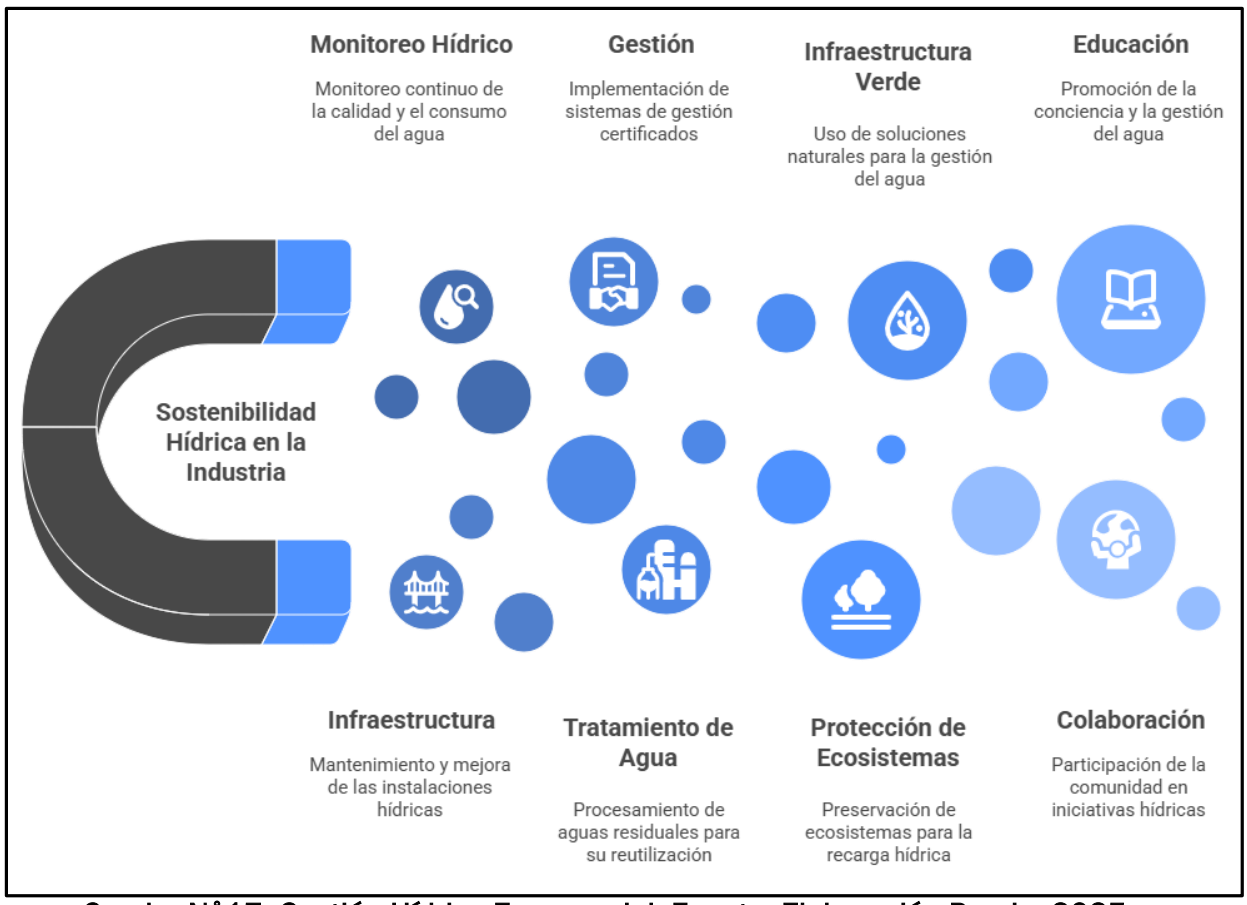
Los actores expresaron disposición para colaborar, compartir datos y asumir compromisos técnicos hacia un manejo responsable del agua subterránea al 2050.

Cuadro N˚5. Gestión Hídrica Empresarial.

Acciones / Proyectos / Tecnologías	Escenario Actual y de previo a 2050	Escenario Futuro (oportunidades identificadas)
Monitoreo y control hídrico	Monitoreo permanente de pozos AyA Monitoreo de consumo y calidad del agua	Diagnósticos avanzados de consumo Huella hídrica en procesos industriales Medición y certificación de huella hídrica
Infraestructura y operación	Mantenimiento de infraestructura Gestión de permisos de perforación	Incentivos para metas de reducción hídrica y de carbono
Gestión técnica y administrativa	Convenios institucionales y privados Sistemas de gestión certificados (ISO 14044, 14046, 14001) Minimizar la politización del tema	Promoción de metas de reducción de carbono Valorización de aguas residuales e industriales
Tratamiento y gestión del agua	Tratamiento de aguas residuales Reutilización interna del agua Sistemas cerrados de recirculación industrial Sistemas de tratamiento: ósmosis y ultrafiltración	Innovaciones para valorización de residuos y aguas industriales

Infraestructura verde y drenaje	Lagunas de retención Canalización de aguas pluviales Sistemas de cosecha de lluvia	
Protección de ecosistemas y recarga	Convenios para aprovechar descargas naturales Sistemas de Gestión Ambiental para compensación hídrica FONAFIFO	Incentivos para metas de carbono asociadas a protección hídrica
Educación, cultura ambiental y gobernanza	Educación en recurso hídrico Análisis del ciclo de vida Uso estratégico del agua	Integración empresarial a estrategias de sostenibilidad hídrica
Acciones colaborativas y comunitarias	Limpieza de ríos Cosecha de agua Programas empresariales de gestión hídrica	Cooperación interempresarial para innovación y reducción del consumo

Fuente: Elaboración Propia, 2025.



Cuadro N˚17. Gestión Hídrica Empresarial. Fuente: Elaboración Propia, 2025.

IV. Taller Institucional

Dirigido al sector institucional del cantón de Belén, tuvo como objetivo consolidar una visión articulada entre las instituciones públicas, municipales y regionales encargadas de la gestión del agua subterránea. Su alcance se centró en identificar proyectos estratégicos, capacidades existentes, vacíos técnicos y oportunidades de coordinación interinstitucional para fortalecer la gobernanza hídrica, considerando tanto los desafíos actuales como los escenarios futuros definidos por el Modelo Numérico de Acuíferos y el Estudio Hidrogeológico de SENARA

-

Durante el taller, las instituciones participantes, como Municipalidad de Belén, Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados, Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento, Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo, Asociación para el Desarrollo Integral de Calle La Labor, universidades, unidades técnicas del acueducto, actores ambientales y representantes de gobiernos locales vecinos; analizaron un conjunto de alternativas y proyectos con impacto directo en la protección, monitoreo y manejo sostenible de los acuíferos Barva–Colima.

Entre los principales resultados obtenidos destaca la validación de propuestas como la creación de una biorregión hídrica, la reforestación en zonas de recarga, el monitoreo continuo de piezómetros y pozos de extracción, la instalación de medidores de alto caudal, el fortalecimiento de redes de monitoreo físico–químico, y la construcción de lagunas de retención en puntos críticos de escorrentía urbana.

El taller permitió confirmar que el sector institucional posee una amplia base técnica acumulada, que incluye estudios previos, instrumentos de monitoreo, bases de datos institucionales y capacidades operativas del acueducto municipal; lo que facilita el diseño de proyectos de alto impacto. No obstante, se identificaron también limitaciones relacionadas con la necesidad de mayor presupuesto, capacitación del personal, modernización tecnológica y coordinación política entre instituciones con competencias compartidas en la cuenca.

Uno de los aportes centrales fue reconocer que la institucionalidad local cuenta con infraestructura clave (piezómetros, pozos, sistemas de y plataformas digitales como SIMASTIR), pero requiere consolidar una red de monitoreo integral, fortalecer la interoperabilidad de datos y avanzar hacia instrumentos públicos de consulta, como un portal abierto de monitoreo hídrico accesible a la ciudadanía.

Asimismo, se dio especial relevancia a iniciativas estratégicas como la actualización del Plan Regulador con enfoque hidrogeológico, la creación de mesas técnicas permanentes entre municipalidades que comparten la recarga, y la articulación con actores como ASADAS, industrias y concesionarios, quienes operan dentro del mismo sistema acuífero. Estos espacios son clave para gestionar la recarga, prevenir conflictos por uso del agua y coordinar decisiones que trascienden los límites administrativos.

Finalmente, el taller evidenció que el sector institucional reconoce la urgencia de fortalecer el manejo político y técnico del recurso hídrico ante escenarios de cambio climático, escasez estacional, presión inmobiliaria y expansión urbana.

Cuadro N˚6. Alternativas identificadas a nivel institucional.

Proyecto / Alternativa	Quién lo ejecuta	Capacidad institucional	Recursos disponibles	Infraestructura / Tecnología
Bioregión	Municipalidad + comunidad	Experiencia en proyectos ambientales	Educación ambiental, asesorías	Infraestructura comunal
Reforestación	SINAC + Municipalidad	Proyectos previos	Donación de árboles, empresa privada	Zonas de protección
Acción colectiva ambiental	Comunidad + instituciones	Formación y charlas	Apoyo de educadores ambientales	Plataformas y universidades
Monitoreo de piezómetros	Municipalidad + Acueducto	Experiencia AyA–SENARA	Recurso municipal	Teledetección
Lagunas de retención	Municipalidad + APICAL	Grupo técnico del Santuario	₡120 millones municipales	Sistemas de drenaje
Medidores de alto caudal	Municipalidades + ASADAS + AyA	Experiencia operativa	Estudios SENARA	Acueducto municipal
Red integral de monitoreo	Acueducto + instituciones	Experiencia en piezómetros	Presupuesto, SIMASTIR	Pozos, telemetría
Plataforma pública de datos	Acueducto municipal	Gestión de bases de datos	Personal técnico	Infraestructura digital
Actualización del Plan Regulador	Municipalidad + INVU	Experiencia normativa	Información institucional	Equipamiento municipal
Mesa intermunicipal de recarga	Municipalidades de la cuenca	Estudios desde 1993	Presupuesto y convenios	Inventario intermunicipal
Mesa con CAA, ASADAS e industria	Muni + operadores	Experiencia hídrica	Recursos institucionales y privados	Infraestructura hídrica
Plan Cantonal de Recurso Hídrico de 2025–2035	Municipalidad	Estudios hidrogeológicos	Recursos municipales	Apoyo técnico SENARA

Fuente: Elaboración Propia, 2025.

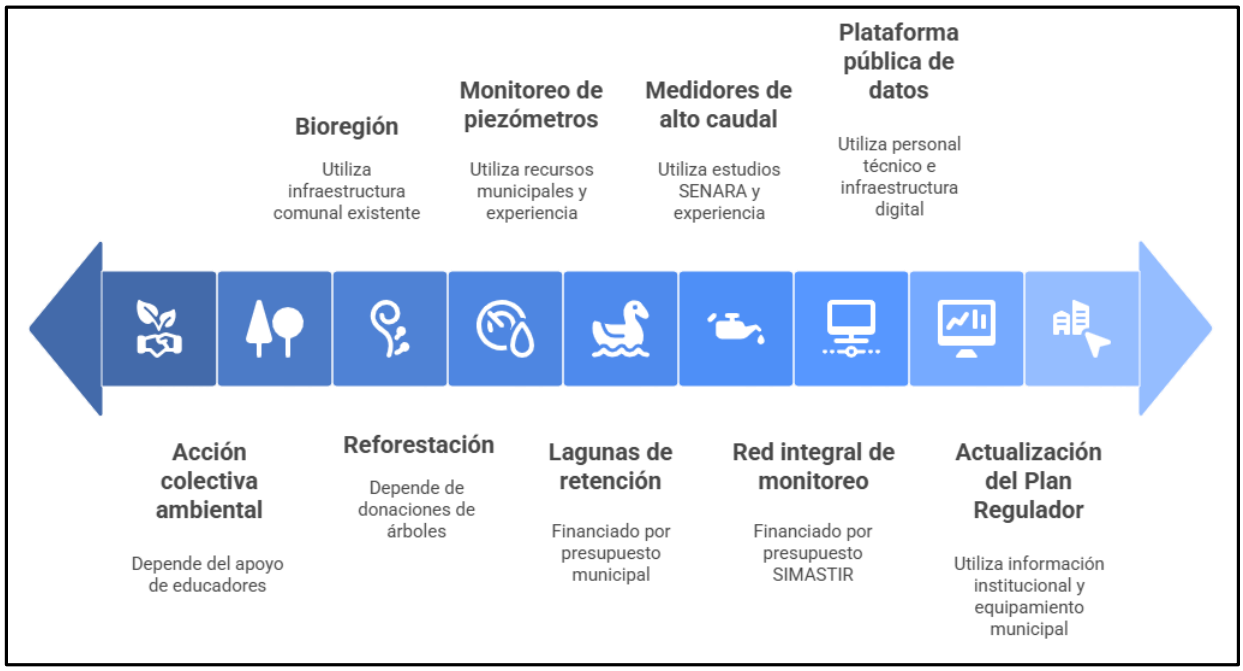


Figura N˚18. Alternativas identificadas a nivel institucional.
Fuente: Elaboración propia, 2025

5. Capitulo Proceso de Formulación de Proyectos

El desafío hídrico del siglo XXI; ya no consiste únicamente en ampliar la cobertura o asegurar el abastecimiento superficial, sino en garantizar de manera sostenible, equitativa y basada en ciencia; la protección y el acceso al agua subterránea, hoy reconocida como la reserva estratégica más crítica y menos visible del ciclo hidrológico. La seguridad hídrica, entendida como la capacidad de salvaguardar agua suficiente, de calidad y accesible para el bienestar humano, los ecosistemas y la actividad productiva (ONU, 2024), se convierte así en el eje rector de la gestión territorial contemporánea.

En este contexto surge un modelo de cogestión y potencialización para las aguas subterráneas, inspirado en los principios de gestión integrada promovidos por el Programa 21, la FAO, UNESCO y ONU-Agua. Aunque Costa Rica presenta avances importantes en la Agenda 2030, persisten vacíos en la gestión del recurso subterráneo: sobreexplotación de acuíferos, urbanización acelerada sin planificación hídrica, investigaciones hidrogeológicas desactualizadas, baja coordinación institucional y limitada participación comunitaria en la toma de decisiones. El modelo responde precisamente a estas brechas.

