



**GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN**

PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LA CUENCA DEL RÍO LOS CHOROS

RESUMEN EJECUTIVO: SÍNTESIS DE ACCIONES

REALIZADO POR:

FLOW HYDRO CONSULTING SPA

S.I.T. N°497

2022

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Ministro de Obras Públicas
Arquitecto Sr. Juan Carlos García Pérez de Arce

Director General de Aguas (S)
Ingeniero Civil Sr. Cristian Nuñez Riveros

Jefe División Estudios y Planificación
Ingeniero Civil Sr. Mauricio Lorca Miranda
Inspector Fiscal
Geólogo Sr. Sebastián Menares Lira

Inspectores Fiscales Subrogantes
Geólogo, Sr. Marcelo Aliaga
Ingeniero Civil Sr. Patricio Luengo Ávalos

Asesor Modelación Integrada
Ingeniero Civil Sr. Pedro Sanzana Cuevas

Profesionales División de Estudios y Planificación
Ingeniera en Recursos Naturales Renovables Sra. Maria Victoria Aedo
Geóloga Sra. Loreto Valdivia
Ingeniero Civil Sr. Pablo Costa

FLOW HYDRO CONSULTING

Jefe de Proyecto
Ingeniero Civil Sr. Carlos Granifo

Profesionales Equipo Especialistas
Geóloga Sra. Claudia Martínez
Geóloga Sra. Paula Ramirez
Ingeniero Civil Sr. David Poblete López
Ingeniero Civil Sr. Oscar Melo Contreras
Sociólogo Sr. Andrés Santander
Cartógrafo Sr. Salomón Puelma

Profesionales Equipo Complementario

Ingeniero Civil Sr. Víctor Gómez
Ingeniero Civil Sr. Esteban Veliz
Ingeniera Civil Sra. Maria Paz Ramos
Geólogo Sr. Andrés Rojas
Cartógrafo Sr. Gonzalo Martinez

CONTENIDO

CONTENIDO	i
TABLAS	iii
FIGURAS	iv
CAPÍTULO 1	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO 1
1.1	INTRODUCCIÓN 1
1.2	OBJETIVOS DEL ESTUDIO 1
1.2.1	Objetivo General 1
1.2.2	Objetivo Específicos 1
1.2.3	Alcances Generales 2
CAPÍTULO 2	ANÁLISIS DE LA CUENCA 3
2.1	DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA 3
2.2	DIAGNÓSTICO DE LA CUENCA 3
2.2.1	Demanda y Oferta de agua 3
2.2.2	Gobernanza del agua 5
2.2.3	Cartera de acciones 7
2.3	MODELACIÓN HIDROLÓGICA 8
2.3.1	Consideraciones Generales 8
2.3.2	Niveles de Agua Subterránea 9
2.3.3	Brechas 9
2.3.4	Sustentabilidad del recurso hídrico 11
2.3.5	Indicador hídrico 11
CAPÍTULO 3	PLAN DE ACCIÓN 13
3.1	SOLUCIONES BASADAS EN LA INFRAESTRUCTURA, LA GESTIÓN Y LA NATURALEZA 13
3.2	EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PLAN 20
3.3	PRIORIZACIÓN DE LAS MEDIDAS 22
3.4	VALORIZACIÓN ECONÓMICA DEL PLAN ESTRATÉGICO DE GESTION HÍDRICA 25
3.5	CRONOGRAMA DE LAS SOLUCIONES 26
CAPÍTULO 4	IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN 27
4.1	HITOS DE REFERENCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN 27
4.2	ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN 27
4.3	PASOS EN LA IMPLEMENTACIÓN 27
4.4	ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN 29
4.5	IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE FINANCIAMIENTO DEL PLAN 29

CAPÍTULO 5	MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL PLAN	31
5.1	PLAN MONITOREO	31
5.2	MECANISMOS DE EVALUACIÓN, ACTUALIZACIÓN Y REDISEÑO DEL PM	33
5.2.1	Metodología de evaluación y actualización del Plan	33
5.2.2	Etapas de rediseño o reformulación del Plan Estratégico	34

TABLAS

Tabla 2-1: Resumen de demandas en la cuenca de Los Choros.....	3
Tabla 2-2: Recarga por acuífero Periodo 1991-2020.....	5
Tabla 2-3: Tasas de variación de niveles en el periodo 2021 – 2050 (m/año).....	9
Tabla 2-4: Cobertura total promedio periodo histórico 1991-2020 y 2021-2050	10
Tabla 2-5: Resumen cumplimiento Criterios de Sustentabilidad, Caso Base	11
Tabla 3-1: Soluciones Basadas en la Infraestructura (SbI)	14
Tabla 3-2: Soluciones Basadas en la Gestión (SbG)	15
Tabla 3-3: Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN)	19
Tabla 3-4: Resumen de evaluación económica de iniciativas	20
Tabla 3-5: Resumen de evaluación económica por tipología de acciones	22
Tabla 3-6: Priorización de Acciones	23
Tabla 3-7: Distribución de costos Según instituciones ejecutoras	25
Tabla 4-1: Distribución de costos según mandante DGA u otros	30

FIGURAS

Figura 2-1. Área de estudio PEGH Los Choros.....	4
Figura 2-2. Aguas Subterráneas en la cuenca del río Los Choros.....	6
Figura 2-3. Actores Involucrados en la Cuenca río Los Choros	7
Figura 2-4: Evolución temporal brecha total periodo histórico 1991-2020 y escenario base 2021-2050	10
Figura 2-5: Indicadores hídricos Cuenca Río Los Choros en Caso Base.....	12
Figura 3-1. Esquema de Priorización de Acciones	22
Figura 3-2. Cronograma Plan de Acción PEGH Los Choros	26
Figura 4-1. Flujo de inversiones (UF) entre Tipo de acción, Instituciones Involucradas y período Implementación	30
Figura 5-1. Distribución Iniciativas del Plan de Gestión	31
Figura 5-2. Indicadores de Seguimiento	32

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.1 INTRODUCCIÓN

La Dirección General de Aguas (DGA) es el organismo del Estado en Chile encargado de promover la gestión y administración del recurso hídrico, en un marco de sustentabilidad, interés público y asignación eficiente del agua para el consumo humano, producción de bienes y servicios y la conservación del medio ambiente. Actualmente, en un contexto en que la seguridad hídrica y la eficiencia en la gestión del recurso hídrico se imponen como menester, la planificación en esta materia debe tener un enfoque basado en la sustentabilidad del recurso, respondiendo de manera oportuna a los riesgos e impactos asociados al cambio climático.

En este sentido, DGA ha encargado a Flow Hydro Consulting (Flow) el desarrollo del estudio "Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca del Río Los Choros", en adelante PEGH Los Choros, motivado por la crisis hídrica que vive el país, relacionada a los eventos de sequía extremos e inundaciones, fallas en la gestión y gobernanza del agua, la falta de información apropiada para la toma de decisiones respecto del recurso y la búsqueda de soluciones a considerar para la adaptación al cambio climático. Este estudio busca formular un Plan Estratégico de Gestión Hídrica a nivel de cuenca, como unidad de gestión, que plantee un portafolio de acciones hídricas, que fomenten la eficiencia y sostenibilidad de uso del agua en la cuenca.

1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

A continuación, se especifican los objetivos generales y específicos del estudio.

1.2.1 Objetivo General

Proponer un Plan Estratégico de Gestión Hídrica indicativo en la cuenca del Río Los Choros, que oriente la toma de decisiones respecto al recurso hídrico, mediante la generación de un portafolio de acciones para la seguridad hídrica, enfocadas en el mejoramiento de la información, instituciones, e infraestructura relacionada al agua, adaptación al cambio climático, y gobernanza.

1.2.2 Objetivo Específicos

Los objetivos específicos establecidos para este PEGH Los Choros corresponden a los siguientes:

- Conocer el estado hídrico actual de la cuenca del río Los Choros.
- Generar las bases de información para analizar el funcionamiento de las aguas subterráneas de la cuenca del río Los Choros, en base a la recopilación de antecedentes disponibles, complementada con información de catastro de pozos y geofísica levantada en terreno.

- Establecer el funcionamiento de las aguas subterráneas mediante un modelo hidrogeológico conceptual representativo de la cuenca del río Los Choros y su interacción con el agua superficial.
- Construir un modelo de simulación hidrológico superficial-subterráneo, integrado en la plataforma WEAP y MODFLOW, para simular la hidrología histórica, demandas de agua en la cuenca, forzantes de cambio climático, y escenarios de gestión hídrica.
- Diagnosticar el estado hídrico de la cuenca del Río Los Choros, de su oferta y demanda y las brechas existentes para obtener los contenidos del plan estratégico de gestión hídrica.
- Analizar la actual institucionalidad del agua en la cuenca del río Los Choros mediante un proceso de participación ciudadana que informe y consulte a los actores relevantes, para retroalimentar la formulación del plan estratégico de gestión hídrica.
- Generar un portafolio de acciones y cartera de iniciativas para la seguridad hídrica, enfocadas en el mejoramiento de la gobernanza, disponibilidad de información, e infraestructura relacionada al agua, que junto a una estrategia de implementación sirva como hoja de ruta a la gestión del recurso hídrico de la cuenca el río Los Choros.
- Compilar avances y productos finales en un sistema de información geográfico, informes, y actividades de difusión.

1.2.3 Alcances Generales

Atendiendo a los objetivos del estudio, la metodología contempló las siguientes actividades principales:

- **Descripción de la cuenca.** Consistió en una recopilación de antecedentes alrededor de la cuenca del río Los Choros.
- **Diagnóstico de la cuenca.** contempló principalmente el análisis de la oferta y demanda de agua, de Infraestructura relativa a materia hídrica y Gobernanza.
- **Modelación hidrológica.** se generó una herramienta que permitió visualizar la dinámica de los flujos superficiales y subterráneos, para abordar los balances histórico y actualizado, oferta sustentable, sustentabilidad de sectores acuíferos, caso futuro para escenario climático y simulación de escenarios de gestión.
- **Participación Ciudadana.** Las actividades PAC dentro del estudio consistieron en catorce (14) actividades de participación ciudadanas llamadas "Instancias de Participación", de las cuales diez (10) correspondieron Reuniones de Presentación en forma remotas o virtuales, dos (2) entrevistas semiestructuradas y dos (2) correspondientes a Talleres Participativos de carácter presencial.
- **Formulación del Plan de Acción.** consistió en la elaboración de un portafolio con acciones o iniciativas enfocadas en la resolución de las principales brechas y/o problemáticas detectadas en el diagnóstico y reuniones PAC. Dicho Plan de Acción está dirigido tanto a la DGA como a otras instituciones que tengan relación con la materia hídrica de la cuenca, con horizontes a corto, mediano y largo plazo.

CAPÍTULO 2 ANÁLISIS DE LA CUENCA

Atendiendo a los objetivos del estudio, se realizó el diagnóstico de la cuenca del río Los Choros según las siguientes actividades principales:

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA

La cuenca del río Los Choros, se ubica principalmente en la región de Coquimbo, con una parte en la región de Atacama. Se incluye también el área costera ubicada inmediatamente al norte, donde se emplaza la localidad de Punta de Choros. El área de estudio se presenta en la Figura 2-1, donde se aprecia que además de la cuenca principal se incluye también el área costera adyacente por el sector norte. La cuenca del río Los Choros tiene una superficie de 3.918 km², y posee codificación 401 según el Banco Nacional del Agua (BNA).

Se realizó una recopilación de antecedentes incluyendo sus principales características geográficas, administrativas, económicas, sociales y otros aspectos en torno al recurso hídrico y su gestión actual.

