



**GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS**

PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LA CUENCA ESTERO CASABLANCA

RESUMEN EJECUTIVO

REALIZADO POR:

**PLATAFORMA DE INVESTIGACIÓN EN ECOHIDROLOGÍA
Y ECOHIDRÁULICA LIMITADA - ECOHYD**

S.I.T N° 487

SANTIAGO, DICIEMBRE 2021

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

**Ministro de Obras Públicas
Ingeniero Civil Sr. Alfredo Moreno Charme**

**Director General de Aguas
Ingeniero Comercial Sr. Óscar Cristi Marfil**

**Jefe División Estudios y Planificación
Ingeniero Civil Sr. Mauricio Lorca Miranda**

**Inspectora Fiscal
Ingeniera Agrícola Sra. Pamela García Serrano**

**Inspector/as Fiscales Subrogantes
Ingeniera Civil Sra. Andrea Osses Vargas
Geógrafa Sra. Ximena Molina Tudesca
Ingeniero Civil Agrícola Sr. Héctor Neira Opazo**

**PLATAFORMA DE INVESTIGACIÓN EN ECOHIDROLOGÍA Y ECOHIDRÁULICA
LIMITADA - ECOHYD**

**Jefa de Proyecto
Ingeniera Civil Sra. Diana Quevedo Tejada**

**Profesionales Equipo Especialistas
Bióloga Sra. Rafaela Retamal Díaz
Ingeniero Civil Sr. David Poblete López
Licenciada en Historia Sra. Viviana Chávez Mancilla
Ingeniera Civil Sra. Cecilia Urrutia Román
Ingeniero Civil Sr. Oscar Melo Contreras
Cartógrafo Sr. Pablo Jara Rodríguez**

**Profesionales Equipo Complementario
Biólogo Marino y Ambiental Sr. Shaw Lacy
Ingeniero Civil Sr. Felipe Figueroa Barrientos
Ingeniera Civil Sr. Macarena Casanova Torres
Ingeniero Civil Sr. Tomás Cabrera Oradines
Antropólogo Sr. Rodrigo Guerrero R.
Trabajador Social Sr. Lucas Rabí Blondel
Ingeniero Civil Sr. José Martínez Retamal
Ingeniero Civil Sr. Juan Pablo Herane Espinosa
Ingeniero Civil Sr. Manuel Carvalho Arrau
Ingeniero Civil Sr. Lenín Henríquez Dole
Geógrafo Sr. Carlos Olivares Gómez
Ingeniero Civil Sr. Matías Peredo Parada
Bióloga Marina Sra. Constanza Meriño Aburto
Bióloga Sra. Diana Bendek Quintero
Ingeniero en Recursos Naturales Sr. Marcelo Soto Moya**

ESTRUCTURA DEL INFORME FINAL Y DOCUMENTOS ANEXOS

- **Informe final**
- **Resumen ejecutivo**
- **Anexo A - Abreviaturas**
- **Anexo B - Referencias**
- **Anexo C - Glosario**
- **Anexo D- Figuras**
- **Anexo E - Antecedentes recopilados**
- **Anexo F – Aspectos metodológicos del plan de cuenca**
- **Anexo G - Proyecto SIG**
- **Anexo H - Modelo hidrológico acoplado**
- **Anexo I – Detalles procesos participativos**
- **Anexo J – Descripción y diagnóstico de la cuenca**
- **Anexo K - Plan de acción**

ÍNDICE

Página

1	<u>INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO</u>	7
1.1	INTRODUCCIÓN	7
1.2	OBJETIVOS	9
1.2.1	Objetivo general	9
1.2.2	Objetivos específicos	9
2	<u>PRINCIPALES RESULTADOS</u>	12
2.1	Balance hídrico	12
2.1.1	Oferta actual y futura	12
2.1.2	Demanda actual y futura	16
2.1.3	Brecha hídrica	26
2.1.4	Sustentabilidad	30
2.2	Calidad del agua y medio ambiente	31
2.3	Gobernanza del agua a nivel de cuenca	37
2.3.1	Brechas de coordinación	39
3	<u>PLAN DE ACCIÓN</u>	39
3.1.1	Estructura del Plan de Gestión	40
3.2	Acciones del Plan	40
4	<u>CARTERA DE INICIATIVAS PROPUESTAS</u>	47
4.1	Evaluación conjunta del plan	53
4.2	Valorización económica del Plan Estratégico de Gestión Hídrica	54
4.2.1	Distribución de costos por actores	57
4.3	Cronograma de las soluciones	58
5	<u>IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN</u>	60
5.1	Hitos de referencia en la implementación del Plan	60
5.2	Aspectos institucionales	61
5.2.1	Instituciones públicas	61
5.3	Aspectos de financiamiento	64
6	<u>MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL PLAN</u>	68
6.1.1	Indicadores	68
6.1.2	Seguimiento	72
6.2	Mecanismos para el análisis y toma de decisiones	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1-1. Mapa conceptual metodológico del Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca Estero Casablanca.	8
Figura 2-1. Área de estudio.	11
Figura 2-22. Ubicación de los Servicios Sanitarios Rurales (SSR) y la Empresa Sanitaria ESVAL.	17
Figura 3-14. Demanda promedio anual actual y proyectada en SSR/APU [hm ³] en la cuenca Estero Casablanca durante el periodo 1980-2050.	18
Figura 3-6. Caudal ecológico mensual por SHAC, Estero Casablanca.	20
Figura 3-9. Cobertura vegetal usada en la modelación hidrológica integrada.....	21
Figura 3-13. Demanda anual del sector agrícola bajo riego [hm ³ /año] en la cuenca Estero Casablanca durante el periodo 1980-2050.....	22
Figura 3-16. Demanda agrícola bajo riego a 2019 en [hm ³].	24
Figura 3-11. Evolución demanda industrial.....	26
Figura 3-15. Comparación de las demandas hídricas estimadas por uso para la cuenca Estero Casablanca, en hm ³	26
Figura 2-9. Balance Hídrico anual, cuenca Estero Casablanca.....	27
Figura 2-10. Balance hídrico anual escenario futuro (2020-2050), cuenca Estero Casablanca.	27
Figura 5-10. Brecha anual en el sector agrícola hm ³ /año en la cuenca Estero Casablanca durante el período 1980-2050.	28
Figura 5-11. Brecha anual de las APRs (hm ³ /año) en la cuenca Estero Casablanca durante el período 1980-2050.	29
Figura 5-18. Comparación entre las demandas agregadas de APRs sobre las celdas activas (línea segmentada amarilla) y las brechas generadas con los pozos a profundidades de 30m, 15m, 10m y 7m.	30
Figura 2-18. Los pisos vegetacionales según Pliscoff potenciales en la cuenca Estero Casablanca.	34
Figura 2-27. Mapa de actores vinculados a la gestión del agua en la cuenca Estero Casablanca.	38
Figura 8-1. Estructura del Plan Estratégico.	40
Figura 6-1. Estructura temática de las iniciativas propuestas en el PEGH.	41
Figura 7-1. Criterios considerados para la priorización de las actividades a implementar en el Plan Estratégico.	48
Figura 7-3. Distribución de la priorización de acciones.....	52
Figura 7-4. Distribución de los costos de implementación y operación en USD por área temática de las acciones pertenecientes al Plan.....	55
Figura 7-5. Distribución de los costos de implementación y operación del PEGH.	56
Figura 7-6. Distribución del costo anual del Plan en USD.	57
Figura 7-7. Línea de tiempo de ingreso de las iniciativas en el Plan.....	59
Figura 8-2. Gobernanza del agua propuesto.	63

ÍNDICE DE TABLAS

Página

Tabla 3-12. Demanda de agua potable media anual en la cuenca Estero Casablanca.	18
Tabla 3-2. Demanda rural y urbana en los años 2021, 2030 y 2050 por SHAC.....	19
Tabla 3-11. Demanda agrícola media anual en la cuenca Estero Casablanca.	22
Tabla 3-9. Caudal otorgado a DGA por Derechos por rubro.	25
Tabla 2-5. Resumen de criterios de sustentabilidad por SHAC	31
Tabla 2-6. Resumen del cumplimiento de los parámetros de calidad de agua superficial en el Humedal Tunquén con NCh 409/1 y NCh 1333.....	32
Tabla 2-7. Parámetros no cumplidos o sobrepasados entre las estaciones de calidad de agua subterráneas de la cuenca hidrográfica del Estero Casablanca.	33
Tabla 2-11. Evaluación de las extensiones de áreas inundados dentro de la cuenca hidrográfica del Estero Casablanca.	35
Tabla 2-12. Tipos de áreas bajo protección oficial y otras figuras de conservación del paisaje dentro de la cuenca Estero Casablanca.	36
Tabla 6-1. Resumen de las acciones necesarias para disminuir las brechas identificadas en la cuenca Estero Casablanca.	42
Tabla 7-1. Regla de priorización de las acciones.....	49
Tabla 7-3. Priorización de las iniciativas definidas.	50
Tabla 7-4. Brecha promedio determinada para el periodo histórico 1980-2020 y escenarios Futuro Base MIROC y PLAN en el periodo 2020-2050.	53
Tabla 7-5. Cobertura de la demanda promedio determinada para el periodo histórico (1980-2020) y escenarios Futuro Base MIROC y PLAN en el periodo 2020-2050.....	54
Tabla 7-6. Distribución de costos por actores y plazos.	57
Tabla 8-1. Hitos del Plan de acuerdo con el plazo de ejecución.....	60
Tabla 8-2. Rol de las instituciones sectoriales y regionales en la implementación del Plan.....	61
Tabla 8-3. Fuentes de financiamiento para la ejecución del PEGH.	65
Tabla 9-1. Indicadores del PEGH.	69
Tabla 9-2. Descripción de los indicadores de impacto.....	70

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

A continuación, se presenta la introducción al Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la cuenca Estero Casablanca (en adelante PEGH), y los objetivos general y específicos abordados en el desarrollo de este Plan.

1.1 INTRODUCCIÓN

La Dirección General de Aguas (DGA) es el organismo del Estado de Chile que se encarga de planificar el desarrollo del recurso agua en las fuentes naturales, con el fin de formular recomendaciones para su aprovechamiento, promoviendo su gestión y administración en un marco de sustentabilidad, interés público y asignación y uso eficiente, tanto para el consumo humano, como la producción de bienes y servicios y la conservación del medio ambiente.

Actualmente, dicho contexto es complejo. Se combina la necesidad de información para apoyar una gestión integrada del agua a nivel de cuenca con una alta presión de uso sobre los recursos hídricos en sus diferentes formas y un clima cambiante con pronósticos poco alentadores a nivel mundial (IPCC, 2014), que acentúan procesos como la megasequía que se vive en Chile desde 2010 (Núñez y Verbist, 2018).

Considerando lo anterior, la Dirección General de Aguas dio paso a una iniciativa a nivel país, para llevar a cabo el desarrollo de planes estratégicos en gestión hídrica para todas las cuencas del territorio nacional, priorizando la ejecución de estos según la alta presión de uso y la ubicación de la cuenca o cuencas en estudio en zonas afectadas por la crisis climática global y el efecto de la megasequía.

Es así como la cuenca Estero Casablanca entró en proceso de ser estudiada desde una visión integral, a escala de cuenca y en un horizonte de tiempo de 30 años al futuro, que permita a los tomadores de decisiones gestionar el recurso hídrico de la cuenca considerando las necesidades de todos los actores relevantes.

Este plan consideró diversas actividades que interactuaron entre sí, de tal forma que permitieron el diseño de un plan estratégico de gestión hídrica en la cuenca, PEGH *ad hoc* para la cuenca (ver Figura 1-1). Las principales actividades desarrolladas fueron:

1. Recopilación y sistematización de antecedentes.
2. Descripción de la cuenca.
3. Diagnóstico de la cuenca.
4. Modelación hidrológica integrada.
5. Participación ciudadana.
6. Plan de acción.
7. Proyecto SIG.

Se inició con la caracterización y descripción de la cuenca en aspectos físicos, geográficos, clima, recursos superficiales y subterráneos, infraestructura, calidad de agua, medio ambiente y gobernanza en institucionalidad.

A continuación, se mostrará el diagnóstico de la cuenca al momento del estudio y a 30 años adelante, pudiendo determinar la brecha existente entre un estado ideal de la cuenca y el estado actual diagnosticado. Para el desarrollo del diagnóstico fue fundamental la aplicación de entrevistas, reuniones sectoriales y talleres de diagnóstico, actividades de Participación Ciudadana.

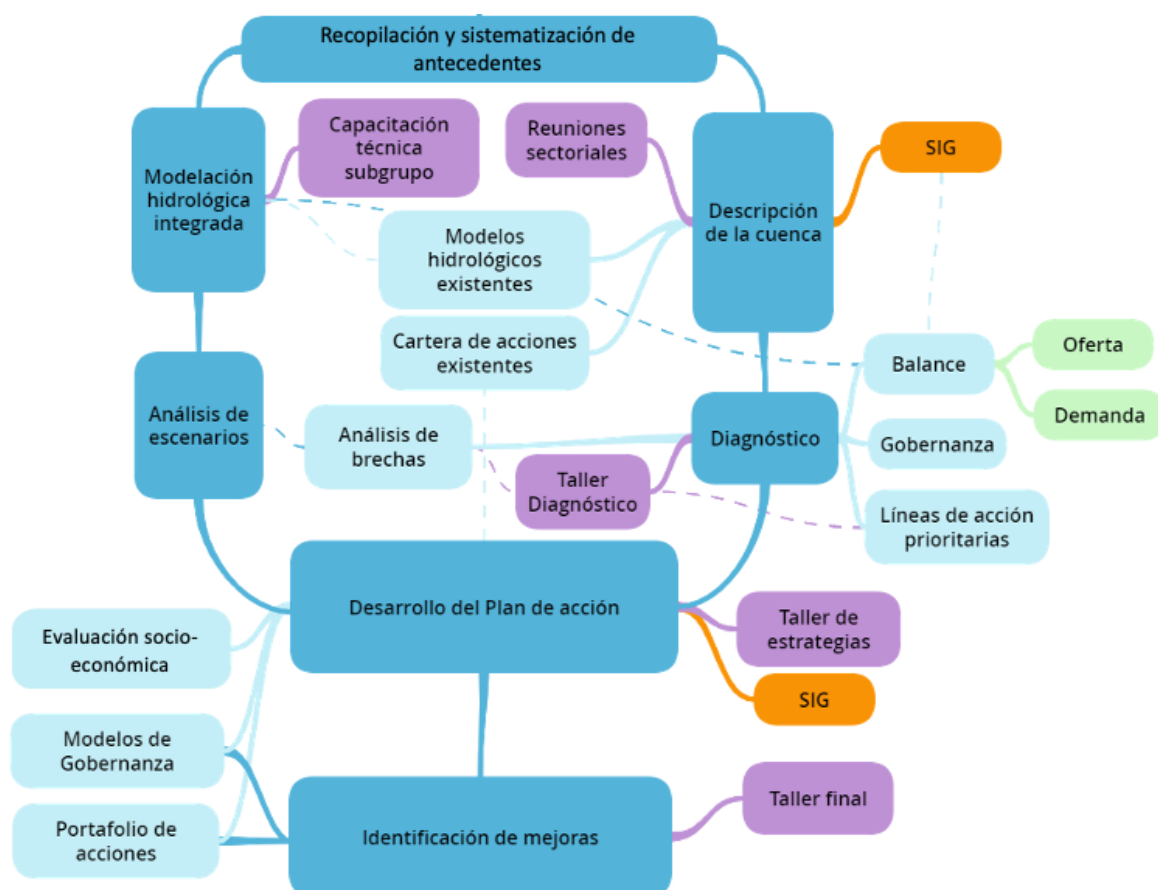


Figura 1-1. Mapa conceptual metodológico del Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca Estero Casablanca.

Fuente: Elaboración propia a partir de los requerimientos planteados en las Bases Técnicas 1019-72-LQ20 (Resolución D.G.A. Exenta 1554, 03 de septiembre de 2020).

De forma simultánea se desarrolló la modelación superficial en la plataforma WEAP, la modelación hidrogeológica en MODFLOW, y la integración de ambos modelos y la elaboración del sistema de información geográfica del PEGH.

Los productos obtenidos de la modelación fueron fundamentales para el PEGH ya que apoyaron en el análisis de las estrategias de desarrollo, con el fin de tomar las decisiones en función de la mejor información disponible. Por su parte, las instancias de participación ciudadana fueron fundamentales, permitieron conocer desde la fuente las problemáticas locales, tanto acerca del recurso hídrico como de gobernanza e institucionalidad.

Finalmente, el sistema de información geográfica facilitó la presentación de la información territorial, su actualización, manipulación y modificaciones futuras, dando trazabilidad y permanencia al conocimiento generado a nivel espacial.

En conjunto, todas estas actividades dieron soporte al diseño del PEGH, iniciando por la creación de un portafolio de acciones que pretenden cerrar las brechas identificadas, su priorización en términos económicos, temporales y de impacto en la brecha y la definición de las instituciones y actores involucrados, para finalmente disponer de una hoja de ruta realizable y medible a corto, mediano y largo plazo, dirigido a DGA, DOH, Ministerio de Medioambiente, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Energía, Ministerio de Minería, Organizaciones de Usuarios de Aguas, Gobiernos Regionales, Empresas privadas, sólo para mencionar los principales actores involucrados en la gestión eficiente del agua y la adaptación de las diversas actividades de desarrollo socioeconómico y medioambiental al cambio climático.

Este PEGH evalúa la cantidad y calidad de los recursos hídricos necesarios para todas las actividades y usos presentes en la cuenca, priorizando el consumo humano, otorgando un uso sustentable del recurso para así poder satisfacer las necesidades actuales y de futuras generaciones.

1.2 OBJETIVOS

A continuación, se presentan los objetivos general y específicos de este estudio:

1.2.1 Objetivo general

Proponer un plan estratégico indicativo para la cuenca Estero Casablanca, que considere las particularidades de sus recursos hídricos, para así (i) conocer oferta y demanda histórica, actual y potencial de agua, (ii) establecer balance hídrico y sus proyecciones a 30 años, (iii) diagnosticar el estado de información, infraestructura e instituciones que toman decisiones respecto al recurso hídrico, y (iv) proponer cartera de acciones DGA y de terceros público-privados, que permitan suplir la demanda de agua y adaptación al cambio climático, con un portafolio de acciones que aseguren la sustentabilidad en cantidad y calidad, y mejoren la gestión u gobernanza de las aguas a nivel de cuencas.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Conocer el estado actual de la cuenca Estero Casablanca en cuanto a oferta hídrica, demanda hídrica, balance de agua (tanto en cuanto a sus derechos de aprovechamiento de aguas, como a sus demandas de agua) y sus respectivas herramientas de cálculo y estimación (modelos), control de extracciones, calidad bio-físico-química de fuentes de agua superficiales y subterráneas, gobernanza y

gestión del agua a nivel de la cuenca y red hidrométrica superficial, subterránea, de calidad, de glaciología y nieves.

2. Construir y/o actualizar los modelos de simulación hidrológicos de la cuenca, y su integración a nivel superficial-subterráneo.
3. Determinar acciones para restaurar condiciones de abastecimiento y calidad de las fuentes de agua potable rural y urbana, por tipo de usuario, tanto para fuentes superficiales como subterráneas.
4. Diagnosticar el estado de la calidad de agua de las fuentes superficiales y subterráneas. Definir acciones para proteger funciones ecosistémicas críticas relacionadas con los cuerpos de agua superficiales y acuíferos en el tiempo.
5. Diagnosticar el estado de infraestructura hidráulica presente (estado de funcionamiento, antigüedad y confiabilidad de los sistemas) y proponer acciones tendientes a mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (superficial, subterránea, de montaña y glaciares).
6. Identificar brechas entre oferta y demanda de agua en distintos escenarios de cambio climático, sequía e inundaciones, estableciendo un portafolio de acciones (estrategias de gestión) para reducirlas, estableciendo un caso base y distintos escenarios para la evaluación.
7. Entregar estrategias para mejorar la toma de decisiones, mediante la utilización de modelos operativos de gestión, los cuales deberán tener escenarios de planificación a corto, mediano y largo plazo, y ser adaptativos en el tiempo.
8. Entregar estrategias para promover la conformación de las organizaciones de usuarios y fortalecer las existentes, promover y revitalizar la alianza público-privada, contemplando aspectos de gobernanza, plataformas de servicios de información y mercados de derechos de agua, para así incrementar cualitativamente la inversión requerida en infraestructura e investigación.

La cuenca Estero Casablanca se ubica en la región de Valparaíso al sureste de la provincia de Valparaíso, principalmente en la comuna de Casablanca y una pequeña fracción en la comuna de Algarrobo. De forma alargada y orientación este-oeste, tiene un tamaño de 698,6 km², siendo el principal curso el Estero Casablanca que le da su nombre. En la zona de estudio se incluye la cuenca del estero el Jote que por proximidad hidrosociocultural se aborda en conjunto en junto con el Estero Casablanca. La Figura 1-2 presenta la localización de la zona de estudio compuesta por la cuenca Estero Casablanca y la cuenca del estero El Jote.