La formulación parte de un principio fundamental: ningún actor, institución, empresa, comunidad o gobierno local puede por sí solo gestionar la complejidad del agua subterránea en territorios densamente urbanizados. Por ello, el planteamiento propone un sistema de gobernanza híbrida y colaborativa que combina conocimiento técnico (modelación hidrogeológica, balance hídrico, monitoreo automatizado y análisis de riesgo)

con procesos sociales activos (participación comunitaria, educación, gobernanza intergeneracional y enfoque de género). Esta integración técnico-social, sostenida por un marco normativo municipal fortalecido, constituye la esencia de la cogestión territorial.

Belén enfrenta condiciones hidrogeológicas críticas: se sitúa en la zona de descarga de los acuíferos Barva y Colima, altamente presionados por más de 180 pozos activos sin monitoreo en tiempo real, impermeabilización acelerada del suelo, vulneración de zonas de recarga y crecientes riesgos derivados del cambio climático. A ello se suman debilidades institucionales, como la desconexión entre Municipalidad, SENARA, AyA, ESPH y otras entidades rectoras. Este contexto obliga a pasar de una administración fragmentada a una gobernanza integrada, apoyada en evidencia y corresponsabilidad.

Siendo así, se concibe entonces como una plataforma técnica, política y social que articula tres dimensiones:

1. La ciencia (datos, monitoreo, modelación y escenarios).
2. La institucionalidad (coordinación, normativa, planificación).
3. La comunidad y los sectores productivos (participación, vigilancia social, corresponsabilidad).

Se propone una hoja de ruta progresiva que va desde la activación territorial hacia la institucionalización y la retroalimentación adaptativa. Entre sus pilares se encuentran: la modernización del monitoreo hidrogeológico, la educación ambiental comunitaria, la adaptación al cambio climático, el enfoque de cuenca, la promoción de soluciones basadas en la naturaleza (SUDS, recarga, corredores biológicos), la actualización continúa del modelo numérico, la articulación público-privada y la institucionalización mediante comisiones intersectoriales.

La cogestión, se estructura bajo el Triálogo de Gobernanza de Turtó (2007), integrando ciencia, política y sociedad en una interfaz tripartita que permite decisiones legitimadas, análisis transparente de datos, corresponsabilidad y mecanismos de acción colectiva. El rol de la comunidad es crucial para garantizar vigilancia social, transparencia y continuidad. La empresa privada aporta innovación, eficiencia y recursos técnicos; las instituciones rectoras aportan ciencia y normativa; la Municipalidad lidera la integración territorial.

Finalmente, se busca institucionalizar la gestión del agua subterránea, como una función estratégica del gobierno local, articulada con la planificación urbana, la asignación de recursos públicos, los instrumentos normativos y la protección ecosistémica. Con ello, la propuesta no solo atiende las necesidades hídricas de Belén, sino que ofrece un precedente replicable para otras municipalidades y cuencas del país.

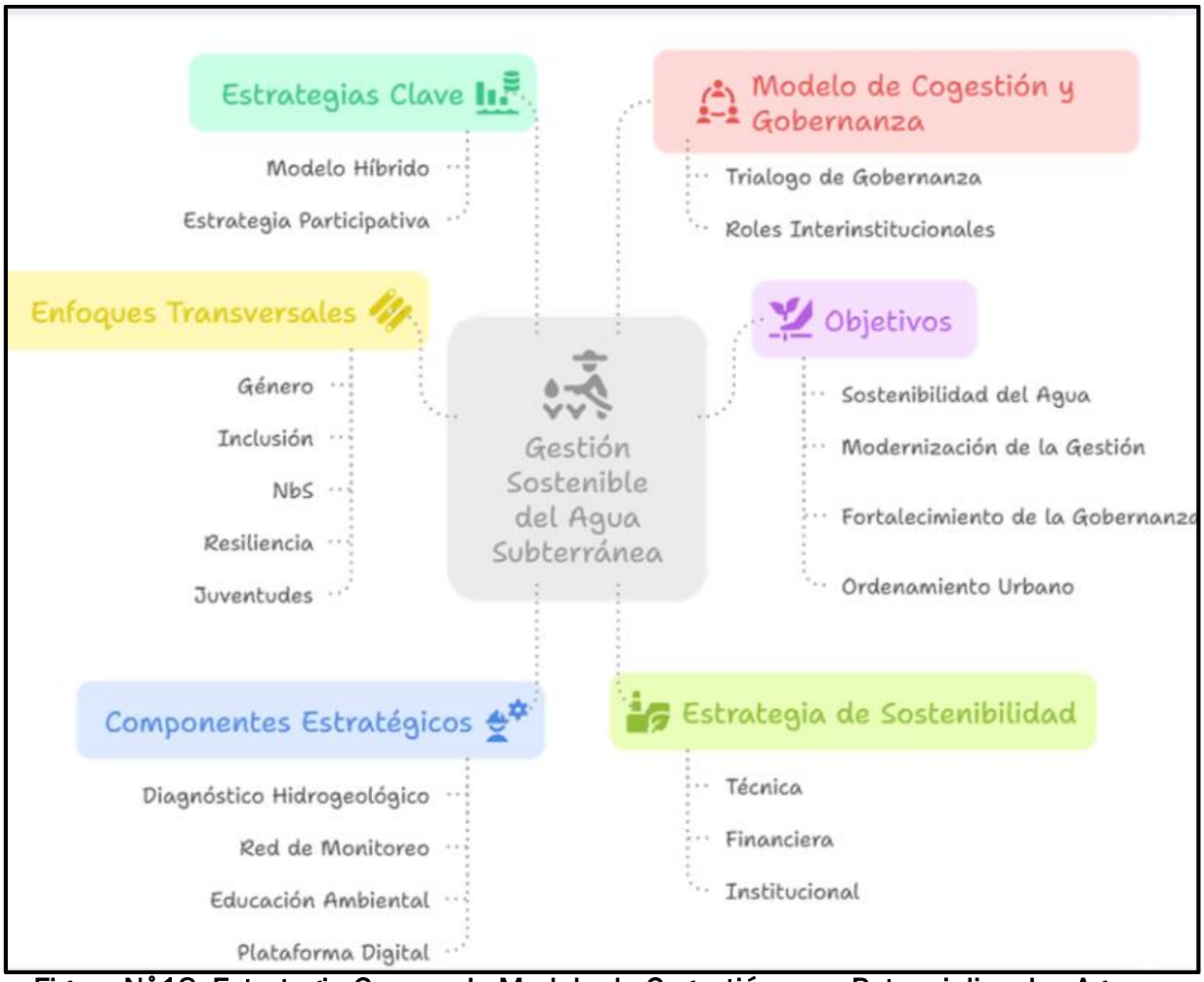


Figura N˚18. Estrategia Genera de Modelo de Cogestión para Potencializar las Aguas Subterráneas de Belén. Fuente: Elaboración propia, 2025.

5.1. Lineamientos Técnicos y Sociales para la Formulación de Proyectos

Para iniciar la construcción del portafolio de proyectos, el Cuadro N.°7 sintetiza las propuestas, actividades y programas identificados por los Gestores Hídricos durante las sesiones de intervención sectorial realizadas en el cantón de Belén.

Se conservaron, en la medida de lo posible, los nombres originales aportados por los participantes, con el propósito de asegurar legitimidad y mantener el vínculo con sus percepciones y prioridades.

Sin embargo, para facilitar el análisis y la estructuración del portafolio, estas propuestas fueron organizadas bajo lineamientos técnicos que permiten ordenar y jerarquizar de manera más clara los futuros proyectos.

Cuadro N˚7. Portafolio de Proyectos de Agua para el Cantón de Belén.

Portafolio de Proyectos de Belén		ID
Programa	Proyectos o Actividades	
Red de Monitoreo de Aguas Subterráneas (Barva y Colima)	Programa de Fortalecimiento de Manantiales	1
	Homologación de Bases de Datos	2
	Inventario y Registro Público de Pozos y Aprovechamientos	3
	Monitoreo y habilitación de piezómetros municipales	4
	Sistematizar con SINIGIRH de la Dirección de Agua	5
	Programa de Parámetros Hidráulicos Municipalidad y AyA	6
	Red de Monitoreo Automatizado	7
Programa Hidrogeológico (Ríos + Acuíferos)	Red Cantonal de Aforos Diferenciales en Ríos de Belén	8
	Proyecto de Monitoreo Permanente de Calidad de Aguas Subterráneas y Superficiales	9
	Red de Aforos Regional	10
Protección y Restauración de Áreas de Recarga Estratégicas	Ciudades Verdes: Plan de Arbolado, Sombra y Microclimas Urbanos	11
	Corredor Biológico Cubujuquí	12
	FONAFIFO	13
	Fortalecimiento de los Proyectos Comunitarios	14
	Programa de compra de terrenos dentro de zonas de importancia hídrica	15
	Programa de Fortalecimiento de Manantiales	16
	Ruta de ´´Agua y Bosque´´ Turismo Comunitario para la Conservación	17
	Zonificación Hídrica del Cantón de Belén	18
Programa de Educación ´´Belén Acuíferos Vivo´´	Acción colectiva ambiental (Comunicación Transparente)	19
	Fortalecimiento de Voluntariados Ambientales Comunales	20
	Gobernanza del agua, participación social y educación	21
	Programa de Cultura del Agua y Educación Regenerativa	22
	Intervención Estratégica de los proyectos hídricos comunales (Biotopo, El Santuario, Humedal, La Gruta)	23
	Proyecto “Monumento Hídrico Nacional del Acuífero Belén–Barba”	24
	Implementación de Programa Bandera Azul en Ojo de Agua y otros sitios	25
Comisión Intermunicipal e Interinstitucional (Barva–Colima)	Actualización y Aplicación del Plan Regulador con Enfoque Hídrico	26
	Articular esfuerzos entre municipios, sector privado y asociaciones comunales.	27
	Bioregión	28
	Estrategia Integral de Comunicación y Transparencia Hídrica	29
	Integración de gestiones al Plan Regulador Cantonal	30
	Modelo de Balance Hídrico Cantonal + Escenarios de Cambio Climático	31

	Sistema Comunitario de Denuncias Ambientales y Respuesta Rápida	32
	Estudio Hidrogeológico Regional de la Subcuenca del Río Segundo	33
Acueducto Municipal	Estrategia Integral de Comunicación y Transparencia Hídrica	34
	Gestión de aguas residuales, industriales y riesgo ambiental	35
	Instalación de Medidores de Caudal en Todos los Usos del Agua	36
	Mantenimiento de la infraestructura hídrica	37
	Modelo de Evaluación Hídrica para Proyectos Inmobiliarios (MEHPI)	38
	Programa de compra de terrenos dentro de zonas de importancia hídrica	39
	Programa de Gestión de Riesgo por Inundaciones y Aumento de Temperaturas	40
Gestión Hídrica Empresarial	Convenios para aprovechar descargas naturales	41
	Cooperación empresarial para metas comunes	42
	Identificación de tecnologías con potencial de adopción	43
	Gestión técnica y administrativa mediante convenios públicos y privados	44
	Infraestructura verde y drenaje	45
	Integración de criterios ambientales en nuevos desarrollos inmobiliarios	46
	Monitoreo mensual de los pozos y piezómetros en la industria	47
	Sistemas de gestión certificados (ISO 14044, 14046, 14001)	50
	Tratamiento y gestión del agua a nivel industrial (recirculación, osmosis, ultrafiltración)	51
Resiliencia Urbana	Ciclovías e infraestructura verde a nivel cantonal	52
	Diseño e implementación de Lagunas de Retención en zonas comunitarias.	53
	Fortalecimiento del Sistema de Alerta Temprano por Inundaciones	54
	Soluciones Basadas en la Naturaleza para la Recarga Acuífera. (Belén Ciudad Esponja)	55
	SUDS	56

Fuente: Resultados de Actividades Participativas, 2025

Posteriormente, a través de diversas sesiones de trabajo entre los profesionales responsables de esta propuesta, y tomando como base los escenarios, conclusiones y recomendaciones del “Modelo Numérico para los Acuíferos Existentes en el Cantón de Belén, Heredia, Costa Rica”, se realizó un proceso de priorización técnica y estratégica de iniciativas. Este análisis permitió identificar y seleccionar cinco proyectos fundamentales para la gestión integral de las aguas subterráneas, considerados esenciales para reducir los impactos negativos asociados a la sobreexplotación de los acuíferos y para fortalecer el Plan Cantonal de Recurso Hídrico de Belén hacia el año 2050.

i. Proyecto Hídrico Cantonal 1. (PCRH-PA-01). Aforos Diferenciales de Microcuencas de Belén.

A partir de los resultados obtenidos mediante el Balance Hídrico y la Modelación Numérica de Acuíferos, se identificó la necesidad de contar con datos más precisos sobre la interacción entre las aguas superficiales y subterráneas del cantón. Actualmente, la ausencia de aforos sistemáticos en los ríos impide determinar con exactitud la carga hidráulica y su efluencia hacia o desde los acuíferos Barva y Colima, los cuales constituyen las principales fuentes de abastecimiento de agua potable para la población.

Disponer de esta información es esencial para caracterizar adecuadamente el sistema hidrológico local, calibrar los modelos hidrogeológicos existentes y fortalecer las decisiones de gestión sostenible del recurso hídrico.

El proyecto busca consolidar una red hidrométrica permanente que provea datos verificables, de alta calidad y utilidad pública, integrando ciencia, gestión territorial y participación institucional.

Ámbito y localización: El proyecto se implementará en la provincia de Heredia, incluyendo además sitios estratégicos en la provincia de Alajuela, donde los cauces mantienen interacción directa con los sistemas acuíferos Barva y Colima. Los puntos de monitoreo se ubicarán dentro y fuera del cantón, en zonas representativas de recarga y descarga, priorizando los ríos Segundo, Bermúdez y Burío, y sus tributarios asociados.