2.2 DIAGNÓSTICO DE LA CUENCA

El Diagnóstico contempló principalmente el análisis de la oferta y demanda de agua actual y futura, de la infraestructura hídrica, gobernanza y de la cartera de acciones.

2.2.1 Demanda y Oferta de agua

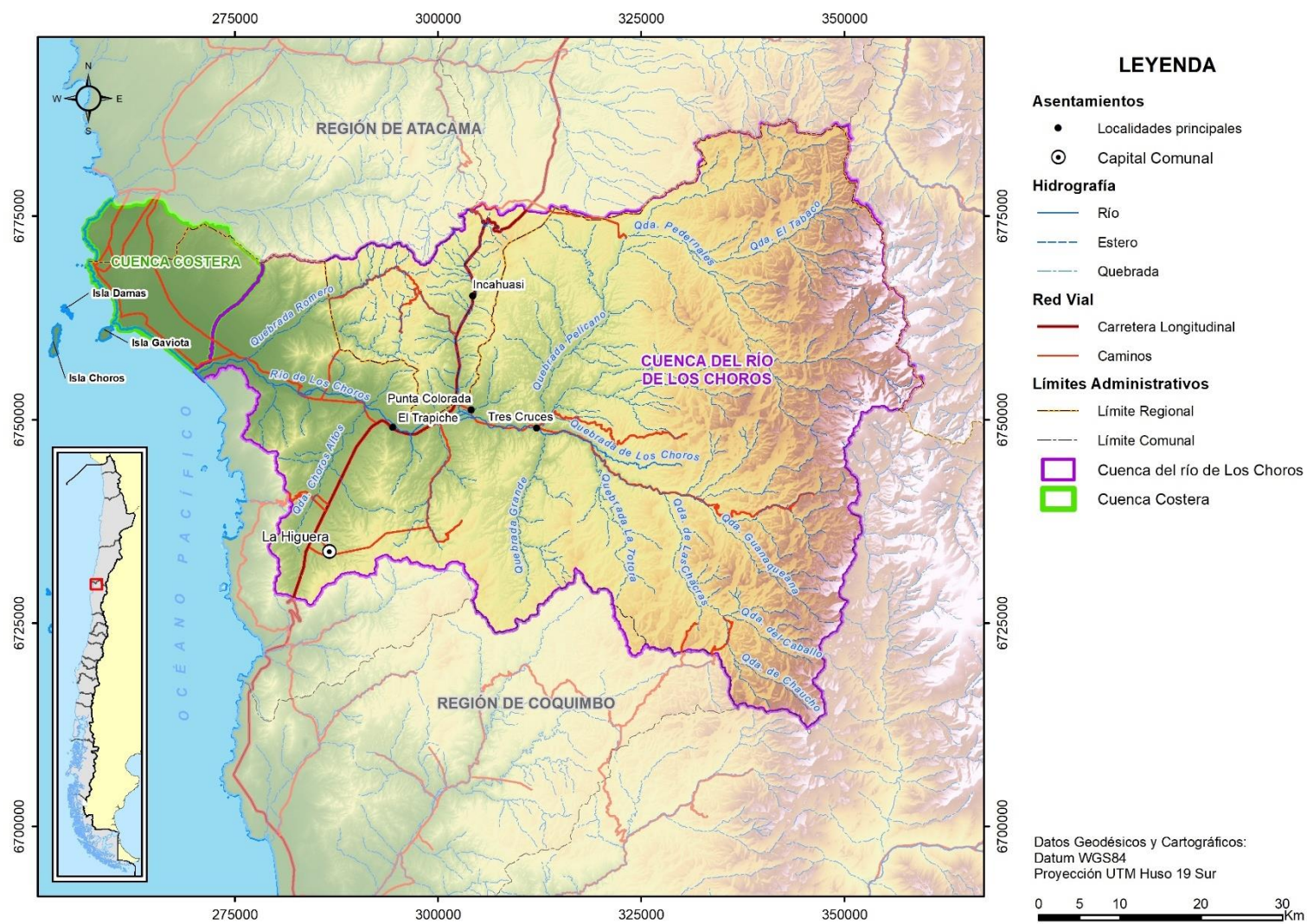
Respecto a la demanda de agua en la cuenca, se aprecia un aumento de la demanda global de un 144% respecto a la condición actual, creciendo de 201 l/s (condición actual) a 289 l/s, para el año 2050. Este valor se encuentra directamente relacionado con el aumento de la demanda del sector agrícola. En la Tabla 2-1 se muestra un resumen de las demandas por sector.

Tabla 2-1: Resumen de demandas en la cuenca de Los Choros

Sector	Año 2020		Año 2030		Año 2040		Año 2050 ¹	
	(m3/año)	(l/s)	(m3/año)	(l/s)	(m3/año)	(l/s)	(m3/año)	(l/s)
APR	472.638	15,0	538.471	17,0	606.673	19,0	674.874	21,0
Agrícola	4.549.404	144,0	5.286.407	168,0	6.142.805	195,0	7.137.939	226,0
Minería	1.087.992	34,5	1.561.032	49,5	1.087.992	34,5	1.087.992	34,5
Ambiental	216.772	7,0	216.772	7,0	216.772	7,0	216.772	7,0
Total	6.326.806	201,0	7.602.682	242,0	8.054.242	256,0	9.117.577	289,0

Fuente: Elaboración propia basada en DGA (2017), DGA-DOH (2020) y catastro de depósitos de relaves (SERNAGEOMIN, 2020).

¹ proyección 2050 no se tiene para estudio DGA-DOH (2020). Se extrapolan valores entre 2040 y 2050



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 2-1. Área de estudio PEGH Los Choros

Dadas las características de la cuenca -donde gran parte de la precipitación se evapora rápidamente, con escurrimientos eventuales que infiltran al cauce recargando el acuífero subyacente-, no existe una oferta superficial continua.

Respecto a las aguas subterráneas, la recarga actual de los acuíferos proviene casi exclusivamente de las percolaciones producto de las precipitaciones (DGA, 2004). El área cubierta por sedimentos (212 km²) representa sólo un 5% del área total de la cuenca, las precipitaciones -ocasionales- escurren principalmente sobre las zonas montañosas impermeables (95% de la cuenca) para infiltrarse en la zona de rellenos y recargar el sistema hidrogeológico.

En la Figura 2-2 se muestra la distribución del principal acuífero que se identifica en la cuenca además de los 5 Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común (SHAC) dentro de la cuenca del río Los Choros. Los resultados de recarga por sector acuífero estimada para el periodo 1991-2020 se resumen en la Tabla 2-2.

Tabla 2-2: Recarga por acuífero Periodo 1991-2020

Acuífero	SHAC	Recarga Total [l/s]
Tres Cruces	Tres Cruces	31,7
Punta Colorada	Punta Colorada	14,4
La Higuera	Choros Altos	7,8
El Trapiche	Choros Altos	8,4
Choros Bajos	Choros Bajos	68,4
Playa Los Choros	Playa Los Choros	6,7
TOTAL		137,3

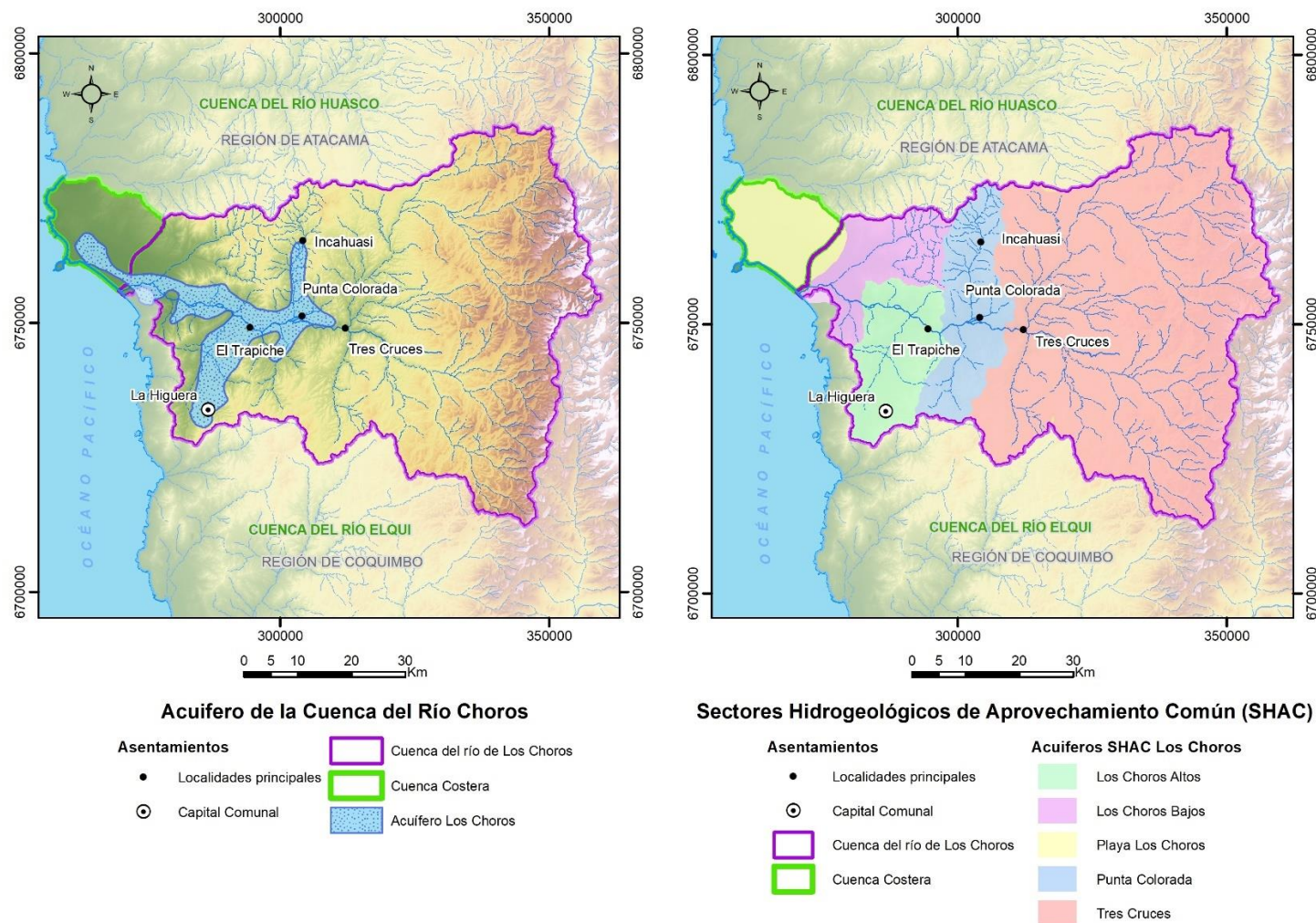
Fuente: Elaboración propia.

No existen restricciones de uso sobre fuentes superficiales y/o subterráneas en la cuenca del río Los Choros asociadas a declaraciones de agotamiento, zonas de conservación, zonas de prohibición o decretos de reserva. Sin embargo, en el marco de la región de Coquimbo, gran parte de la cuenca está sujeta a los decretos de escasez hídrica impuestos y existen SHAC determinados como áreas de restricción.

De acuerdo con la información provista por la planilla de Derechos de Aprovechamiento de Aguas entregados por DGA, para la Cuenca del río Los Choros se contabilizan 212 expedientes asociados a Derechos de Aprovechamiento cuya naturaleza es de tipo subterránea, asociados a un caudal extractivo total de 3.605 [l/s]. Para este cálculo no se consideran solicitudes rechazadas o pendientes de aprobación.