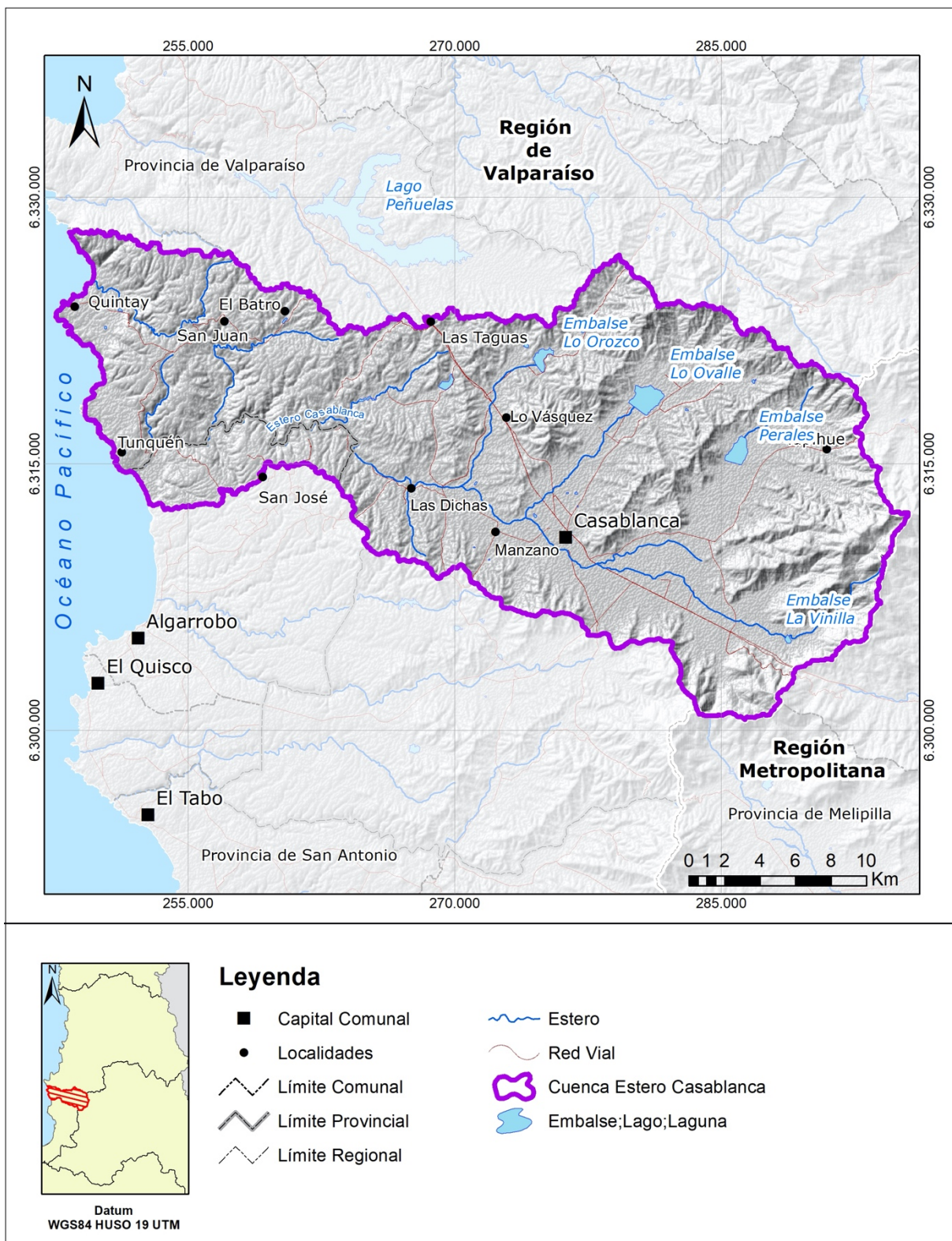


Figura 1-2. Área de estudio.

Fuente: Elaboración propia a partir de Mapoteca Digital DGA (DGA,2021f).

2 PRINCIPALES RESULTADOS

El PEGH se ha construido principalmente a partir del diagnóstico sobre el balance hídrico actual (1980-2019) y proyectado (2020-2050), la calidad del agua superficial y subterránea y la gobernanza e institucionalidad en la cuenca. A continuación, se presentan los principales resultados entorno a estos temas y las brechas identificadas.

2.1 Balance hídrico

El balance hídrico actual y proyectado surge del contraste sobre la oferta hídrica superficial y subterránea y las demandas presentes en la cuenca.

2.1.1 Oferta actual y futura

La disponibilidad hídrica en la cuenca Estero Casablanca u oferta en la fuente, fue obtenida a partir de los resultados de la modelación acoplada realizada entre WEAP y MODFLOW. Teniendo en cuenta los resultados que puede entregar WEAP, se consideran la precipitación y la evapotranspiración como datos a tener en cuenta para calcular la disponibilidad hídrica en la cuenca.

Respecto a lo anterior se consideró el concepto de disponibilidad natural como la diferencia entre la precipitación anual en toda la cuenca y la evaporación de la zona no agrícola (o de ladera). De esta manera se estimó la cantidad de agua disponible para cualquier fin, aporte natural a los cauces o recarga de acuíferos, como de uso humano (consumo de agua, uso en agricultura o industrias).

A escala de cuenca, la Figura 2-1 muestra la tendencia a la disminución en el tiempo de la precipitación media anual y de la evapotranspiración, observándose además pérdida de la variabilidad interanual o climática a partir del año 2000. En la década de los 80's se presentaban promedios anuales de precipitación del orden de 600 mm/año, mientras que en la década de 2010 no superan los 400 mm/año, es decir, la precipitación promedio anual ha disminuido cerca de un 30% entre las décadas de 1980 y 2010.

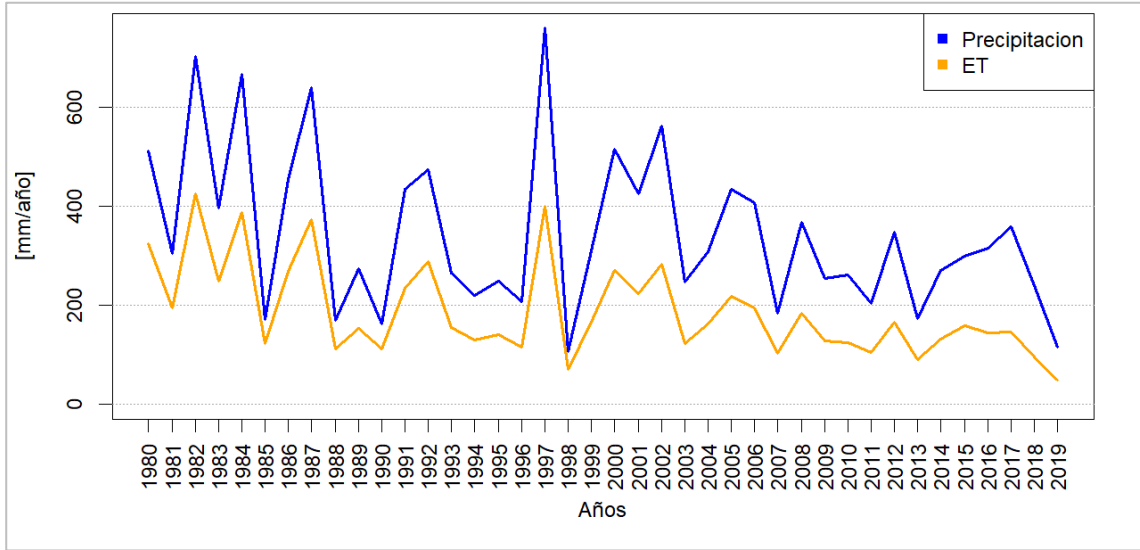


Figura 2-1. Precipitación y evapotranspiración histórica, cuenca Estero Casablanca.

Fuente: Elaboración propia a partir de la modelación superficial realizada en WEAP.

En la Figura 2-2 se muestra la evolución de la precipitación media anual y de la evapotranspiración. Debido a la metodología de estimación de esta serie futura, no cambia la forma, pero si su magnitud, lo cual se puede apreciar al ver que la máxima precipitación media anual no supera los 300 mm/año, mientras que la mínima alcanza alrededor de 60 mm/año. Es decir, la precipitación generada para simular el clima futuro disminuyó cerca de 50% respecto del periodo histórico.

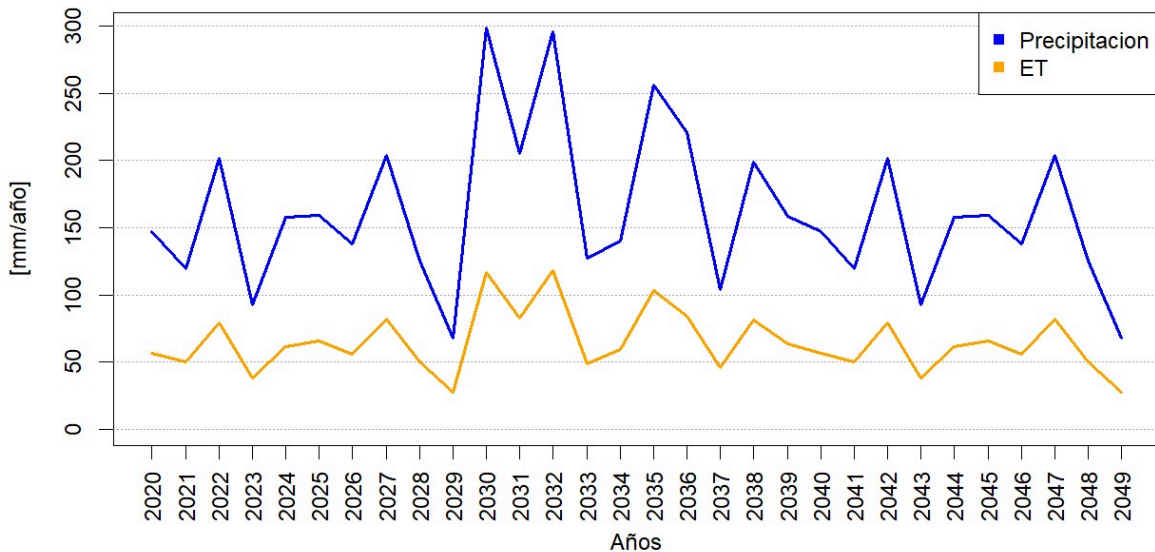


Figura 2-2. Precipitación y evapotranspiración proyectada (2020-2050), cuenca Estero Casablanca.

Fuente: Elaboración propia a partir de la modelación superficial realizada en WEAP.

El volumen total almacenado para los años 1991 y el 2014 (DGA, 2015), fueron estimadas las zonas hidrogeológicas presentadas en la **Error! Reference source not found.** mediante modelación hidrogeológica. Esta zona está dentro del dominio de la modelación hidrológica acoplada (ver Anexo H – Modelo hidrológico acoplado). En ambos años se realizaron campañas de medición de niveles, para generar piezometrías. Posteriormente, mediante herramientas de GIS, se interpoló el dominio grillado, para obtener luego los volúmenes totales de sedimentos bajo el nivel freático.

Adicionalmente, se asumió una distribución homogénea en la vertical de los depósitos arcillo – limosos y se estimó que correspondían a un 40% del total de la columna, por ende, no presenta formaciones acuíferas (ya sea libres o confinados), esto debido a que el material es probablemente poco poroso, lo que impide el almacenamiento de agua entre éstos. Finalmente, se asumió, además, una porosidad efectiva media equivalente a 0,1 (DGA, 2015). En la Tabla 2-1 se muestran los volúmenes estimados la variación de volumen entre 1991 y 2014 es equivalente a un desbalance de caudal promedio de 142 l/s.

Tabla 2-1. Volumen acuífero en los SHACs La Vinilla, Lo Ovalle, Lo Orozco y Los Perales.

Año	Volumen bajo el nivel freático [hm³]	Volumen embalsado [hm³]
1991	4.820	289,2
2014	3.102	186,1
Variación 1991-2014	1.718	103,1

Fuente: Elaboración propia a partir DGA (2015).

Con relación a los volúmenes proyectados para los años sucesivos hasta el año 2050, (estimados con el modelo acoplado WEAP-MODFLOW del presente estudio), estos se estimaron considerando cambio climático. En la Figura 2-3 se presenta la gráfica de volumen almacenado de la subcuenca La Vinilla-Casablanca, en ésta se observa un descenso continuo desde el año 1980 hasta el año 2050, desde 181 hm³ hasta un valor igual a 167 hm³, esto debido a las continuas extracciones presentes en dicha subcuenca. Situación similar se encontró en las subcuencas de Lo Ovalle, Los Perales y Lo Orozco.

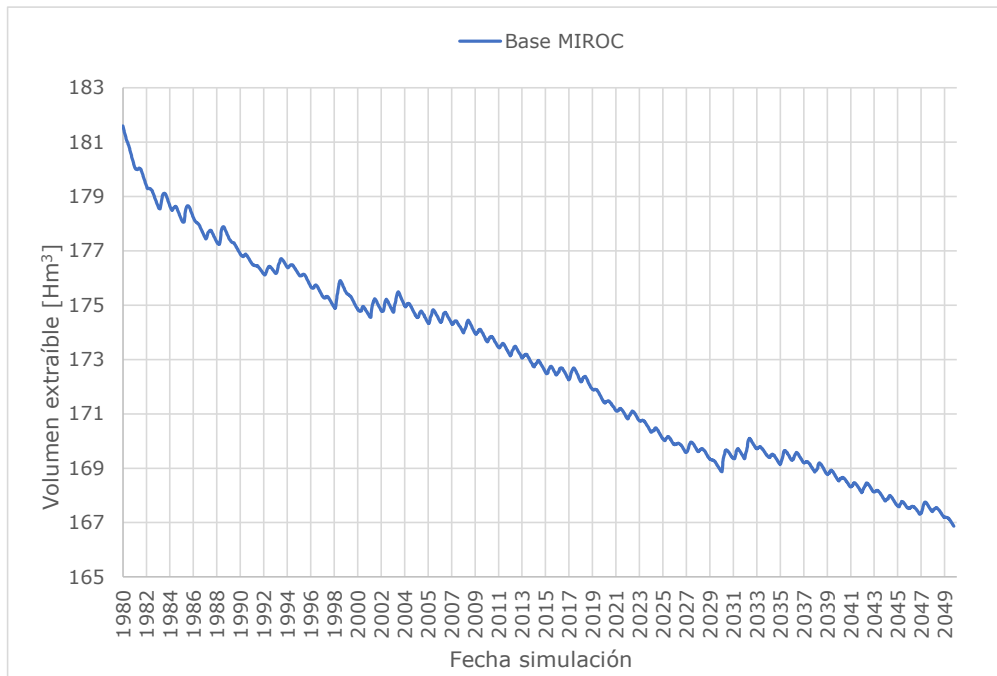


Figura 2-3. Volumen extraíble de subcuenca La Vinilla-Casablanca.
Fuente: Elaboración propia a partir de resultados modelo acoplado WEAP-MODFLOW.

Finalmente, con los datos de niveles estáticos de las estaciones DGA utilizadas para la calibración del modelo numérico, se construyeron hidrogramas, los cuales se encuentran en el "Anexo J.2.2.1 – Hidrogramas". En la Figura 2-4 se muestra un ejemplo de hidrograma de la estación Plaza Peaje Zapata.

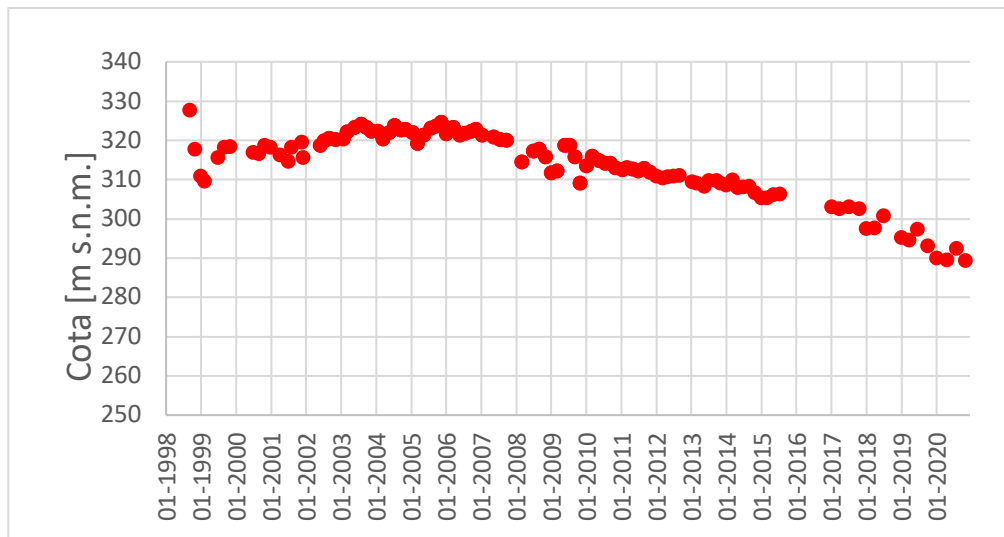


Figura 2-4. Hidrograma Plaza Peaje Zapata.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos oficiales DGA (2020).

2.1.2 Demanda actual y futura

La cuenca Estero Casablanca presenta un marcado uso agrícola y en menor medida consumo humano y rural. En adelante se detallarán las demandas identificadas en este estudio.

El consumo de agua potable en la cuenca es principalmente rural, asociado a la existencia de 16 Servicios Sanitarios Rurales SSR (ver Figura 2-5). El consumo de agua potable urbana está vinculado a la ciudad de Casablanca. La demanda de agua potable, tanto rural como urbana fue determinada a partir de la dotación anual dada por la DOH ($79 \text{ m}^3/\text{año}/\text{hab}$) multiplicada por la población. En forma análoga se determinaron las demandas proyectadas a partir de esta misma dotación y una población futura proyectada (Figura 2-6). La demanda actual total para consumo de agua potable para el año 2019 llega a los $2,8 \text{ hm}^3/\text{año}$ y aumenta hasta superar los $4 \text{ hm}^3/\text{año}$ para fines del período de simulación, año 2050.

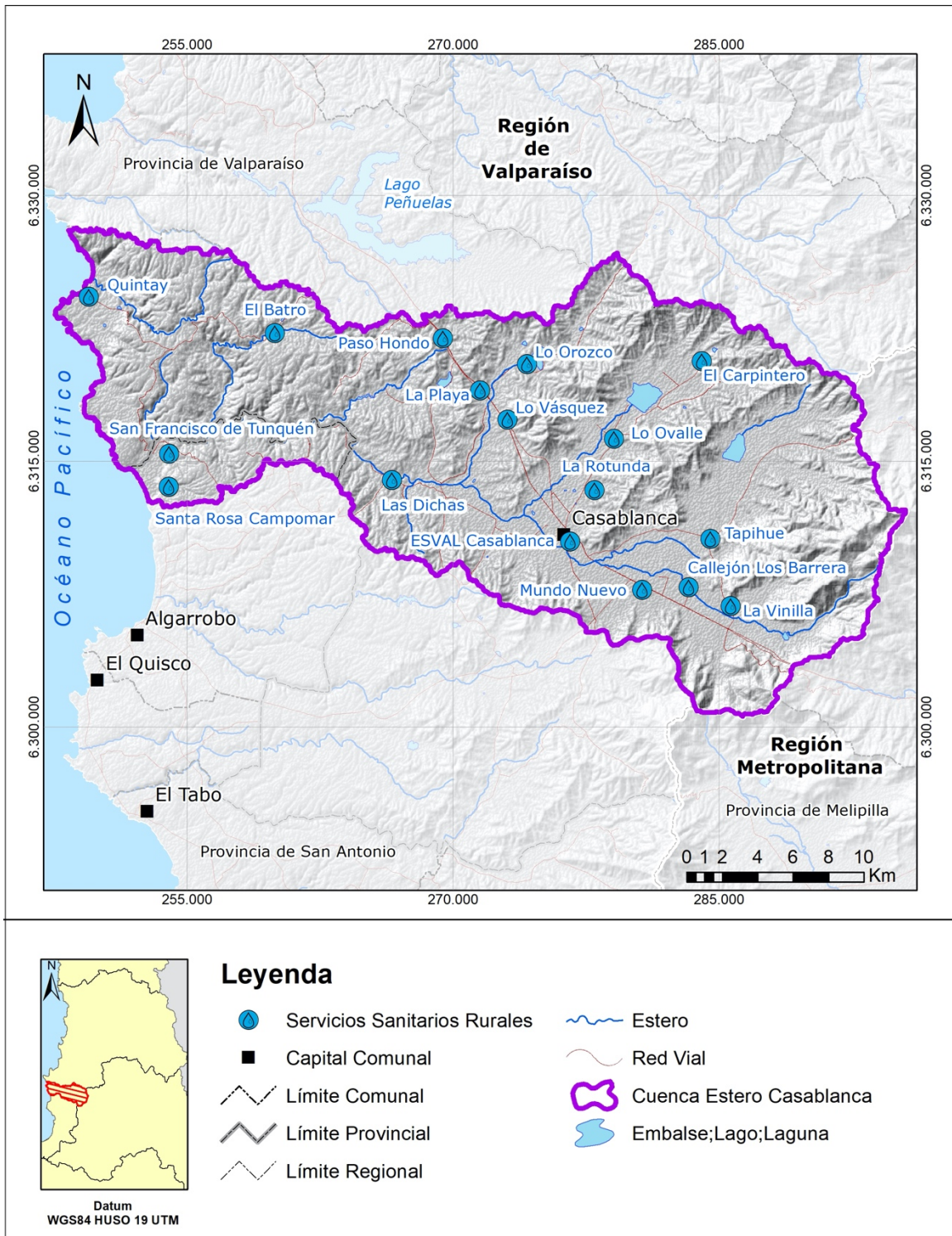


Figura 2-5. Ubicación de los Servicios Sanitarios Rurales (SSR) y la Empresa Sanitaria ESVAL.

Fuente: Elaboración propia en bases a datos entregados por Unidad de Gestión Ambiental y Territorial (UGAT), Valparaíso.

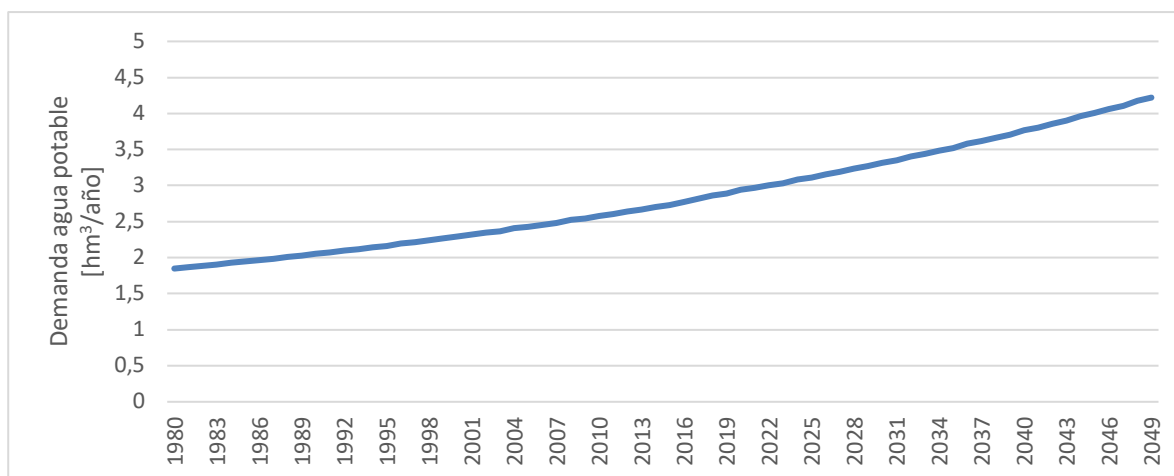


Figura 2-6. Demanda promedio anual actual y proyectada en SSR/APU [hm³] en la cuenca Estero Casablanca durante el periodo 1980-2050.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de (MINVU, 2017) y (DGA, 2021a).