Destinatarios: Se identifican los siguientes:

- **Instituciones públicas:** Municipalidad de Belén, SENARA, ESPH, AyA.
- **Academia:** Universidades nacionales.
- **Comunidades y ASADAS:** participación en campañas de monitoreo y vigilancia.
- **Empresas privadas:** potenciales patrocinadores en la adquisición de equipos y tecnologías.

Objetivo general: Determinar, durante un periodo de 4.5 años, el comportamiento hidráulico de los principales ríos que discurren en el cantón de Belén mediante aforos sistemáticos y análisis hidrométricos, con el fin de establecer la efluencia hacia los acuíferos que abastecen de agua potable a la población y fortalecer la planificación hídrica basada en evidencia técnica.

Objetivos específicos:

1. Diseñar una red de aforos dentro y fuera del cantón en sitios de relevancia hidrogeológica.
2. Ejecutar campañas de aforo en época seca y lluviosa, durante al menos dos ciclos hidrológicos.
3. Procesar y validar la información obtenida, elaborando curvas de gasto y registros hidrométricos.

4. Integrar los resultados en modelos hidrológicos e hidrogeológicos para su uso institucional.
5. Elaborar un informe técnico con resultados, análisis y recomendaciones de gestión.

Componentes:

a. **Diseño técnico de la Red Hidrométrica Cantonal:** Este componente establece la planificación estratégica de los puntos de aforo dentro y fuera del cantón, considerando criterios hidrológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos y de accesibilidad. Incluye la selección de secciones transversales estables, zonas de recarga/descarga y tramos representativos de las microcuencas Segundo, Burío y Bermúdez. Este diseño constituye la base estructural del proyecto, ya que define la cobertura espacial necesaria para evaluar la interacción entre aguas superficiales y subterráneas y calibrar el modelo numérico.

b. **Implementación de campañas de aforo y monitoreo continuo:** Comprende la ejecución sistemática de campañas de medición en época seca y lluviosa durante 4.5 años, abarcando al menos cuatro ciclos hidrológicos completos. Integra mediciones por eventos extremos, validación cruzada con métodos indirectos y la instalación progresiva de estaciones hidrométricas permanentes en cada microcuenca. Este componente suministra la información fundamental para determinar caudales base, escorrentía directa, variaciones estacionales y comportamiento del flujo superficial.

c. **Procesamiento, control de calidad y generación de productos hidrométricos:** Incluye la digitalización, validación y depuración de datos, construcción de curvas de gasto, análisis de tendencias y cálculos de incertidumbre con error meta <10%. Se genera una base hidrométrica estructurada que alimenta directamente los modelos de simulación. Este componente asegura que los datos posean calidad y trazabilidad para toma de decisiones, y contempla la puesta en marcha de una plataforma de datos cantonal con disponibilidad diferida (<48 h).

d. **Integración de resultados en modelos hidrológicos e hidrogeológicos:** Articula los datos medidos con los modelos SWAT (escorrentía y sedimentos) y MODFLOW (flujo subterráneo), permitiendo cuantificar la efluencia/influencia de los ríos sobre los acuíferos Barva y Colima. Este componente fortalece la calibración del modelo numérico del cantón, integra escenarios de cambio climático y extracción, y establece indicadores críticos de gestión como caudal ecológico mínimo, curvas de recarga y vínculos río–acuífero.

e. **Gestión institucional, reporte técnico y aplicación para planificación hídrica:** Consiste en la coordinación interinstitucional entre Municipalidad de Belén, SENARA, AyA, ESPH, municipios vecinos y academia; así como la

preparación del informe técnico final, recomendaciones de política local,

lineamientos para el Plan Cantonal de Recursos Hídricos y mecanismos de seguimiento. Este componente garantiza que los resultados se traduzcan en decisiones reales: regulación de concesiones, priorización de zonas de protección, manejo de drenajes, prevención de inundaciones y fortalecimiento tarifario del acueducto.

Temporalización: Duración total: 4.5 años (aproximadamente 54 meses).

- **Actividades de campo:** 4 años (2 épocas de verano y 2 épocas de invierno)
- **Elaboración de informe técnico final y recomendaciones:** 7 meses.
- **Revisión, socialización y cierre:** 1 mes.

Metodología y actividades: La metodología se fundamenta en un enfoque técnico–institucional colaborativo, con la participación del SENARA, la ESPH, las municipalidades de la subcuenca, la academia y el AyA, bajo la coordinación de la Municipalidad de Belén. Actividades principales:

1. Diseño de la red de aforos con criterios hidrológicos, geográficos y de accesibilidad.
2. Campañas de aforo en época seca y lluviosa (cuatro ciclos hidrológicos), con posibilidad de ampliar el número de mediciones con apoyo de estudiantes universitarios.
3. Procesamiento y validación de datos, construcción de curvas de gasto y control de calidad.
4. Elaboración del informe técnico final, con resultados y recomendaciones.

Recursos humanos y equipo técnico: En términos generales se destacan:

- **SENARA:** dirección técnica, diseño de red, supervisión y validación hidrométrica.
- **Municipalidad de Belén:** coordinación general, logística y comunicación institucional.
- **ESPH:** instalación y mantenimiento de estaciones, recurso profesionales y económicos.
- **AyA:** integración de datos en planificación de abastecimiento, recursos profesionales, logística.
- **Academia:** análisis científico y modelación hidrogeológica.
- **Municipalidades de Heredia y Alajuela**: apoyo territorial y permisos de acceso, recursos económicos y financieros
- **Empresa privada / ONG:** cofinanciamiento o patrocinio de equipos.

Recursos materiales y financieros: El presupuesto proyectado para la ejecución durante un periodo de cuatro años se estructura en tres rubros principales: viáticos y giras de campo, honorarios profesionales y adquisición/mantenimiento de equipo especializado. Cada rubro se calculó considerando la continuidad operativa requerida para cubrir dos

épocas climáticas (seca y lluviosa) por año, así como la sistematicidad de las campañas de monitoreo:

1. **Viáticos y giras de campo:** Se estima como recursos s brindar a voluntarios y estudiantes para realización de los aforos mensuales, es de 2.400.00 millones de colones.
2. **Honorarios profesionales:** El siguiente rubro deberá ser contemplado en caso de que no se cuente con profesionales de las instituciones interesadas, por lo que se deberá contratar un profesional para que procese todos los datos obtenidos. 1,500.000 millones de colones.
3. **Equipos de medición:** Incluye sensores, registradores de datos, calibradores y materiales de reposición utilizados en muestreos e instrumentación de campo. Debido al periodo ampliado, se considera sustitución parcial de equipo y calibraciones periódicas, se calcula un costo no menor a los 750.000 por punto de muestreo, se requieren mínimo 2 puntos por rio. 3.000.000 millones

Por tanto, el costo mínimo aproximado es de: **6.900.000 millones de colones**

Evaluación: Se basará en indicadores técnicos, de calidad, cobertura, uso e impacto ambiental:

Cuadro N˚8. Sistema de Verificación y cumplimiento del Proyecto N˚1.

Categoría	Indicador	Línea Base 2025	Meta 2030 (5 años)	Medio de Verificación
Operativos de ejecución	Número de aforos realizados por sitio y por año	0–2 aforos por sitio/año	≥ 6 aforos por sitio/año (estacional + eventos extremos)	Bitácoras de campo,
	% de puntos críticos aforados	30%	100% de puntos críticos priorizados	Matriz de priorización, reportes de aforo
	Estaciones hidrométricas instaladas y operativas	1 estación parcial	3 estaciones operativas (1 por microcuenca)	Base hidrométrica
	Frecuencia promedio de aforo por punto	Semestral	Trimestral + eventos de lluvia extremos	Cronograma
	Duración promedio de campañas de aforo	3–5 días		

Calidad y precisión	% de aforos validados con métodos indirectos	10%	≥ 70% validados	Protocolo registros de validación
	Error promedio en medición de caudal	20%	≤ 10%	Reportes de calibración
	% de datos completos y sin inconsistencias	60%	≥ 95%	Base hidrométrica
	Curvas de gasto actualizadas por año	1 curva	≥ 6 curvas actualizadas/anuales	
	Disponibilidad de datos (tiempo real o diferido)	No disponible	Plataforma cantonal con datos diferidos (<48 h)	
	Microcuencas con aforos activos	1 3 microcuencas con estaciones activas		Reportes de monitoreo, planos de ubicación
	% de estaciones en zonas de recarga o descarga			Mapas de recarga (SENARA, Modelo Numérico), inventario de estaciones
	Relación estaciones permanentes/intermitentes			Registro de estaciones, inventario municipal
Uso de la información	Decisiones técnicas basadas en datos	No sistematizado	≥ 12 decisiones documentadas (acueducto, emergencias, regulaciones)	Actas municipales, resoluciones, informes AyA–SENARA
	Integración de datos en modelos numérico MODFLOW e inundaciones	Parcial	Integración anual y recalibración cada 3 años	Reportes del Modelo Numérico, repositorio SIG
	Frecuencia de publicación de resultados	Anual	Trimestral + boletines rápidos post-evento	Sitio web municipal, redes oficiales

Impacto ambiental	Variación del caudal ecológico mínimo	No determinado	Determinación base + monitoreo semestral	Informes de impacto, análisis hidrológico
	Tendencias multianuales de caudal	Sin serie	Serie consolidada (4 años) por microcuenca	Reportes comparativos anuales
	Alertas por caudales críticos	Inexistente	Sistema de alertas automatizado con 2 niveles	Plataforma SIG Municipal
	Relación caudal superficial–nivel freático	No evaluada	Análisis anual vinculado al Modelo Numérico	Modflow, Red piezométrica, registros de AyA/SENARA

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Riesgos del proyecto: Durante la ejecución, pueden presentarse riesgos operativos e institucionales que requerirán medidas preventivas:

- Retraso en adquisición de equipos (probabilidad media): mitigado mediante plan de compras anticipado y convenios marco.
- Limitaciones de acceso a sitios de aforo (probabilidad media): coordinación temprana con comunidades, propietarios y ASADAS.
- Daños en equipos por eventos climáticos (probabilidad alta): instalación de estructuras protectoras y mantenimiento periódico.
- Desarticulación institucional (probabilidad media): fortalecimiento del Comité Técnico Interinstitucional con reuniones trimestrales.

Resultados esperados: En términos generales se resaltan

- Red de aforos instalada y operativa en los ríos principales del cantón.
- Base de datos hidrológica validada con series de al menos 24 meses.
- Integración de los resultados en los modelos hidrogeológicos cantonales.
- Mejora en la capacidad de planificación y respuesta institucional ante sequías o inundaciones.
- Publicación anual de boletines de resultados hidrométricos. Estaciones permanentes de aforo.
- Curvas de gasto actualizadas.
- Base para calibración futura del modelo



Figura N˚19. Infografía Proyecto PCRH-PA -01. Fuente: Elaboración propia, 2025.

ii. Proyecto Hídrico Cantonal 2. (PCRH-PA-02) Diseño de la Red de Monitoreo de las Aguas Subterráneas del Acuífero Barva y Colima.

La gestión de las aguas subterráneas en Costa Rica enfrenta un desafío estructural: la carencia de información precisa y actualizada sobre los caudales efectivamente extraídos. Si bien; existe un marco normativo para el otorgamiento de concesiones y el cobro de cánones, la supervisión y el control técnico son insuficientes.

Las plataformas de registro institucional presentan rezagos y desactualización, lo que genera inconsistencias entre los datos reportados y los usos reales del recurso. Además, la proliferación de pozos ilegales sin permisos ni control técnico incrementa la presión sobre los acuíferos Barva y Colima. Esta falta de información confiable limita la calidad de los balances hídricos, distorsiona las modelaciones hidrogeológicas y compromete la sostenibilidad del recurso subterráneo a largo plazo.

Por ello, se propone la creación de una red automatizada de monitoreo de aguas subterráneas como un instrumento técnico–político; que fortalezca la gobernanza hídrica dentro de cantón y con los municipios vecinos, modernice la gestión institucional y garantice el acceso público a la información.

Ámbito y localización

El proyecto se centrará en Belén, pero deberá ampliarse a los cantones de Alajuela y Heredia, (cuenca hidrogeológica de los acuíferos Barva y Colima). Las zonas de intervención comprenden áreas de recarga, descarga; priorizando los sitios con mayores presiones por extracción y vulnerabilidad ambiental.

Destinatarios: El proyecto beneficiará y vinculará a diversos sectores:

- **Instituciones públicas:** SENARA, AyA, ESPH y Acueducto Municipalidad de Belén, responsables de la gestión, fiscalización y planificación del recurso.
- **Academia:** Universidades nacionales (UCR, UNA, UTN y CATIE), como aliadas técnicas para la validación científica, modelación hidrogeológica y formación profesional.
- **Comunidades locales y ASADAS:** Actores clave para la vigilancia comunitaria, la denuncia de pozos ilegales y la apropiación del conocimiento hídrico.
- **Sector privado:** Empresas con concesiones vigentes o interés en promover responsabilidad ambiental empresarial, que posean piezómetros.

Objetivo general: Implementar un sistema cantonal-regional integrado de monitoreo, control y gestión de las aguas subterráneas, que permita cuantificar con precisión los caudales extraídos, detectar aprovechamientos ilegales y fortalecer la fiscalización de las concesiones, promoviendo una gestión sostenible y transparente.

Objetivos específicos:

1. Diseñar e instalar una red automatizada de monitoreo en pozos y piezómetros estratégicos de los acuíferos Barva y Colima.
2. Desarrollar una plataforma digital cantonal-regional que permita recopilar, visualizar y analizar los datos en tiempo real.
3. Actualizar y depurar la base de datos nacional de pozos y el registro de concesiones, transmitir información a las entidades responsables.
4. Fortalecer el control institucional mediante equipos técnicos interinstitucionales.
5. Generar balances hídricos actualizados por unidad hidrogeológica y divulgar los resultados a través de boletines técnicos.