2.2.2 Gobernanza del agua

El análisis y definición de actores claves o relevantes dentro del PEGH de la Cuenca del río Los Choros (ver Figura 2-3) previamente buscó posibilitar la participación a todos aquellos actores que tengan directa y efectiva relevancia en la gestión hídrica de la cuenca. Su identificación, definición y coordinación mutua buscó también generar los mecanismos de información y consulta necesarios para socializar con dichos actores los diagnósticos iniciales, los avances y conclusiones que se vayan generando durante el diseño del PEGH de la Cuenca del río Los Choros.



Fuente: Elaboración propia en base a información Mapoteca DGA y Geología Sernageomin 1:1.000.000.

Figura 2-2. Aguas Subterráneas en la cuenca del río Los Choros

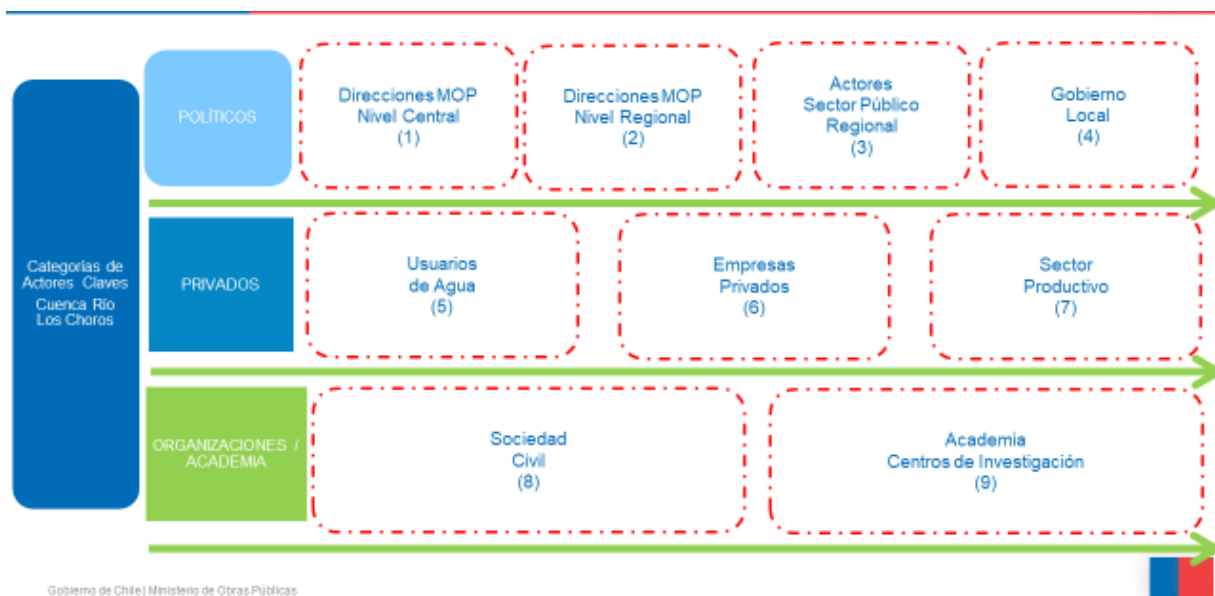


Figura 2-3. Actores Involucrados en la Cuenca río Los Choros

Fuente: Elaboración Propia

El principal objetivo de analizar la gobernanza del recurso hídrico existente en la Cuenca del Río Los Choros era identificar las principales brechas o conflictos existentes que requieren la entrega de respuestas o soluciones identificadas, respecto a dos criterios principales: Brechas de Coordinación y Brechas de Información. Entre las principales brechas detectadas se tiene que no hay objetivos comunes entre los actores, ausencia de institucional para la gestión, nula coordinación entre APR, falta de información y excesiva de burocracia

2.2.3 Cartera de acciones

En la cuenca del río Los Choros no se vislumbran -a la fecha- obras o infraestructura asociada a nuevas fuentes de agua (desalinización, recarga artificial de acuíferos, embalses, etc.). Sin embargo, en el marco del proyecto minero-portuario Dominga, se proyectaría la construcción de una planta desalinizadora de agua (y una planta de tratamiento para potabilizar parte del agua), que abastecería de agua la operación como también al consumo humano de los trabajadores de la mina (Andes Iron, 2013). Además, el proyecto contemplaría entregar 5 l/s de agua potable a la comuna de La Higuera para contribuir con la disponibilidad para consumo humano.¹

¹ Proyecto se encuentra en calificación. Más detalles en expediente:

https://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=normal&id_expediente=2128565332

2.3 MODELACIÓN HIDROLÓGICA

Para el desarrollo del presente estudio, se han analizado de manera independiente modelos de simulación de flujos superficiales y subterráneos que posteriormente han sido integrados. El objetivo de estos modelos es realizar el diagnóstico del estado hídrico de la cuenca y establecer las brechas hídricas existentes y proyectadas. Específicamente, se abordaron los siguientes aspectos:

- Balances hídrico general y por SHAC.
- Construcción del modelo acoplado superficial – subterráneo en WEAP.
- Caso futuro para escenarios climático CSIRO y CCSM4.
- Oferta sustentable.
- Sustentabilidad del recurso hídrico
- Simulación de escenarios de gestión.

A continuación, se detallan los principales aspectos que se deben considerar en la modelación hidrológica.

2.3.1 Consideraciones Generales

Los acuíferos definidos en el modelo WEAP corresponden a los siguientes:

- AC-01: Tres Cruces
- AC-02: Punta Colorada
- AC-03: La Higuera (Choros Altos)
- AC-04: El Trapiche (Choros Altos)
- AC-05: Choros Bajos
- AC-06: Playa Los Choros

Con el objetivo de evaluar la condición proyectada sin gestión, se construye un escenario base (Caso Base), que cuantifique el cambio climático mediante un modelo (MCG) que genere una leve disminución en precipitaciones (similar a condición actual), y que proyecte un crecimiento en la demanda de la cuenca.

Además, se consideraron escenarios de gestión específicos que corresponden a iniciativas identificadas en trabajo conjunto con DGA, en base a la información disponible por actores de la cuenca y entidades públicas, fue posible definir tres escenarios:

- Escenario 1 (E1) - Gestión de la oferta: Involucra recarga artificial de acuíferos mediante barreras transversales al escurrimiento e implementación de fuentes alternativas.
- Escenario 2 (E2) – Gestión de la demanda: Considera tecnificación del riego en sector de Los Choros, y reutilización de aguas grises.
- Escenario 3 (E3) – Gestión Conjunta: representa un ejercicio en donde se consideran tanto la gestión sobre la oferta (Escenario 1), como sobre la demanda (Escenario 2). La idea de este escenario es evaluar su capacidad para disminuir la brecha de mejor forma que cada gestión individual.

2.3.2 Niveles de Agua Subterránea

En general, los niveles de agua subterránea simulados para el periodo de modelación 2021-2050 en los puntos donde se ubican los pozos de la red de monitoreo muestran un comportamiento similar de niveles en un mismo SHAC.

Se observa que, si bien los descensos medios aumentan en la proyección 2021-2050 (con respecto a condición histórica), las tasas y pendientes se mantienen con respecto a la situación actual, obteniéndose para el Caso Base descensos de la napa subterránea al largo plazo (2050) que van desde los 6 m en el AC-03 hasta 23m en el sector acuífero AC-02. De este modo, si bien no se acentúa, sí se mantiene la tendencia histórica en cuanto a tasas de descenso en los niveles y el vaciamiento del acuífero.

A modo comparativo y para ver los efectos de las medidas implementadas en los distintos escenarios, en la Tabla 2-3 se presentan las tasas de variación promedio de los pozos por SHAC entre la cota nivel (m s.n.m) del periodo diciembre 2020 y diciembre 2050 para el Escenario Base y para los 3 Escenarios.

Tabla 2-3: Tasas de variación de niveles en el periodo 2021 – 2050 (m/año)

SHAC	Escenario Base	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
AC-01	-	-	-	-
AC-02	(-) 0,77	(-) 0,01	(-) 0,74	(+) 0,05
AC-03	(-) 0,22	(-) 0,18	(-) 0,22	(-) 0,16
AC-04	(-) 0,33	(-) 0,17	(-) 0,32	(-) 0,11
AC-05	(-) 0,27	(+) 0,09	(-) 0,14	(+) 0,29
AC-06	-	-	-	-

* Nota: Valores de variación positivos (negativos) indican un aumento (descenso) de la cota de nivel para fin del periodo (diciembre 2050) respecto al nivel en la condición inicial (enero 2021)

Es relevante destacar que producto de las medidas de gestión implementadas, tanto en gestión de oferta como demanda, se logran efectos importantes en el comportamiento de los niveles en el tiempo y su tendencia (Escenario 3). En específico, en los AC-02, AC-04 y AC-05, en donde se implementan las barreras transversales al escurrimiento, lo cual permitiría generar una recarga artificial al sistema hidrogeológico, es donde se notan los cambios más significativos respecto al comportamiento de niveles en el Escenario Base.

2.3.3 Brechas

Se define la brecha en el presente estudio, como el déficit de recurso hídrico para suplir la demanda, ya sea ésta según su naturaleza (consumo humano, agricultura, minería, etc.) o según su ubicación (cuánta agua falta por sector, como por ej. por SHAC).

Para el Escenario Base, en tanto, se proyecta una brecha total promedio de 0,85 Hm³/año (27 l/s), cuyo valor responde a la suma de las brechas agrícola (0,66 Hm³/año o 21 l/s), de agua potable rural (0,16 Hm³/año o 5 l/s) e industrial (0,03 Hm³/año o 1 l/s). En términos de su evolución temporal, se puede observar en la Figura 2-4 que esta brecha total alcanza un máximo de 1,7 Hm³/año (55 l/s) para el año 2050.

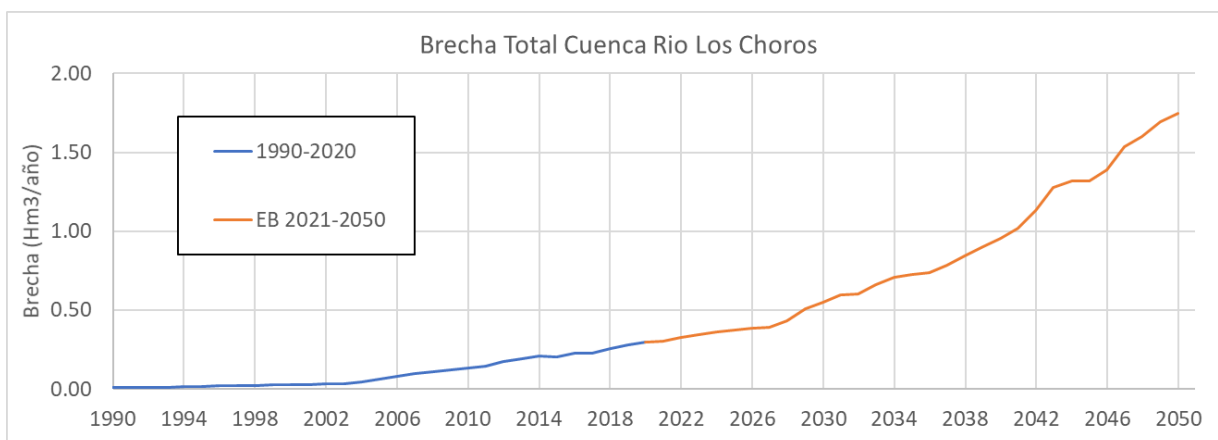


Figura 2-4: Evolución temporal brecha total periodo histórico 1991-2020 y escenario base 2021-2050

En función a lo anterior, se tiene una disminución de la cobertura global promedio respecto al periodo histórico, pasando de un 97% a un 90%, como se observa en la Tabla 2-4 que compara entre el periodo histórico, el Escenario Base y los 3 escenarios de gestión conjunta. A escala de SHAC, la mayor pérdida porcentual de cobertura corresponde al SHAC Los Choros Altos, donde tal brecha se asocia a una pérdida de eficiencia de los APR del sector.