La Tabla 2-2 muestra la demanda promedio anual de agua potable rural y urbana para la cuenca Estero Casablanca en forma de promedios decadales, de manera de mostrar su evolución en el tiempo, al igual que con la demanda agrícola. La cantidad de agua suministrada a través de camiones aljibes no está considerado en esta demanda, ya que solo se consideran para suplir la demanda cuando no es posible abastecer a las APR con sus propios pozos.

Tabla 2-2. Demanda de agua potable media anual en la cuenca Estero Casablanca.

Década	Demanda [hm ³ /año]
1980	2,06
1990	2,31
2000	2,59
2010	2,95
2020	3,34
2030	3,79
2040	4,09

Fuente: Elaboración propia en base a datos de MINVU (2017) y DGA (2021a).

A nivel de Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común SHAC, en la Tabla 2-3. se presenta el consumo de agua potable rural y urbana para los años 2021, 2030 y 2050.

Tabla 2-3. Demanda rural y urbana en los años 2021, 2030 y 2050 por SHAC.

SHAC	Demanda hídrica rural [hm ³ /año]		
	2021	2030	2050
La Vinilla-Casablanca	0,20	0,24	0,32
Los Perales	0,05	0,06	0,08
Lo Ovalle	0,07	0,07	0,10
Lo Orozco	0,20	0,23	0,31
Estero Casablanca Desembocadura	0,03	0,04	0,05
Punta Gallo	0,09	0,10	0,14
Quintay	0,14	0,16	0,22
Total demanda rural (hm ³ /año)	0,78	0,90	1,22
SHAC	Demanda hídrica urbana [hm ³ /año]		
La Vinilla-Casablanca	1,55	1,78	2,43

Fuente: Elaboración propia en base a datos de (MINVU, 2017) y (DGA, 2021a).

Las necesidades mínimas ambientales se consideraron como aquellas demandas ambientales solicitadas por los ecosistemas terrestres y acuáticos presentes en la cuenca. En el caso de la cuenca Estero Casablanca, se evaluaron las demandas para los sistemas protegidos por algún mecanismo del Estado y el caudal ecológico en los humedales de Tunquén y Quintay.

En la Figura 2-7 se presentan las demandas mensuales referidas a los caudales ecológicos mensuales evaluados en cada SHAC. Cabe destacar el resultado obtenido demanda ambiental para dos elementos ambientales de interés en la zona de estudio: el Humedal de Tunquén (SHAC Desembocadura CB), el cual queda justamente en la desembocadura del Estero Casablanca y el Humedal de Quintay conformado en la desembocadura del Estero El Jote (SHAC Quintay). Para el humedal de Tunquén el caudal ecológico presenta un rango entre [2,1 – 4,2] l/s, mientras que para el Humedal de Quintay los requerimientos de caudal ecológico son menores, y están entre [0,12-0,24] l/s.

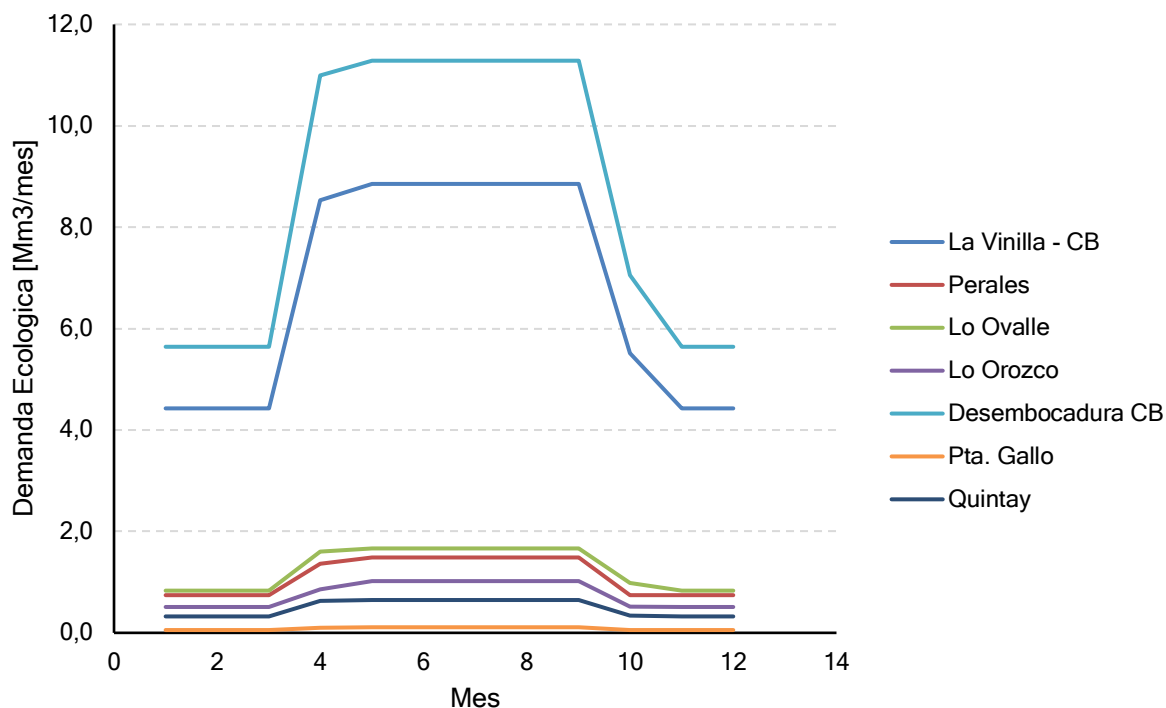


Figura 2-7. Caudal ecológico mensual por SHAC, Estero Casablanca.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Balance Hídrico Nacional DGA (2019).

Respecto a la Figura 2-7 se aprecia que el régimen de caudal ecológico mínimo (demanda ecológica) sigue el régimen esperado, con mayores caudales en invierno (entre julio y agosto), sin embargo, estos requerimientos obedecen solo al régimen hidrológico, siendo necesario la estimación del caudal ambiental que considera las necesidades hídricas de los ecosistemas terrestres y acuáticos presentes actualmente en ambos humedales.

La demanda agrícola se entiende por la necesidad de agua que requieren los diferentes cultivos en la zona de estudio, para lo cual se determina la necesidad evapotranspirativa según superficie y tipo de cultivo, independizando la superficie que se abastece exclusivamente de riego, en especial la demanda neta de riego (demanda bruta menos los aportes por precipitación). Finalmente, se estima la demanda volumétrica [$\text{hm}^3/\text{año}$] al multiplicar la demanda neta de cada tipo de cultivo por año, por la superficie asociada a cada tipo de cultivo. Por otro lado, la Figura 2-8 muestra el mapa con la distribución de los usos de suelo clasificados, que es usada en la modelación para estimar las demandas evapotranspirativas de la vegetación natural, plantaciones forestales y también, del sector agrícola, detallado previamente por subusos.

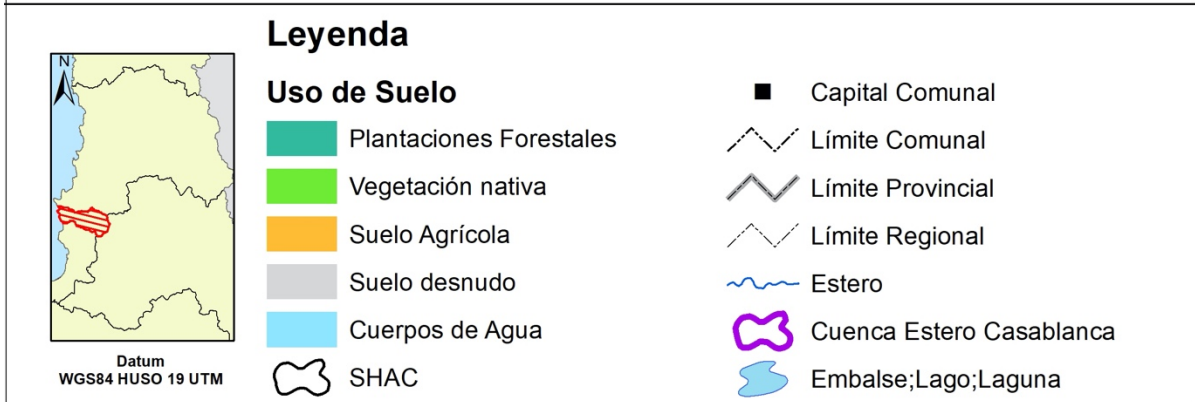
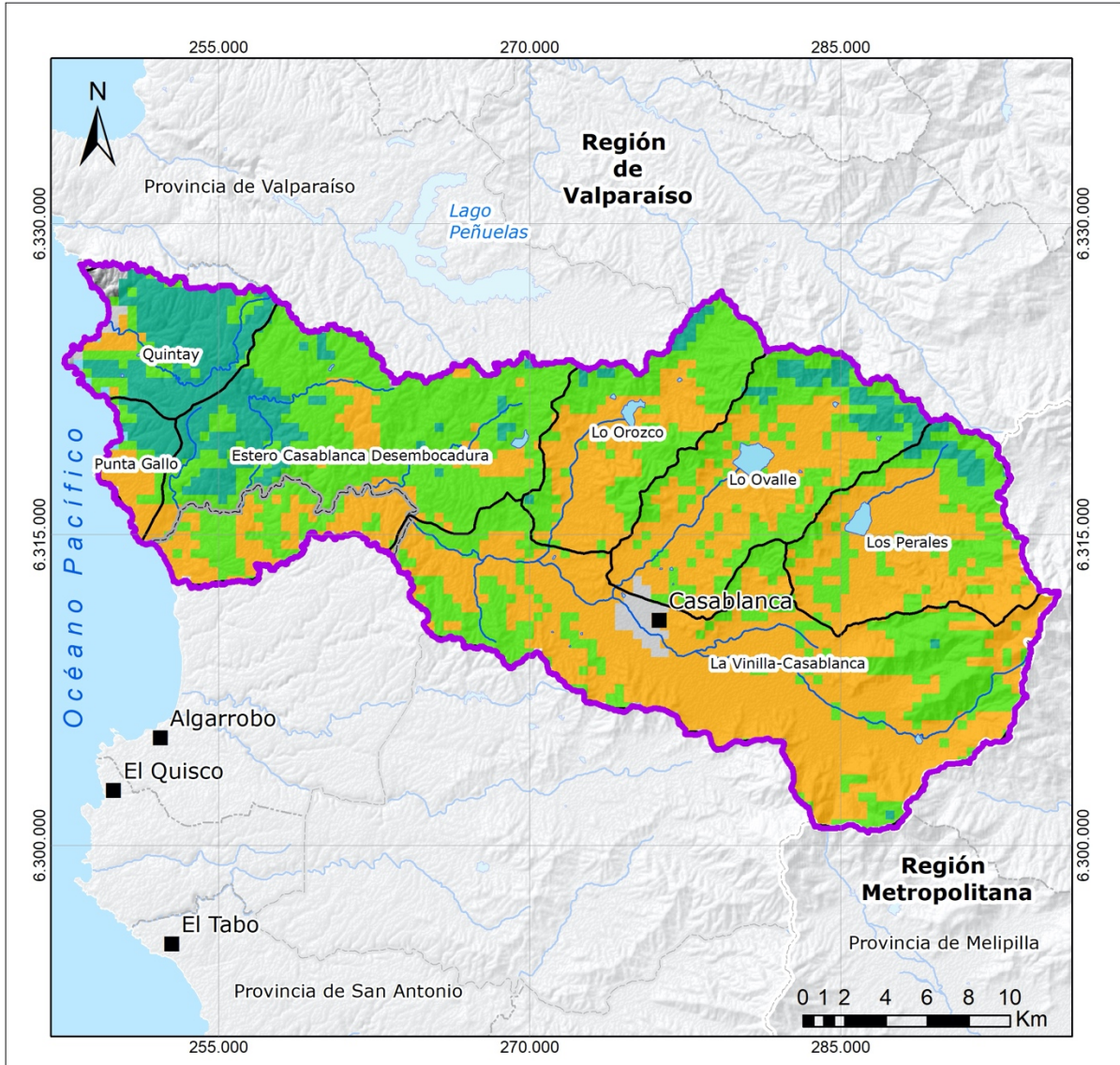


Figura 2-8. Cobertura vegetal usada en la modelación hidrológica integrada.
 Fuente: Elaboración propia a partir de clasificación del IGBP (ver Anexo J Descripción y Diagnóstico, capítulo 1, subcapítulo 1.1.1. Uso del suelo).

La Figura 2-9 muestra la serie de tiempo de demanda agrícola bajo riego en la cuenca Estero Casablanca. Esta figura muestra que las demandas agrícolas se mantuvieron con una pendiente creciente muy leve hasta la década del 2000, variando desde 25 hm³ hasta los 55 hm³. Posteriormente, se presenta un salto a demandas más o menos estables en torno a los 65 hm³ anuales desde el año 2015 en adelante.

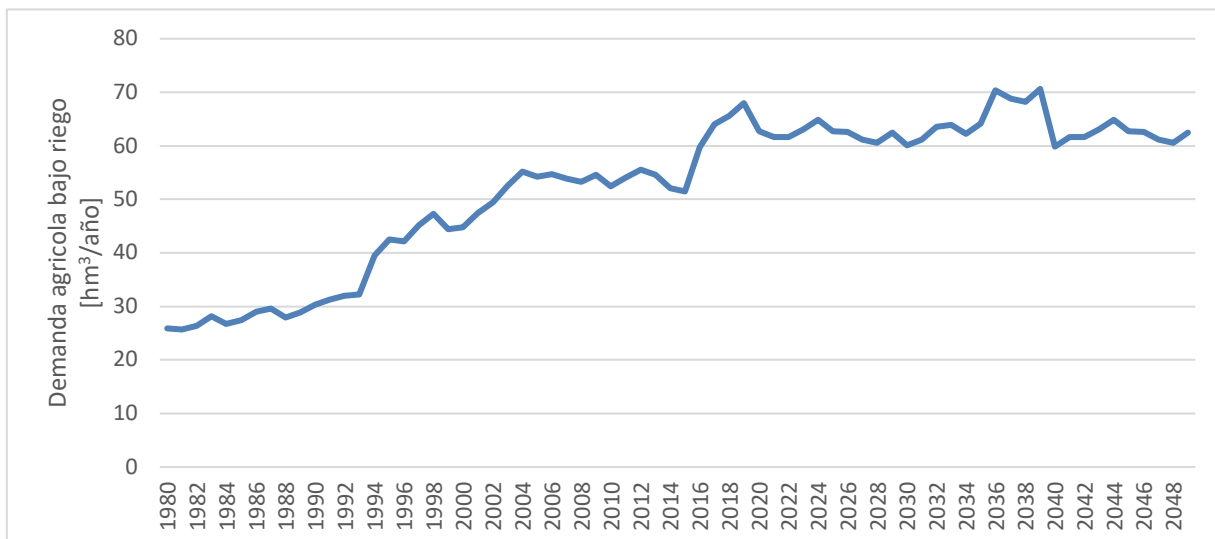


Figura 2-9. Demanda anual del sector agrícola bajo riego [hm³/año] en la cuenca Estero Casablanca durante el periodo 1980-2050.

Fuente: Elaboración propia a partir de Sullá-Menashe & Friedl (2019) y los catastros frutícolas y censos agrícolas disponibles a 2020.

La Tabla 2-4 muestra la demanda promedio anual agrícola para la cuenca en forma de promedios decadales, de manera de mostrar su evolución en el tiempo de manera agregada.

Tabla 2-4. Demanda agrícola media anual en la cuenca Estero Casablanca.

Década	Demanda [hm ³ /año]
1980	27,56
1990	38,67
2000	52,02
2010	57,77
2020	62,34
2030	65,32
2040	62,05

Fuente: Elaboración propia a partir de Sullá-Menashe & Friedl (2019) y los catastros frutícolas y censos agrícolas disponibles a 2020.

Por otro lado, la demanda agrícola ha aumentado en el tiempo debido principalmente al aumento de superficie agrícola y posiblemente al aumento de temperatura lo que genera mayor evapotranspiración potencial y de los cultivos. Por su parte, la demanda por agua potable, industrial y ecológico son mínimas comparadas con la forestal y la agrícola, por lo que se esperaba que pudieran ser abastecidas, situación que no ocurre en la actualidad, especialmente con los SSR.

El detalle de la demanda agrícola estimada por SHAC al año 2019 se presenta en la Figura 2-10, donde el SHAC de Los Perales – Tapihue presenta una demanda de 24,4 hm³/año, seguido del SHAC La Vinilla-Casablanca con 24 hm³/año.

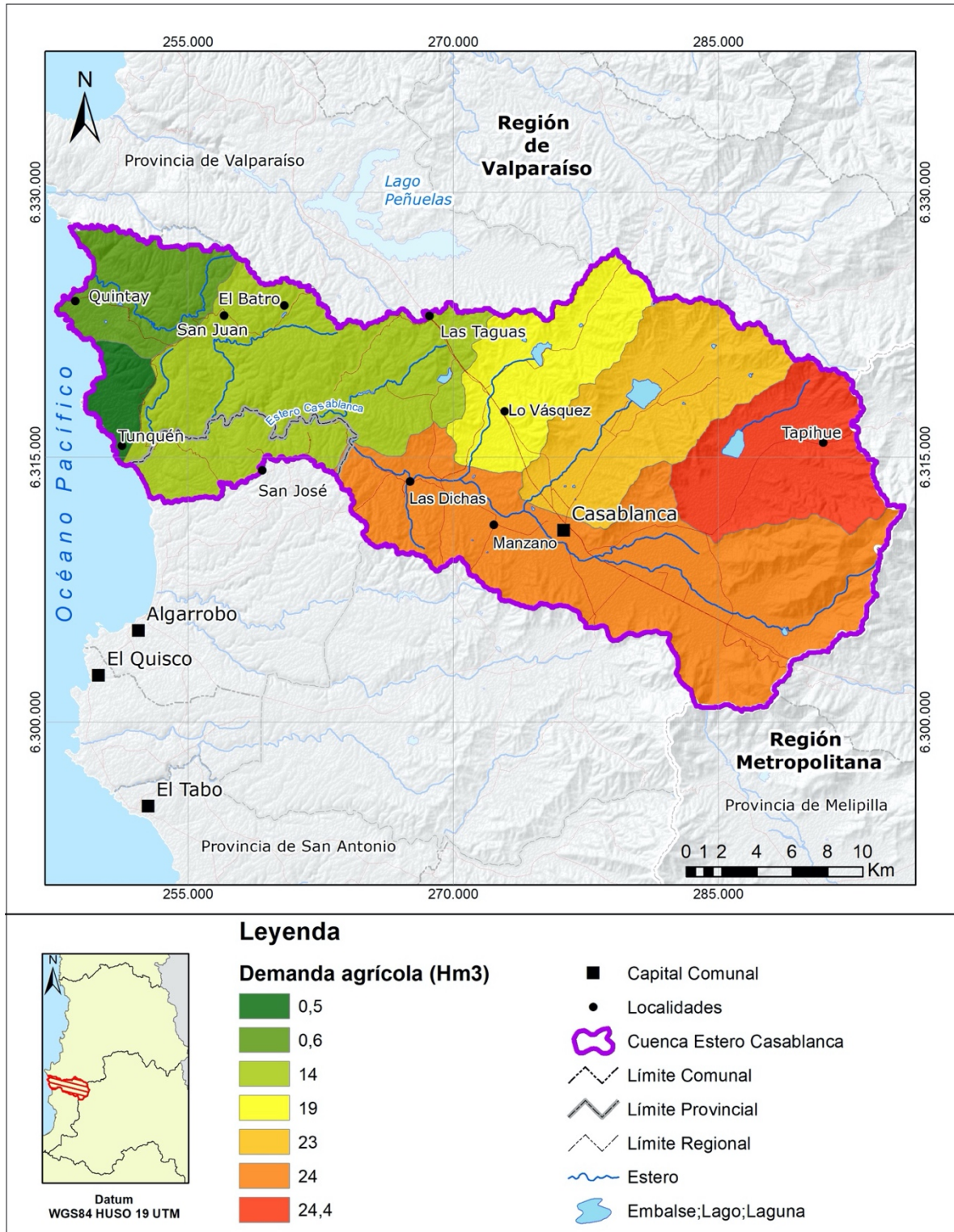


Figura 2-10. Demanda agrícola bajo riego a 2019 en [hm³].

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de demanda (Anexo J.2.1 – Demandas).

La estimación de la demanda para uso industrial está desarrollada en base a los derechos de agua indicados en DGA (2021e), cuyo uso sea del tipo "Industrial", o bien, cuyos solicitantes estén asociados a entidades de tipo industrial.

También se considera como derechos de tipo industrial, aquellos que no tienen un uso específico declarado, pero cuyos puntos de extracción (usando el sistema de referencia WGS 84 Huso 19 Sur) se encuentren dentro de predios destinados a industrias, de acuerdo al catastro de predios del Servicio de Impuestos Internos (SII, 2021).

En la Tabla 2-5 se presenta el caudal $\text{hm}^3/\text{año}$ otorgado por DGA en 2020, para los rubros considerados como uso industrial, siendo la industria de alimentos el 67% de la demanda total ($4,15 \text{ hm}^3/\text{año}$).

Tabla 2-5. Caudal otorgado a DGA por Derechos por rubro.

Rubro industrial	Caudal otorgado [$\text{hm}^3/\text{año}$]
Alimentos	2,80
Industria Textil	0,85
Tabaco	0,50

Fuente: Elaboración propia a partir de datos DGA (2020).

Por otro lado, en la Figura 2-11 la evolución de temporal de la demanda industrial. A partir del año 1992, la demanda anual muestra un claro aumento hasta 2003 donde se estabiliza alrededor de $4 \text{ hm}^3/\text{año}$. Dicha estabilización es un supuesto de cara a la modelación del comportamiento hídrico de dicha demanda en la cuenca, sustentada en el hecho de que la cuenca está cerrada para otorgar nuevos derechos de aprovechamiento de aguas.