Temporalización: El proyecto tendrá una duración total de 3 años, con las siguientes fases:

- **Diseño de la red de monitoreo:** 6 meses.
- **Instalación de equipos automatizados:** 12 meses.
- **Desarrollo de la plataforma digital nacional:** 12 meses.
- **Monitoreo continuo y validación de datos:** permanente.
- **Depuración de concesiones y control institucional:** a partir del mes 18.
- **Modelación hidrogeológica y balances hídricos:** 12 meses.
- **Elaboración de informes y boletines públicos:** trimestral y anual.

A partir de su implementación, el sistema de monitoreo continuará operando de manera **permanente**, se buscará integrarlo al SINIGIRH de la Dirección de Agua.

Componentes:

a. **Red Automatizada de Monitoreo Subterráneo:** Este componente establece la instalación, modernización y operación de una red de pozos y piezómetros estratégicos para medir niveles de agua, variaciones temporales y tendencias de abatimiento. Incluye:
   - Sensores automáticos de nivel, presión y temperatura.
   - Sistemas de registro continuo (logger) con transmisión remota.
   - Puntos estratégicos definidos por criterios hidrogeológicos, riesgo y presión extractiva.
   - Integración de pozos públicos, privados y comunitarios.
   - Plataforma interoperable para visualizar, consultar y analizar los datos obtenidos del monitoreo.
   - Sistema web de acceso público y módulos restringidos para instituciones.
   - Integración con bases de datos de SENARA, AyA, Dirección de Aguas, ESPH y Municipalidades.
   - Paneles geoespaciales (SIG) para analizar tendencias, zonas en riesgo y alertas automáticas.
   -

b. **Actualización del Registro de Pozos y Concesiones:** Este componente tiene por finalidad consolidar un registro confiable y actualizado de las infraestructuras de extracción de agua subterránea en los acuíferos Barva y Colima. Para ello, se

   ejecutará un proceso sistemático que incluya:
   - Verificación física de los pozos activos, inactivos y abandonados, evaluando su estado estructural y operativo.
   - Identificación y georreferenciación de pozos ilegales o sin concesión, con el fin de incorporarlos al inventario y activar los mecanismos institucionales correspondientes.
   - Revisión técnica detallada de cada pozo registrado, considerando condiciones constructivas, profundidades, equipamiento y caudales instalados.
   - Cruce y depuración de información con las bases de datos institucionales (expedientes de concesiones, aforos históricos, caudales reportados, permisos de perforación y uso del agua), garantizando coherencia y trazabilidad de los datos.

c. **Fortalecimiento Técnico, Institucional y de Control:** Busca consolidar un equipo interinstitucional capaz de operar y mantener la red de monitoreo subterráneo, garantizar la calidad de los datos y ejercer un control real sobre el uso del agua. Para ello, se promueve la capacitación continúa en hidrogeología y manejo de información, la elaboración de protocolos oficiales de operación y validación, la articulación entre SENARA, AyA, municipalidades y academia, y la dotación de equipamiento especializado para inspecciones y auditorías técnicas. Su propósito es asegurar la sostenibilidad operativa del sistema y fortalecer la gobernanza hídrica con capacidad efectiva de supervisión y fiscalización.

d. **Generación de Balances Hídricos y Divulgación Técnica:** Organiza y transforma la información obtenida por la red de monitoreo en productos científicos y operativos de alto valor para la gestión del agua. Esto incluye la elaboración de balances hídricos anuales por unidad hidrogeológica, la emisión de boletines técnicos trimestrales, la actualización periódica del Modelo Numérico de los acuíferos Barva y Colima y la puesta en marcha de un sistema de alertas automáticas ante indicios de sobreextracción o abatimiento crítico. Asimismo, incorpora mecanismos de divulgación pública y herramientas educativas que permitan a la ciudadanía y a las instituciones acceder a información clara y oportuna. Su propósito es convertir los datos del monitoreo en conocimiento útil para la formulación de políticas, la regulación, la planificación territorial y la construcción de seguridad hídrica.

Metodología y actividades: Se combina la innovación tecnológica con la cooperación interinstitucional y el fortalecimiento territorial. Se estructura en tres componentes principales: monitoreo técnico, gestión institucional y participación social.

Actividades principales:

- Diseño técnico de la red de monitoreo con criterios hidrogeológicos.
- Instalación de sensores automáticos en pozos y piezómetros representativos ya construidos.
- Ubicación y perforación de pozos nuevos.
- Creación e implementación de la plataforma digital de visualización de datos.
- Integración de los datos con los sistemas del SENARA, AyA y ESPH.
- Generación de alertas automáticas por sobre extracción o uso no autorizado.
- Actualización del registro de concesiones y registro de pozos.
- Conformación del Comité Técnico Interinstitucional de Monitoreo.
- Elaboración de balances hídricos y modelaciones con base en datos reales.
- Divulgación de resultados mediante boletines públicos y presentaciones municipales.

Recursos humanos y equipo técnico: El presupuesto proyectado para la ejecución del diseño de la red de monitoreo se considera se realizará en 3 años, los costos asociados a su posterior seguimiento deberán ser considerados una vez finalizada la primera etapa:

- **SENARA:** dirección técnica general, diseño de red, modelación y validación de datos.
- **Municipalidad de Belén:** articulación territorial, fiscalización local e integración con el Plan Cantonal de Recursos Hídricos.
- **AyA:** incorporación de resultados en planificación de abastecimiento y control de pozos.
- **ESPH:** soporte técnico y mantenimiento de estaciones automatizadas.
- **Academia (UCR, UNA, TEC, CATIE):** análisis científico, validación y formación técnica.
- **Empresa privada:** cofinanciamiento y apertura al intercambio de datos.
- **ASADAS y comunidades:** vigilancia social y reporte de anomalías o pozos ilegales.

Recursos materiales y financieros

- **Vehículos, materiales de campo y equipo de transporte:** Corresponde a giras durante el primer año de diseño 1.200.000 millón de colones.
- **Construcción de nuevos piezómetros en Colima:** 5 piezómetros. 8.000.000 millones de colones por cada uno. 35.000.000 millones en total
- **Equipos automatizados de monitoreo:** sensores de nivel, presión, caudal y calidad. 20.000.000 millón por pozo ya construido. Red de pozos municipal 20 piezómetros.
- **Consultoría especializada para desarrollo de software y visualización de datos**. 25.000.000 millones de colones
- **Licencias, mantenimiento de la plataforma digital**: 5.000.000 millones de colores

El costo total del proyecto se estima en **₡ 86,200.000 millones de colones.**

Fuentes de financiamiento: SENARA, ESPH, Municipalidad de Belén y empresa privada mediante programas de Responsabilidad Social Empresarial (RSE).

Evaluación: El proceso se sustentará en indicadores verificables agrupados en cuatro dimensiones:

Cuadro N˚8. Sistema de Verificación y cumplimiento del Proyecto N˚2.

Cobertura y operación	% de piezómetros operativos respecto al total planificado	Reportes trimestrales, bitácoras de mantenimiento.
	Densidad de estaciones por unidad hidrogeológica	SIG municipal, inventario de estaciones, mapas de red
	% de acuíferos prioritarios cubiertos por la red	Actualización de Modelo Numérico, mapas de recarga SENARA, informes de monitoreo
Calidad y continuidad de datos	% de series temporales completas y validadas	Base de datos hidrométrica, auditorías técnicas
	% de datos auditados técnicamente	Protocolos de auditoría, informes técnicos institucionales
	Frecuencia promedio de medición por estación	Bitácoras de campo, reportes de sensores
Impacto ambiental y preventivo	Número de alertas por niveles críticos de abatimiento	SIG municipal, boletines de monitoreo
	Variación anual del nivel piezométrico	Series piezométricas comparativas
	% de acuíferos con tendencia estable o en recuperación	Informes anuales del Modelo Numérico
Gestión y sostenibilidad institucional	Número de boletines técnicos emitidos anualmente	Publicaciones municipales, enlaces web
	% de datos publicados en plataformas abiertas	Portal municipal, SIMASTIR
	Nivel de ejecución presupuestaria del mantenimiento	Estados financieros, auditorías
	Existencia de protocolo oficial de operación y validación	Documento oficial, actas de aprobación

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Riesgos del proyecto: Durante la ejecución pueden presentarse distintos riesgos operativos e institucionales:

- **Fallas en la transmisión de datos:** mitigadas mediante sistemas de respaldo y redundancia de sensores.

- **Falta de coordinación interinstitucional:** controlada por medio del Comité Técnico Interinstitucional con reuniones trimestrales.
- **Vandalismo o robo de equipos:** prevenido mediante la instalación en sitios seguros y la colaboración comunitaria.
- **Limitaciones presupuestarias:** abordadas mediante cofinanciamiento con la empresa privada y cooperación internacional.
- **Resistencia institucional al intercambio de información:** mitigada con acuerdos formales de transparencia y datos abiertos.

Resultados esperados

- Red de monitoreo subterráneo automatizada, operativa y validada en los acuíferos Barva y Colima.
- Plataforma digital nacional interoperable entre instituciones públicas y académicas.
- Registro de pozos y concesiones actualizado y depurado.
- Balance hídrico actualizado por unidad hidrogeológica con datos en tiempo real.
- Sistema de alertas automáticas por sobreextracción o abatimiento crítico.
- Fortalecimiento técnico e institucional en la gestión del agua subterránea.
- Mayor transparencia en la información hídrica y participación activa de la ciudadanía.

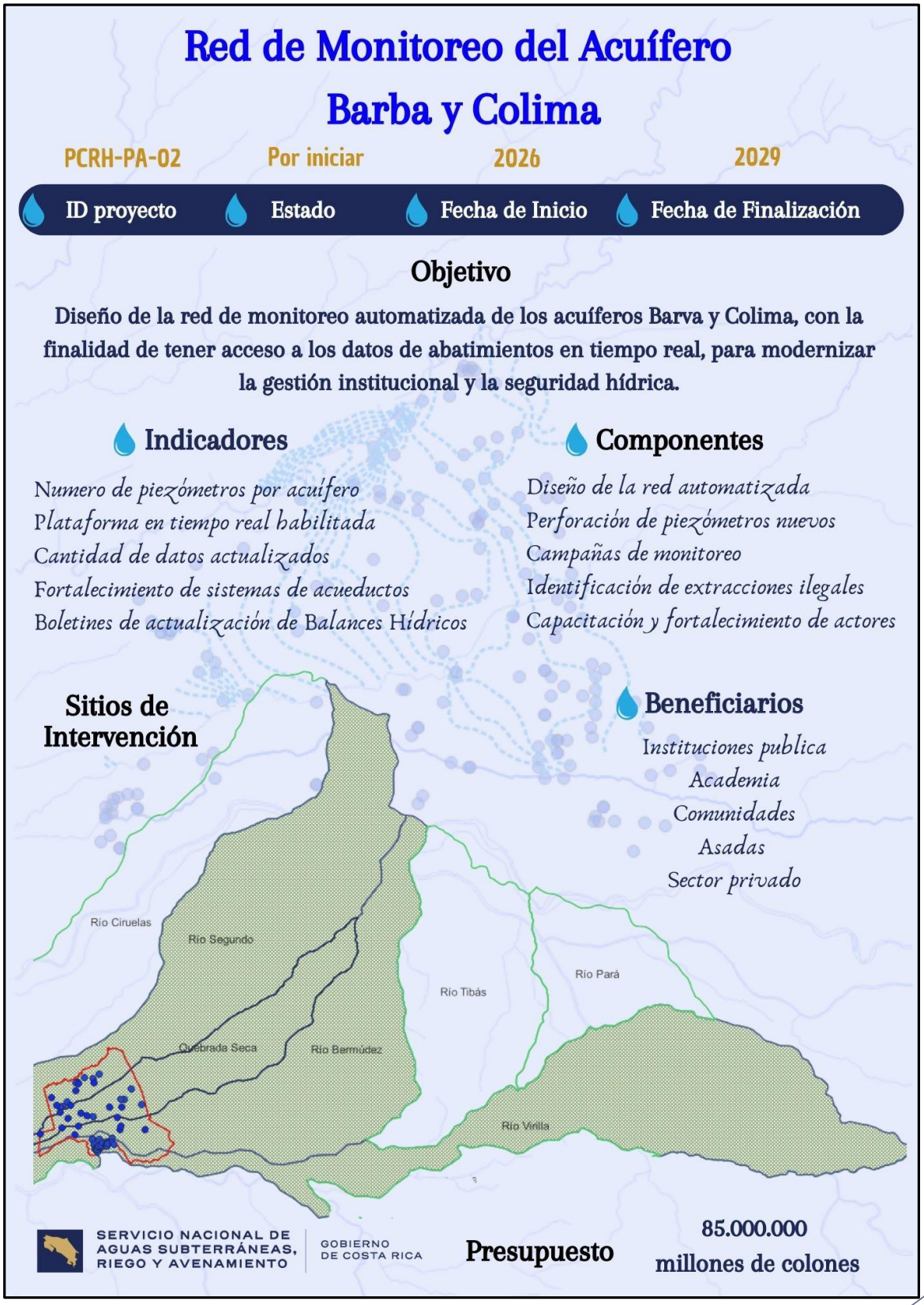


Figura N˚20. Infografía Proyecto PCRH-PA -02. Fuente: Elaboración propia, 2025.

iii. Proyecto Hídrico Cantonal N°3. (PCRH-PA-03)
Diseño Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible en el Cantón de Belén

Las zonas urbanas e intermedias del cantón de Belén, presentan una creciente vulnerabilidad frente a los eventos de precipitación intensa, resultado de un desarrollo urbano desordenado y una alta impermeabilización de los suelos. El uso predominante de infraestructura gris (como los sistemas convencionales de alcantarillado pluvial) ha demostrado ser insuficiente para manejar los volúmenes de escorrentía superficial generados durante lluvias extremas, ocasionando inundaciones locales, erosión de cauces, deterioro de la calidad del agua.

La posición geográfica de Belén agrava esta problemática, pues recibe aguas pluviales mal gestionadas de la cuenca alta, generando acumulación en sectores de baja pendiente. Esta escorrentía no infiltrada reduce la recarga natural de los acuíferos y aumenta la presión sobre las fuentes subterráneas de abastecimiento. Además, el arrastre de contaminantes difusos (hidrocarburos, metales pesados y nutrientes) contribuye a la degradación ambiental de los ríos y quebradas del cantón.