Tabla 2-4: Cobertura total promedio periodo histórico 1991-2020 y 2021-2050

Cobertura Total (%)	1991-2020	2021-2050			
		Escenario Base	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Tres Cruces	100%	100%	100%	100%	100%
Punta Colorada	100%	98%	100%	99%	100%
Los Choros Altos	100%	79%	99%	80%	99%
Los Choros Bajos	96%	87%	94%	96%	98%
Playa Los Choros	100%	100%	100%	100%	100%
Total	97%	90%	96%	96%	99%

En los escenarios de gestión 1 y 2, se logra una cobertura de 96% a escala de cuenca, mientras que en conjunto (Escenario 3) generan una cobertura de 99%, mejorando la condición histórica modelada (97%).

2.3.4 Sustentabilidad del recurso hídrico

A continuación, se analizan los criterios que permiten verificar la sustentabilidad de la explotación acuífera en cada SHAC. El detalle de la metodología para cada criterio de sustentabilidad definido se presenta en la sección 3.7.6 del ANEXO F.

- Criterio 1A: Descenso máximo de la napa
- Criterio 1B: Volumen sustentable
- Criterio 2: Interferencia río acuífero
- Criterio 3: Satisfacción de la demanda
- Criterio 4: Pozos secos

Cabe destacar que el Criterio 2 no aplica en el acuífero analizado en el presente estudio. En la Tabla 2-5 se presenta un resumen del cumplimiento de los Criterios de Sustentabilidad detallados previamente, a nivel de SHAC.

Tabla 2-5: Resumen cumplimiento Criterios de Sustentabilidad, Caso Base

SHAC	Criterio 1A	Criterio 1B	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4
Tres Cruces	-	Cumple	No aplica	Cumple	Cumple
Punta Colorada	No cumple	No cumple	No aplica	Cumple	Cumple
Los Choros Altos	No cumple	No cumple	No aplica	No cumple	Cumple
Los Choros Bajos	No cumple	No cumple	No aplica	No cumple	Cumple
Playa Los Choros	-	No cumple	No aplica	Cumple	Cumple

Considerado el no cumplimiento del Criterio 1A y 1B en casi todos los SHAC analizados, se estima que actualmente ningún sector de la cuenca del río Los Choros presenta una explotación sustentable que cumpla con los criterios establecidos.

Por otra parte, es importante destacar el cumplimiento del Criterio 4 en todos los sectores, referido a % de pozos secos al fin del periodo.

Los resultados asociados a los criterios de sustentabilidad del recurso hídrico con gestión de demanda se pueden observar en el acápite 8.5 del Anexo H.

2.3.5 Indicador hídrico

Para la evaluación de la brecha hídrica se han desarrollado Indicadores Hídricos por cuenca, denominados indicadores para la Sustentabilidad de acuíferos. Estos indicadores corresponden a aquellos criterios que componen la sustentabilidad de acuíferos, por lo tanto, se evaluará en los escenarios de gestión de variación de napa, volumen de acuífero y satisfacción de demanda. El objetivo de este indicador hídrico corresponde a tener una referencia visual y esquemática de la situación general del sistema y sus brechas, tanto de uso del recurso como de la sustentabilidad acuífera.

El detalle del cálculo de cada componente del indicador hídrico se encuentra en la sección 8.4 del Anexo H. A grandes rasgos, el objetivo es identificar la razón de cambio de las componentes respecto a su condición actual o promedio histórica.

En Los Choros Altos es posible notar que tanto la demanda total, como la demanda de APR no es satisfecha en el escenario futuro, con una brecha de 0,16 Hm³. En la Figura 2-5 se presenta el gráfico con indicadores hídricos para la cuenca Río Los Choros.



Figura 2-5: Indicadores hídricos Cuenca Río Los Choros en Caso Base.

Para los escenarios de Gestión analizados, se observa que, al igual que en el escenario Base, la mayor variación se encuentra en la recarga. Lo anterior, se debe principalmente a la incorporación de recarga artificial inducida por muros en Punta Colorada, Los Choros Altos y Los Choros Bajos.

Los indicadores hídricos con gestión de oferta obtenidos se pueden observar en el acápite 8.5 del Anexo H.

CAPÍTULO 3 PLAN DE ACCIÓN

La Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) se presenta como un concepto marco para el Plan Estratégico, pero para su implementación requiere de la definición de acciones concretas. La formulación del Plan Estratégico considera la definición de ejes estratégicos, brechas analizadas y objetivos específicos del Plan.

La implementación del PEGH requiere de un conjunto de herramientas que permitan gestionar los recursos hídricos en función de una serie de indicadores de desempeño, que aseguren tanto la sostenibilidad del recurso, como la seguridad de los distintos usos asociados, incluidos la calidad de las aguas y el estado de los ecosistemas. Para el desarrollo de las acciones consideradas se plantea su clasificación considerando tres ámbitos de soluciones, según el tipo de intervención que realizan, correspondientes a las soluciones basadas en Infraestructura, Gestión y Naturaleza.

Cabe mencionar que para la elaboración de la cartera de acciones se revisaron las iniciativas públicas contenidas en el Banco Integrado de Proyectos (BIP) del MIDESO, no encontrando iniciativas vigentes relacionadas con el recurso hídrico para la cuenca del río Los Choros.

3.1 SOLUCIONES BASADAS EN LA INFRAESTRUCTURA, LA GESTIÓN Y LA NATURALEZA

La Tabla 3-1 presenta las principales acciones Basadas en la Infraestructura consideradas en el portafolio de acciones. De manera similar, la Tabla 3-2 presenta las principales acciones Basadas en la Gestión consideradas en el portafolio de acciones. Finalmente, la Tabla 3-3 presenta las principales acciones Basadas en la Naturaleza consideradas.

Detalles de las soluciones que son consideradas en el portafolio de acciones se indican en el Anexo J-2.

Tabla 3-1: Soluciones Basadas en la Infraestructura (SbI)

ID	Nombre	Eje del Plan	Brecha	Objetivo del Plan	Objetivo de la Acción	Localización
SI-01	Perforación de Pozos Profundos para consumo humano de localidades La Higuera y Punta Colorada	Eje 1: Disponibilidad y Calidad de agua para distintos usos en la cuenca	Problemas de abastecimiento de agua potable por insuficiencia de infraestructura en APRs.	Proporcionar seguridad de abastecimiento para consumo humano y actividades de subsistencia	Construcción de 2 pozos profundos en las localidades de La Higuera y Punta Colorada.	SHAC Punta Colorada, SHAC Los Choros Altos
SI-02	Construcción de Planta desalinizadora	Eje 1: Disponibilidad y Calidad de agua para distintos usos en la cuenca	El sector de Los Choros carece de escorrentía superficial, y presenta una insuficiente disponibilidad de recurso subterráneo.	Asegurar la disponibilidad de agua potable a mediano y largo plazo independizando la disponibilidad debido a los efectos del cambio climático.	Implementación de una planta desaladora (osmosis inversa) de 75 l/s que genere la oferta de agua para agua potable y otros usos en la cuenca.	Cuenca del río Los Choros: SHAC Los Choros Bajos y Playa Los Choros
SI-03	Construcción de Captadoras agua de niebla	Eje 1: Disponibilidad y Calidad de agua para distintos usos en la cuenca	El aumento sostenido de la demanda de agua en los últimos años, sumado a la baja en la oferta de agua asociada a la disminución en las precipitaciones está generando un descenso en los niveles.	Reducir las brechas entre oferta y demanda de agua para el mediano y largo plazo.	Construcción de un sistema de captadores de agua de niebla de 4.000 m ² para obtención de agua de fuentes no convencionales para consumo humano.	SHAC Los Choros Altos Cerros Chungungo
SI-04	Diseño y construcción de sistemas de reutilización de aguas grises y tratadas	Eje 1: Disponibilidad y Calidad de agua para distintos usos en la cuenca	No hay re-uso de aguas en ninguna actividad productiva.	Optimizar el uso del agua y cuidar la calidad de agua del sector	Construcción de dos plantas de tratamiento de aguas servidas para los pueblos de Los Choros y Chungungo, cuya agua tratada quedará disponible a diversos usos.	SHAC Los Choros Bajos
		Eje 3: Eficiencia en el uso del agua				
SI-05	Implementación de Sistemas de Control de extracción de aguas subterráneas	Eje 3: Eficiencia en el uso del agua	El control de extracciones es obligación legal de la DGA, lo que requiere la ejecución de los usuarios, el seguimiento y la declaración de la información de volúmenes de agua usados.	Mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (niveles subterráneos, control de extracciones).	Instalación de totalizadores en 145 pozos que no cuentan con registros, para reporte de información mensual sobre la extracción de agua. Se incluye capacitación a usuarios de agua.	Cuenca del río Los Choros
		Eje 4: Manejo de la información				

ID	Nombre	Eje del Plan	Brecha	Objetivo del Plan	Objetivo de la Acción	Localización
SI-06	Programa de mejoramiento de red hidrométrica de pozos y sistema de telemetría	Eje 3: Eficiencia en el uso del agua	Existe una red hidrométrica de la DGA que no registra todos los pozos existentes y además no se cuenta con telemetría para la transmisión de los datos en línea.	Mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (niveles subterráneos, control de extracciones).	Instalación de medidores de nivel piezométricos, fuentes de energía y sistema de transmisión satelital para 50 pozos de la cuenca.	Cuenca del río Los Choros
		Eje 4: Manejo de la información				
SI-07	Implementación de Recarga inducida de acuíferos	Eje 1: Disponibilidad y Calidad de agua para distintos usos en la cuenca	En eventos extremos de precipitación, una parte del agua de lluvias escurre libremente hacia la desembocadura.	Mejorar la oferta del acuífero. Evaluar nuevas fuentes de abastecimiento a mediano y largo plazo.	Diseño y construcción de diques transversales en el cauce para favorecer recarga de aguas subterráneas (embalse de agua) en eventos extremos de precipitación.	SHAC Punta Colorada, SHAC Los Choros Altos
		Eje 3: Eficiencia en el uso del agua				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-2: Soluciones Basadas en la Gestión (SbG)

ID	Nombre	Eje del Plan	Brecha	Objetivo del Plan	Objetivo de la Acción	Localización
SG-01	Estudios de soluciones de abastecimiento para consumo humano	Eje 1: Disponibilidad y Calidad de agua para distintos usos en la cuenca	Se han identificado brechas de oferta de agua para consumo humano dada la sobreexplotación general del acuífero	Proporcionar seguridad de abastecimiento para consumo humano y actividades de subsistencia.	Desarrollar un estudio integral y diseño de ingeniería para evaluar fuentes seguras que permitan abastecer totalmente la demanda para consumo humano, como planta desalinizadora y construcción de pozos	Cuenca del río Los Choros
SG-02	Programa de apoyo para la asignación/regularización de DAA para APRs La Higuera y Punta Colorada	Eje 1: Disponibilidad y Calidad de agua para distintos usos en la cuenca	Actualmente existen extracciones en la cuenca para APR, que datan de antes de 1990 y no cuentan con derecho	Proporcionar seguridad de abastecimiento para consumo humano y actividades de subsistencia	Gestionar la solicitud / regularización de DAA en los sistemas APR La Higuera y APR Punta Colorada.	SHAC Punta Colorada - SHAC Los Choros Altos