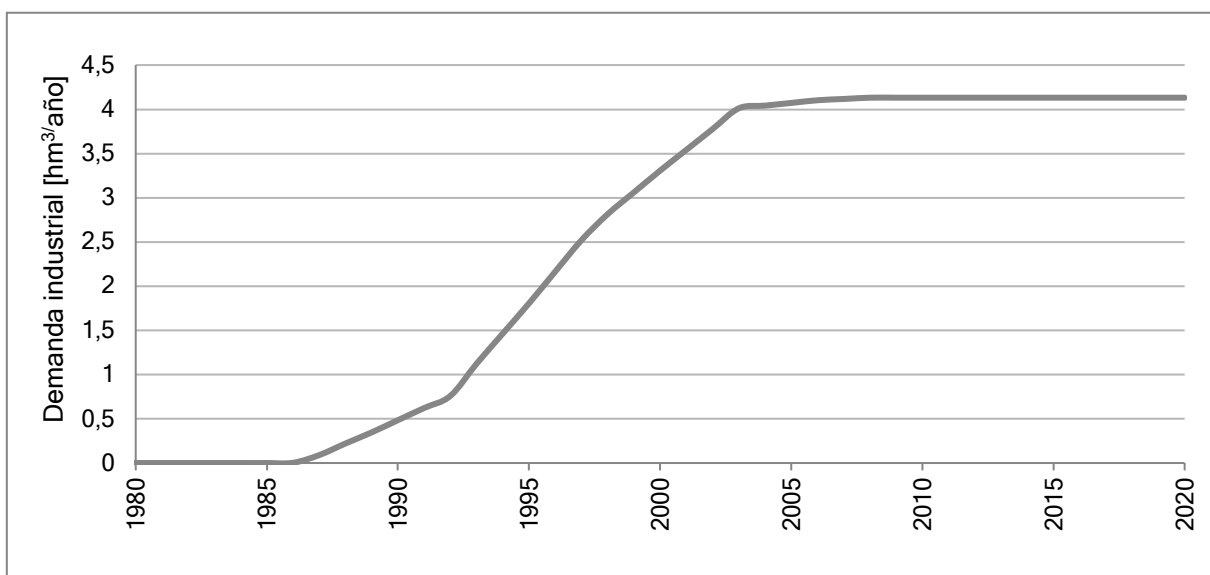


Figura 2-11. Evolución demanda industrial.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos DGA (2020).

A continuación, en la Figura 2-12. Se presentan las demandas estimadas por uso en función del tiempo. Al analizarla Figura 2-12, el sector forestal demanda gran cantidad de agua y es el principal demandante por lejos. No obstante, esta demanda no está asociada a puntos de captación o extracción en particular y solo es abastecida parcialmente durante eventos de precipitaciones.

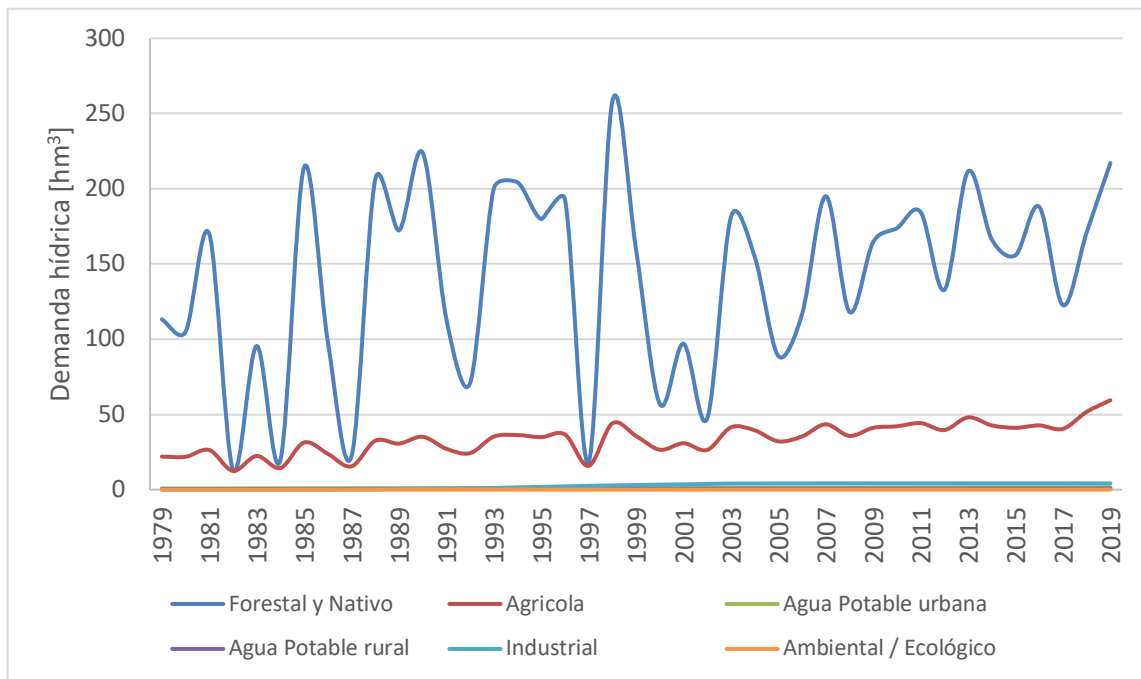


Figura 2-12. Comparación de las demandas hídricas estimadas por uso para la cuenca Estero Casablanca, en hm³.

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de demanda (Anexo J.2.1 – Demandas).

2.1.3 Brecha hídrica

A partir de los resultados de la modelación conjunta del modelo implementado, se obtuvo el balance histórico a partir de flujos de entrada (precipitación) y flujos de salida como el consumo agrícola, de agua potable y de las salidas al mar, tanto superficial como subterránea.

En la Figura 2-13 se muestran los resultados del balance hídrico a nivel de promedios decadales, de manera de mostrar la evolución de los componentes del balance a través del tiempo. Es evidente el déficit hídrico en la cuenca a partir de 2003, siendo el déficit de 2019 de -209,06 mm/año el mayor de todo el periodo histórico 1980-2019. El periodo previo a

2003 también es mayoritariamente deficitario, presentándose tan solo 9 años con superávit hídrico, siendo 1997 el año de mayor valor, igual a 236,92 mm/año.

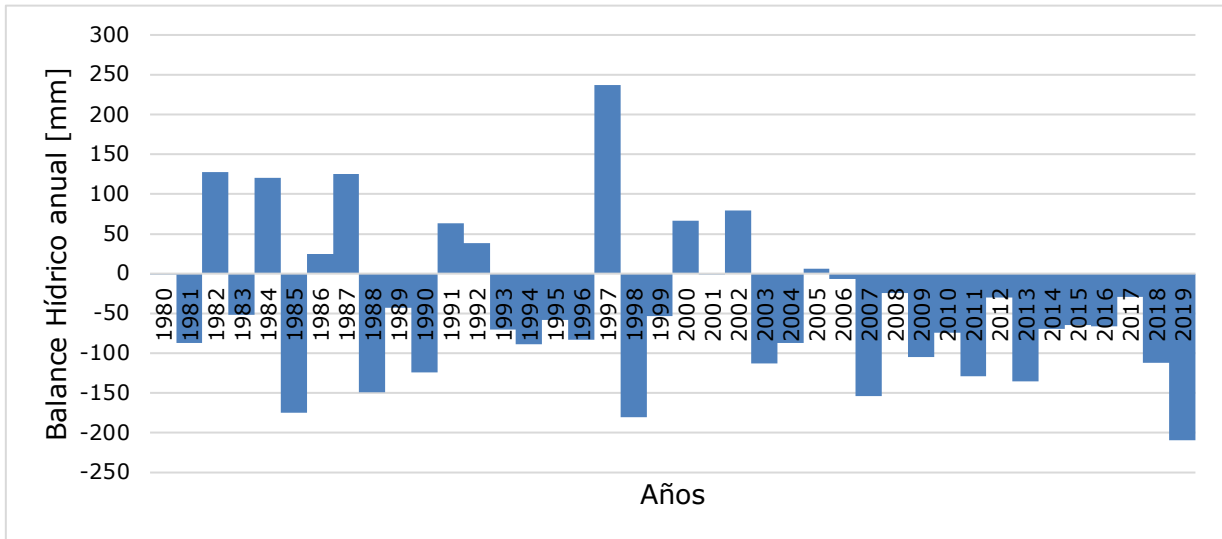


Figura 2-13. Balance Hídrico anual, cuenca Estero Casablanca.

Fuente: Elaboración propia a partir de modelo acoplado WEAP-MODFLOW.

En la Figura 2-14 se muestran los resultados del Balance Hídrico Futuro (2020-2050), considerando las proyecciones de cambio climático con el escenario MIROC. Cabe mencionar que se utilizó el mismo patrón de la serie histórica para proyectar las series climáticas hasta 2060. El balance hídrico proyectado al año 2060 en el Estero Casablanca muestra que solo un 30% de los años el balance es positivo, lo cual se traduce en una condición más crítica que la condición actual.

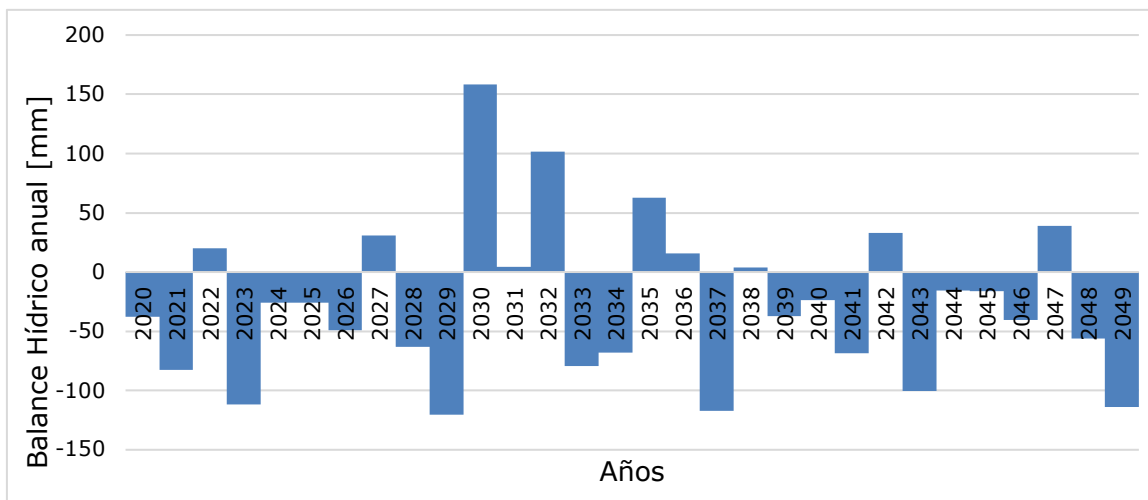


Figura 2-14. Balance hídrico anual escenario futuro (2020-2050), cuenca Estero Casablanca.

Fuente: Elaboración propia a partir de modelo acoplado WEAP-MODFLOW.

La brecha asociada al déficit generado para poder satisfacer las demandas evidenciadas en la cuenca, fueron abordadas mediante el concepto de demanda insatisfecha y por el déficit anual en el recurso subterráneo, tanto para el periodo histórico como futuro.

La demanda insatisfecha, fue determinada a partir de los resultados del modelo acoplado (WEAP y MODFLOW). En primer lugar, se identifica la demanda insatisfecha en riego, definida como la diferencia entre la evapotranspiración potencial y la evapotranspiración real. Además, se define la demanda insatisfecha de agua potable como la demanda potencial (estimada a partir de la dotación) y el consumo real de agua.

La Figura 2-15 presenta la serie de tiempo de brechas anuales del sector agrícola para la cuenca Estero Casablanca. Se puede observar que la brecha agrícola de la cuenca tiene una serie creciente desde los inicios de la modelación, alcanzando en el 2019 un valor cercano a los 7,8 hm³ anuales de brecha. A futuro se muestra una cierta variabilidad anual, sin embargo, su promedio decadal no muestra mayores variaciones debido a que el área agrícola se mantiene constante, teniendo una brecha promedio decadal de 7,5 hm³ en la década del 2040 al 2050.

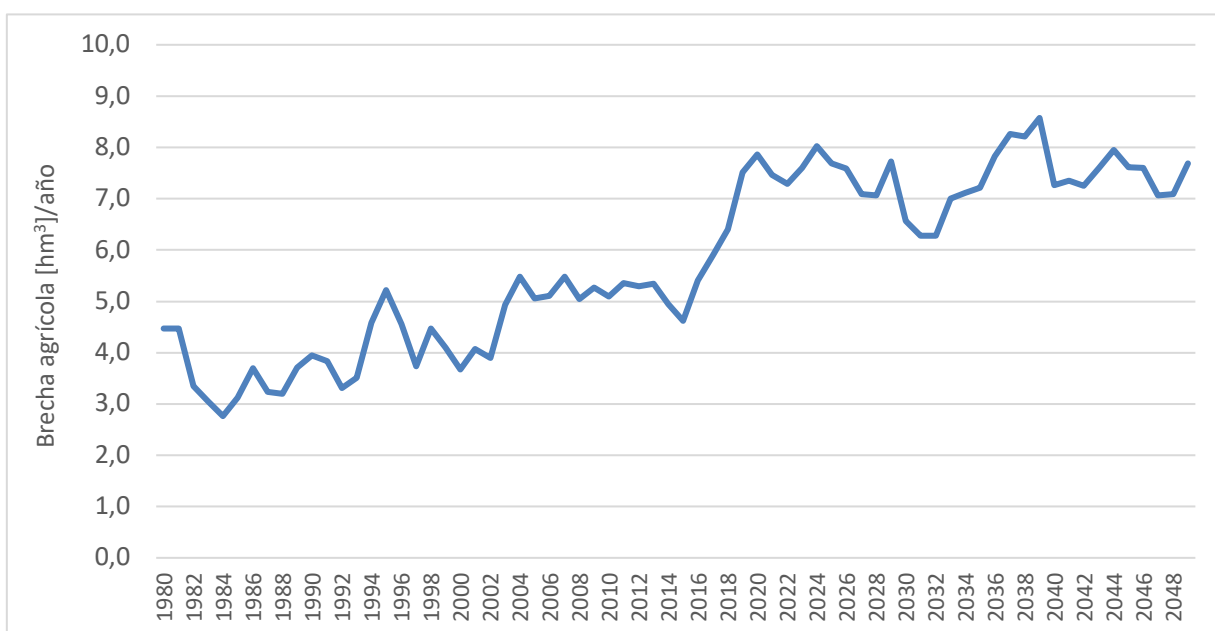


Figura 2-15. Brecha anual en el sector agrícola hm³/año en la cuenca Estero Casablanca durante el período 1980-2050.

Fuente: Elaboración propia a partir de la modelación hidrológica acoplada WEAP-MODFLOW.

Con respecto al agua potable, el modelo muestra que la cuenca Estero Casablanca tiene una brecha anual en las APR prácticamente nula en su período histórica. Para el futuro, el modelo muestra que recién en la década de 2040 se generen brechas en torno a los 0,1 hm³ al año (ver Figura 2-16). Este resultado se contradice con lo recabado en las instancias

de Participación Ciudadana en la cuenca, donde se comenta que muchas comunidades ya sufren con falta de agua actualmente en la cuenca Estero Casablanca.

Esta contradicción entre los resultados del modelo y la realidad observada se considera una brecha de información, ya que no se contó con la información de la profundidad de los pozos de extracción, por lo que el modelo asume que todos los pozos existentes pueden extraer agua a menos que las celdas del modelo MODFLOW se sequen, mientras que en la realidad los pozos más someros quedan colgados a medida que el nivel de la napa disminuye bajo su punto de captación.

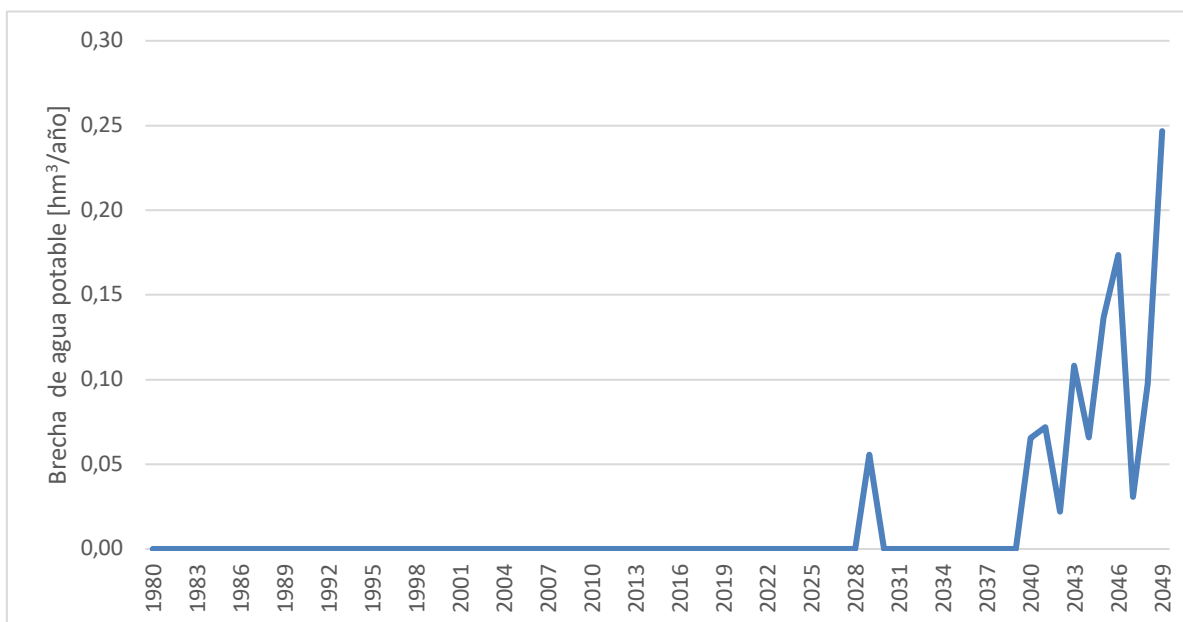


Figura 2-16. Brecha anual de las APRs (hm³/año) en la cuenca Estero Casablanca durante el período 1980-2050.

Fuente: Elaboración propia a partir de la modelación hidrológica acoplada WEAP-MODFLOW.

Con el objetivo de reproducir las fallas en las coberturas de las necesidades de muchas comunidades en la cuenca, se realizó un análisis de sensibilidad suponiendo distintas profundidades de los pozos de extracción de cada APR. Se modeló con profundidades de pozos de 30m, 15m, 10m y 7m de manera de simular con un rango amplio de posibles profundidades de pozos. Estas profundidades se asumieron en base al orden de magnitud de las profundidades de los pozos de observación de la DGA y de comentarios hablados en instancias PAC.

En la Figura 2-17 se presentan las demandas anuales agregadas de todas las APR sobre el acuífero modelado en MODFLOW (línea amarilla intermitente) y las brechas modeladas en cada profundidad de pozos. La simulación con pozos de 30m casi no muestra brechas, similar al caso presentado en el acápite anterior, por lo que es posible descartar ese escenario para el período histórico, es decir, APRs con pozos medianamente profundos y

captando agua en casi todo momento sin generar brechas. De todas maneras, este escenario sirve para estimar una cota superior a la profundidad de la mayoría de los pozos.

En las simulaciones con pozos de 15m y 10m, se observan brechas desde el comienzo de la simulación debido a tres APRs que presentan problemas. Además, entre estos dos escenarios, recién se observan diferencias a partir del año 2020, debido a las fallas más tempranas de algunas APR. Para la simulación con pozos de 7m, se observan fallas mayores desde el inicio de la simulación donde para el año 2020 la brecha es del orden de un 60% de la demanda y para el fin de la simulación, las brechas son cercanas al 90% de la demanda total, lo que podría suponer una cota inferior de profundidad de pozos en la cuenca, dado el nivel de altas brechas y bajas coberturas obtenidas con este último escenario.

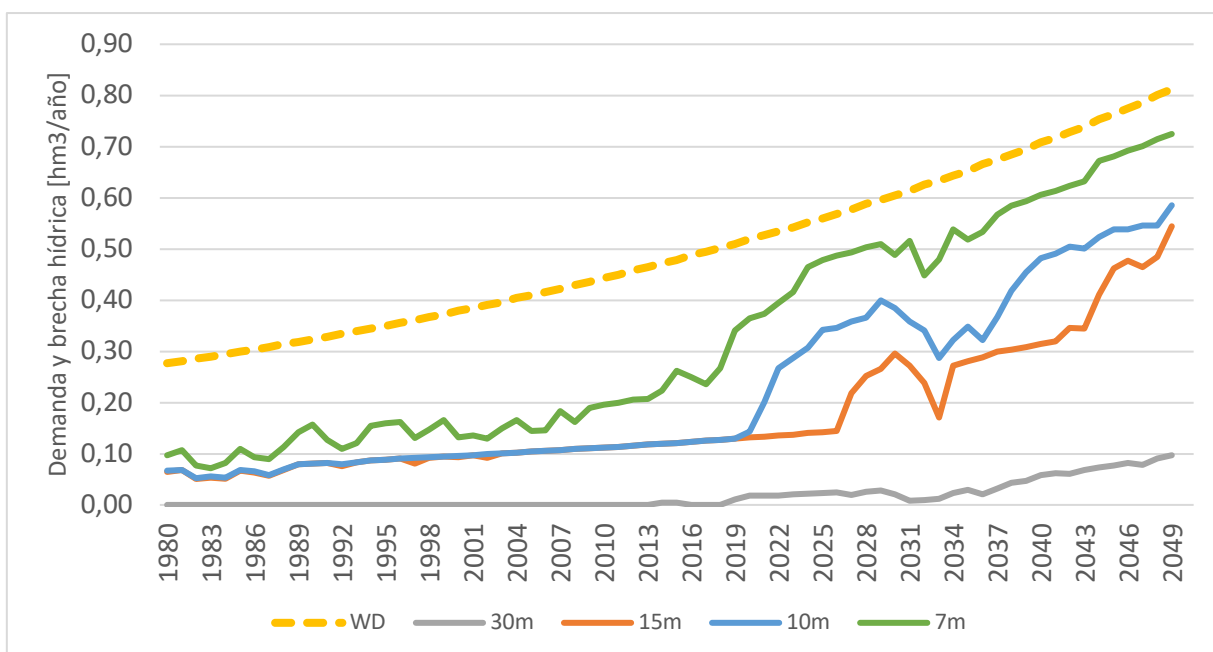


Figura 2-17. Comparación entre las demandas agregadas de APRs sobre las celdas activas (línea segmentada amarilla) y las brechas generadas con los pozos a profundidades de 30m, 15m, 10m y 7m.

Fuente: Elaboración propia a partir de la modelación acoplada WEAP-MODFLOW.