En este contexto, los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS); se plantean como una alternativa innovadora y ecológica para reducir la escorrentía superficial, mejorar la infiltración, recargar los acuíferos y mitigar los impactos del cambio climático. Este enfoque combina ingeniería, paisajismo y gestión ambiental, promoviendo un modelo urbano resiliente y sostenible que integra a las comunidades en la protección del recurso hídrico.

Ámbito y localización

El proyecto se desarrollará en el cantón de Belén, provincia de Heredia, Costa Rica, en áreas con baja permeabilidad, exposición a riesgos de inundación o en sitios estratégicos relacionados con obras verdes o transporte público que actualmente se encuentra definidas por la Municipalidad de Belén.

Se priorizarán los puntos críticos de escorrentía, zonas de baja pendiente y sectores con potencial de recarga hídrica, definidos mediante análisis biofísico, hidrológico y territorial, los cuales deben evaluarse de manera holística.

Destinatarios: El proyecto está dirigido a una amplia gama de actores, sin embargo, se resaltan:

- **Instituciones públicas:** Ministerio de Educación, Ministerio de Salud.
- **Funcionarios municipales:** encargados del diseño, fiscalización y mantenimiento de las obras, gestión ambiental y sanitarios.
- **Academia y equipo de diseño:** ingenieros, arquitectos y especialistas ambientales que elaborarán los diseños hidráulicos, estructurales y paisajísticos.
- **Comunidad local:** actores fundamentales para la vigilancia, el mantenimiento y la apropiación de la infraestructura verde, menor riesgo a impactos por eventos.

- **Sector privado:** mejores vías de acceso y menos riesgos.

Objetivo general: Diseñar SUDS como una estrategia integral para gestionar de forma eficiente y segura las aguas superficiales y subterráneas, reduciendo la escorrentía, controlando la contaminación difusa y mejorando la recarga hídrica, con el fin de fortalecer la resiliencia hídrica y climática del cantón.

Objetivos específicos:

1. Identificar y caracterizar las áreas urbanas con mayor riesgo por escorrentía y baja capacidad de infiltración.
2. Diseñar y dimensionar los SUDS más adecuados según las condiciones biofísicas locales.
3. Implementar infraestructura verde (jardines de lluvia, zanjas filtrantes, pavimentos permeables y humedales artificiales).
4. Fortalecer la gobernanza hídrica mediante la coordinación institucional y la participación comunitaria.
5. Promover la educación ambiental y la apropiación social de los espacios con SUDS.

Componentes:

b. **Diagnóstico Hidrológico y Territorial de Zonas Críticas:** Este componente identifica y caracteriza las áreas del cantón más vulnerables a inundaciones, escorrentía excesiva y baja infiltración, integrando análisis biofísicos, hidrológicos y territoriales. Incluye la delimitación de puntos críticos, zonas de baja pendiente, áreas impermeabilizadas y sectores prioritarios para recarga.

c. **Diseño Hidráulico, Estructural y Funcional de los SUDS:** Este componente integra cálculos hidráulicos, modelación hidrológica, estimación de volúmenes de escorrentía e infiltración, diseño estructural y análisis paisajístico; busca garantizar que cada SUDS opere con eficiencia hidráulica y contribuya a la recarga de los acuíferos Barva–Colima.

d. **Propuesta de Infraestructura Azul y Soluciones Basadas en la Naturaleza:** Este componente busca proponer los SUDS para transformar espacios urbanos impermeabilizados en áreas multifuncionales que reducen escorrentía, mejoran la calidad del agua y aumentan la resiliencia climática. También contribuye a la biodiversidad urbana y a la reducción de islas de calor.

e. **Gobernanza Hídrica, Coordinación Institucional y Participación Comunitaria:** Integra procesos de cogestión, mesas técnicas interinstitucionales, acuerdos operativos y mecanismos comunitarios de vigilancia. Este componente busca consolidar una gobernanza hídrica moderna, colaborativa y orientada a la sostenibilidad.

f. **Educación Ambiental, Comunicación y Apropiación Social:** Promueve la comprensión del papel de los SUDS como infraestructura verde estratégica. Incluye

campañas educativas, talleres comunitarios, señalización interpretativa en los espacios intervenidos, formación técnica y actividades de voluntariado. El objetivo es que la ciudadanía adopte los SUDS como parte de su entorno urbano, favoreciendo su cuidado, valoración y sostenibilidad a largo plazo.

Temporalización: El proyecto se desarrollará en un periodo de 2 años, con las siguientes etapas:

I. **Planificación y Definición Estratégica (10 meses):** Incluye todas las actividades orientadas a comprender el territorio, sus necesidades y las condiciones hidráulicas que guiarán el diseño de las SUDS.
II. **Análisis Técnico y Diseño del Sistema SUDS (13 meses):** Corresponde al desarrollo de estudios, cálculos, selección de soluciones y diseño técnico.
III. **Validación Hidráulica y Cierre Técnico (24 meses):** Abarca la estructuración operativa, la verificación final del diseño y la preparación de documentos técnicos.

Metodología y actividades: Combina análisis técnico, planificación territorial, gestión ambiental y participación ciudadana, siguiendo los principios de las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN).

Actividades principales:

- Definición del objetivo hidráulico del sistema de drenaje sostenible.
- Identificación de puntos críticos y áreas potenciales de implementación.
- Recopilación de información geoespacial, hidrológica y socioambiental.
- Análisis de las condiciones biofísicas e hidrológicas del sitio.
- Estimación de los volúmenes de escorrentía, almacenamiento e infiltración.
- Selección de los tipos de SUDS más apropiados según el contexto urbano.
- Diseño hidráulico, estructural y paisajístico de los sistemas.
- Verificación mediante modelación hidrológica y comprobación hidráulica.
- Elaboración del informe final con recomendaciones técnicas y de gestión.

Recursos humanos y equipo técnico

- **SENARA:** Asistencia técnica, integración con los planes de recarga hídrica y validación técnica nacional.
- **Municipalidad de Belén:** Liderazgo territorial, ejecución de obras, fiscalización local y articulación con la planificación urbana.
- **Ministerio de Salud:** Vigilancia sanitaria y control de calidad ambiental.
- **SETENA:** evaluación de impacto ambiental y aprobación de intervenciones en zonas sensibles.
- **Funcionarios municipales:** Diseño, supervisión y mantenimiento de los sistemas implementados.
- **Equipo de diseñadores:** Profesionales en ingeniería civil, ambiental, hidráulica y arquitectura paisajista.
- **Comunidad:** Participación en el mantenimiento, vigilancia y apropiación de los espacios verdes urbanos.

Recursos materiales y financieros: Se deberá realizar un estudio de mercado para definir los costos exactos, no obstante, se estima que dicho estudio puede tener un costo de **10.000.000 millones de colones**, se prevén los siguientes componentes de inversión:

Fuentes de financiamiento: SENARA, ESPH, Municipalidad de Belén, Ministerio de Salud y empresa privada, a través de convenios o fondos de responsabilidad ambiental.

Evaluación: Se realizará mediante indicadores de desempeño técnico, ambiental y social:

Cuadro N˚9. Sistema de Verificación y cumplimiento del Proyecto N˚3.

Categoría	Indicador	Meta a 2 años	Medios de Verificación
Beneficios hidrológicos y ambientales	Reducción de caudales punta y de inundaciones	≥ 10–15 % de disminución en caudales pico en zonas intervenidas	Comparación de aforos pre y post-intervención;
	Disminución de carga hidráulica en alcantarillado	Reducción del 5–20 % en volúmenes derivados en eventos máximos	Registros operativos del alcantarillado; mediciones de caudal
	Incremento de recarga	Aumento del 3 % del volumen infiltrado en áreas piloto	Modelos de infiltración
	Retención de contaminantes	Reducción del 20 % en contaminantes	Informes de calidad del agua
	Reducción del efecto isla de calor	Disminución de 1–2 °C en zonas con infraestructura verde	Termometría superficial, imágenes satelitales
	Mejora paisajística y del espacio público	3–5 espacios urbanos intervenidos con SUDS	Fotografías georreferenciadas

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Resultados esperados: Se proyectan los siguientes impactos positivos

- Implementación de SUSD en zonas críticas del cantón de Belén.
- Reducción significativa de los caudales de escorrentía y de los eventos de inundación.
- Mejora de la calidad del agua superficial y subterránea.
- Incremento de la recarga hídrica y reducción de la presión sobre los acuíferos.
- Fortalecimiento de la gobernanza ambiental y de la resiliencia urbana frente al cambio climático.
- Creación de espacios verdes multifuncionales que integren paisaje, biodiversidad y gestión del agua.

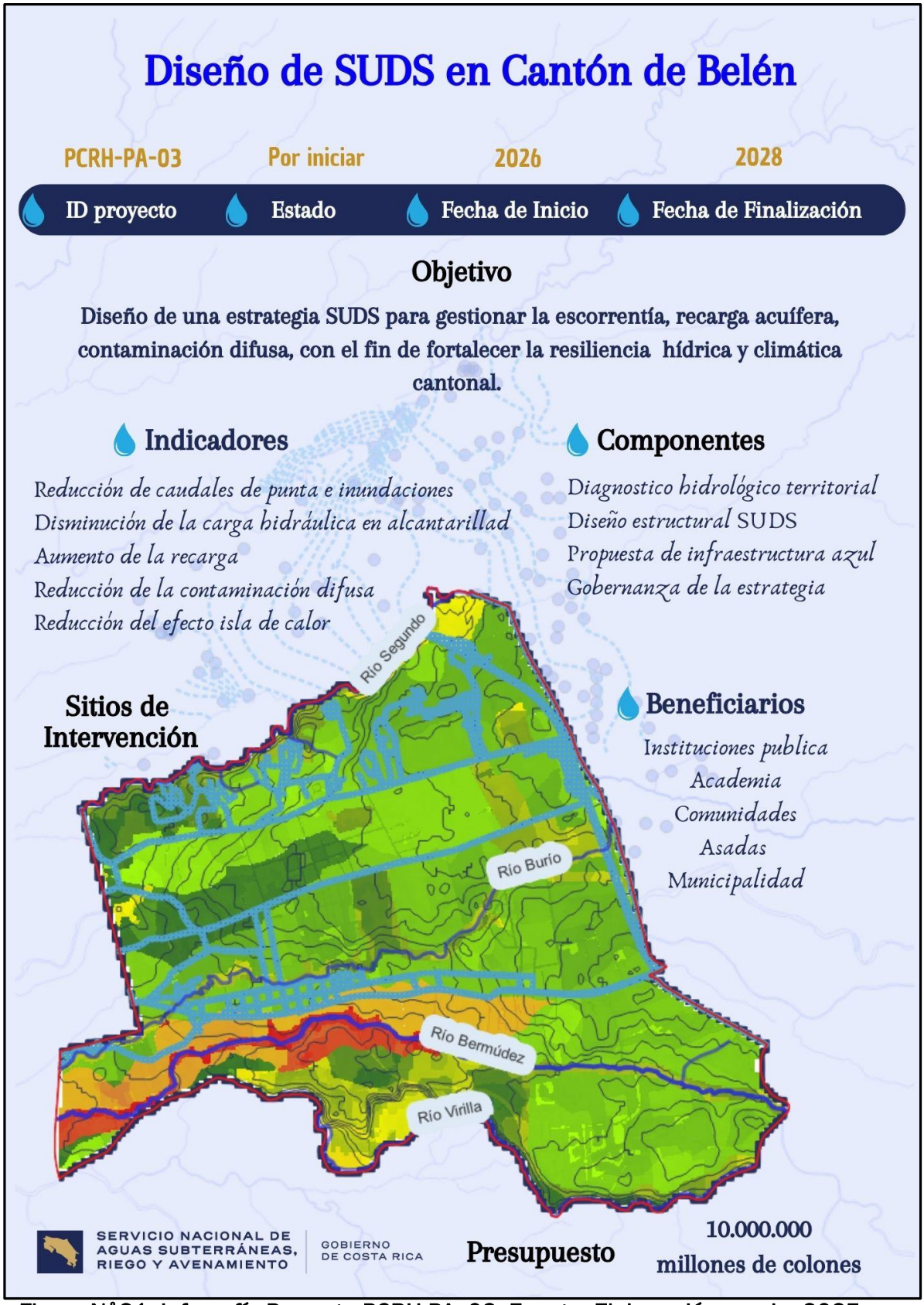


Figura N˚21. Infografía Proyecto PCRH-PA -03. Fuente: Elaboración propia, 2025.

iv. Proyecto Hídrico Cantonal N°4. (PCRH-PA-04) Comisión Intermunicipal e Interinstitucional de los Acuíferos Barva y Colima.

El cantón de Belén se localiza en una zona estratégica de descarga de los acuíferos regionales del Valle Central, particularmente del sistema Barva–Colima, cuyo flujo subterráneo se extiende bajo distintos territorios municipales. Sin embargo, las diferencias en las regulaciones locales sobre densidad poblacional, uso del suelo y control ambiental generan presiones desiguales sobre las áreas de recarga y afectan la calidad y disponibilidad del recurso.

El ´´Modelo Numérico para los Acuíferos existentes en el Cantón de Belén, Heredia, Costa Rica´´; indican que aproximadamente el 78% de la recarga hídrica de Belén proviene de flujo lateral de la parte alta de subcuenca, mientras que el 17% corresponde a infiltración desde cuerpos superficiales, muchos de ellos con niveles de calidad insuficientes. Esta situación incrementa el riesgo de contaminación de los acuíferos y pone en evidencia la necesidad de una gestión integral y coordinada entre municipios e instituciones.

Pese a existir instrumentos jurídicos como el *"Voto Garabito"*, que ordena la depuración del río Grande de Tárcoles y sus afluentes, su aplicación práctica ha sido limitada. Considerando que los acuíferos Barva y Colima abastecen a más de 780.000 personas en el Gran Área Metropolitana, la ausencia de mecanismos formales de cooperación compromete la sostenibilidad del abastecimiento y la seguridad hídrica de la GAM.