ID	Nombre	Eje del Plan	Brecha	Objetivo del Plan	Objetivo de la Acción	Localización
SG-03	Acuerdos de distribución de agua para consumo humano	Eje 1: Disponibilidad y Calidad de agua para distintos usos en la cuenca	Se han identificado brechas de oferta de agua para consumo humano dada la sobreexplotación general del acuífero	Proporcionar seguridad de abastecimiento para consumo humano y actividades de subsistencia. Mejorar el acceso a la información.	Formalizar acuerdos de colaboración, mediante mecanismos de asociaciones entre APRs. Una medida tangible corresponde a la utilización de sobrantes de la planta desaladora de Chungungo para abastecer déficit de agua en APR La Higuera.	Cuenca del río Los Choros
SG-04	Estudios e implementación de una gobernanza local de gestión del recurso hídrico	Eje 5: Gobernanza	Los tramites asociados a DGA actualmente se realizan por Ventanilla única por orden de ingreso. En este sentido, el marco normativo no distingue los tramites urgentes	Generar una gobernanza local de gestión del recurso hídrico.	Implementación de una gobernanza local a nivel de cuenca para la gestión del recurso hídrico. Sobre la base de la conformación de CAS y organizaciones de usuarios del agua, se plantea la existencia de profesionales o actores del agua que cumplan el rol de canalizar problemáticas a la DGA Regional.	Cuenca del río Los Choros
SG-05	Proyecto para la creación de "Mesa de Trabajo" a nivel de cuenca	Eje 5: Gobernanza	No hay objetivos comunes entre los actores de la cuenca ni instancias locales que articulen necesidades o problemáticas respecto a la disponibilidad del recurso hídrico	Generar una gobernanza local de gestión del recurso hídrico. Mejorar el acceso a la información.	Constituir mesa de trabajo local a nivel de cuenca público-privada que oriente, coordine y/o fiscalice la gestión hídrica en la cuenca (Observatorio Hídrico), con consultas a las comunidades. Se considera la participación de todos los usuarios del agua	Cuenca del río Los Choros
SG-06	Programa de Apoyo para la constitución de organizaciones de usuarios	Eje 5: Gobernanza	En la actualidad no existen comunidades de aguas subterráneas ni asociaciones de APR en la cuenca del Río Los Choros.	Promover alianzas público - privadas con el fin de gestionar sustentablemente el recurso hídrico.	Mejorar la gestión de los recursos hídricos en la cuenca del río Los Choros, mediante la creación de CAS para cada SHAC y organización de APRs a nivel de cuenca.	Cuenca del río Los Choros.
SG-07	Estudios e implementación de Prorrateo del agua subterránea según uso y derechos	Eje 3: Eficiencia en el uso del agua	Actualmente no existe una limitación legal a la extracción de aguas subterráneas más que la establecida por el DAA.	Regular la demanda de agua, considerando las condiciones actuales y proyectadas de oferta del sistema subterráneo.	Estudiar e implementar prorrateo de aguas subterráneas, sujeto a algún criterio a definir mediante estudios legal /administrativo/técnico, a realizar según lineamientos establecidos por la DGA.	Cuenca del Río Los Choros
		Eje 5: Gobernanza				

ID	Nombre	Eje del Plan	Brecha	Objetivo del Plan	Objetivo de la Acción	Localización
SG-08	Programas de Capacitación y fortalecimiento del conocimiento a profesionales claves y comunidad en general	Eje 3: Eficiencia de uso de agua	Se identifica una desconexión entre las demandas individuales de cada actor en la cuenca y el efecto global del uso del recurso en la cuenca.	Mecanismo de entrega de conocimiento e información que permita un mayor entendimiento del sistema.	Promover programas de capacitación, a cargo de la DGA y colaboración de otras entidades públicas (DOH/SSIS, etc), formalizando instancias que estandaricen los conocimientos de los APR, regantes, entre otros	Cuenca del río Los Choros
		Eje 4: Manejo de información				
SG-09	Realizar estudios hídricos específicos (hidrológicos/hidrogeológicos/hidroquímicos), elaborados de manera periódica cada 3 años	Eje 4: Manejo de información	Se identifica un entendimiento del sistema que es insuficiente para ejecutar la apropiada gestión del recurso hídrico.	Mecanismo de entrega de conocimiento e información que permita un mayor entendimiento del sistema.	Realizar estudios hídricos específicos (hidrológicos /hidrogeológicos /hidroquímicos), elaborados de manera periódica cada 3 años para favorecer el aumento del entendimiento del sistema, incluyendo indicadores de sustentabilidad actualizados	Cuenca del río Los Choros
SG-10	Habilitar centro de información digital de recursos hídricos en la cuenca.	Eje 5: Gobernanza	La cuenca del río Los Choros no cuenta actualmente con una plataforma con información detallada de las componentes que ayuden a determinar las condiciones del recurso hídrico	Aumentar el conocimiento e información sobre los recursos hídricos y su uso.	Implementar un centro de información digital (página web) que agrupe las variables relevantes del sistema (niveles, caudales de extracción), de manera georreferenciada (mapa interactivo), y con data en tiempo real	Cuenca del río Los Choros
SG-11	Gestión y postulación a programas de Diseño e implementación de tecnificación de riego.	Eje 3: Eficiencia de uso de agua	En la actualidad se riegan aproximadamente 100 há de Olivos. De esta área, la gran mayoría de los regantes utiliza el método de riego por surco	Regular la demanda de agua, considerando las condiciones actuales y proyectadas de oferta del sistema subterráneo	Incrementar los niveles de tecnificación de la superficie regada, mediante fondos concursables específicos de tecnificación de 100 há de Olivos, ubicados en su mayoría en la localidad de Los Choros.	Cuenca río Los Choros
SG-12	Programa de seguimiento de calidad de aguas de la cuenca según usos por SHAC	Eje 1: Disponibilidad y Calidad de agua para distintos usos en la cuenca	Diagnóstico de calidad de agua subterránea es desfavorable, lo que determina la necesidad de tener una mejor red de monitoreo hidroquímico.	Mejorar calidad del agua en la cuenca.	Construir una red de monitoreo mejorada de aguas subterráneas, de manera de extender alcance de monitoreo actual, que consta de 5 pozos con frecuencia de monitoreo usualmente anual o bianual. Se pretende construir una red de al menos 50 pozos.	Cuenca del Río Los Choros

ID	Nombre	Eje del Plan	Brecha	Objetivo del Plan	Objetivo de la Acción	Localización
SG-13	Estudios Técnicos y legales para Regular crecimiento de parcelas de agrado en sector costero (Punta de Choros, El Llano, Los Choros)	Eje 1: Disponibilidad y Calidad de agua para distintos usos en la cuenca	Existe un aumento de las parcelaciones en el sector de "El Llano", en sectores de uso de riego, y en consecuencia mayor demanda de agua y extracciones irregulares	Regular o disminuir la demanda de agua, considerando las condiciones actuales y proyectadas de oferta del sistema subterráneo.	Realizar estudios técnicos y legales cuyo objetivo sea generar herramientas que regulen la extracción de las aguas subterráneas del SHAC Playa Los Choros (planes seccionales, fiscalización, actualización del PRC, etc.)	SHAC Los Choros Bajos y Playa Los Choros
		Eje 2: Conservación del recurso				
		Eje 5: Gobernanza				
SG-14	Programa de Buenas Prácticas agrícolas y de producción limpia	Eje 2: Conservación del recurso	Se identifica la necesidad de incentivar las buenas prácticas agrícolas en relación al uso de agroquímicos (pesticidas, fertilizantes, etc.)	Mejorar calidad del agua en la cuenca.	Generar lineamientos que incentiven las buenas prácticas agrícolas, mediante la supervisión de la Agencia Chilena de Sostenibilidad y Cambio Climático (ASCC) de cumplimiento de estándares tipo GlobalGAP (de manera individual), o de manera colectiva mediante la constitución de acuerdos.	Sectores de riego en la cuenca del Río Los Choros
SG-15	Estudios de mejoras del estado de Derechos de Aprovechamiento de Aguas DAA	Eje 3: Eficiencia en el uso del agua	Los derechos asignados en la cuenca son por 3.600 l/s y la recarga se ha estimado preliminarmente en 180 l/s, según lo anterior se reconoce la necesidad de limitar con algún instrumento legislativo el sobre otorgamiento de derechos en la cuenca ya existente.	Regular o disminuir la demanda potencial del agua, considerando las condiciones actuales y proyecciones de oferta del sistema subterráneo.	Se busca estudiar el nivel de restricción que posee el recurso hídrico subterráneo de los SHAC de Los Choros Bajos y Playa Los Choros con el fin de declararlos áreas de restricción (o zonas de prohibición, en función a los resultados).	Cuenca del Río Los Choros
		Eje 5: Gobernanza				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-3: Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN)

ID	Nombre	Eje del Plan	Brecha	Objetivo del Plan	Objetivo de la Acción	Localización
SN-01	Programa de protección y restauración del lecho del río Los Choros, con evaluación específica de manejo o traslado de relaves existentes en el cauce	Eje 2: Conservación del recurso	Se ha establecido el problema de contaminación y calidad de las aguas asociado a los pasivos ambientales correspondientes a depósito de relaves activos y abandonados existentes en el lecho del cauce del río Los Choros.	Disminuir la contaminación de las aguas subterráneas	Estudiar e implementar programa protección/restauración lecho río Los Choros con foco en el manejo de relaves existentes.	Cuenca del Río Los Choros
SN-02	Programa de Conservación de humedal La Boca	Eje 2: Conservación del recurso	Recientemente se ha declarado el humedal La Boca, ubicado en la localidad de Los Choros, como Santuario de la Naturaleza, constituyendo el primer ecosistema costero de la red de humedales	Proteger y Restaurar los ecosistemas acuáticos y terrestres relacionados con el recurso hídrico continental.	Proteger y Restaurar el Humedal La Boca.	Descarga de SHAC Los Choros Bajo
		Eje 4: Manejo de información				

Fuente: Elaboración propia.

3.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PLAN

Gran parte de las medidas seleccionadas corresponden a medidas no estructurales, o habilitantes para la toma de decisiones, que son necesarias para la gestión de los recursos hídricos. No obstante, es importante resaltar que, para este tipo de acciones no es siempre posible atribuir beneficios directos o externalidades evaluables, a pesar de que sí contribuyen a obtener información de base o generen capacidades necesarias para los objetivos del Plan, su impacto está orientado principalmente a la gestión.

La evaluación de cada medida se presenta en Anexo J-3, donde se indican los supuestos para determinar los elementos de costo, el flujo de evaluación y los resultados respectivos. Es importante considerar que la estimación de costos es una aproximación general, basada en referencias de licitaciones, gasto público y/o público-privado. La inversión exacta se debe determinar una vez que se definan los alcances específicos de cada iniciativa, y cuando se desarrollen los estudios de factibilidad y/o detalles correspondientes, lo que permitirá identificar los elementos de costos reales requeridos para la inversión. Las estimaciones acá presentadas son una aproximación referencial que permiten tener un primer acercamiento al costo del Plan. En la Tabla 3-4 se presenta el resumen de la estimación económica de las iniciativas consideradas para el Plan.