2.1.4 Sustentabilidad

Se analizaron 5 criterios para definir la sustentabilidad del acuífero evaluados en cada SHAC, tanto en la condición histórica como en la condición futura (escenario MIRCO). Estos criterios van orientados a: 1) evaluar descensos generales en cada SHAC, 2) no afectar los recursos superficiales ya comprometidos, 3) satisfacción de la demanda al 95%, 4) la inexistencia de más de un 5% desconectados y 5) que las extracciones realizadas en un SHAC no afecten las condiciones de los SHAC vecinos.

Se debe indicar que el criterio de sustentabilidad 4, no pudo ser analizado debido a que no se contaba con la información de la profundidad de los pozos. En caso de que alguno de los 3 primeros criterios de sustentabilidad no sea sustentable, no se evaluará el criterio 5, dado que el acuífero ya se cataloga como tal.

En la Tabla 2-6, se presenta un resumen de los criterios de sustentabilidad evaluados en los acápite anteriores. Se observa que ninguno de los criterios se califica como sustentable, para todos los SHACs de la cuenca, con la excepción del criterio de sustentabilidad 3 en los SHACs Los Perales y Lo Ovalle.

Se debe destacar que los criterios 4 y 5 no fueron analizados, debido a que con los 3 primeros criterios el acuífero ya es calificado como no sustentable.

Tabla 2-6. Resumen de criterios de sustentabilidad por SHAC

SHAC	CS 1	CS 2	CS 2	CS 4	CS 5
La Vinilla-Casablanca	No sustentable	No sustentable	No sustentable	No evaluado	No evaluado
Los Perales	No sustentable	No sustentable	Sustentable	No evaluado	No evaluado
Lo Ovalle	No sustentable	No sustentable	Sustentable	No evaluado	No evaluado
Lo Orozco	No sustentable	No sustentable	No sustentable	No evaluado	No evaluado
Cuenca Estero Casablanca	No sustentable	No sustentable	No sustentable	No evaluado	No evaluado

Fuente: Elaboración propia a partir del modelo acoplado WEAP-MODFLOW.

2.2 Calidad del agua y medio ambiente

La información de calidad de agua superficial fue obtenida a partir del estudio realizado en el Santuario de la Naturaleza Humedal Tunquén (GORE de Valparaíso, 2018). Las muestras tomadas el día 26.04.2017 corresponden a 3 sectores del humedal. En la Tabla 2-7, se encuentra un resumen del cumplimiento de los nueve parámetros de calidad de agua superficial asociados al Humedal Tunquén.

De los tres parámetros que no cumplen con NCh 409/1 y/o NCh 1333 en el Humedal Tunquén, el nitrato podría ser explicado por contaminación en la parte media y alta de la cuenca Estero Casablanca y el uso del suelo de ella. Los detalles de la información relativa a cada uno de estos parámetros es posible revisarla el Anexo J - Descripción y Diagnóstico acápite 1.4.1 Calidad actual, a través de su descripción y, cuando aplique, sus implicancias en la calidad del agua.

Tabla 2-7. Resumen del cumplimiento de los parámetros de calidad de agua superficial en el Humedal Tunquén con NCh 409/1 y NCh 1333.

Parámetro	Valor		Cumple con	
	Promedio	Desviación estándar	NCh 409/1	NCh 1333
Coliformes fecales	83,6	48,6	-	Sí
Color verdadero	15,3	1,1	Sí	Sí
Conductividad eléctrica	2.263,3	591,7	--	No
Nitrato	60,3	12,9	No	--
Nitrito	0,2	0,03	Sí	--
pH	8,8	0,06	No	No
Sólidos disueltos totales	1.485,3	321,6	No	--
Temperatura	15,9	1,3	--	Sí
Turbidez	6,5	1,0	Sí	--

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos GORE de Valparaíso (2018) y las normativas NCh 409/1 y NCh 1333.

Respecto a la calidad del agua subterránea, entre los parámetros medidos en las estaciones de monitoreo se presentan 24 que son regulados por normas chilenas sobre la calidad de agua: NCh 409/1 y NCh 1333. Mediante la comparación de los valores medidos en las estaciones con los límites definidos en cada norma se determina el nivel de cumplimiento de dichas regulaciones. Este análisis se presenta en una matriz en que se combinan los parámetros por estación y por norma de calidad de uso, la que se puede observar en la Tabla 2-8. De las cinco estaciones de monitoreo, cuatro de ellas presentan valores por sobre la norma. Los parámetros que se encuentran por sobre la norma son Hierro, Molibdeno, Nitrato y Sodio porcentual. Tanto molibdeno como sodio porcentual se encuentran por sobre la NCh 1333 en las estaciones SSR Tapihue y SSR paso Hondo. La estación Mundo Nuevo es la única estación que presenta valores por sobre la NCh409/1 para nitrato.

Tabla 2-8. Parámetros no cumplidos o sobrepasados entre las estaciones de calidad de agua subterráneas de la cuenca hidrográfica del Estero Casablanca.

Parámetro	SSR La Playa		SSR Lo Ovalle		SSR Mundo Nuevo		SSR Tapihue		SSR Paso Hondo	
	409/1	1333	409/1	1333	409/1	1333	409/1	1333	409/1	1333
Hierro	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí
Molibdeno	-	SD	-	SD	-	SD	-	No	-	No
Nitrato	Sí	-	Sí	-	No	-	Sí	-	Sí	-
Sodio porcentual	-	No	-	Sí	-	Sí	-	No	-	No

SD: Sin datos, Sí: cumple; No: por sobre la norma.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del informe DGA (2020).

Respecto a los ecosistemas terrestres, Luebert & Plischoff (2020) indican que en la cuenca se presentan 3 tipos de pisos vegetacionales de comunidades potenciales (ver Figura 2-18): 1) Bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus macrocarpa* y *Ribes punctatum*; 2) Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Cryptocarya alba* y *Peumus boldus*; y 3) Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Lithrea caustica* y *Cryptocarya alba*. El 98,5% de toda la cuenca puede ser descrita por bosque esclerófilo, que se compone de dos pisos vegetacionales, que se distinguen por especies florísticas características.

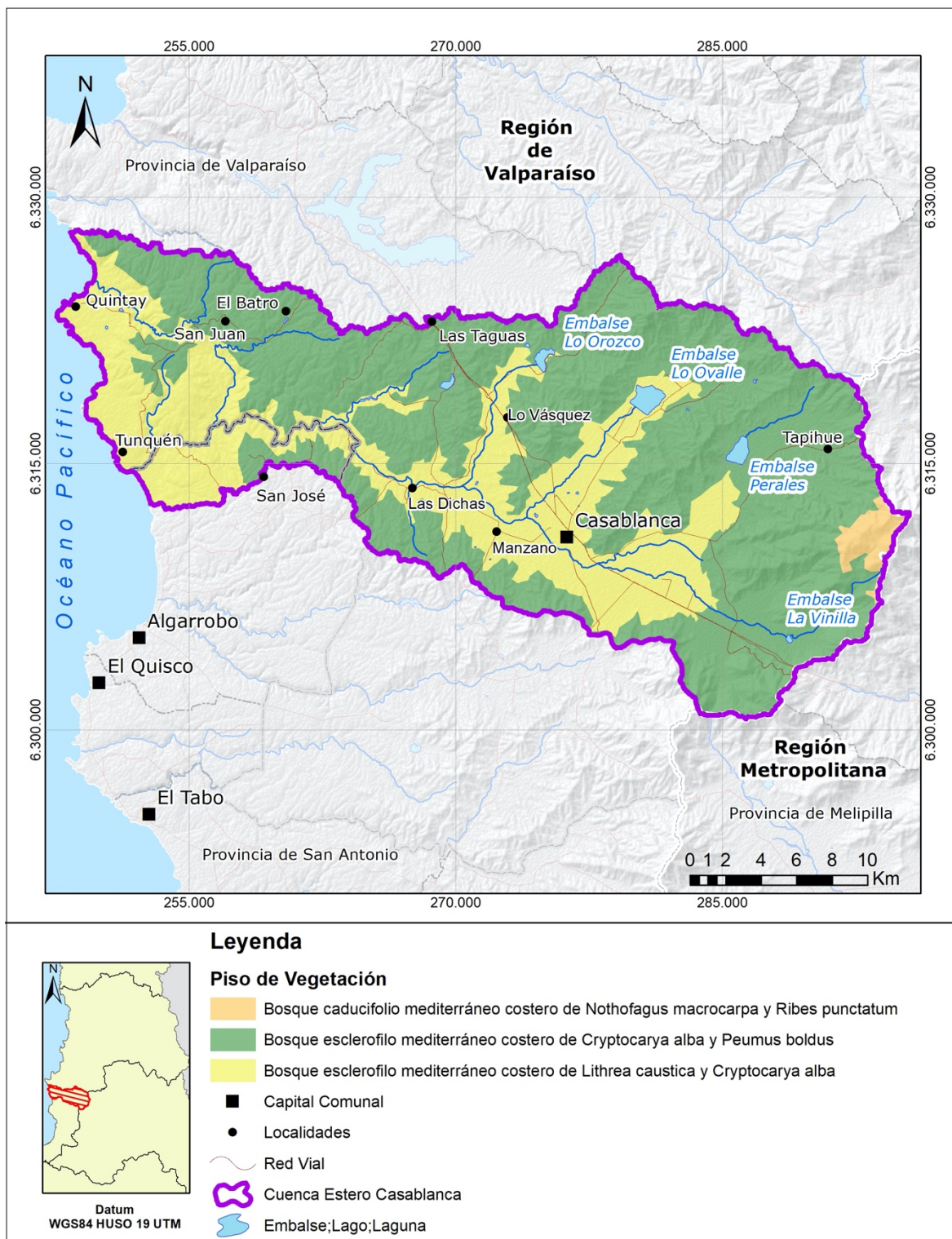


Figura 2-18. Los pisos vegetacionales según Plischoff potenciales en la cuenca Estero Casablanca.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIG de Luebert & Plischoff (2020).

Respecto a los ecosistemas de aguas continentales o ecosistemas dulceacuícolas, de acuerdo con el Inventario Nacional de Humedales (MMA, 2020), la cuenca Estero Casablanca es dominada por áreas inundadas en forma artificial, entre embalses (354,99 ha) y tranques (255,89 ha). Como se observa en la Tabla 2-9 los humedales que poseen mayor superficie son los embalses, tranques, lagunas y lagos, que se ubican en la parte media-alta de la cuenca, asociada a acuíferos y debido a que son áreas inundadas de manera permanente pueden proveer de hábitat la biota acuática, con restricciones para la fauna íctica debido a que los embalses, principalmente, impiden el libre flujo. Los ríos o los canales de los ríos también constituyen humedales en esta cuenca, alcanzando 167,13 ha.

Tabla 2-9. Evaluación de las extensiones de áreas inundados dentro de la cuenca hidrográfica del Estero Casablanca.

Tipo de territorio inundado	Área inundada [ha]
Embalse	354,99
Lago	11,19
Laguna	6,46
Río	167,13
Sin Clasificación	0,81
Tranque	255,89

Fuente: Elaboración propia según datos SIG de Inventario Nacional de Humedales (MMA, 2020a).

Respecto a la conservación, dentro de la cuenca se encuentran varias áreas con distintos niveles de conservación de los ecosistemas y del paisaje (Tabla 2-10): cuatro sitios prioritarios (SP) sin efecto sobre el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), un Santuario de la Naturaleza, la Reserva de la Biosfera y Subzona Borde Costero de Protección por Valor Natural y Paisajístico.

El Humedal Tunquén se encuentra en la desembocadura del Estero Casablanca y está constituido por el Santuario de la Naturaleza (Humedal de Tunquén), también por la "Zona de Protección por Cauces Naturales y Valor Paisajístico" que se ubica aguas arriba del humedal, que es un sitio prioritarios sin efecto en SEIA y por la "Subzona Borde Costero de Protección por Valor Natural y Paisajístico" localizada en la playa al sur del humedal y decretado como tal por el Plan Regulador Intercomunal de la Región de Valparaíso (MINVU, 2015).

Como se menciona anteriormente, se encuentra cuatro SP sin efecto SEIA, uno de ellos asociado al Humedal Tunquén, los otros tres son: Cerro Águilas, Estero Casablanca y Punta Curaumilla -Las Docas-Quintay - Quebrada LI.

La Reserva de la Biosfera La Campana-Peñuelas, aunque está ubicada primariamente afuera de la zona del estudio, se presenta con zonas de núcleo, amortiguación y transición dentro de la cuenca Estero Casablanca.

Se destaca que el 69% de la superficie de la cuenca posee una figura de conservación, lo que se explica por la zona de amortiguación y transición en el marco de la Reserva de la Biósfera, zonas que deben ser destinadas a uso racional del ecosistema. En el Anexo J – Descripción y Diagnóstico. sección 1.3.4., se presentan las fichas descriptivas de las áreas de protección oficial y otras figuras de conservación presentes en la cuenca Estero Casablanca.

Tabla 2-10. Tipos de áreas bajo protección oficial y otras figuras de conservación del paisaje dentro de la cuenca Estero Casablanca.

Área Protegida	Tipo de protección	Área Superficial [ha]	Área dentro de cuenca Estero Casablanca [ha]	Porcentaje dentro de cuenca Estero Casablanca [%]
Humedal de Tunquén	Santuario de la Naturaleza	96,0	95,9	99,9
Cerro Águilas	SP sin efecto SEIA	9.143,2	270,4	3,0
Estero Casablanca	SP sin efecto SEIA	470,1	470,1	100,0
Humedal Tunquén	SP sin efecto SEIA	544,6	480,3	88,2
Punta Curaumilla -Las Docas-Quintay - Quebrada LJ*	SP sin efecto SEIA	3.588,0	1.923,3	53,6
La Campana-Las Peñuelas - Nucleo	Reserva de la Biosfera	5.938,1	40,8	0,7
La Campana-Las Peñuelas - Zona de Amortiguación	Reserva de la Biosfera	6.933,7	5.017,6	72,4
La Campana-Las Peñuelas - Zona de Transición	Reserva de la Biosfera	330.980,4	38.886,9	11,8
TOTAL			47.185,3	68,0

SP: Sitio Prioritario, ZPCP: Zona de Protección por Cauces Naturales y Valor Paisajístico, ZBC-2: Subzona Borde Costero de Protección por Valor Natural y Paisajístico

Fuente: Elaboración propia según datos de MMA (2020b) y SINIA (2020).

2.3 Gobernanza del agua a nivel de cuenca

El uso del recurso hídrico en la cuenca Estero Casablanca es principalmente consumo de agua potable y agrícola. Lo anterior en gran medida, ha condicionado cómo se estructura la gobernanza en la cuenca.

Pese a su vocación agrícola, el nivel de organización de usuarias y usuarios de agua OUA solo llega hasta la conformación de 4 asociaciones de canalistas vinculadas a los embalses Pitama, Los Perales de Tapihue, Lo Ovalle y Lo Orozco, y 8 comunidades de aguas, de las cuales 4 no se encuentran registradas ante la DGA. La totalidad de OUA identificadas no se encuentran operativas. En la cuenca no se cuenta con Junta de Vigilancia constituida (CNR, 2013; DGA, 2018), ni comunidades de aguas subterráneas.

Desde el punto de vista del acceso al agua potable, en la ciudad de Casablanca este suministro se encuentra asegurado por la empresa ESVAL y la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

A lo anterior se suma que la realidad de las localidades rurales es dispar. Dentro de la cuenca se encuentran 16 SSR en funcionamiento, sin embargo, el sector de Las Dichas cuenta con suministro provisto por ESVAL; mientras que Lo Vásquez, La Playa y Los Maitenes dependen de proyectos DOH, que operan satisfactoriamente. Del mismo modo, Paso Hondo no presenta dificultades en su suministro, tal como la generalidad de los SRR en la comuna. Sin embargo, las localidades de La Vinilla, Lagunillas y Quintay presentan insuficiencias en la disponibilidad hídrica. En paralelo, los asentamientos de Lagunillas, La Playa y Paso Hondo aún no cuentan con derechos de aprovechamiento de aguas regularizados (I. Municipalidad de Casablanca, 2018).

En paralelo, las localidades rurales de la comuna de Algarrobo describen la insuficiencia de sus redes de alcantarillado, como también carencia de plantas de tratamiento de aguas domiciliarias. A esto debe sumarse el impacto de la expansión urbana, que enturbia las fuentes de agua de toda la comuna, que acrecienta la escasez hídrica ocasionada por la frecuente ocurrencia de sequías (I. Municipalidad de Algarrobo, 2017).

En síntesis, el mapa de actores vinculados a la gestión hídrica en la cuenca Estero Casablanca se plantea según lo descrito en la Figura 2-19.

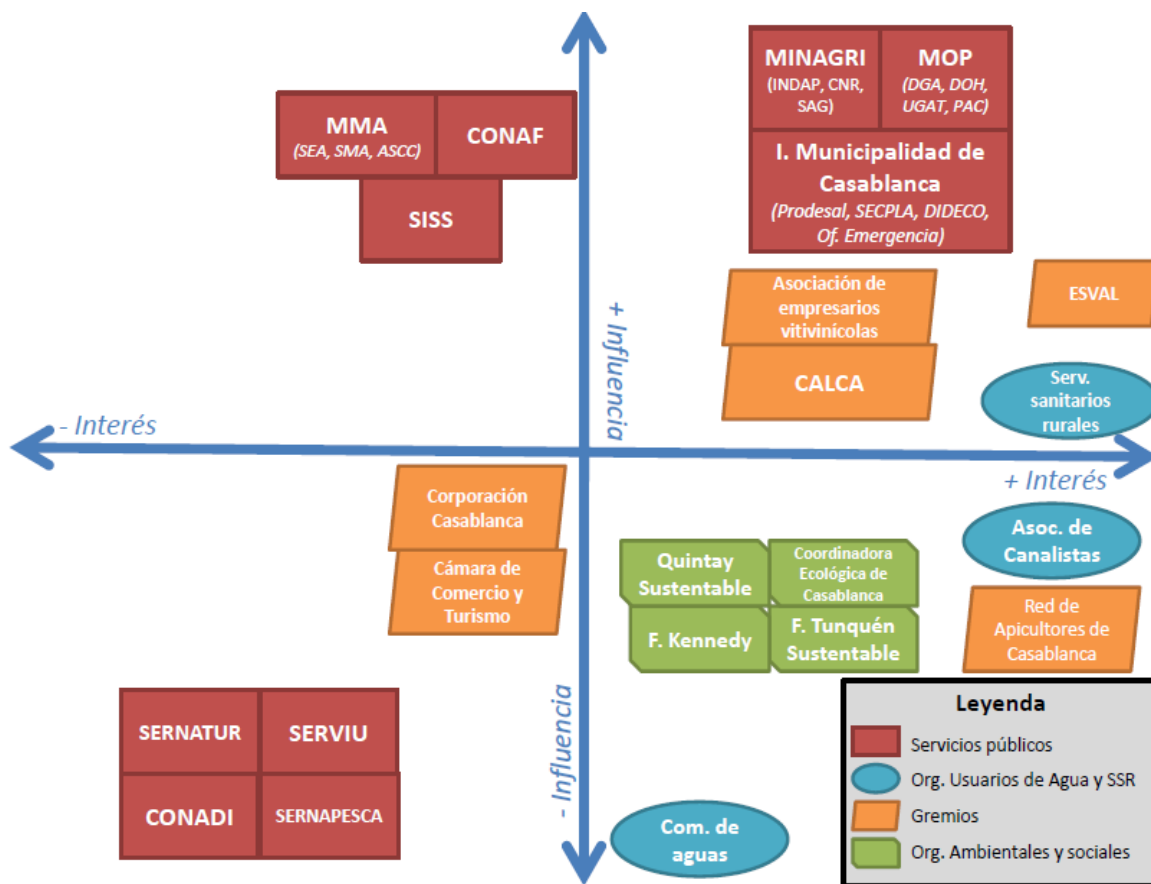


Figura 2-19. Mapa de actores vinculados a la gestión del agua en la cuenca Estero Casablanca.

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de instancias PAC. Ver Anexo I - Detalle procesos participativos, sección 1.3.3) y revisión bibliográfica.

Como se evidencia en la Figura 2-19, existen diferentes actores relevantes en la cuenca Estero Casablanca. Por ejemplo, desde una alta influencia e interés, se encuentra la Municipalidad con la presencia, particularmente, del Programa de Desarrollo Local (PRODESAL), la Dirección de Desarrollo Comunitario, la Oficina de Emergencia y la Secretaría de Planificación. Así también, y bajo el mismo interés e influencia, se encuentra la Asociación de Empresarios Vitivinícolas que estuvo en constante participación en las instancias de participación ciudadana y los servicios sanitarios rurales, los cuales tuvieron gran interés e influencia en participar para generar iniciativas correspondientes a su tema de interés.

Por otro lado, desde el aspecto de gran interés, pero con menor influencia, se encuentran diferentes organizaciones ambientales y sociales y también Organizaciones de Usuarios de Agua. Se destaca en gran manera la constante asistencia de estos dos actores y el enriquecimiento de la discusión a través de ellos/as. Como resultado de la activa participación de los asistentes, es importante rescatar diferentes iniciativas del plan como la creación y fortalecimiento de la Oficina de Asuntos Hídricos, el comité para una gestión

integrada en recursos hídricos, programa de constitución y fortalecimiento de comunidades de aguas subterráneas en la cuenca Estero Casablanca, entre otras.

Desde este mapa de actores, se evidenció que la identificación conjunta de problemas identificados desde las instancias de participación ciudadana - a partir del diagnóstico - permitió generar diferentes mecanismos de validación por lo que dio forma a que el proceso participativo y del plan se desarrolló de la mejor manera posible. De esta manera, también se legitimó los análisis y posteriores propuestas.

2.3.1 Brechas de coordinación

Si bien existe información sobre la inscripción legal de distintas organizaciones de usuarios, debe considerarse que los impactos de la reducción contemporánea de las precipitaciones, enfatizadas por el régimen exclusivamente pluvial de la cuenca, han afectado severamente el funcionamiento de las Organizaciones de Usuarios de Aguas en la cuenca, históricamente constituidas en torno a la gestión de las aguas superficiales (Comunidades de aguas y Asociaciones de Canalistas). A esta situación debe agregarse que nunca se ha constituido una Junta de vigilancia en torno a la presente cuenca.

Por otro lado, la amplitud de organismos estatales y servicios públicos que ejercen su acción (ya sea en materias de planificación, fiscalización, subsidios y ejecución de planes y proyectos) en torno al agua dificulta el correcto desempeño de la institucionalidad en torno a este elemento.