Por ello, se propone la creación de una ´´Comisión Intermunicipal e Interinstitucional de los Acuíferos Barva y Colima´´, que constituya una estructura permanente de articulación técnica, política y comunitaria para la protección y manejo sostenible del recurso hídrico subterráneo.

Ámbito y localización

El proyecto abarca los cantones de Belén, Alajuela, Heredia, y San José; situados dentro de la cobertura hidrogeológica de los acuíferos Barva y Colima o que se benefician de los servicios ecosistémicos que brindan las aguas subterráneas que son captadas para abastecimiento poblacional. Las acciones se concentrarán en las zonas de recarga y descarga identificadas en la modelación numérica hidrogeológica o ´´Balance Hídrico de Belén´´, con incidencia directa en la cuenca del río Grande de Tárcoles.

Destinatarios

- **Gobiernos locales**: Municipalidades de Belén, Alajuela, Heredia y otros cantones vinculados al sistema hidrogeológico.
- **Instituciones públicas**: SENARA, AyA, ESPH, Ministerio de Salud y MINAE.
- **Sector académico**: Universidades públicas y centros de investigación (UCR, UNA, TEC, CATIE).
- **Empresas privadas**: Concesionarias y usuarias de aguas subterráneas con responsabilidad ambiental compartida.

- **Sociedad civil**: ASADAS, organizaciones comunales y ciudadanía en general, beneficiarios directos del uso sostenible del agua subterránea por medio de abastecimiento para consumo humano.

Objetivo general: Establecer una ´´Comisión Intermunicipal e Interinstitucional para la gestión integrada de los acuíferos Barva y Colima´´, destinada a coordinar de manera permanente las acciones técnicas, normativas y territoriales entre los municipios e instituciones involucradas, con el fin de proteger las zonas de recarga, prevenir la contaminación, regular la explotación y garantizar la sostenibilidad hídrica del sistema acuífero que abastece al cantón de Belén y a la Gran Área Metropolitana.

Objetivos específicos:

1. Identificar, caracterizar a los actores institucionales, municipales, académicos, privados y sociales con competencia o incidencia en la gestión del agua subterránea y el abastecimiento poblacional.
2. Desarrollar procesos de capacitación y fortalecimiento técnico en manejo de acuíferos con enfoque de cuenca.
3. Realizar talleres y mesas de trabajo interinstitucionales para construir una agenda común de gestión hídrica de las aguas subterráneas, con enfoque en seguridad hídrica.
4. Elaborar y aprobar los estatutos, misión, visión y objetivos de la Comisión.
5. Implementar mecanismos formales de coordinación, seguimiento y transparencia intermunicipal.

Componentes:

a. **Gobernanza Intermunicipal y Marco Institucional Común:** Este componente establece la estructura formal de coordinación entre los municipios y las instituciones con incidencia en la gestión del agua subterránea. Incluye la creación jurídica de la Comisión, la definición de sus estatutos, su misión, visión, roles y protocolos de funcionamiento. Busca unificar criterios normativos, fortalecer el liderazgo de los gobiernos locales y garantizar un espacio permanente para la toma de decisiones conjuntas sobre los acuíferos Barva y Colima.

b. **Mapeo, Caracterización y Vinculación de Actores Estratégicos:** Constituye la base social y técnica del proyecto. Comprende la identificación, análisis y clasificación de actores institucionales, comunitarios, académicos, privados y operadores de acueductos (AyA, ESPH, ASADAS), determinando su nivel de influencia, intereses y responsabilidades. Este componente permite reconocer las capacidades existentes, cerrar brechas de coordinación y construir una plataforma multisectorial que represente de forma equilibrada a todos los usuarios del sistema acuífero.

c. **Desarrollo de Capacidades y Fortalecimiento Técnico Interinstitucional:** Dirigido a consolidar un cuerpo técnico intermunicipal capaz de interpretar información hidrogeológica, evaluar riesgos y apoyar la toma de decisiones sobre el manejo del agua subterránea. Incluye procesos de formación en: modelación numérica, hidrogeología aplicada, regulación hídrica, gestión con enfoque de cuenca, cambio climático y gobernanza del agua. Este componente mejora la autonomía técnica de los gobiernos locales y la coherencia entre instituciones rectoras.

d. **Articulación Territorial y Construcción de una Agenda Común:** Consiste en realizar talleres, mesas de trabajo y sesiones técnicas que permitan alinear criterios, priorizar problemáticas, definir acciones sostenibles y construir una agenda de trabajo intermunicipal. Incluye la integración de resultados del ´´ Modelo Numérico para los Acuíferos existentes en el Cantón de Belén, Heredia, Costa Rica´´ y otros estudios regionales. Este componente articula compromisos sobre protección de zonas de recarga, vigilancia de la calidad del agua, control de extracción por medio pozos, ordenamiento territorial y atención de riesgos.

e. **Mecanismos de Coordinación, Seguimiento y Transparencia Intermunicipal:** Busca garantizar que la Comisión opere de manera continua, verificable y transparente. Incluye la implementación de protocolos de seguimiento, indicadores de gobernanza, reportes técnicos periódicos, plataformas de información compartida y mecanismos de rendición de cuentas. Este componente también integra herramientas de monitoreo hidrogeológico asegurando decisiones basadas en evidencia y responsabilidad compartida.

Temporalización: El proceso de conformación y puesta en marcha de la Comisión se desarrollará en tres años, con las siguientes etapas:

- **Identificación y caracterización de actores:** 6 meses
- **Capacitación técnica y fortalecimiento institucional**: 6 meses
- **Talleres y mesas de trabajo interinstitucionales:** 8 meses
- **Establecimiento de estatutos y reglamentos:** 8 meses
- **Definición de misión, visión y objetivos operativos**: durante el tercer año.

Una vez conformada, la Comisión desarrollará actividades **permanentes** de monitoreo, coordinación y evaluación.

Metodología y actividades: El proyecto se sustenta en una metodología de gobernanza colaborativa, articulando niveles institucionales, municipales y ciudadanos bajo el enfoque de manejo integrado del recurso hídrico, con meta en la Seguridad Hídrica y la resiliencia ante el cambio climático.

Actividades principales:

- Elaboración del mapa de actores y análisis de competencias institucionales.
- Desarrollo de talleres participativos para establecer prioridades y estrategias de cooperación.
- Formación técnica en hidrogeología, recarga y monitoreo, con apoyo de SENARA y universidades.
- Conformación de mesas de trabajo temáticas (recarga, calidad, concesiones, normativa, comunicación).
- Redacción y aprobación de estatutos y reglamento interno de funcionamiento.
- Creación de una plataforma digital compartida para intercambio de datos e informes.
- Elaboración del Plan Anual de Trabajo y programación de sesiones ordinarias.
- Definición de mecanismos de transparencia y participación ciudadana.

Recursos humanos y equipo técnico

- **Municipalidades (Belén, Alajuela, Heredia y otras):** Liderazgo político, armonización normativa y articulación territorial.
- **SENARA**: Coordinación técnica, asesoría hidrogeológica y apoyo en planes de recarga y monitoreo.
- **AyA:** integración de la planificación subterránea con políticas de abastecimiento y control de concesiones.
- **ESPH:** Soporte técnico en operación de fuentes y sistemas de distribución.
- Ministerio de Salud y MINAE: alineación con normativa sanitaria y ambiental nacional.
- **Academia**: análisis de datos, estudios de impacto y formación de capacidades locales.
- **Empresas privadas:** financiamiento parcial y cumplimiento de criterios de responsabilidad ambiental.
- **Comunidad y ASADAS**: Vigilancia social, transparencia y veeduría ciudadana del recurso hídrico.

Recursos materiales y financieros

Presupuesto estimado total: ₡10.000.000 millones anuales durante tres años, para un total de **30.000.000 millones colones.**

Rubros principales:

- Viáticos y transporte para giras técnicas.
- Equipamiento y materiales para talleres participativos y mesas de trabajo.
- Licencia y mantenimiento de plataforma digital colaborativa.
- Consultorías para armonización normativa y diseño institucional.

Fuentes de financiamiento:

- SENARA, ESPH, municipalidades participantes, empresa privada (RSE) y cooperación internacional en gobernanza hídrica.

Evaluación: El proyecto de conformación de la ´´Comisión Intermunicipal e Interinstitucional para la gestión integrada de los acuíferos Barva y Colima´´, tiene como lineamientos esenciales para su cumplimiento, lo siguientes:

Cuadro N˚10. Sistema de Verificación y cumplimiento del Proyecto N˚4.

Categoría	Indicador	Medio de verificación
Funcionamiento y gobernanza	Número de sesiones realizadas	Actas y minutas oficiales
	Porcentaje de asistencia promedio	Listas de asistencia
	Existencia de plan anual aprobado	Plan anual publicado
	Cantidad de acuerdos tomados	Libro de acuerdos
	% de cumplimiento de acuerdos	Informes de seguimiento
	Municipios e instituciones representadas	Registro oficial de miembros
	Grado de institucionalización	Documentos oficiales archivados
Indicadores técnico-ambientales	Superficie de zonas de recarga protegidas o restauradas	GIS municipal-cuenca, informes, Red de Monitoreo de Acuíferos de Barba y Colima
	Fuentes de agua monitoreadas regularmente	
	Reducción de captaciones ilegales	
	Mejora en la calidad del agua subterránea	Análisis de laboratorio de agua
	Variación de niveles piezométricos	Red de Monitoreo de Acuíferos de Barba y Colima
Gestión y cogestión	Actores comunitarios incorporados	Gestores Hídricos de la Comisión
	Actividades conjuntas	Informes de ejecución
	Acciones coordinadas	Plan operativo de la comisión
	Población beneficiada con abastecimiento mejorado	Reportes AyA–municipalidades
	Gobernanza y cogestión	Encuestas anuales
	Inversión pública y privada en infraestructura hídrica	Informes presupuestarios
	Propuestas normativas o técnicas aprobadas	Gacetas municipales / actas

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Riesgos del proyecto: A nivel general se pueden preveer:

- **Falta de voluntad política o rotación de autoridades:** Mitigada mediante convenios formales y compromiso institucional firmado.

- **Descoordinación interinstitucional:** Estableciendo un Comité Técnico Permanente con reuniones trimestrales.
- **Limitaciones presupuestarias:** Abordadas con cofinanciamiento progresivo y priorización de acciones estratégicas.
- **Conflictos de interés entre actores:** resueltos mediante mecanismos de mediación y decisiones concertadas.
- **Falta de información o criterios unificados:** Implementación de protocolos comunes y plataforma compartida.

Resultados esperados

- Comisión formalizada y operativa con estatutos aprobados.
- Plan de trabajo anual y reglamento interno adoptado.
- Normativa armonizada entre municipalidades sobre recarga, uso del suelo y concesiones.
- Fortalecimiento de la coordinación entre instituciones públicas, privadas y académicas.
- Zonas de recarga priorizadas con acciones conjuntas de protección.
- Disminución de captaciones ilegales y mejora de la calidad del agua subterránea.
- Participación ciudadana activa y sostenida en la vigilancia y gestión del recurso.
- Consolidación de un modelo de cogestión regional replicable en otras cuencas del país.

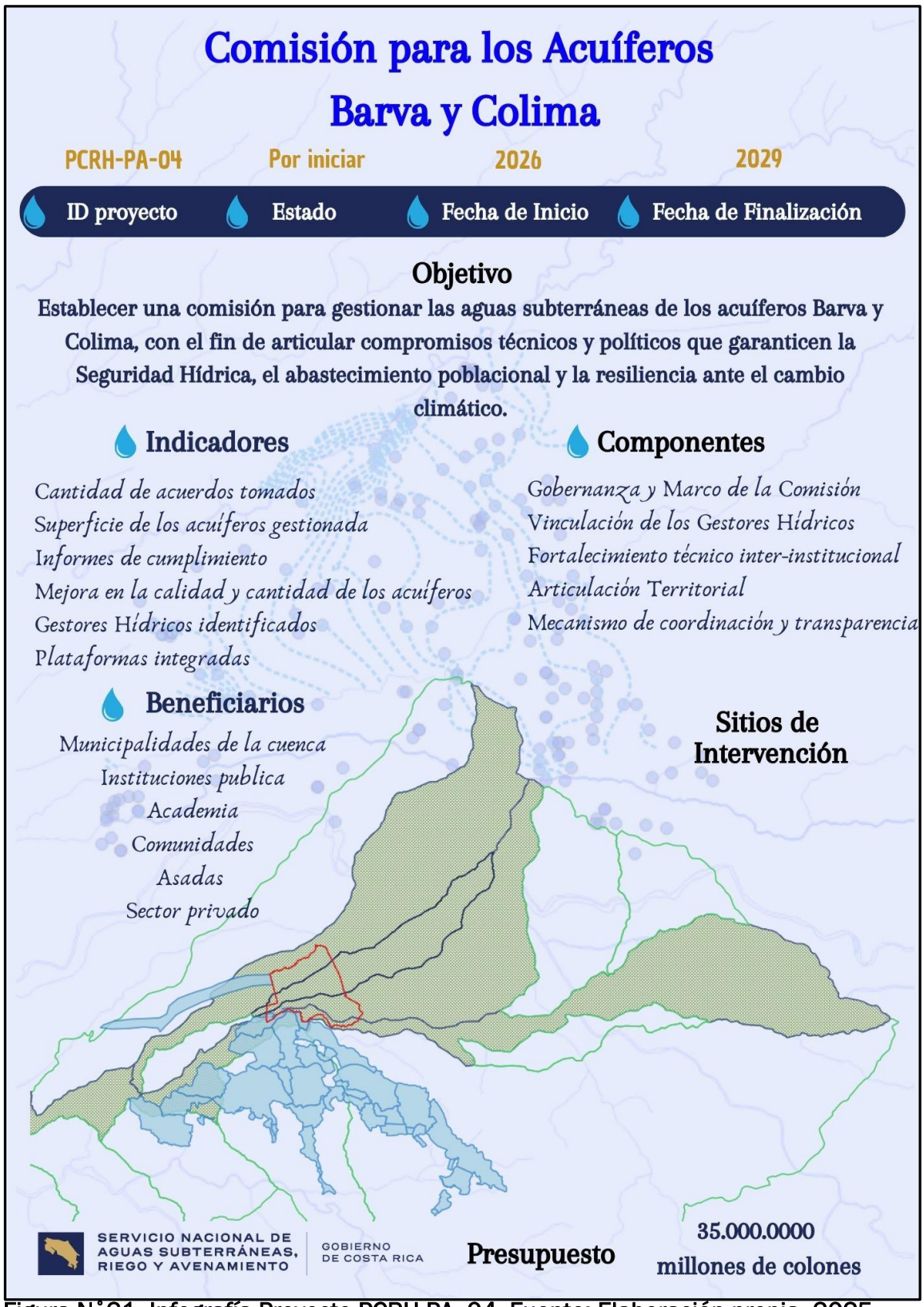


Figura N°21. Infografía Proyecto PCRH-PA -04. Fuente: Elaboración propia, 2025.