Tabla 3-4: Resumen de evaluación económica de iniciativas

Nº Ficha	ACCION	CAPEX (UF)	OPEX (UF)
SI-01	02 Pozos Profundos para abastecimiento consumo humano.	UF 5.499	UF 610
SI-02	01 Plantas desalinizadora 75l/s para consumo humano en sectores costeros y otros usos.	UF 326.865	UF 496.924
SI-03	Construcción de Captadoras agua de niebla como nuevas fuentes alternativas.	UF 37.348	UF 11
SI-04	Reutilización de aguas grises y tratadas.	UF 26.048	UF 163
SI-05	Sistemas de Control de extracción de aguas subterráneas.	UF 7.025	N/A
SI-06	Programas de diseño e implementación de Telemetría y red hidrométrica.	UF 85.677	UF 139.225
SI-07	Recarga de acuíferos mediante barreras a escurrimiento superficial.	UF 8.984	UF 3
SG-01	Estudios de soluciones abastecimiento para consumo humano	UF 18.871	N/A
SG-02	Regularización de derechos para APRs (mediante compra u otros).	N/A	UF 133
SG-03	Acuerdos de distribución de agua para consumo humano	UF 4.427	UF 14.131

Nº Ficha	ACCION	CAPEX (UF)	OPEX (UF)
SG-04	Estudios e implementación de una gobernanza local de gestión del recurso hídrico	N/A	UF 703
SG-05	Constituir mesa de trabajo local a nivel de cuenca público-privada en la cuenca.	N/A	UF 137
SG-06	Fortalecimiento de organizaciones de usuarios (constituir comunidades de aguas subterráneas / Asociación de APRs).	UF 1.935	UF 798
SG-07	Estudios e implementación de Prorrato del agua subterránea según uso y derechos	UF 4.899	UF 68
SG-08	Programas de Capacitación y fortalecimiento del conocimiento	UF 67	UF 5.933
SG-09	Investigación y desarrollo del uso sostenible del recurso hídrico en la cuenca	N/A	UF 39.860
SG-10	Habilitar centro de información digital de recursos hídricos en la cuenca.	UF 1.264	UF 2.662
SG-11	Programas de Diseño e implementación de tecnificación de riego para todos los cultivos.	UF 18.849	UF 20.975
SG-12	Programa de seguimiento de calidad de aguas de la cuenca según usos por SHAC.	N/A	UF 8.211
SG-13	Regular crecimiento de parcelas de agrado en sector costero (Punta de Choros, EL Llano y Los Choros) con PRC y PRI de acuerdo con factibilidad de disponer de Agua Potable.	UF 67	UF 4.447
SG-14	Buenas Prácticas agrícolas y de producción limpia.	UF 3.803	N/A
SG-15	Sistemas de Control de extracción de aguas subterráneas.	UF 67	UF 8.406
SN-01	Restauración del lecho del río Los Choros, con evaluación específica de manejo o traslado de relaves	UF 9.960	N/A
SN-02	Programa de Conservación de humedal La Boca	N/A	UF 7.877

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 3-5 presenta los resultados agregados según tipología de acción, donde se puede apreciar que el mayor porcentaje de costos totales evaluados a través del CAPEX y OPEX están concentrados en las acciones de Infraestructura. Esto se debe al alto costo que significan estas acciones al contemplar medidas estructurales, siendo particularmente la planta desaladora la que concentra un valor superior al 70% de los costos de inversión y de operación totales. Respecto a las acciones relativas a Soluciones de Gestión, suponen un bajo costo de inversión/operación siendo sustancialmente inferiores a las medidas de infraestructura; estas acciones son de tipo no estructurales y algunas de ellas se consideran estratégicas porque son habilitantes para otras acciones del Plan de Acción.

Tabla 3-5: Resumen de evaluación económica por tipología de acciones

Tipología	CAPEX (UF)	OPEX (UF)
SI	497.446	636.936
SG	54.249	106.464
SN	9.960	7.877
Total	561.656	751.278

Fuente: Elaboración Propia.

3.3 PRIORIZACIÓN DE LAS MEDIDAS

El presente análisis permite agrupar las acciones según los ejes estratégicos definidos, lo cual es considerado en la planificación y su posterior implementación, priorizando aquellas que requieren una especial atención por tratar temas que constituyen la base en la que se apoyarán otras acciones.

El objetivo de la priorización es planificar la ejecución del PEGH en el horizonte previsto como corto, mediano y largo plazo. La priorización se basa en un análisis multicriterio (detalle metodológico en sección 3.6.4 del Anexo F), donde los criterios y ponderaciones han sido sugeridas desde la opinión experta del equipo consultor. Para efectos del presente ejercicio y en base a la opinión experta del equipo consultor se ha seguido el esquema de la Figura 3-1.

**Figura 3-1. Esquema de Priorización de Acciones**

Fuente: Elaboración Propia.

Las puntuaciones asignadas a cada variable y los resultados obtenidos para la priorización de las acciones se presentan en la Tabla 3-6, organizadas de mayor prioridad a menor.

Tabla 3-6: Priorización de Acciones

Prioridad	ID	Nombre de la Acción	Amb. (SEA)	Amb. (Imp.)	Social	Econ.	Estr.	Cons. Hum.	Efect. Dispon.	Ptos
1	SI-07	Implementación de Recarga inducida de acuíferos	1	1	4	2	2	0	4	1,85
2	SG-02	Programa de apoyo para la asignación/regularización de DAA para APRs La Higuera y Punta Colorada	0	1	4	4	2	1	1	1,8
3	SN-02	Programa de Conservación de humedal La Boca	0	2	4	4	4	0	1	1,8
4	SG-11	Gestión y postulación a programas de Diseño e implementación de tecnificación de riego.	0	1	4	2	2	0	4	1,8
5	SI-01	Perforación de Pozos Profundos para consumo humano de localidades La Higuera y Pta Colorada	0	1	4	2	2	1	2	1,7
6	SG-01	Estudios de soluciones de abastecimiento para consumo humano	0	1	4	4	1	1	1	1,7
7	SG-03	Acuerdos de distribución de agua para consumo humano	0	1	4	2	4	1	1	1,7
8	SI-02	Construcción de Planta desalinizadora	1	2	1	1	1	1	4	1,7
9	SG-04	Estudios e implementación de una gobernanza local de gestión del recurso hídrico	0	1	4	4	4	0	1	1,7
10	SG-05	Proyecto para la creación de "Mesa de Trabajo" a nivel de cuenca	0	1	4	4	4	0	1	1,7
11	SG-06	Programa de Apoyo para la constitución de organizaciones de usuarios	0	1	4	4	4	0	1	1,7
12	SG-08	Programas de Capacitación y fortalecimiento del conocimiento a profesionales claves y comunidad en general	0	1	4	4	4	0	1	1,7
13	SG-09	Realizar estudios hídricos específicos (hidrológicos/hidrogeológicos/hidroquímicos), elaborados de manera periódica cada 3 años	0	1	4	4	4	0	1	1,7
14	SG-12	Programa de seguimiento de calidad de aguas de la cuenca según usos por SHAC	0	1	4	4	4	0	1	1,7
15	SG-15	Estudios de mejoras del estado de Derechos de Aprovechamiento de Aguas DAA	0	1	4	4	4	0	1	1,7
16	SG-10	Habilitar centro de información digital de recursos hídricos en la cuenca.	0	1	4	4	2	0	1	1,5
17	SG-13	Estudios Técnicos y legales para Regular crecimiento de parcelas de agrado en sector costero (Punta de Choros, El Llano, Los Choros)	0	1	2	4	4	0	1	1,5
18	SG-14	Programa de Buenas Prácticas agrícolas y de producción limpia	0	1	2	4	4	0	1	1,5
19	SI-05	Implementación de Sistemas de Control de extracción de aguas subterráneas	0	1	4	2	4	0	1	1,4
20	SG-07	Estudios e implementación de Prorrato del agua subterránea según uso y derechos	0	1	4	2	4	0	1	1,4
21	SI-04	Diseño y construcción de sistemas de reutilización de aguas grises y tratadas	0	1	4	2	2	0	2	1,4

Prioridad	ID	Nombre de la Acción	Amb. (SEA)	Amb. (Imp.)	Social	Econ.	Estr.	Cons. Hum.	Efect. Dispon.	Ptos
22	SI-06	Programa de mejoramiento de red hidrométrica de pozos y sistema de telemetría	0	1	4	1	4	0	1	1,25
23	SI-03	Construcción de captadoras de agua de niebla	0	1	1	2	2	0	2	1,1
24	SN-01	Programa de protección y restauración del lecho del río Los Choros, con evaluación específica de manejo o traslado de relaves existentes en el cauce	1	2	2	2	1	0	1	1,05

Fuente: Elaboración propia.

3.4 VALORIZACIÓN ECONÓMICA DEL PLAN ESTRATÉGICO DE GESTION HÍDRICA

El costo total de las iniciativas consideradas en el Plan asciende a un valor actual de Inversión de 561.656 UF y costos operacionales de 751.278 UF como costo anual equivalente evaluado a un máximo de 10 años. El costo asociado a las 10 acciones priorizadas asciende a 383.496 UF y 541.494 de los costos operacionales anual equivalente.

El modelo de negocio de los PEGH se basa principalmente en la coordinación de las entidades públicas, reasignación de presupuesto público, y la gestión de los fondos y/o programas en forma consistente a los objetivos y medidas del Plan. Desde la perspectiva del financiamiento, algunos costos pueden ser atribuidos al sector público, otros al sector privado (inversión fiscal) y otros pueden ser pensados como una forma de financiamiento mixto (por ejemplo, medidas relacionadas con la tecnificación del riego, planta desaladora, entre otros).

La implementación de las iniciativas consideradas en el presente PEGH dependen principalmente de la inversión fiscal, por lo que toma especial relevancia la estrategia de financiamiento que permita implementar el Plan con éxito. Para ello, se debe tomar en consideración la posibilidad de que las iniciativas se acojan a subsidios y herramientas de política existente, o en su defecto se deberán definir programas específicos acorde a lo planteado en cada medida.

Así, la estrategia de financiamiento para la implementación de las medidas debe considerar las principales fuentes de financiamiento nacionales, pero también debe tener a la vista las fuentes internacionales. En particular, en materia internacional, existen fondos de acción climática que tienen una orientación a la adaptación, considerando temáticas adjudicables a la gestión de recursos hídricos, la construcción de obras adaptativas y la gestión del riesgo frente a desastres, como aluviones, inundaciones, entre otros. Por ello se considera una oportunidad observar la aplicabilidad de dichos fondos internacionales durante la implementación del presente Plan.

Por lo pronto, y en base al financiamiento nacional, a continuación, se resumen las acciones según el responsable de su ejecución, quien deberá asegurar la implementación de la iniciativa a través de la coordinación de distintos actores, asignando presupuesto público, y/o gestionando los fondos y/o programas relacionados. La Tabla 3-7 presenta resultados de la evaluación económica según las instituciones responsables de ejecutar las iniciativas.

Tabla 3-7: Distribución de costos Según instituciones ejecutoras

Institución	CAPEX (UF)	OPEX (UF)
ASCC	3.803	-
CNR	18.849	20.975
DGA	105.294	214.202
DOH	423.683	503.777
MMA	-	7.877
Sernageomin	9.960	-
Min. Agricultura	67	4.447
Total	561.656	751.278

Fuente: Elaboración propia.

3.5 CRONOGRAMA DE LAS SOLUCIONES

La Figura 3-2 presenta el esquema de la programación de las acciones consideradas en el PEGH de la cuenca del río Los Choros. Es el resultado del análisis e integración de los diversos componentes trabajados, priorizados y seleccionados a través de todo el estudio.