De este modo, la gestión del agua en la cuenca Estero Casablanca aparece regida de facto según el régimen de propiedad de los derechos de aprovechamiento en la cuenca Estero Casablanca. Así, la falta de organizaciones de usuarios de agua que operen efectivamente aparece como una grave brecha de coordinación y gobernanza en el territorio.

En resumen, en brechas de coordinación se destaca:

1. Afectación del funcionamiento, constitución y organización de las OUA's debido a la escasez hídrica.
2. Diversidad de organismos estatales y servicios públicos que dificultan el correcto desempeño de la institucionalidad en torno al agua.
3. La obligatoriedad de la propiedad de los derechos de aprovechamiento de aguas para formar parte de la gestión, siendo necesario constituir organizaciones de usuarios de agua.

3 PLAN DE ACCIÓN

Seguidamente se presenta la estructura del Plan de Acción y se identifican las iniciativas que lo conforman, como resultado del diagnóstico previo, los resultados de las actividades de Participación Ciudadana, el apoyo de la herramienta de modelación hidrológica y la evaluación de la cartera de acciones actualmente existente.

3.1.1 Estructura del Plan de Gestión

La estructura del Plan de Gestión Hídrica se basa en desarrollar iniciativas ante brechas definidas en el diagnóstico de la cuenca. Estas iniciativas fueron evaluadas bajo 4 criterios (ver capítulo 7), los que permitieron su priorización. Las iniciativas priorizadas y seleccionadas forman parte de la cartera de acciones del Plan.

El Plan, además de contener acciones que reduzcan las brechas identificadas, se considera que debe velar por una seguridad hídrica y por la sostenibilidad. Para ello, se ha considerado que las acciones deben proveer de los elementos necesarios que apunten al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) definidos por la ONU y por los criterios de sostenibilidad de una cuenca según el programa de ecohidrología de la UNESCO.



Figura 3-1. Estructura del Plan Estratégico.

Fuente: Elaboración propia.

En la implementación del Plan, deben participar activamente diversas instituciones estatales y privadas, a distintas escalas espaciales y administrativas. De esta forma se velará por la correcta implementación y ejecución de este Plan.

3.2 Acciones del Plan

Las acciones para llevar a cabo en el PEGH buscan cerrar las brechas encontradas en la cuenca en los ámbitos de la coordinación, información y balance hídrico. Estas acciones se abordan desde cuatro categorías Medidas de gestión, Nuevas fuentes de agua, Infraestructura hidráulica y Otras medidas (Ver Figura 3-2). Cada categoría comprende diversas clases, siendo la categoría de Medidas de gestión la que abarca los ámbitos de las brechas de información y coordinación. Así, las brechas encontradas en el ámbito de la

coordinación, se abordan desde acciones que propenden a la necesidad de fortalecer la gobernanza e institucionalidad, así como fortalecer y formalizar organizaciones usuarias de agua; en el ámbito de la información se abren dos líneas, una de generación de nueva información disponible tanto para la autoridad como para la comunidad y la segunda de capacitación hacia la comunidad que le permita un empoderamiento informado; y finalmente en el ámbito de las brechas de balance hídrico queda en evidencia una competencia entre los usos agrícola y de consumo humano, de la mano de la falta de gestión; para suplir la escasez hídrica se propone el ingreso de agua a la cuenca desde nuevas fuentes o a través de infraestructura hidráulica construida para este fin y mejoras en la eficiencia en el riego.

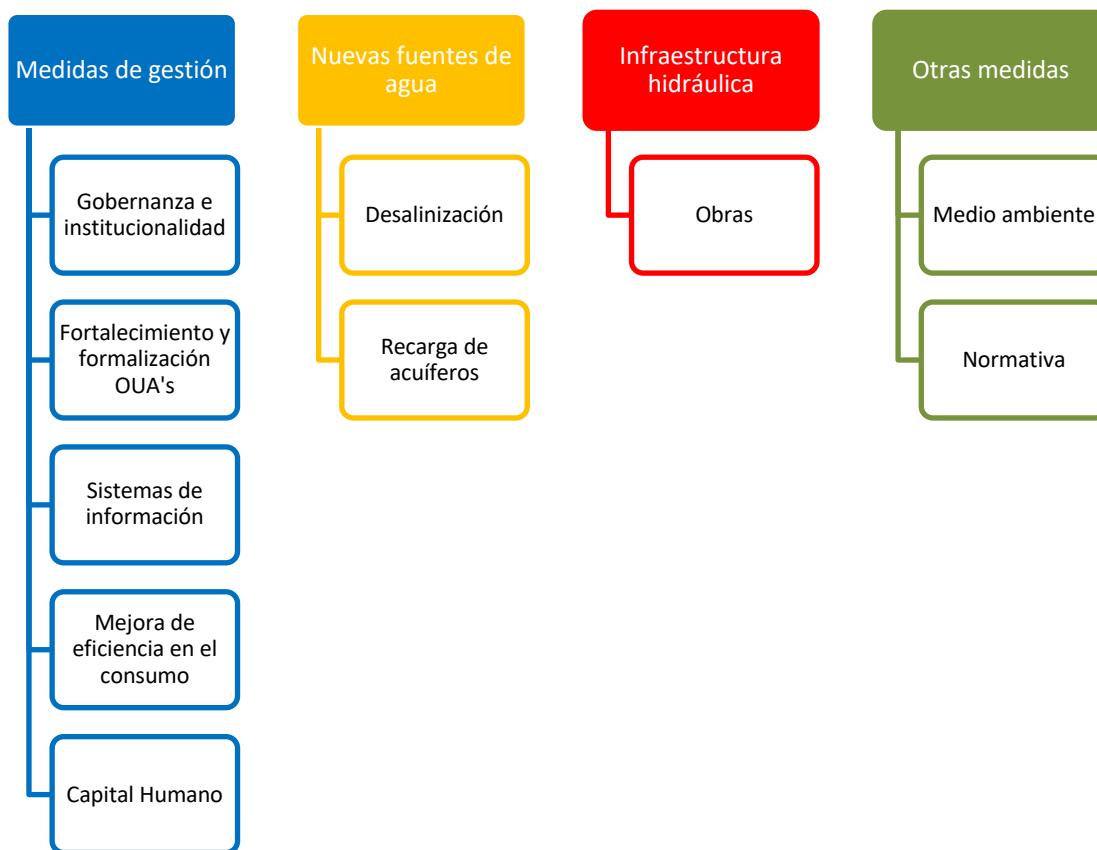


Figura 3-2. Estructura temática de las iniciativas propuestas en el PEGH.

Fuente: Elaboración propia con vista a las Bases Administrativas y Técnicas de este estudio (DGA, 2020b), páginas 112-113 y propio desarrollo del estudio.

Bajo este concepto, las acciones del Plan Estratégico de Gestión Hídrica se muestran a continuación (Tabla 3-1):

Tabla 3-1. Resumen de las acciones necesarias para disminuir las brechas identificadas en la cuenca Estero Casablanca.

CÓDIGO	ACCIÓN	BRECHA	INSTITUCIONES RESPONSABLES	ÁMBITO		
AG-01	Creación y fortalecimiento de la Oficina de Asuntos Hídricos	La falta de una organización que genere instancias de trabajo y coordinación entre los diferentes actores de la cuenca y cuyo objetivo principal se centre en la tematica del agua.	Municipalidad			
FO-01	Programa de constitución y fortalecimiento de comunidades de aguas subterráneas en la cuenca Estero Casablanca	Programa de constitución y fortalecimiento de comunidades de aguas subterráneas en la cuenca Estero Casablanca	CNR			
FO-02	Programa de apoyo para el saneamiento y regularización de los derechos de agua de los SSR y títulos de dominio	Programa de apoyo para el saneamiento y regularización de los derechos de agua de los SSR y títulos de dominio	DOH			
SI-02	Programa de capacitación y divulgación del conocimiento sobre la actualización de la modelación hidrológica integrada enfocada al efecto de la provisión hídrica y recarga del acuífero producto de la conservación de la biodiversidad.	Falta conocimiento de cómo afecta la degradación de ladera en el balance hídrico de la cuenca del Estero de Casablanca y el conocimiento del caudal ecológico en diferentes puntos de la cuenca al cual se debe propender	DGA			
SI-03	Monitoreo desde la participación ciudadana	Se evidencia ausencia de conocimiento de cómo monitorear el uso de agua que se está realizando en el territorio.	GORE			

CÓDIGO	ACCIÓN	BRECHA	INSTITUCIONES RESPONSABLES	ÁMBITO			
CH-02	Programa de acompañamiento continuo a SSR	Limitadas iniciativas de fortalecimiento y formación de capital humano en las SSR.	DOH				
RA-01	Recarga de acuíferos basado en sistema combinados de cosecha de aguas como zanjas de infiltración, atrapanieblas, entre otros y reforestación o forestación en zonas clave como laderas, piedemonte y zona ripariana	Acuíferos en descenso sostenido desde 2006 en especial el sector de La Vinilla-Casablanca y pérdida de bosque nativo respecto de la condición prístina definida por la plataforma Gloric	DOH				
OM-02	Propuesta y estudios de caudal ambiental en los cursos fluviales (humedales tipo escorrentía) que desembocan en los humedales costeros de Quintay y Tunquén	Se desconoce tanto el valor del caudal ecológico y ambiental en el Estero El Jote antes de desembocar en el humedal Quintay y en el Estero Casablanca antes de la desembocadura en el humedal de Tunquén y requeridos para asegurar un mantenimiento ecológico de dicho humedales.	MMA				
AG-03	Ordenamiento territorial para una mejor gestión del recurso hídrico, los riesgos y medidas adaptativas a nivel de cuenca	Presión sobre el acuífero y pocos recursos superficiales debido a la expansión inmobiliaria	GORE				

CÓDIGO	ACCIÓN	BRECHA	INSTITUCIONES RESPONSABLES	ÁMBITO		
FO-03	Programa de apoyo legal y técnico para la conformación y operación de las Juntas de Vigilancia en la cuenca del Estero Casablanca y sus afluentes	Inexistencia de una Junta de Vigilancia que agrupe las diferentes asociaciones de canalistas existentes a la fecha y por conformarse, así como las CAS y todas las organizaciones de usuarios de agua. Esta organización será el espacio para generar instancias de trabajo y coordinación entre los diferentes actores de la cuenca y cuyo objetivo principal se centre en la tematica del agua.	DGA			
FO-04	Constitución y fortalecimiento de Asociación de Canalistas	Necesidad de creación de dos (2) asociaciones de canalistas vinculadas a las iniciativas de ingreso de nuevas fuentes de agua por desalación (FA-01) Y trasvase a través del Canal de la Prosperidad (OH-01) y fortalecimiento de estas nuevas asociaciones y las 4 existentes en la cuenca.	CNR			
SI-01	Ampliación y fortalecimiento del actual programa de monitoreo de calidad de agua incorporando el monitoreo de calidad de agua superficial en los sectores de Quintay y Tunquén y adicionando al actual monitoreo de aguas subterráneas los sectores de Las Dichas y aguas arriba de las desembocaduras de los esteros El Jote y Casablanca	Asegurar la calidad de agua y la salud de las personas considerando un escenario cada día menos favorable debido al impacto sobre la disponibilidad hídrica a causa del cambio climático, con especial énfasis en los dos SHAC (Punta de Gallo y Quintay), es decir en las localidades de Quintay y Tunquén.	DGA			

CÓDIGO	ACCIÓN	BRECHA	INSTITUCIONES RESPONSABLES	ÁMBITO			
CH-01	Educación ambiental para la conservación de los ecosistemas y recursos hídricos desde una mirada ecohidrológica	Desconocimiento de las medidas o acciones que puede tomar la ciudadanía para hacer un uso eficiente y sostenible del recurso hídrico	Municipalidad				
OM-03	Protección de ecosistemas terrestres y acuáticos mediante mecanismos normativos que aseguren la conservación de la biodiversidad, servicios ecosistémicos y provisión hídrica, tales como la declaración de las áreas a proteger bajo alguna categoría SNASPE.	Más del 60% del área de la cuenca del Estero Casablanca bajo alguna categoría de conservación, sin efecto normativo que garantice la conservación de los ecosistemas terrestres y acuáticos.	MMA				
AG-02	Comité para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos a Nivel de Cuenca	La falta de una organización que genere instancias de trabajo y coordinación entre los diferentes actores de la cuenca y cuyo objetivo principal se centre en la tematica del agua.	GORE				
AG-04	Regularización de cuatro (4) faenas mineras localizadas en la localidad El Batro e identificación del impacto de su operación en humedales	Se han identificado cuatro (4) faenas mineras irregulares en la cuenca de estudio sin haber predicho el impacto de su actividad sobre los humedales donde se localizan. Por su parte, durante las instancias de participación ciudadana, la comunidad reclama a las autoridades su fiscalización en términos de extracción de recursos hídricos y calidad del agua como producto de su operación.	SEREMI de Minería				

CÓDIGO	ACCIÓN	BRECHA	INSTITUCIONES RESPONSABLES	ÁMBITO			
ME-01	Tecnificación del riego	Suplir Demanda agrícola bajo riego insatisfecha al año 2019 igual a 8.2 Hm3	CNR				
FA-01	Evaluación de la factibilidad de incorporar agua a la cuenca estero casablanca a través de proceso de desalación	Suplir Demanda APRs insatisfecha al año 2019 igual a 0,11 Hm3. También suplir demanda agrícola bajo riego para el año 2019 de 8.2 Hm3	DOH				
OH-01	Evaluación de la factibilidad de trasvasar agua a la cuenca a través del Canal La Prosperidad	Suplir la demanda agrícola bajo riego insatisfecha al año 2019 igual a 8,2 Hm3	DOH				
OM-01	Creación de sistema integrado de gestión de destinos turísticos desde la perspectiva integradora de la ecohidrología considerando el paisaje como eje estructurantes de la diversidad biológica, hidrológica y sociocultural.	La comuna tiene una fuerte componente turística que depende de los recursos hídricos y vinculada principalmente con el sector vitivinícola, actividades culturales, religiosas, actividades vinculadas a los humedales costeros de Quintay y Tunquén y la oferta deportiva en los tranques (humedales) de Lo Orozco y Lo Ovalle. Todos estos usos fuertemente dependientes de la disponibilidad del recurso, su gestión y representando un sector económico importante en la cuenca.	GORE				

Fuente: Elaboración propia (Ver Anexo K - Plan de acción).

4 CARTERA DE INICIATIVAS PROPUESTAS

Las acciones mencionadas en este PEGH son una selección de acciones identificadas a partir del trabajo interdisciplinario de los investigadores del estudio con los actores del territorio, todas importantes para la mejora de la gestión hídrica en las cuencas. Sin embargo, su implementación en el territorio requiere de una hoja de ruta que establezca la prioridad en el tiempo de cada una de ellas.

La priorización de acciones en el territorio en un contexto de escasez hídrica es altamente compleja debido a la necesidad de comparar criterios muy distintos, para los cuáles no siempre se tiene el mismo tipo de información, o en algunos casos el impacto es inconmensurable (Dodgson *et al.* 2000). En la mayoría de los casos el costo económico de la acción es el criterio utilizado para decidir su implementación. En otros métodos de evaluación utilizados, la imprecisión, la incertidumbre y los aspectos arbitrarios de los datos se agregan en un número o puntaje para cada alternativa, lo que enmascara valoraciones muy negativas generalmente en los aspectos sociales y ambientales (Roy & Vincke 1981; Vincke, 1986). Sin embargo, en un contexto de escasez hídrica y conflictos socioambientales, se hace fundamental la priorización de la sostenibilidad social y ambiental de las propuestas traducida ya sea en la ponderación a los criterios sociales por encima de los económicos, o en la incorporación de la opinión de los principales actores en alguna etapa de selección de las propuestas (Banco Mundial, 2018). Involucrar a los principales afectados en la toma de decisiones puede generar impactos positivos en la sustentabilidad de las decisiones (Dietz & Stern 2008). En este sentido en esta etapa, además del costo, tiempo de implementación e impacto en la brecha, se levantó la opinión de los principales actores en las cuencas sobre cada una de las propuestas (criterio Beneficio percibido desde los actores locales) para ayudar en la distribución de las acciones en el tiempo; en la Figura 4-1 se resume el significado de cada criterio empleado para la priorización de las iniciativas.



Figura 4-1. Criterios considerados para la priorización de las actividades a implementar en el Plan Estratégico.

Fuente: Elaboración propia a partir del consenso de los especialistas.

La combinación de escalas en los 4 criterios anteriores se estableció según reglas de criterio experto, donde son más importantes, e igualmente relevantes entre ellas, el impacto en la brecha y la importancia para los actores, seguidas por el costo y el tiempo de implementación. De esta manera si una acción tiene un alto impacto en la brecha y es altamente valorada (beneficio), el tiempo y costo se consideran como irrelevantes. En cambio, si los primeros criterios tienen menor valoración, se evalúa el costo (menor costo mejor) y el tiempo (menor tiempo mejor) en la evaluación general de la acción. De esta manera se incorpora la opinión local sobre el beneficio de las acciones en las cuencas, dando como resultado la Tabla 4-1:

Tabla 4-1. Regla de priorización de las acciones.

Impacto en la brecha específica (ALTO, MEDIO, BAJO)	Beneficio percibido por actores locales (ALTO, MEDIO, BAJO)	Costo de implementación y operación (ALTO, MEDIO, BAJO)	Tiempo de implementación (CORTO, MEDIO, LARGO)	Prioridad
ALTO	ALTO	No se considera	No se considera	ALTA
ALTO	MEDIO	BAJO, MEDIO	No se considera	ALTA
ALTO	MEDIO	ALTO	CORTO, MEDIO	ALTA
ALTO	MEDIO	ALTO	LARGO	MEDIA
ALTO	BAJO	BAJO, MEDIO	No se considera	MEDIA
ALTO	BAJO	ALTO	CORTO, MEDIO	MEDIA
ALTO	BAJO	ALTO	LARGO	BAJA
MEDIO	ALTO	BAJO, MEDIO	No se considera	ALTA
MEDIO	ALTO	ALTO	No se considera	MEDIA
MEDIO	MEDIO	BAJO, MEDIO	No se considera	MEDIA
MEDIO	MEDIO	ALTO	CORTO, MEDIO	MEDIA
MEDIO	MEDIO	ALTO	LARGO	BAJA
MEDIO	BAJO	BAJO, MEDIO	No se considera	MEDIA
MEDIO	BAJO	ALTO	No se considera	BAJA
BAJO	ALTO	BAJO, MEDIO	No se considera	MEDIA
BAJO	ALTO	ALTO	No se considera	BAJA
BAJO	MEDIO, BAJO	No se considera	No se considera	BAJA

Fuente: Elaboración propia a partir de consenso entre especialistas.

Todas las alternativas identificadas provienen de una selección de ideas del territorio que además fueron evaluadas con mayoría de aceptación por los actores locales. Por lo tanto, la totalidad de las acciones fueron seleccionadas para ser incorporadas como parte del Plan Estratégico, se incorpora el Canal de La Prosperidad como alternativa seleccionada, dado que según el escenario de modelación aumenta la confiabilidad de abastecimiento de la

demanda de agua potable y agrícola pese a la incertidumbre de los aspectos legales y disponibilidad real del recurso hídrico en la cuenca del Río Maipo.

Como ya se comentó anteriormente, se realizó una priorización de las acciones basados en la combinación de 4 criterios: Impacto, percepción local, costo y plazo de implementación. El desarrollo paso a paso de la priorización se presenta en el Anexo K.3 – Priorización, cuyos resultados se presentan en la Tabla 4-2.

Tabla 4-2. Priorización de las iniciativas definidas.

CÓDIGO	ACCIÓN	PRIORIDAD
AG-01	Creación y fortalecimiento de la Oficina de Asuntos Hídricos	Alta
AG-03	Ordenamiento territorial para una mejor gestión del recurso hídrico, los riesgos y medidas adaptativas a nivel de cuenca	Alta
AG-04	Regularización de cuatro (4) faenas mineras localizadas en la localidad El Batro e identificación del impacto de su operación en humedales	Alta
FO-01	Programa de constitución y fortalecimiento de comunidades de aguas subterráneas en la cuenca Estero Casablanca	Alta
FO-02	Programa de apoyo para el saneamiento y regularización de los derechos de agua de los SSR y títulos de dominio	Alta
FO-03	Programa de apoyo legal y técnico para la conformación y operación de las Juntas de Vigilancia en la cuenca Estero Casablanca y sus afluentes	Alta
SI-02	Programa de capacitación y divulgación del conocimiento sobre la actualización de la modelación hidrológica integrada enfocada al efecto de la provisión hídrica y recarga del acuífero producto de la conservación de la biodiversidad, así como también la modelación del caudal ecológico en puntos estratégicos de la cuenca.	Alta
SI-03	Monitoreo desde la participación ciudadana	Alta
CH-01	Educación ambiental para la conservación de los ecosistemas y recursos hídricos desde una mirada ecohidrológica	Alta

CÓDIGO	ACCIÓN	PRIORIDAD
AG-02	Comité para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos a Nivel de Cuenca	Media
FO-04	Constitución y fortalecimiento de Asociación de Canalistas	Media
ME-01	Tecnificación riego	Media
SI-01	Ampliación y fortalecimiento del actual programa de monitoreo de calidad de agua	Media
CH-02	Programa de acompañamiento continuo a SSR	Media
OH-01	Trasvase de cuenca a través del Canal La Prosperidad	Media
RA-01	Siembra de agua a acuíferos basado en sistema combinados de cosecha de aguas como zanjas de infiltración, atrapanieblas, entre otros y reforestación o forestación en zonas clave como laderas, piedemonte y zona ripariana	Media
OM-01	Creación de sistema integrado de gestión de destinos turísticos desde la perspectiva integradora de la ecohidrología considerando el paisaje como eje estructurantes de la diversidad biológica, hidrológica y sociocultural.	Media
OM-02	Propuesta y estudios de caudal ambiental en los cursos fluviales (humedales tipo escorrentía) que desembocan en los humedales costeros de Quintay y Tunquén	Media
OM-03	Desarrollo de mecanismos normativos que aseguren la conservación de la biodiversidad, servicios ecosistémicos y provisión hídrica a través de la protección de ecosistemas terrestres y acuáticos.	Media
FA-01	Incorporación de agua a la cuenca Estero Casablanca a través de proceso de desalación	Baja

Fuente: Elaboración propia a partir de la planilla de priorización contenida en el Anexo K.2. Priorización, pestaña Priorización.