5.2. Coordinación operativa

Asumir el liderazgo de esta propuesta innovadora; implica que la Municipalidad de Belén en este caso; ejerza una función activa de convocatoria, articulación y movilización de los diversos actores territoriales (institucionales, comunitarios, académicos y técnicos) en torno a una visión compartida para el uso sostenible y equitativo del agua.

En Belén, caracterizado por una alta presión sobre los acuíferos Barva y Colima, este liderazgo municipal se convierte en un factor determinante para consolidar procesos de cogestión efectivos, duraderos y socialmente legítimos.

En este marco, se plantea una ruta estratégica para la gestión estructurada en seis fases progresivas, que avanzan desde la activación territorial hasta la institucionalización de los procesos. Cada fase integra herramientas complementarias como el Marco Lógico, la Teoría del Cambio, los sistemas de monitoreo hidrogeológico y participativo, y los mecanismos de participación equitativa.

Esta propuesta parte del reconocimiento de que ningún actor por sí solo puede transformar la complejidad socioambiental de una cuenca, pero sí es posible ejercer un liderazgo municipal articulador, capaz de construir consensos, movilizar conocimiento científico y promover soluciones basadas en evidencia y corresponsabilidad colectiva, orientadas a garantizar la seguridad hídrica y la sostenibilidad territorial de Belén.

Cuadro N˚11. Fases para la Ruta Gerencial del Portafolio de Proyecto.

Fase de la ruta	Objetivo	Contenido/actividades por desarrollar	Actores/responsabilidades en cada fase
Fase inicial: **Activación territorial**	Activar el territorio y los actores clave sentando las bases para la cogestión.	• Identificación de la zona crítica de recarga y descarga para los acuíferos Barva y Colima. • Mapeo de actores clave • Lanzamiento de campañas de educación hídrica para sensibilizar y movilizar a la ciudadanía. • Reconocimiento del enfoque de cuenca y derechos humanos al agua como marco guía.	SENARA, Municipalidad, Academia, Municipalidad, ASADAS, Comunidades organizadas, Defensoría de los Habitantes, AyA.
Fase de concertación	Definir metas, estrategias,	• Diagnóstico técnico y evaluación de riesgos.	Municipalidades de la región, MINAE, AyA, SENARA,

	indicadores y herramientas de gestión compartida.	• Formulación participativa del portafolio de proyectos de agua. • Integración del marco lógico, ODS y la Agenda 2030. • Enfoque de desarrollo endógeno y respeto a la historia socioambiental del cantón. • Consideración explícita de la disponibilidad hídrica para ordenar el desarrollo urbano.	Universidades, Sociedad civil, Organizaciones de mujeres, redes juveniles, líderes comunales.
Fase de planificación estratégica	Ejecutar las acciones planificadas a través de una gobernanza colaborativa	• Definición de indicadores de impacto, gestión y administración • Implementación de una red de monitoreo automatizada. • Campañas educativas con énfasis en salud y calidad de vida. • Implementación de SbN para la recarga de acuíferos. • Activación de presupuestos municipales y alianzas internacionales	SENARA, ESPH, Consultores técnicos, Universidades, Municipalidad, Comisión de Acuíferos, ASADAS, Comunidad, PNUD, GIZ, ONG ambientales, Oficina de la Mujer.
Fase de implementación, seguimiento y monitoreo	Verificar el cumplimiento de las acciones, medir resultados y ajustar el rumbo.	• Plataforma digital de datos para toma de decisiones. • Actualización continua de información hidrogeológica. • Indicadores técnicos y sociales • Involucramiento comunitario en la vigilancia del agua y el monitoreo local.	ESPH, SENARA, Departamento TI municipal, ASADAS, Comités ambientales, Escuelas, Universidades, Observatorio del Agua, Comisión Técnica Interinstitucional.
Fase de institucionalización y sostenibilidad	Asegurar la permanencia y efectividad del modelo a largo plazo.	• Formalización de comisiones interinstitucionales. • Inclusión de los planes en normativa local • Actualización de la tarifa hídrica del acueducto municipal.	Concejo Municipal, Departamento de Planificación Urbana, AyA, Municipalidad, Empresa privada (RSE), Cooperación internacional,

		• Mecanismos de cofinanciamiento: municipal, estatal, privado. • Capacitación técnica continua y creación de protocolos oficiales.	Universidades, INA, Ministerio de Ambiente y SENARA
Fase de Evaluación y retroalimentación adaptativa (sistematización)	Extraer aprendizajes, ajustar estrategias y fortalecer capacidades locales	• Evaluación ex/post del marco lógico y teoría del cambio. • Evaluación participativa del impacto de los proyectos. • Sistematización de buenas prácticas y desafíos enfrentados. • Uso de resultados para retroalimentar el plan cantonal. • Documentación del proceso con enfoque de resiliencia y mejora continua. • Participación juvenil y académica para análisis crítico e innovación.	Universidades, ONG, Comisión de Acuíferos, Auditores ambientales, AyA, Instituciones académicas, omisión Intermunicipal, Municipalidades y ASADAS.

Fuente: Elaboración propia López D. 2025

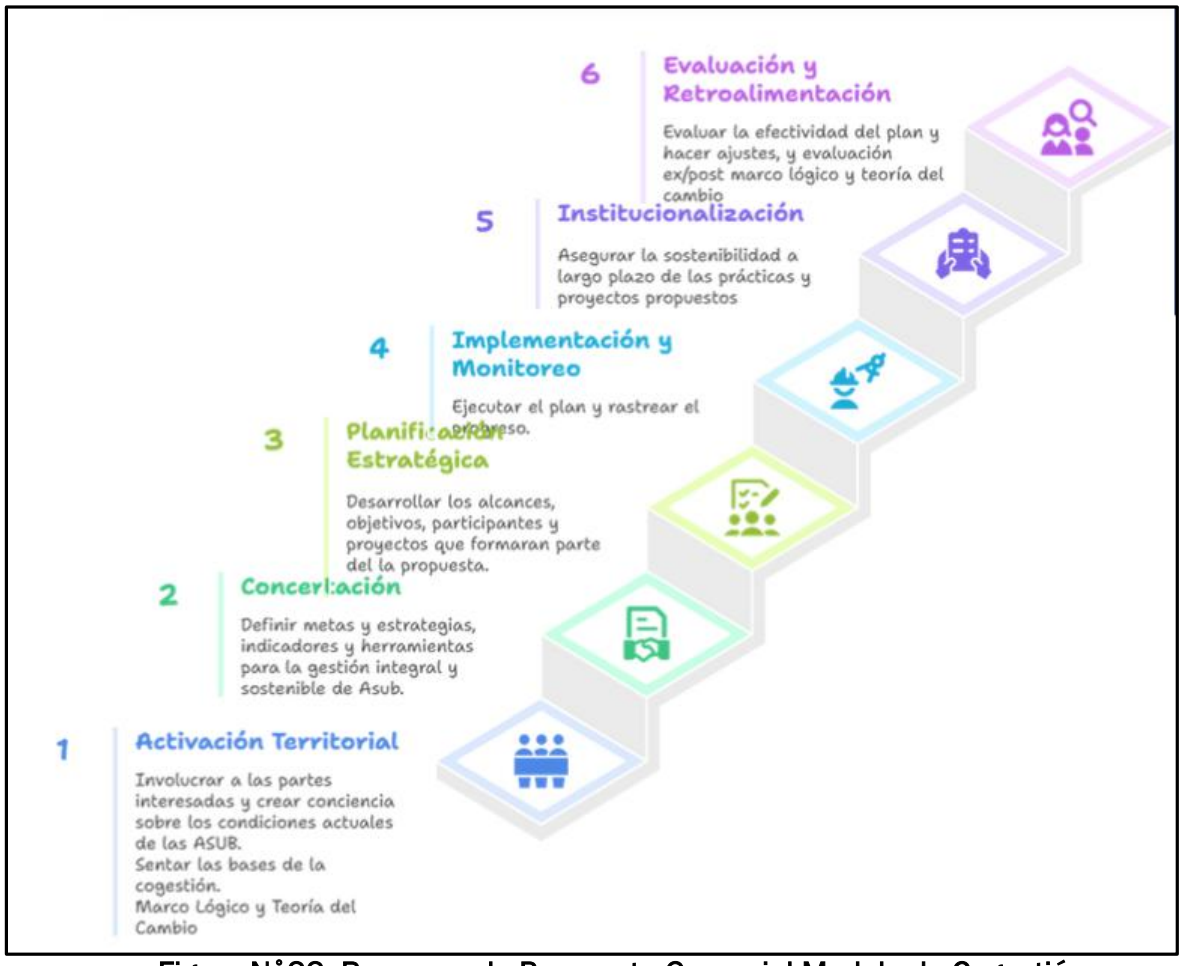


Figura N˚22. Resumen de Propuesta Gerencial Modelo de Cogestión para Potencializar las Aguas Subterráneas de Belén. Fuente: Elaboración propia López D. 2025

- **Sistema de monitoreo:** seguimiento de indicadores técnicos, sociales y ambientales mediante plataforma digital.

5.3Comunicación y rendición de cuentas

Diseñar e implementar un plan estratégico de difusión y movilización de la información vinculado al ` Portafolio de Proyectos del Pla Cantonal de Recurso Hídrico` durante un periodo de 6 meses , aplicando principios de comunicación honesta, visibilidad efectiva, segmentación de audiencias y gestión participativa, con el fin de fortalecer el involucramiento de la población y los diferentes sectores usuarios del agua, en activades y proyectos que fortalezcan el aprovechamiento sostenibles de los recurso hídricos dentro del Cantón. Los alcances generales se resumen en la siguiente imagen:

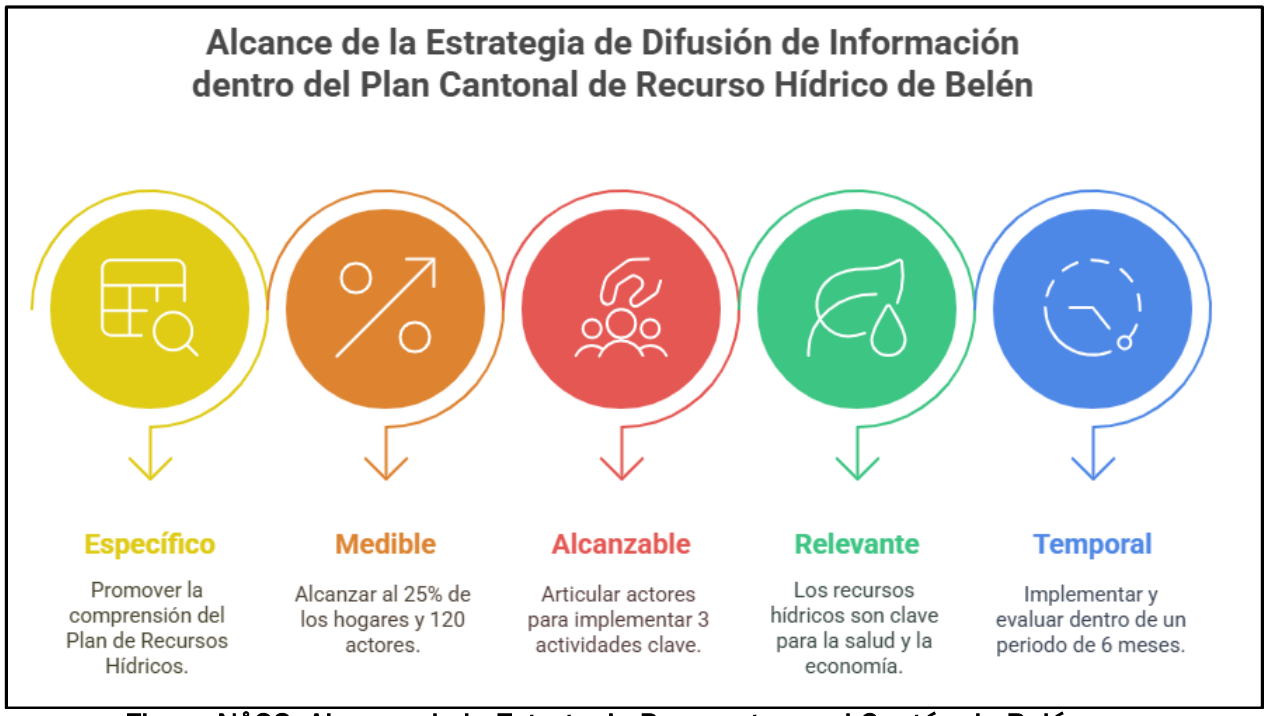


Figura N˚23: Alcance de la Estrategia Propuesta en el Cantón de Belén.

Parte A.
Estrategia de Difusión Municipal

Objetivo de la difusión local: La estrategia local de difusión busca fortalecer la conciencia social, la visión del agua como insumo económico y el compromiso comunitario con la gestión sostenible del recurso hídrico, mediante una comunicación clara, accesible y culturalmente contextualizada a las generalidades propias del cantón.

Por otra parte, también se requiere transmitir elementos, datos y conceptos de educación ambiental relacionados con la gestión de acuíferos; que permitan a la población cantonal entender de manera integral los resultados generados en la caracterización biofísica del cantón y la modelación numérica de las aguas subterráneas dentro de su limites políticos.