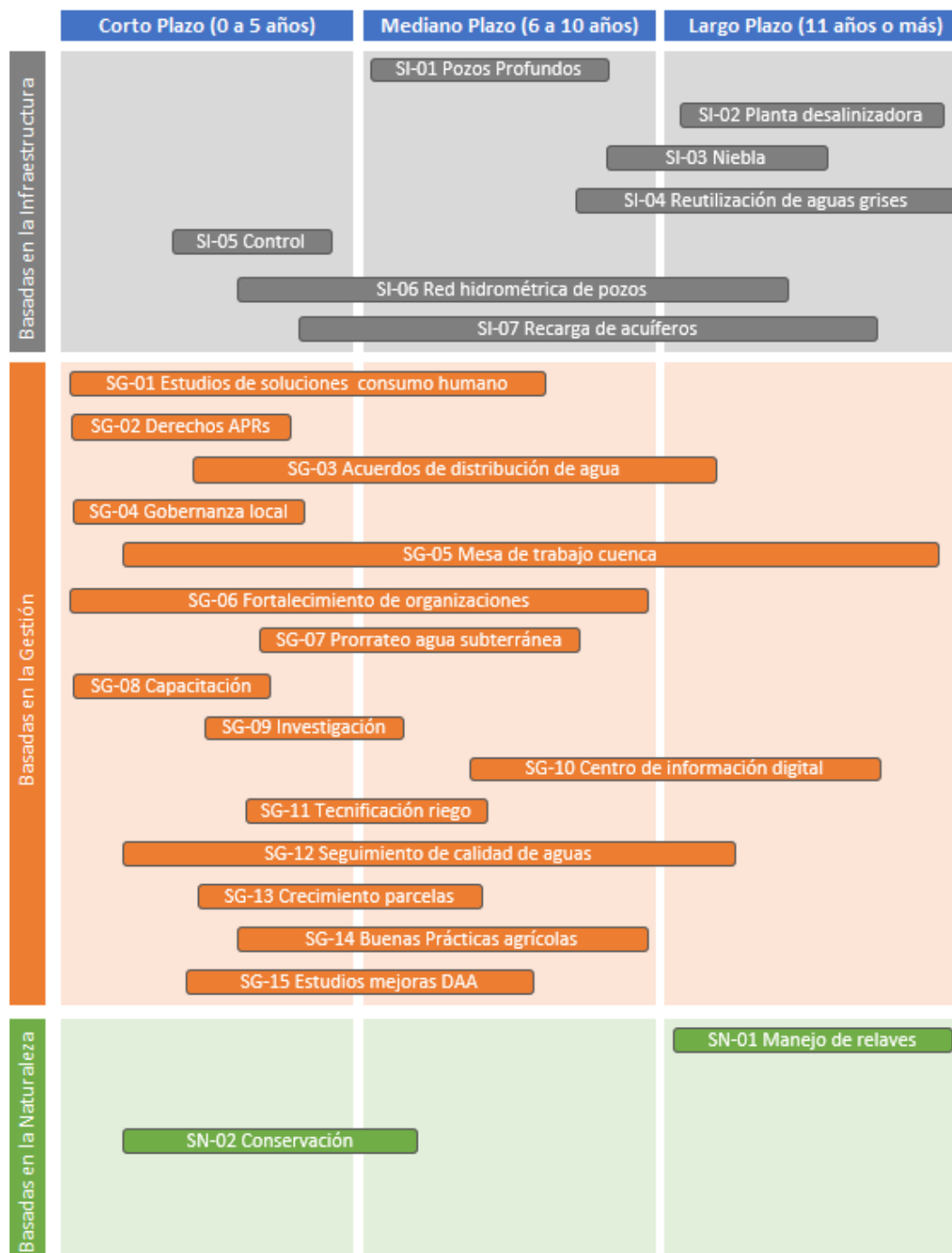


Figura 3-2. Cronograma Plan de Acción PEGH Los Choros

Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO 4 IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN

En el presente capítulo se presentan los principales hitos identificados en la implementación del Plan de Acción, atendiendo a su horizonte (corto, mediano o largo plazo). Seguidamente, se exponen algunas directrices a considerar para el éxito del Plan de Acción, tanto en lo relativa a la estrategia de su implementación como comunicacional. Finalmente, se incluye un resumen con la identificación de las fuentes de financiamiento consideradas. Para efectos de estandarizar enfoques de implementación para este Plan, se han tomado como referencia otros PEGH de cuencas de la IV Región, como lo son los PEGH Elqui, Limarí y Choapa.

4.1 HITOS DE REFERENCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN

- **Corto plazo:** Cabe señalar que el mayor número de iniciativas del PEGH corresponden a medidas de intervención con un horizonte a corto plazo (17 acciones). Como hitos de referencia, cabría destacar las soluciones asociados a "SG-01 Estudios de consumo Humano", "SG-04 Gobernanza" y "SG-08 Capacitación" todas la cuales se consideran muy relevantes para la consecución de otras medidas de diferentes naturalezas.
- **Mediano plazo:** los hitos relevantes tienen relación con la operación de infraestructura que aporta recursos a los usuarios, siendo las de mayor relevancia las "SI-07 Recarga de acuíferos", "SI-01 Pozos Profundos" y SG-11 Tecnificación del riego".
- **Largo plazo:** El hito relevante tiene relación con la operación de la "SI-02 Planta Desalinizadora". La otra acción presente corresponde a la acción "SN-01 Manejo de Relaves".

4.2 ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN

El éxito de la implementación de las iniciativas del PEGH Los Choros está determinado por gestión de las instituciones responsables y condiciones del entorno que pueden facilitar o retardar la implementación de las acciones definidas, entre las cuales se encuentran temas institucionales, culturales, de financiamiento o legales. A continuación, se exponen estos aspectos condicionantes que pueden afectar la aplicación de cada iniciativa y una propuesta sobre los pasos de implementación del PEGH.

- Aspectos Institucionales
- Aspectos de cultura del agua
- Aspectos de financiamiento
- Aspectos normativos

4.3 PASOS EN LA IMPLEMENTACIÓN

La implementación del Plan de Acción dependerá de diversos factores, entre ellos:

- la identificación de responsabilidades institucionales;
- la buena acogida de la acción por parte de los beneficiarios;
- el financiamiento disponible;
- otras externalidades positivas o negativas propias de cada medida.

Por lo anterior, se debe definir una institución coordinadora transversal del conjunto de las medidas propuestas. Dado que el PEGH está promovido por la DGA, esta entidad es la responsable de su herramienta de planificación, y dentro de este servicio, se sugiere que sea la Dirección Regional de Aguas quien ostente esta figura de coordinación, por las razones siguientes:

- El PEGH tiene un enfoque de gestión de cuenca; en ausencia de una institucionalidad pública de esta escala, la figura más próxima corresponde a la Dirección Regional de Aguas de la región de Coquimbo.
- DGA Regional es conocedora de la realidad territorial de una forma más próxima que, por ejemplo, podría tener DGA Nivel Central.
- DGA Regional mantiene vínculos con los actores territoriales, tanto públicos de otros servicios (DOH, CNR u otros) como actores.

Considerando la gobernanza como herramienta para gestionar la interacción de los sistemas políticos, sociales y económicos involucrados en la gestión de los recursos hídricos y la provisión de servicios de agua a diferentes niveles de la sociedad, resulta clave la generación de procesos interactivos que impliquen diversas formas de asociatividad, colaboración y negociación entre estos sectores (y actores).

La obtención del financiamiento, en general, irá de la mano con los lineamientos estratégicos de cada institución (principalmente pública) involucrada; para ello, se sugiere que DGA regional establezca una reunión inicial de trabajo invitando a los servicios públicos involucrados en el PEGH, con la finalidad de informar sobre los montos estimados por iniciativa para cada institución.

En relación con externalidades que puedan afectar la correcta ejecución de las iniciativas según la hoja de ruta propuesta, es relevante considerar los aspectos institucionales, de cultura del agua, de financiamiento y normativo presentados anteriormente.

En paralelo a la implementación de las iniciativas del PEGH, el Plan de Monitoreo asociado permitirá un seguimiento y mejora de la pertinencia de las propuestas identificadas y su adaptación a lo largo del tiempo en caso oportuno; dicho Plan se describe en el acápite 9.1. Se sugiere que el monitoreo general del Plan podría realizarse desde DGA Nivel Central (por ejemplo, la División de Estudios y Planificación o quien designe el Director General), así como la evaluación de las iniciativas ejecutadas (acciones que aborda la propia DGA).

4.4 ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN

La estrategia comunicacional del PEGH tiene que contemplar el universo de actores del territorio relacionados con materia hídrica. Para establecer esta estrategia, se presentan las actividades llevadas a cabo durante la consultoría, seguido de las propuestas futuras en este aspecto.

A continuación, se presenta una propuesta de estrategia comunicacional a considerar para la adecuada implementación del Plan de Acción. La presente estrategia corresponde a una pauta de interacciones con actores relevantes, así como otros actores del territorio identificados. La estrategia propuesta está conformada por dos objetivos:

- Informar a los actores relevantes y otros actores del territorio acerca de los avances en la implementación del PEGH.
- Corroborar la aceptación de las iniciativas del PEGH por parte de los potenciales beneficiarios directos.

Respecto al primer objetivo, y dado que el público general es amplio, se sugiere que la DGA genere un correo electrónico institucional de contacto, el cual quede disponible para que el público general pueda hacer seguimiento, consultas o aportes, con el objetivo de transparentar el avance de las iniciativas del Plan. Así mismo, se recomienda la identificación de una persona referencial del servicio a nivel local (DGA Región Coquimbo) con conocimiento íntegro del PEGH que pueda resolver dudas o consultas de terceros sobre el avance de implantación de las medidas. Además de lo anterior, se recomienda el uso de medios de difusión a través de las actuales plataformas de la DGA (web, redes sociales).

En relación con el segundo objetivo, el público objetivo variará en función de la acción del PEGH. Para este caso, previamente a la asignación de financiamiento correspondiente para la implementación de acciones, se sugiere establecer reuniones de trabajo al menos con los actores relevantes identificados como beneficiarios directos, con el objetivo de presentar los detalles técnicos (y sociales y económicos si corresponde) de la iniciativa. En el caso que la acción implique otras instituciones públicas, o bien diferentes unidades o departamentos de la DGA, será preciso la coordinación de las reuniones pertinentes para aunar lineamientos interinstitucionales.

4.5 IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE FINANCIAMIENTO DEL PLAN

Las instituciones públicas y privadas implicadas en el financiamiento de las iniciativas del PEGH se han descrito en el acápite 7.3.