Se observa que ninguna de las iniciativas ha sido clasificada con una baja prioridad debido a la buena aceptación de estas por parte de los actores locales y a su impacto en la reducción de la brecha.

De las 20 iniciativas seleccionadas, 9 (45%) de ellas presentan una clasificación Alta y 11 (55%) presentan una prioridad Media. En la priorización Alta, la mayoría de iniciativas pertenecen al subtema fortalecimiento y formalización de OUA's, seguido de gobernanza y sistemas de información, todas ellas de acción indirecta sobre la brecha hídrica, pero necesarias para la gestión.

Dado que cerca de la mitad de las iniciativas son de alta prioridad, y en coherencia con la realidad de la cuenca, sería indicado dar urgencia a las iniciativa AG-01 Creación y fortalecimiento de la Oficina de Asuntos Hídricos, FO-01 Programa de constitución y fortalecimiento de comunidades de aguas subterráneas en la cuenca Estero Casablanca, FO-02 Programa de apoyo para el saneamiento y regularización de los derechos de agua de los SSR y títulos de dominio y CH-01 Educación ambiental para la conservación de los ecosistemas y recursos hídricos desde una mirada ecohidrológica, abordando así diferentes ejes estratégicos propuestos para la seguridad hídrica en la cuenca.

De las temáticas de acciones con prioridad media destacan acciones indirectas como recarga de acuíferos, propuesta de caudal ecológico y desarrollo de mecanismos de protección, las tres vinculadas con el ecosistema, lo cual demuestra la importancia que presentan el ecosistema acuático, terrestre y ribereño por parte de los actores locales (Figura 4-2).

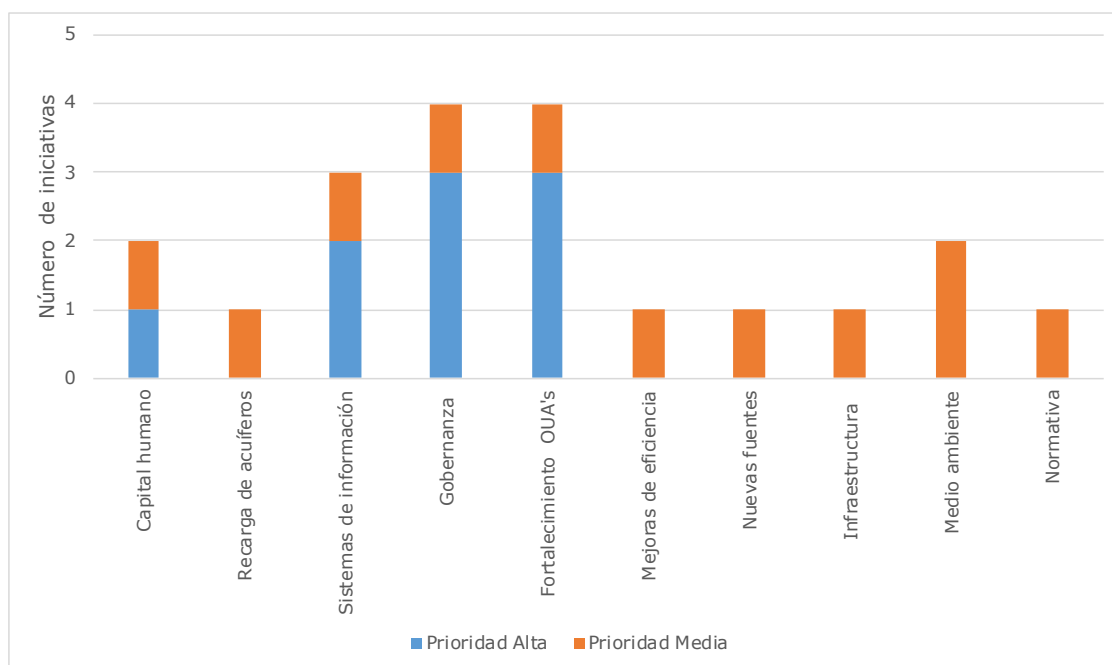


Figura 4-2. Distribución de la priorización de acciones.

Fuente: Elaboración propia a partir de la planilla de priorización contenida en el Anexo K.2. Priorización, pestaña Priorización.

4.1 Evaluación conjunta del plan

Para evaluar las mejores condiciones que generan las iniciativas planteadas anteriormente, se simularon en el modelo hidrológico integrado de la siguiente forma: algunas de estas iniciativas se modelaron de forma individual, es decir, cada una como un escenario independiente (ver Anexo H, acápite 4.4 Construcción escenarios futuros, página 145), y posteriormente, todas en conjunto en un solo escenario denominado Plan. Estas iniciativas fueron puestas en marcha de acuerdo con los plazos de implementación expresados anteriormente.

Particularmente, en el PEGH fue posible considerar la modelación de iniciativas individuales en los escenarios de mejora de la eficiencia en el uso del agua, incorporación de agua a la cuenca a través del trasvase Canal de La Prosperidad, aporte de agua a la cuenca por desalación, aumento de parcelaciones, prorrateo de derechos de agua y una mejor organización de usuarios, en el sentido de priorizar el abastecimiento humano por encima del sector productivo; en el escenario denominado Plan, las iniciativas mencionadas entran en conjunto de forma escalonada de acuerdo al plazo de implementación.

Para evaluar el comportamiento de la cuenca en el escenario futuro (2020-2050), se utilizó como indicador la cobertura de la demanda y las brechas en los sectores agrícola bajo riego y abastecimiento de agua potable rural (bajo el supuesto de los pozos con profundidad de 7m). La Tabla 4-3 muestra la comparación entre las brechas evaluadas para los escenarios histórico y futuro base y el cambio que se da al simular ciertas iniciativas del Plan en el modelo WEAP. La brecha agrícola bajo riego mejora casi un 11% de la prevista solamente con cambio climático y las brechas de abastecimiento de agua potable desaparecen completamente.

Tabla 4-3. Brecha promedio determinada para el periodo histórico 1980-2020 y escenarios Futuro Base MIROC y PLAN en el periodo 2020-2050.

Escenarios	Brecha bajo riego [hm ³]	Brecha APR [hm ³]	Brecha APU [hm ³]
Histórico (1980-2020)	4,5	0,16	0,0
Futuro Base MIROC (2020-2050)	7,4	0,55	0,0
Plan (2020-2050)	6,6	0,33	0,0

Fuente: Elaboración propia a partir de modelo acoplado WEAP-MODFLOW (Anexo H – Modelación acápite 5.5 Resultados).

Respecto a la cobertura de la demanda, en la Tabla 4-4 se observa como la demanda agrícola mejora en el escenario futuro al implementar el Plan, retornando al valor promedio histórico de cobertura tanto para la demanda agrícola como APR y APU.

Tabla 4-4. Cobertura de la demanda promedio determinada para el periodo histórico (1980-2020) y escenarios Futuro Base MIROC y PLAN en el periodo 2020-2050.

Escenarios	Cobertura de la demanda agrícola [%]	Cobertura de la demanda APR [%]	Cobertura de la demanda APU [%]
Histórico (1980-2020)	90,0	59,4	100,0
Futuro Base MIROC (2020-2050)	88,5	16,8	100,0
Plan	89,5	48,0	100,0

Fuente: Elaboración propia a partir de modelo acoplado WEAP-MODFLOW (Anexo H – Modelación acápite 5.5 Resultados).

4.2 Valorización económica del Plan Estratégico de Gestión Hídrica

El costo del Plan es de 178 M USD (millones de dólares) para las 20 acciones definidas, en donde un 39% de dicho monto es considerando acciones de infraestructura hidráulica y un 55% nuevas fuentes de agua. El resto de iniciativas representan solo 6% del costo total del Plan y corresponden a medidas de gestión y conservación del medio ambiente. El detalle del porcentaje de costo de cada temática se aprecia en la Figura 4-3.

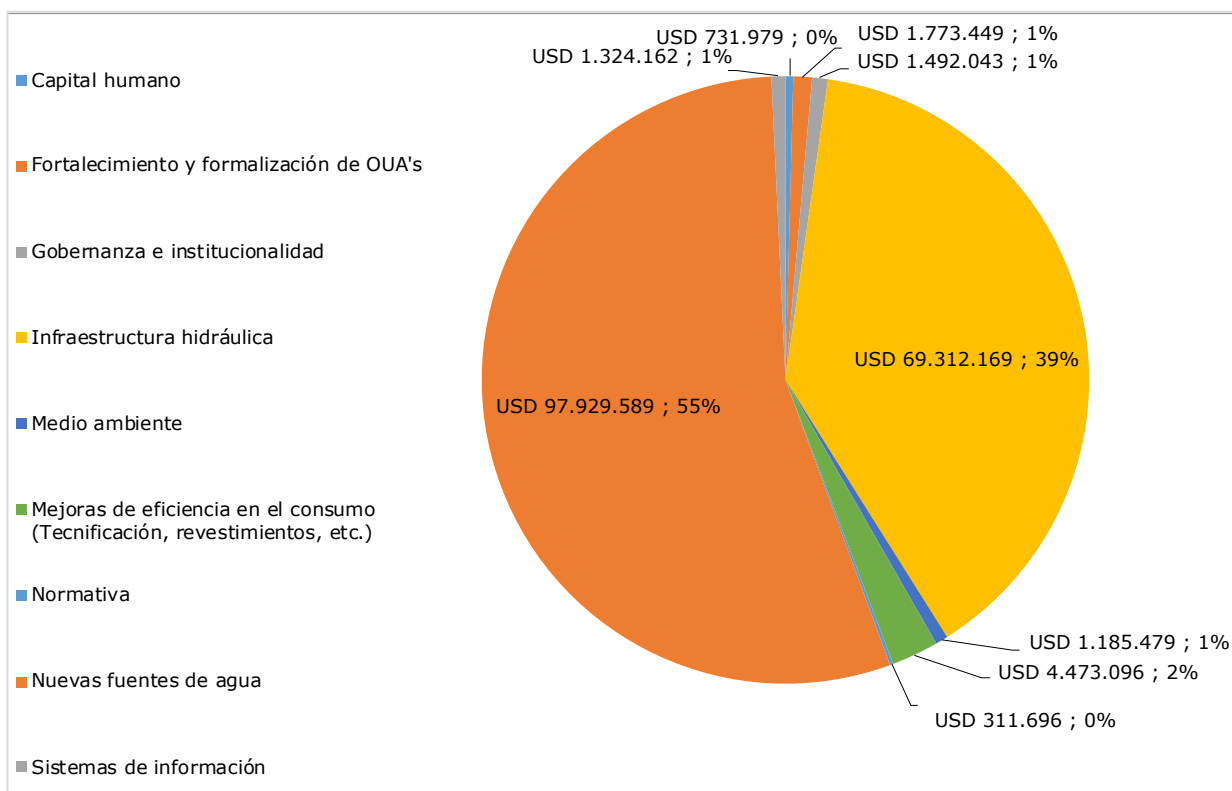


Figura 4-3. Distribución de los costos de implementación y operación en USD por área temática de las acciones pertenecientes al Plan.

Fuente: Elaboración propia a partir de la planilla de priorización contenida en el Anexo K.2. Priorización, pestaña Costo vs. Iniciativa y plazo.

El flujo de caja o distribución de las inversiones y los costos de operación en el corto, mediano y largo plazo del Plan se muestra en la (Figura 4-4). Se aprecia que el costo mayor se produce en el largo plazo, cuando entran en ejecución las iniciativas de infraestructura hidráulica y nuevas fuentes de agua. En el corto y mediano plazo, en su mayoría corresponde a medidas de gestión, siendo estas medidas de gobernanza, fortalecimiento de OUA'S, capital humano, sistemas de información y conservación, principalmente.

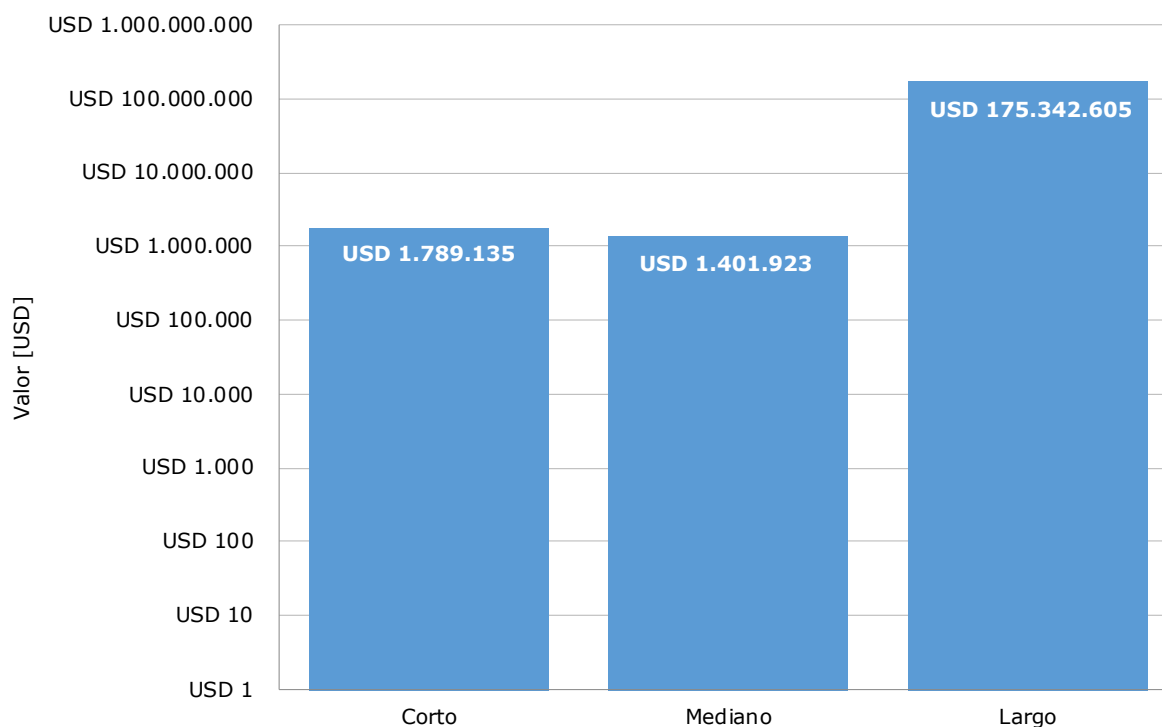


Figura 4-4. Distribución de los costos de implementación y operación del PEGH.

Fuente: Elaboración propia a partir de la planilla de priorización contenida en el Anexo K.2. Priorización, pestaña Flujo de caja.

Al realizar una distribución anual de los costos del Plan (Figura 4-5) se aprecia que la mayor inversión ocurre entre los años 9 y 10 de comienzos del Plan (equivalentes a 2031 a 2032), lo cual comprende los periodos de mediano y comienzos del largo plazo. Estas inversiones corresponden a las iniciativas de incorporación de agua a través de proceso de desalación y trasvase de cuenca a través del Canal La Prosperidad.

Durante el corto plazo (0-2 años) los costos son principalmente de operación, debido a la implementación temprana de iniciativas como la oficina de asuntos hídricos, monitoreo participativo y programa de monitoreo de calidad del agua, los cuales no requieren mayor inversión para iniciar sus actividades.

En el largo plazo, se terminan la construcción de las iniciativas comenzadas en el mediano plazo, para posteriormente ejecutar medidas que necesitan de apoyo constante para su ejecución y de esta forma velar por su autonomía y funcionamiento, como por ejemplo la oficina de asuntos hídrico, monitoreo participativo, educación ambiental y el comité de cuencas.

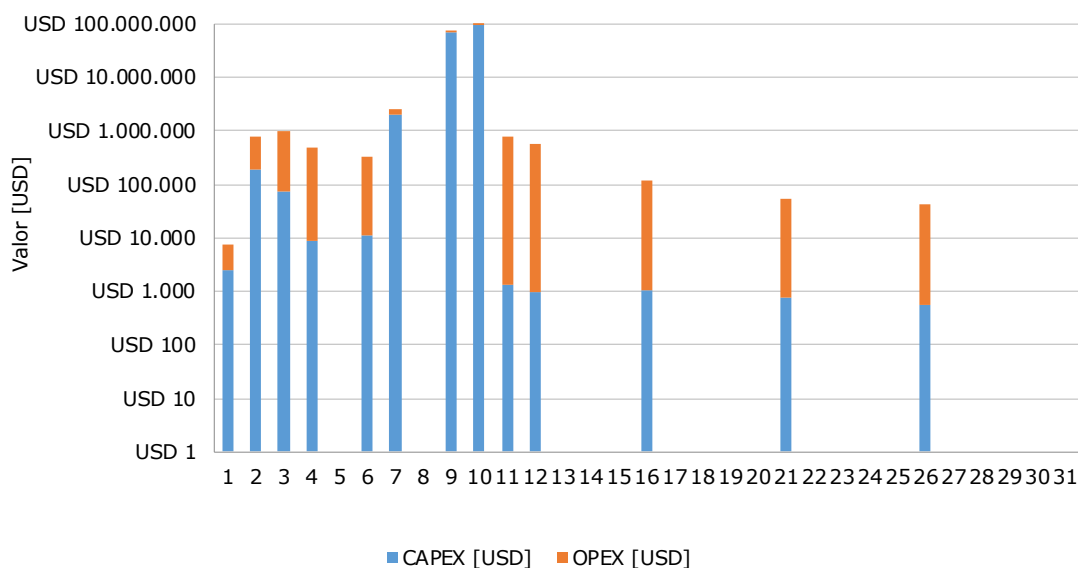


Figura 4-5. Distribución del costo anual del Plan en USD.

Fuente: Elaboración propia a partir de la planilla de priorización contenida en el Anexo K.2. Priorización, pestaña Flujo de caja.

4.2.1 Distribución de costos por actores

El cuadro siguiente resume la inversión por institución responsable y período de ejecución. El principal responsable es la DOH con un 94% del costo del Plan, le sigue la CNR con un 3,2% del costo. El detalle se puede ver en la Tabla 4-5.

Tabla 4-5. Distribución de costos por actores y plazos.

Institución	Costo del plan [USD]		
	Corto	Mediano	Largo
CNR	862.000	89.772	4.919.144
DGA	174.489	415.001	49.456
MMA	293.947	336.552	405.194
DOH	215.199	134.658	167.512.570
GORE	121.082	185.502	1.316.278
Municipalidad	122.417	238.010	811.370
Seremi Minería	-	2.427	328.594
TOTAL	1.789.135	1.401.923	175.342.605

Fuente: Elaboración propia a partir de la planilla de priorización contenida en el Anexo K.2. Priorización, pestaña Flujo de caja.

4.3 Cronograma de las soluciones

En la Figura 4-6 se observa que para el corto plazo 8 son las acciones que deben ser implementadas. En términos generales, estas acciones obedecen a la implementación de la Oficina de Asuntos Hídricos, Creación de las comunidades de aguas subterráneas, Apoyo a SSR en saneamiento de sus derechos de aguas, Programa de capacitación en modelación hidrológica y provisión hídrica, Monitoreo desde la participación ciudadana, Programa de acompañamiento a las SSR, Recarga de acuíferos mediante zanjas de infiltración y reforestación, y Propuesta y estudios de caudal ambiental.

En el mediano plazo, se implementan seis (6) acciones como Ordenamiento territorial para la mejor gestión, conformación de la Junta de Vigilancia, Constitución y fortalecimiento de Asociaciones de Canalistas, Ampliación de programa de monitoreo plurianual, Educación ambiental y Desarrollo de mecanismos normativos de protección de humedales.

Finalmente, en el largo plazo involucran las seis (6) acciones de mayor inversión Trasvase mediante el Canal de La Prosperidad, Ingreso de agua desalada a la cuenca, regularización de faenas mineras y sistema integrado de gestión de destinos turísticos.

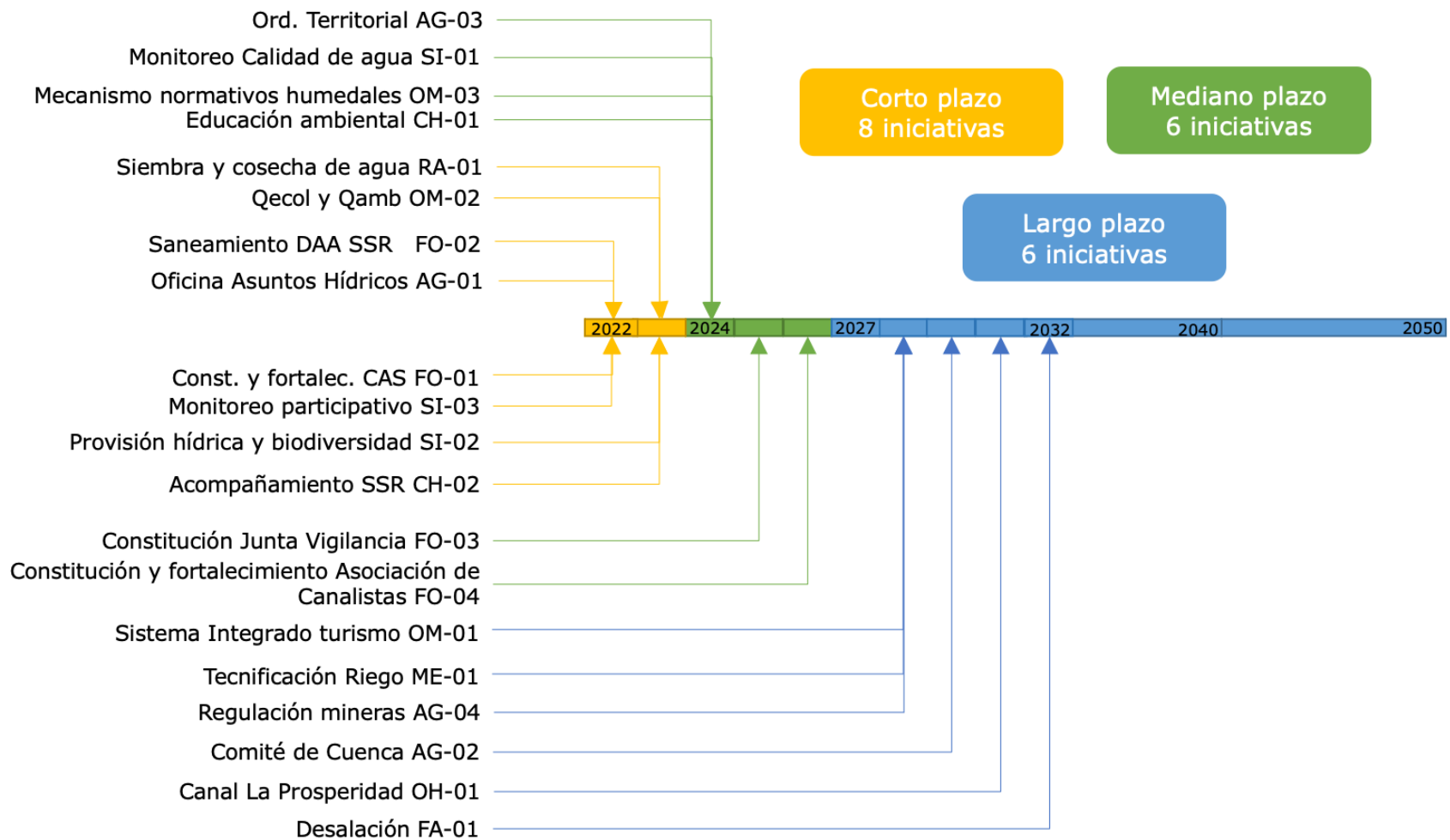


Figura 4-6. Línea de tiempo de ingreso de las iniciativas en el Plan.