Con el objetivo de entender la necesidad de proponer una comisión de recursos hídricos y una cartera de proyectos de agua que fortalecen el aprovechamiento sostenido de estos recursos, construida a partir de comisión de los diferentes actores cantonales.

Formatos de comunicación a utilizar: A partir del trabajo de campo previamente realizado en el último año (2025), se ha visualizado las formas de comunicación que utiliza la población belemita para trasmitir la información relacionada con los recursos naturales e hídricos, por tanto, se considera que una estrategia debe prevalecer dichos formatos, que se tratan de aspectos propios del dinamismo social-cultural del cantón:



Figura N˚24: Formatos de Comunicación de la Estrategia Propuesta en el Cantón de Belén.

Cobertura geográfica y logística: La estrategia se desarrollará a partir de un mapeo de acceso y conectividad para identificar los puntos clave de intervención y las rutas de comunicación física, esto por medio del análisis de la densidad poblacional dentro del cantón, mediante el uso de datos de data.human-org, del grupo Meta, utilizando un corte de datos rasterizados al 2024.

Se utilizará una logística descentralizada, con el apoyo de asociaciones de desarrollo, ASADAS, comités ambientales y gobiernos locales para asegurar cobertura y sostenibilidad, durante el tiempo laborado en el cantón se reconocen como puntos importantes para la transmisión de información, los siguientes ejemplos: Estación del Tren, Intersección de Barrio Fátima, Plaza de Deportes de San Antonio.

También se debe considerar que la difusión por medios digitales, no respecto a un área geográfica definida, sino a la inversión de pago dentro de las plataformas para lograr mayor alcance de visualizaciones en la red.

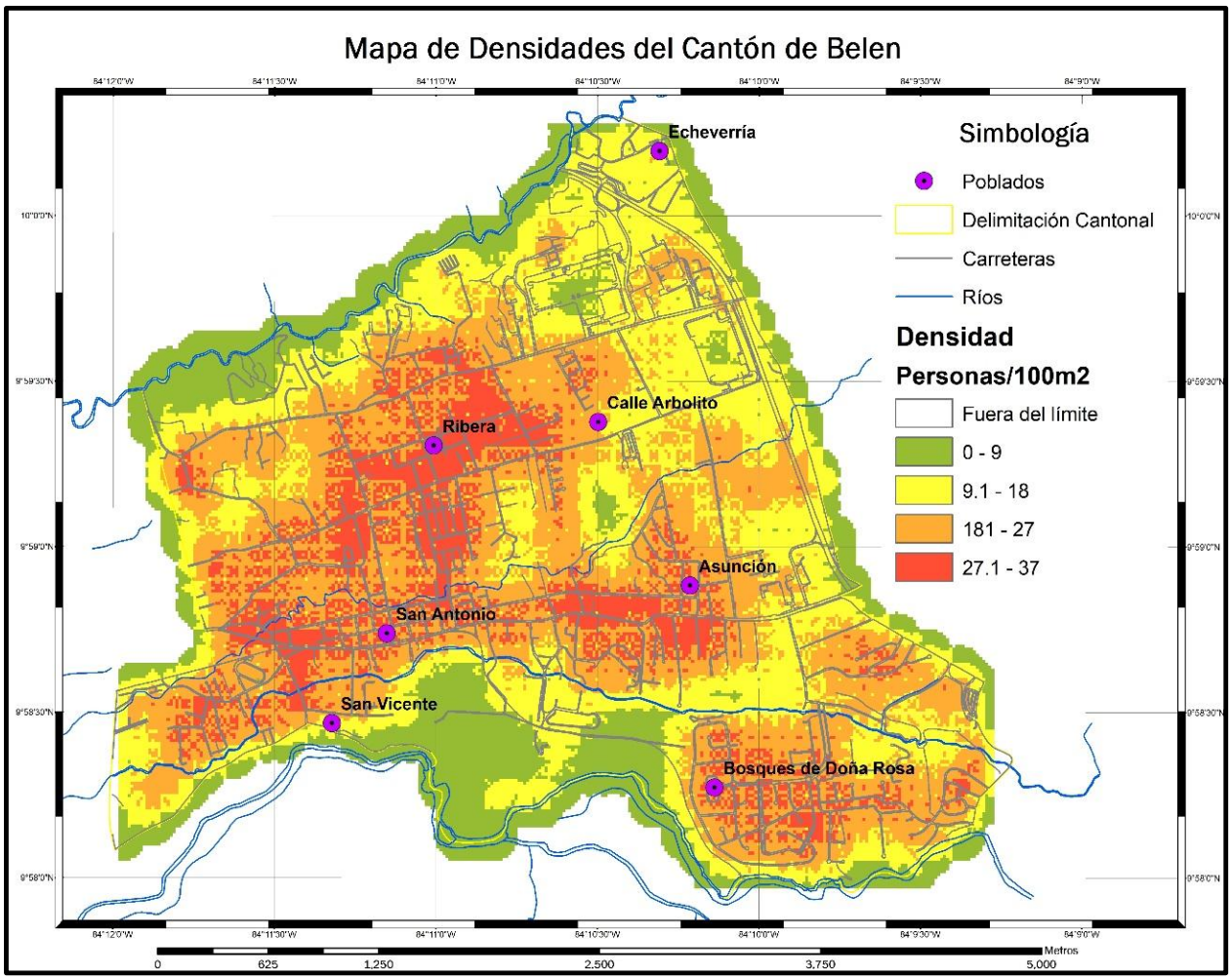


Figura N˚25: Mapa de Densidades del Cantón de Belén.
Fuente: Meta, 2024.

Audiencia meta: La siguiente propuesta se realiza a partir de un primer acercamiento de la Identificación y Caracterización de los Actores en el Cantón, en conjunto con las relaciones que se han tenido durante el último año con los diferentes representantes:

Cuadro N˚12: Audiencia Meta del Diseño y Estrategia de Difusión.

Grupo de audiencia	Rol en la gestión hídrica	Género	Rango de Edades	Observaciones
Municipal	Gestión operativa y comunitaria del agua	Mixto	25-65 años	Experiencia y conocimiento técnico local y del sistema de distribución de agua potable
Concejo Municipal	Fiscalización de la gestión municipal	Mixto	25-65 años	Representantes de la población ante la administración municipal

Fuerza Vivas Comunales	Promoción de cultura del agua y liderazgo comunitario	Mixto	Todas las edades años	Alta capacidad de convocatoria e influencia social
Sector educativo	Formación y réplica de contenidos	Mixto	6-18 años (estudiantes); 30-60 (docentes)	Instituciones puente con hogares
Sector privado local	Usuarios industriales, turísticos, inmobiliarios y comerciales	Masculino (predominante)	35-60 años	Interés económico directo en disponibilidad hídrica

Fuente: Elaboración, 2025.

Parte B
Estrategia de Difusión Nacional

Objetivo de la difusión nacional: Visibilizar el `` Modelo de Cogestión de las Aguas Subterráneas del Cantón de Belén ``, como una experiencia pionera y replicable de gestión participativa del agua, articulada a los ODS, la GIRH y el derecho humano al agua, para incidir en agendas nacionales de políticas públicas, financiamiento e inversión técnica. La estrategia busca movilizar apoyos desde el nivel nacional para consolidar las capacidades locales y asegurar la sostenibilidad de las fuentes de recurso hídrico que abastecen a un sector importante del valle central de Costa Rica.

Se pretende también posicionar la importancia de la creación de un comité de cuenca, que dirija proyectos de agua de forma intercantonal, con el objetivo de centralizar actividades y decisiones para el aprovechamiento sostenidos de las fuentes de agua ubicadas dentro de este cantón, que posee una importancia económica a nivel país.

Se busca visibilizar mediante la evidencia técnica y social, el papel de liderazgo de la Municipalidad en asesoría del SENARA, promoviendo su financiamiento, institucionalización y articulación con políticas públicas en temas de agua, cambio climático y ordenamiento territorial.

Para este caso en particular; se considera que un espacio de difusión de 6 meses, primero se debe enfocar los recursos en el sector hídrico nacional, que pueden ser abordados de la siguiente manera:



Figura N˚26: Alcance de la Estrategia Propuesta en el Cantón de Belén.

Audiencia institucional específica y justificación: El sector hídrico institucional reconocido para este planteamiento y sustentado en el análisis de actores previamente realizado, se identifican las siguientes:

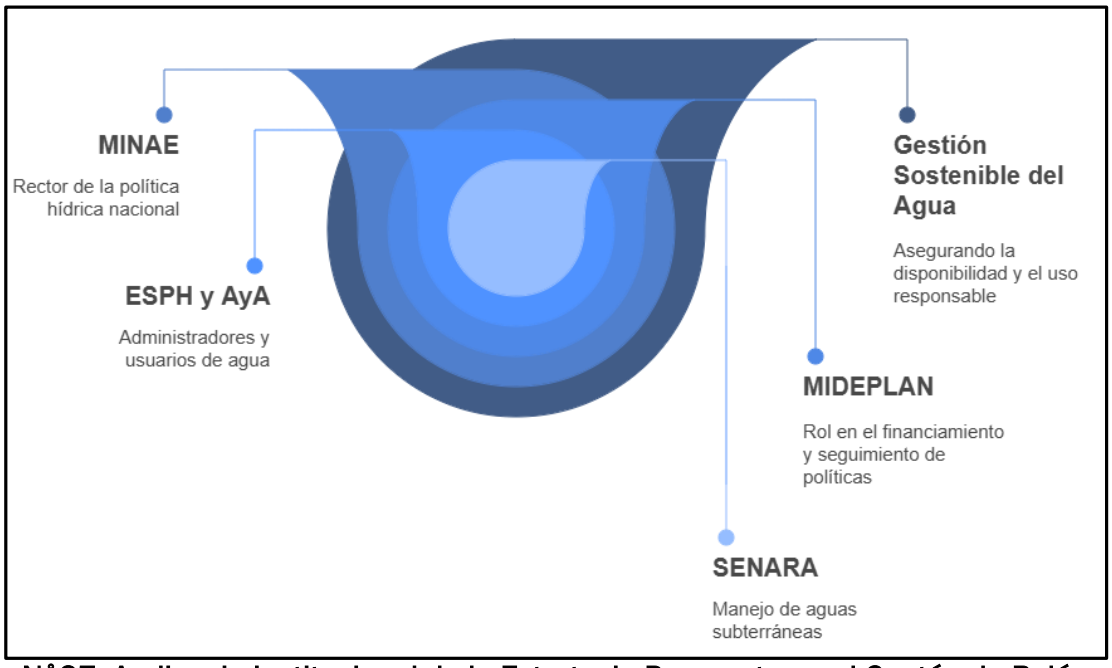


Figura N˚27: Audiencia Institucional de la Estrategia Propuesta en el Cantón de Belén.

Además de los expuestos en la campaña local presenta en informes más estratégicos, se deben incluir los siguientes temas de importancia institucional:

- Actualización de las bases de datos y plataformas de información.
- Estrategias de manejo sustentable de los recursos hídricos, según resultados técnicos.
- Necesidades de inversión y sostenibilidad para el correcto aprovechamiento y protección. de las fuentes

Bibliografía

Almazroui, M., Islam, M. N., Saeed, F., Saeed, S., ISMAIL, M., EHSAN, M. A., DIALLO, I., O´BRIEN, E., ASHFAQ, M., MARTINEZ-CASTRO, D., CAVAZOS, T., CEREZO-MOTA, R., TIPPETT, M. K., GUTOWSKI, W. J., ALFARO, E., HIDALGO, H. G., VICHOT-LLANO, A., CAMPBELL, J. D., KAMIL, S., RASHID, I. U., SYLLA, M. B., STEPHENSON, T., & BARLOW, M. (2021). Projected Changes in Temperature and Precipitation Over the United States, Central America and the Caribean in CMIP6 GCMs. Recuperado de https://link.springer.com/article/10.1007/s41748-021-00199-5

Balmaceda García G., Montero Castro.V (1998) Propuesta participativa en la Gestión Recurso Hídrico en el Cantón de Bélen, Heredia, Costa Rica Tesis de grado Maestría en Salud Pública UCR.

CATIE. (2005). Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas. Enfoques y Estrategias actuales. Revista ISSN 1659-1227, Edición N2. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Tomado de https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8351/Gestion_integral_de_cuencas_hidrograficas.pdf?sequence=4&isAllowed=y#:~:text=La%20cuenca%20como%20sistema%20En,y%20f%C3%ADsico%20(Figura%201).

CATIE, (2022). Contribución de los planes de manejo y gestión de cuencas hidrográficas a los Objetivo de Desarrollo Sostenible. Tomado de https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/11819

Dialnet, (2020). Gobernanza Global y los Objetivos de Desarrollo sostenible en España. Revista 3C Empresa. Investigación y pensamiento crítico. ISSN 2254-3376

Huppert, W; Svendsen, M; Vermillion, D. 2003. Maintenance in Irrigation: Multiple actors, multiple contexts, multiple strategies. Irrigation and Drainage Systems 17:5-22

Jonch-Clausen T (2004) Integrated water resources management (IWRM) and water efficiency plans by 2005: why, what and how? TEC Background Papers 10. Stockholm, Global Water Partnership.

PNUD, Guía de recursos para la transversalización del enfoque de género en la gestión del agua (2006). VERSIÓN, 2.1

Salazar.L, Souza.J, Cheaz.J y Torres S. (2001). La dimensión de participación en la construcción de la sostenibilidad institucional. Proyecto ISNAR Nuevo Paradigma

TURTON AR, MEISSNER R (2002) The hydro-social contract and its manifestation in society: a South African case study. In: Turton AR, Henwood R (eds) Hydropolitics in the developing world: a Southern African-

Turton, A. (2007). Govrnance as a Trialogue: Govermente-Society-Science in Transition. ISBN-13 978-3-540-46265-1 Springer Berlin Heidelberg New York

UNISDR, (2020). La resiliencia urbana. Sistema de Sistemas. Tomado de https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/assets/toolkit/Scorecard/UNDRR_Disaster%20resilience%20scorecard%20for%20cities_Preliminary_Spanish.pdf