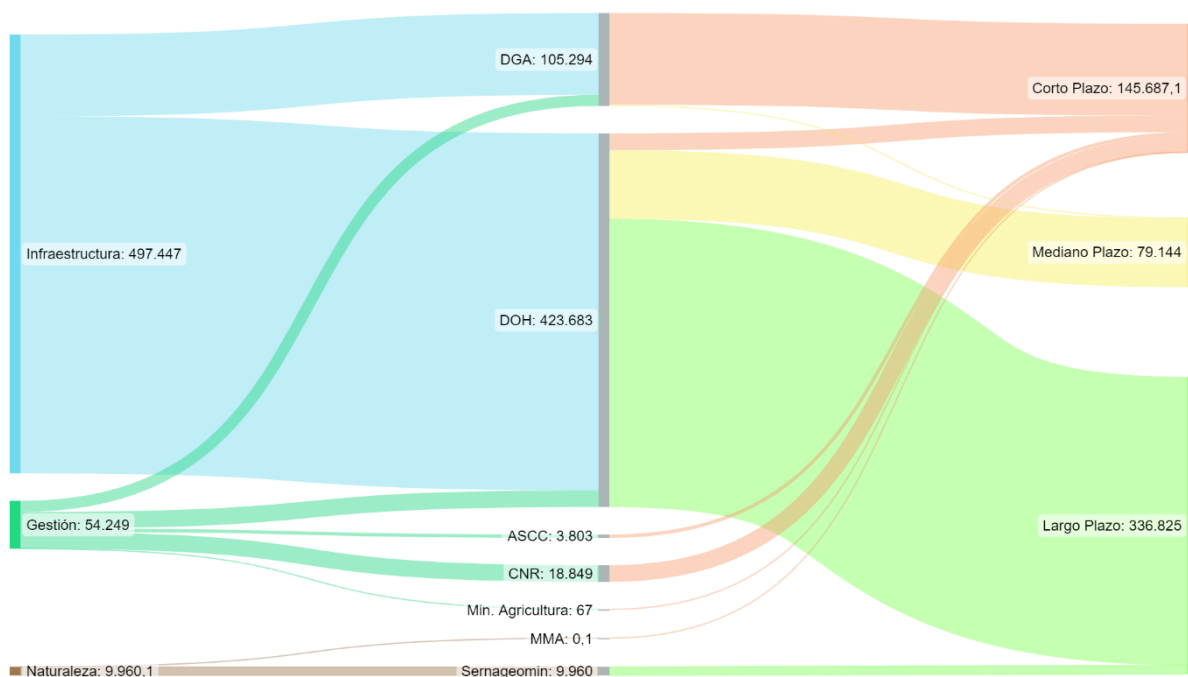
En la Tabla 4-1 se presenta un resumen de los costos del Plan de Acción, según sea el mandante DGA u otras instituciones.

Tabla 4-1: Distribución de costos según mandante DGA u otros

Institución	CAPEX (UF)	OPEX (UF)
DGA	105.294	214.202
Otras Instituciones	456.362	537.077
Total	561.656	751.278

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4-1 se presenta el Flujo de inversiones entre Tipo de acción, Instituciones Involucradas y período Implementación.

**Figura 4-1. Flujo de inversiones (UF) entre Tipo de acción, Instituciones Involucradas y período Implementación**

Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO 5 MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL PLAN

En este capítulo se detalla el Plan de Monitoreo del PEGH Los Choros, así como los mecanismos para análisis y toma de decisiones asociados.

5.1 PLAN MONITOREO

El Plan de Monitoreo (PM) asociado al PEGH Los Choros tiene por objetivo establecer el seguimiento y la eficacia de su implementación, determinando los indicadores que permitan trazar el grado de cumplimiento de las iniciativas y de los objetivos del PEGH.

La cartera de acciones del PEGH presentada en la Figura 5-1 considera un total de 24 iniciativas propuestas, de las cuales 17 deben estar finalizadas en el corto plazo (5 años), 5 deben ser finalizadas en el mediano plazo (10 años) y 2 en el largo plazo (30 años). En la Figura 5-1 se muestra la distribución de las iniciativas contenidas en el PEGH, considerando el tipo de estrategia.

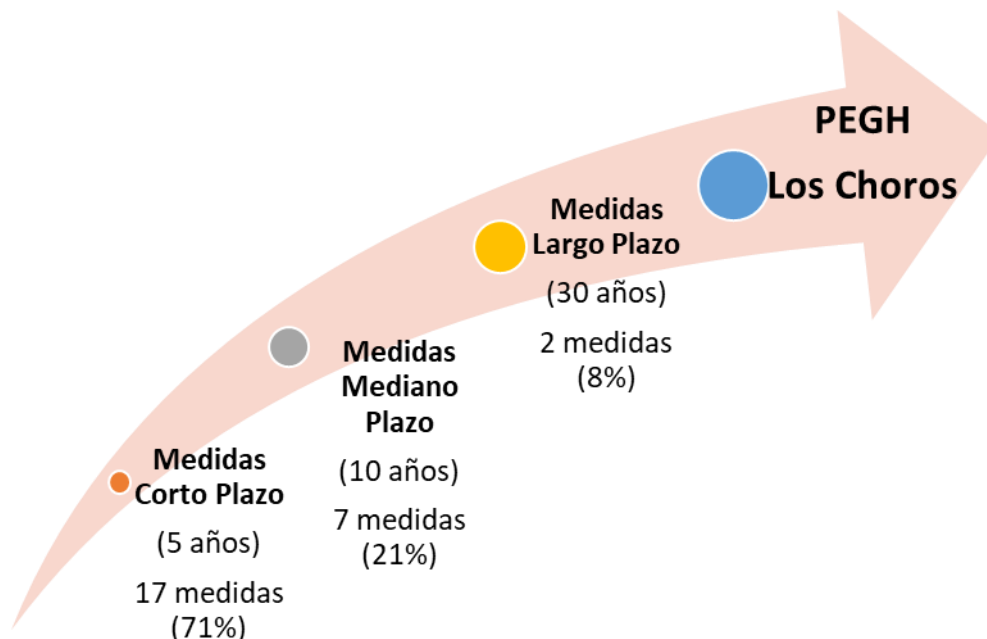


Figura 5-1. Distribución Iniciativas del Plan de Gestión

Fuente: Elaboración Propia.

El Seguimiento del Plan es una actividad permanente, que permite evaluar el cumplimiento de cada una de las metas definidas. Para esto, el seguimiento debe contar con indicadores específicos, que sean comparables entre sí y reflejen en forma clara, directa e inequívoca los resultados de la implementación de las acciones propuestas. En la Figura 9-2 se presentan los tres tipos de indicadores de seguimiento que se proponen.



Figura 5-2. Indicadores de Seguimiento

Fuente: Elaboración Propia

- **Indicadores de Efectividad:** Corresponde a las variables de estado de los recursos hídricos y usos del agua en la unidad de gestión, y que dan cuenta del cumplimiento de los Ejes Estratégicos para la disponibilidad del recurso hídrico. Se propone un indicador para el seguimiento anual del estado de los recursos hídricos. De manera de medir el aporte de agua, según la estimación del aporte de cada iniciativa efectivamente implementada, expresado estrictamente en Hm³.
- **Indicadores de Gestión:** Dan cuenta del avance del Plan a nivel global y fue establecido en función de la programación del Plan de medidas de gestión propuestas, es decir de la relación existente entre iniciativas comenzadas y/o finalizadas versus la programación planificada. Se propone un reporte anual de cada una de las acciones implementadas y la programación de las actividades a realizar en el período siguiente. Serán clasificados en 4 indicadores: Porcentaje de iniciativas comenzadas (PIC), Porcentaje de iniciativas comenzadas acumulada (PICa), Porcentaje de iniciativas finalizadas (PIF) y Porcentaje de iniciativas finalizadas acumulada (PIFa).
- **Indicadores de Ejecución:** Corresponden al seguimiento de las iniciativas de inversión, en financiamiento, ejecución, plazos y resultados, tanto para iniciativas públicas como privadas comprometidas en el Plan Estratégico. Se propone realizar un seguimiento anual, analizado los siguientes aspectos: Ejecución: cumplimiento de la inversión programada en el período y Eficacia: cumplimiento de los objetivos propuestos para el período.

El seguimiento del Plan de Gestión permite medir tanto la implementación de las iniciativas, como su impacto en el territorio y en el cierre de cada brecha. Constituye la tercera parte del Plan Estratégico, y es una actividad clave para el control y balance de las estrategias propuestas. El Plan de Seguimiento (PS) es responsabilidad de la gobernanza y los actores que la conforman.

Se propone, que la responsabilidad de la coordinación para la ejecución general del PEGH sea de la DGA regional, a través de la figura del coordinador PEGH establecido por el propio servicio, mientras que el monitoreo y control se realice desde DGA nivel central, por quien designe el director general (se sugiere, como opción, la División de Estudios y Planificación). Se resalta la importancia de mantener instancias periódicas de reunión entre estas dos figuras para alcanzar los resultados esperados de implementación del PEGH.

Es importante destacar que, dada la complejidad de algunos indicadores propuestos, se considera necesario contar con un equipo profesional que cuente con las capacidades técnicas para la ejecución de esta tarea y para la elaboración de reportes a lo menos anualmente, en función de los indicadores que se describen anteriormente. Complementariamente, para que el seguimiento sea efectivo, esta información debe ser pública, para ser sometida al escrutinio de la sociedad civil.

5.2 MECANISMOS DE EVALUACIÓN, ACTUALIZACIÓN Y REDISEÑO DEL PM

Todos los temas asociados a los recursos hídricos se encuentran insertos en un escenario dinámico, los cuales van de la mano con la evolución del contexto climático, incidiendo sobre la oferta hídrica en la cuenca, y los cambios inherentes en la demanda de agua del territorio, así como las relaciones entre los distintos actores (fortalecimiento, conflictos). Lo anterior hace necesario que el PEGH sea evaluado para determinar si el diseño original aún está vigente al cabo de su primer ciclo de 5 años, así como en ciclos consecutivos del mismo periodo.

El mecanismo de evaluación y actualización considera 2 etapas, siendo éstas: metodología de evaluación y actualización del Plan y rediseño o reformulación del Plan, en caso de ser necesario.

5.2.1 Metodología de evaluación y actualización del Plan

En relación con la evaluación y actualización del PEGH, se recomienda considerar los siguientes aspectos:

- Evaluar el resultado del Plan de Seguimiento el año 2025. Es decir, cuantificar las iniciativas no comenzadas/finalizadas con el objetivo de su reprogramación.
- Actualizar el diagnóstico regional en materia de recursos hídricos: Recopilar, revisar y analizar los nuevos antecedentes generados durante los 5 años de implementación del Plan en las siguientes temas: brechas entre la oferta y la demanda, estado de la infraestructura hídrica, la situación de gobernanza en el territorio y el estado ambiental de los cuerpos de agua de la cuenca, calidad de agua, desempeño ante

eventos extremos, diagnóstico de actividades valoradas por factores no económicos, diagnóstico de herramientas e insumos para la gestión hídrica, entre otros.

- Actualizar la cartera de acciones y proyectos generadas en la Región durante los últimos 5 años, ya sea de entidades públicas y privadas.
- Actualización del modelo hidrológico superficial-subterráneo con la nueva data disponible, resolviendo brechas de modelización que hubieron quedado no resueltas durante el diseño del PEGH original.
- Evaluación de las condiciones habilitantes de las iniciativas no ejecutadas.
- Evaluación del resultado del Plan de Monitoreo el año i+4, mediante la cuantificación de las iniciativas no comenzadas/finalizadas del PEGH.

En base a lo anterior, la DGA deberá definir si se requiere o no un rediseño del Plan.

5.2.2 Etapa de rediseño o reformulación del Plan Estratégico

Esta etapa deberá ser liderada por un panel de expertos que apoyen a la DGA, los antecedentes requeridos para su análisis y rediseño serán generados en la etapa de evaluación y actualización descrita anteriormente. Esta fase tiene los siguientes objetivos:

- Determinar si a partir de los proyectos implementados en la Región y del nuevo diagnóstico regional en materia de recursos hídricos, los objetivos regionales se mantienen o deben ser replanteados.
- Determinar los cambios asociados a las brechas de la región, es decir indicar si éstas han aumentado, disminuido o se han generado brechas diferentes a las existentes cuando se confeccionó el Plan.
- En base a los antecedentes anteriores, definir si la Programación del Plan debe ser reformulada o rediseñada.
- Actualizar el Plan de Seguimiento, lo anterior en función de las iniciativas implementadas y a los cambios generados en el escenario hídrico de la Región de Coquimbo.