Fuente: Elaboración propia a partir de la planilla de priorización contenida en el Anexo K.3. Priorización, pestaña Listado iniciativas.

5 IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN

La estrategia de implementación del Plan recoge la estructura del instrumento, los aspectos institucionales y de gobernanza, de cultura del agua y de financiamiento. En el presente capítulo se recogen los principales hitos de implementación del plan por plazo de entrada en ejecución de las acciones. Esta estrategia de implementación viene acompañada de la estrategia de comunicación, discusión con el sector público y privado, dando elementos para la mejora adaptativa. Y finalmente, el pilar de la financiación, donde se recogen el nombre de los fondos de las propias instituciones que participan del Plan, sin perjuicio de poder solicitar o acudir a otro tipo de fuente de financiamiento.

5.1 Hitos de referencia en la implementación del Plan

A continuación, se presentan los hitos de cada plazo del Plan (ver Tabla 5-1), los cuales marcan la criticidad de las acciones, tanto las que se implementan en el mismo plazo, como para aquellas en plazos posteriores:

Tabla 5-1. Hitos del Plan de acuerdo con el plazo de ejecución.

<p>Corto Plazo</p> <ul style="list-style-type: none">- Creación de la oficina de asuntos hídricos (AG-01). En forma primera se implementará en municipios piloto. Esta iniciativa es relevante porque es en donde se gestionarán otras iniciativas como el programa de monitoreo participativo (SI-03) y el programa de educación ambiental (CH-01)- Inicio programa para determinar caudal ecológico y ambiental (OM-02)- Comienzo del saneamiento de los DDAA de las SSR (FO-02)- Comienzo del programa de monitoreo participativo (SI-03)- Comienzo del programa constitución y fortalecimiento de Comunidades de Aguas subterráneas (FO-01)- Inicio programa de capacitación y divulgación en modelación hidrológica y provisión hídrica (SI-02)- Inicio programa de acompañamiento continuo a SSR (CH-02)- Inicio programa de recarga de acuíferos mediante zanjas de infiltración (RA-01)
<p>Mediano Plazo</p> <ul style="list-style-type: none">- Inicio programa de educación ambiental (CH-01)- Inicio de programa para vincular el ordenamiento territorial con aspectos hídricos de la cuenca (AG-03)- Inicio de la constitución de la Junta de Vigilancia (FO-03): es el primer paso para la concreción de la confederación de juntas de vigilancia y posterior Comité de cuenca.- Inicio de programa para desarrollar mecanismos de protección legal en humedales (OM-03)- Inicio del programa de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea (SI-01)- Inicio del programa de constitución y fortalecimiento de Asociación de Canalistas (FO-04)

Largo Plazo

- Constitución de la Federación de Juntas de Vigilancia para posteriormente derivar al comité de cuencas (AG-02)
- Inicio creación sistema de gestión integrado del sector turismo (OM-01)
- Tecnificación de riego (ME-01)
- Conformación de la mesa de trabajo para dar inicio al proceso de regularización de faenas mineras (AG-04)
- Definición de los aspectos de disponibilidad hídrica en la cuenca del río Maipo para dar inicio al estudio de trasvase de cuenca mediante el Canal de La Prosperidad (OH-01)
- Inicio del estudio de prefactibilidad de provisión de agua mediante desalación incorporando todos los elementos de evaluación de impacto ambiental requeridos por Ley (FA-01)

Fuente: Elaboración propia a partir de la planilla de priorización contenida en el Anexo K.2. Priorización, pestaña Listado de iniciativas.

5.2 Aspectos institucionales

A continuación, se presentan las instituciones vinculadas al plan, considerando el rol en cada una de las acciones donde son nombradas y la inversión que deberían considerar. Así mismo, se presenta el modelo de gobernanza del agua propuesto.

5.2.1 Instituciones públicas

A continuación, en la Tabla 5-2, se muestran el rol de las instituciones, tanto públicas como privadas en las respectivas acciones.

Tabla 5-2. Rol de las instituciones sectoriales y regionales en la implementación del Plan.

Institución	Rol	Inversión USD
Dirección General de Aguas	Apoyo en la creación de Junta de Vigilancia, capacitación y divulgación sobre la actualización de la modelación hidrológica integrada y fortalecimiento del programa de monitoreo de calidad del agua.	638.946
Dirección de Obras Hidráulicas	Apoyo a las SSR en distintos aspectos, como el programa de regularización y saneamiento de Derechos de Agua, acompañamiento continuo en formación, evaluación de la factibilidad de incorporar nuevas fuentes de agua y construcción de infraestructura hidráulica, y evaluar la recarga artificial de acuíferos.	167.862.427

Comisión Nacional de Riego	Apoyo para la constitución y fortalecimiento de distintos niveles organizacionales de OUA, como las CAS, Asociación de Canalistas y tecnificación de riego.	5.870.915
Ministerio de Medio Ambiente	El principal rol es fortalecer la protección de los humedales y los sistemas acuáticos mediante la determinación del caudal ambiental. Además, generar expedientes para promover humedales con figura de protección oficial.	1.035.693
Gobierno Regional	Apoyo en la participación ciudadana en la gestión de la cuenca a distintos niveles participativos. Para ello apoyará la creación y operación del comité de cuencas y monitoreo participativo . Adicionalmente, incorporación de la gestión del recurso hídrico en el ordenamiento territorial y sector turismo.	1.622.862
SEREMI Minería	Labor de coordinación con las faenas mineras presentes en la cuenca en buscar puntos de encuentro y balancear su actividad productiva con la sustentabilidad hídrica en la zona de la cuenca que intervienen.	331.021
Municipalidad	Labor de apoyo y coordinación en iniciativas vinculadas al rol de la Oficina de Asuntos Hídricos, y liderar iniciativas de educación ambiental.	1.171.797
Total [USD]		178.533.662

Fuente: Elaboración propia.

5.2.1.1 Gobernanza del agua

La cuenca está en un estado medio de organización de gestión del agua, que hace necesario desarrollar distintas instancias de gestión y coordinación integrada del agua. El modelo de gobernanza propuesto (Ver Anexo J. Descripción y Diagnostico, acápite 1.6.1 Modelo de gobernanza, pág 126), parte de una aproximación *bottom-up*, es decir, va construyendo instancias participativas desde la célula más básica en la escala espacial local, hasta ir construyendo instancias más globales de coordinación y gestión en donde se van incorporando distintos actores previamente constituidos y organizados.

La configuración del modelo de gobernanza (Figura 5-1) empieza por la constitución de las Comunidades de Aguas Subterráneas. En la cuenca deben crearse 2 OUA y fortalecer las 4 OUA existentes. Esto da pie a la necesidad de gestionar las comunidades de aguas subterráneas mediante el establecimiento de Juntas de Vigilancia (JV). Se propone que esta JV funcione de forma mancomunada creando una confederación de Juntas de Vigilancia, en donde podrá indicarse expresamente en sus estatutos que serán partícipes de dicha confederación organizaciones sectoriales, gremiales y civiles que no poseen derechos de agua, pero que su actividad está vinculada directamente con el recurso hídrico y/o sus fuentes naturales.

Finalmente, y cuando se haya implementado normativa que permita la creación de Comité de cuencas, es cuando las instituciones públicas participarán oficialmente como parte de la gestión de cuencas.

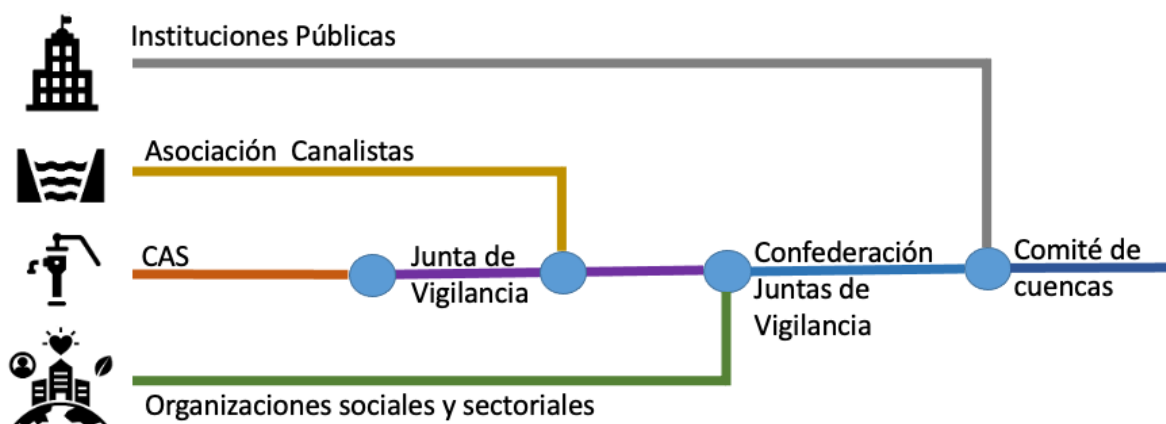


Figura 5-1. Gobernanza del agua propuesto.

Fuente: Elaboración propia a partir del diagnóstico del PEGH.

En términos generales, el Comité de cuencas corresponde a una instancia público-privada compuesta por representantes del Estado, de los Gobiernos Locales, de los usuarios directos e indirectos de las aguas, así como la sociedad civil organizada (Centros de estudio, organizaciones funcionales, sectoriales y civiles) y las distintas OUA (Juntas de Vigilancia, CAS y Asociación de Canalistas).

El rol del Comité se encuentra en el largo plazo, en el ámbito político estratégico, y en lo principal en esta instancia se debieran tomar decisiones sobre:

- Velar por la implementación del Plan Estratégico de Gestión Hídrica
- Gestionar los apoyos y financiamientos requeridos para la implementación del Plan Estratégico
- Representar a la cuenca en las instancias políticas, técnicas y sociales que así lo requieran.
- Definición de criterios mínimos de seguridad hídrica, de común acuerdo entre todos los actores.
- Ser una instancia de acuerdo que permita abordar vacíos de planificación y gestión, territorial y sectorial.

Desde el punto de vista operativo, el Comité podrá trabajar mediante grupos de trabajo internos en las distintas áreas que se crea conveniente, como por ejemplo: agua potable y tratamiento, conservación de ecosistemas acuáticos, actividades productivas consuntivas, no consuntivas e in situ, adaptación y resiliencia al cambio climático, cultura y educación.

Este comité debiera tener una secretaría técnica, que velará por el correcto desarrollo técnico de las iniciativas.

Es importante que la conformación de este comité sea autónoma, y cuente con financiamiento propio, es decir, que cuente con financiamiento de las propias instituciones que lo componen y generen a su vez recursos a través de mecanismos de financiamiento a los cuales puedan acceder mediante concurso.

5.3 Aspectos de financiamiento

El financiamiento es variado, y proviene principalmente de las instituciones que participan en la implementación de las acciones. La DOH es la principal fuente de financiamiento, en conjunto con la DGA de acuerdo con las mejoras en infraestructura de los servicios sanitarios rurales y la densificación del monitoreo.

Durante la elaboración del Plan se evidenciaron algunas instancias en donde es posible llevar a cabo algunas alianzas público-privada, ya sea para el financiamiento como para la operación de las acciones. Estas se refieren principalmente a 1) implementación y seguimiento de un caudal ambiental, siendo las JV o la confederación, y posteriormente el comité de cuenca, 2) Construcción y mantenimiento de las zanjas de infiltración y 3) Programa de monitoreo participativo.

Respecto de la gobernanza, mencionada en los aspectos institucionales, se propone el Comité de cuenca como una instancia público-privada que debe contar con una Secretaría Técnica, que proporcione un apoyo técnico permanente, manteniendo la continuidad de las actividades que se realizan en la cuenca. La secretaría técnica está compuesta por un equipo técnico permanente compuesto por un secretario, un equipo de modeladores para mantener operativos los modelos hidrológicos e hidrogeológicos, además de un staff de asesores senior.

Además, la oficina de asuntos Hídricos que se instala a nivel local también debe tener un presupuesto externo que asegure su funcionamiento y autonomía. Esta Oficina presenta un equipo técnico compuesto por un director, un secretario y un profesional técnico.

Ambas instancias de gobernanza deben poseer un financiamiento asegurado que permita su autonomía y continuidad en el tiempo. Se propone que sea el GORE quien realiza las gestiones para el logro del financiamiento.

A continuación, se muestran alternativas de financiamiento para aquellas iniciativas que deben velar por autonomía en su realización, es decir que no se vean condicionadas al funcionamiento propio de la institucionalidad. Se excluye de la Tabla 5-3, fondos propios de las distintas instituciones públicas que participan directamente del PEGH.

Tabla 5-3. Fuentes de financiamiento para la ejecución del PEGH.

Tipo de fuente	Rango de montos	Institución que lo otorga	Descripción financiamiento	Tipo de financiamiento
FIC-R	100 - 150 Mill de pesos.	Gobierno Regional (GORE)	Fondos para la Innovación y Competitividad, permite al GORE asignar parte del presupuesto total de los recursos correspondientes a este programa a Universidades Estatales o reconocidas por el Estado, destinados a desarrollar y promover investigación aplicada, emprendimiento innovador, desarrollo, difusión y transferencia tecnológica, incluida la destinada al fortalecimiento de capacidades y redes regionales para la innovación, formación y atracción de recursos humanos especializados, infraestructura y equipamiento de apoyo y promoción de la cultura pro innovación y emprendimiento.	Regional
FNDR	Depende de la disponibilidad presupuestaria y la priorización de la región.	SUBDERE - GORE	Fondo Nacional de Desarrollo Regional, programa de inversiones públicas, a través del cual, el Gobierno Central transfiere recursos a regiones para el desarrollo de acciones en los distintos ámbitos de desarrollo social, económico y cultural de la región con el objeto de obtener un desarrollo territorial armónico y equitativo.	Regional
FPA	4 - 10 Mill de pesos	MMA	Fondo de Protección Ambiental, fondo concursable de carácter nacional que busca apoyar iniciativas ciudadanas y financiar total o parcialmente proyectos o actividades orientados a la protección o reparación del medio ambiente, el desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza o la conservación del patrimonio ambiental.	Nacional
FIA	Entre 15 a 60 millones de pesos (proyectos históricos)	MINAGRI - GORE	Fundación para la Innovación Agraria, impulsar la innovación en el sector silvoagropecuario y la cadena agroalimentaria asociada, cuenta con fondos de apoyo para la ejecución de iniciativas de innovación en el sector silvoagropecuario, a nivel nacional y regional, y la cadena agroalimentaria asociada. Considera instrumentos como: Proyectos para la innovación,	Nacional - Regional

Tipo de fuente	Rango de montos	Institución que lo otorga	Descripción financiamiento	Tipo de financiamiento
			Capital semilla joven para la innovación, Giras para la innovación, Consultorías para la innovación, Eventos para la innovación, Estudios para la innovación	
CORFO	<ul style="list-style-type: none"> - PTI: Hasta 5.000 UF - Programa Crédito Verde: US\$ 250 mil - US\$ 7 millones 	CORFO	<p>Tiene como objetivo apoyar el emprendimiento, la innovación y la competitividad en el país junto con fortalecer el capital humano y las capacidades tecnológicas.</p> <p>Cuenta con programas tales como:</p> <p>Programa Territorial Integrado (PTI): conjunto interrelacionado de proyectos y actividades como capacitación, innovación, infraestructura, asistencia técnica, asociativa empresarial y financiamiento, tendientes a crear, desarrollar y mejorar la calidad productiva de un territorio determinado.</p> <p>Programa Crédito Verde (nuevo): busca potenciar el desarrollo de proyectos que mitiguen los efectos del cambio climático y/o mejoren la sustentabilidad ambiental de las empresas, reimpulsando la inversión en iniciativas de Energía Renovable, Eficiencia Energética y Economía Circular.</p>	Nacional
Programa de Desarrollo de Inversiones - (PDI)	<ul style="list-style-type: none"> •Hasta \$2.500.000 por productor individual al año. •Hasta \$25.000.000 y \$35.000.000 para postulantes asociativos informales y formales, respectivamente 	INDAP	Este programa busca contribuir a la capitalización y/o modernización de los sistemas de producción silvoagropecuarios y/o conexos (turismo rural, artesanía, agregación de valor y servicios) de la Agricultura Familiar Campesina a través del cofinanciamiento de inversiones (proyectos individuales o asociativos).	Nacional

Tipo de fuente	Rango de montos	Institución que lo otorga	Descripción financiamiento	Tipo de financiamiento
BID	Hasta 1.5 MM USD	BID	Financiamiento para gestión de cuencas y/o implementación de Soluciones basadas en la naturaleza. En conjunto con otros fondos gestionados por el BID, por ejemplo el Fondo Fiduciario Japonés	Latinoamericano y el Caribe
Fondo Concursable para las Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA)	Hasta \$5.000.000	CNR	Fondo para proyectos presentados por Organización de usuarios de aguas constituida (Juntas de Vigilancia, Asociaciones de Canalistas, Comunidades de Aguas (superficiales y subterráneas) y Comunidades de Drenaje definidas en el Código de Aguas)	Nacional

Fuente: Elaboración propia.

6 MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL PLAN

El PEGH considera establecer un mecanismo de monitoreo y evaluación cuyo objetivo es levantar indicadores que permitan conocer, tanto la efectividad de los resultados obtenidos desde las acciones implementadas como el desarrollo mismo del plan en su globalidad. A partir de este conocimiento, se proponen los mecanismos para el análisis y toma de decisiones asegurando la mejora adaptativa del PEGH.

El PEGH es parte de un proceso de mejoramiento continuo que permite una gestión adaptativa de los recursos hídricos, adecuándose al avance real en la implementación de las iniciativas propuestas, al resultado obtenido en relación con el esperado, y a las condiciones cambiantes del entorno. En este sentido, la etapa de Seguimiento y Evaluación es clave para esta gestión adaptativa.

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.

6.1.1 Indicadores

A continuación, en la Tabla 6-1 se presentan los indicadores para cada una de las iniciativas del PEGH. Se definió distintos indicadores para cinco ejes que articulan de manera temática las iniciativas propuestas, y se distinguió entre indicadores de proceso (aquellos que dan cuenta de una acción que avanza hasta ser completada), e indicadores de impacto (aquellos que se deben evaluar permanentemente y que dan cuenta de variables físicas o umbrales de satisfacción de una condición establecida). Estos indicadores fueron agrupados de acuerdo a los ejes estratégicos (áreas focales) propuestos por la ONU y posteriormente redefinidos por CEPAL (Peña, 2016), siendo coherentes con la realidad de la cuenca Estero Casablanca:

- Balance y déficit hídrico
- Seguridad hídrica para las personas
- Seguridad hídrica para los ecosistemas
- Seguridad hídrica para las actividades productivas
- Gestión institucional

Tabla 6-1. Indicadores del PEGH.

Ejes Estratégicos	Indicadores de Proceso	Indicadores de Impacto
Balance y déficit hídrico: Obras Hidráulicas, Nuevas Fuentes, Recarga de Acuíferos	Brecha balance hídrico actualizada	Volumen de agua aportada al acuífero (hm ³ /año) Recarga para el acuífero (hm ³ /año)
Seguridad Hídrica para las Personas: Medidas de gestión, Fortalecimiento OUA.	Nº de personas capacitadas el programa de monitoreo participativo	Nº de camiones aljibe/año Porcentaje de familias con arranque de agua potable
Seguridad Hídrica para los Ecosistemas: Medidas de gestión, Otras Medidas.	Nº de acuerdos alcanzados en torno al caudal ecológico y caudal ambiental	Revisión y mantenimiento del caudal ecológico Acuerdos de forestación/reforestación en predios privados
Seguridad Hídrica para las Actividades Productivas: Medidas de gestión, Otras medidas.	No actores del sector turismo en proceso de acuerdos de producción limpia	No de actores con evaluación Huella hídrica ISO 14046 al año No de actores adscritos a acuerdos de producción limpia
Gestión Institucional: Medidas de gestión.	Nº de derechos de agua regularizados Nº de OUA constituidas legalmente y fortalecidas Número de estudios en recursos hídricos, calidad de agua y medio ambiente y OUA realizados Número de programas de capacitación formal y/o no formal aprobado	Porcentaje de OUA's constituidas legalmente y fortalecidas Porcentaje de faenas mineras regularizadas Evolución de la calidad de las aguas en los acuíferos y humedales Nº de personas capacitadas por programa desarrollado

Fuente: Elaboración propia a partir de las fichas resumen de las iniciativas (Anexo K.1 – Listado de iniciativas).

A continuación, en la Tabla 6-2 se define cada indicador.

Tabla 6-2. Descripción de los indicadores de impacto.

Eje	Indicador de impacto	Meta	Monitoreo	Medio de Verificación	Responsable
Balance y déficit hídrico	Volumen de agua aportada al acuífero (hm ³ /año)	120.000 m ³ /año	Niveles de pozo	Formulario de registro	DGA
Balance y déficit hídrico	Recarga para el acuífero (hm ³ /año)	-	Niveles de pozo	Formulario de registro	DGA
Seguridad Hídrica para las personas	Porcentaje de familias con arranque de agua potable	Más del 90% de las familias con arranque	Medidor de agua domiciliario	Registro visual	DOH
Seguridad Hídrica para las personas	Nº de camiones aljibe/año	Reducir a un 10% cantidad de camiones aljibes	Contratos con proveedores	Factura de pago de servicio	DOH
Seguridad Hídrica para los Ecosistemas	Acuerdos de forestación/reforestación en predios privados	Aumento de la biodiversidad en humedales	Riqueza y abundancia de especies	Campañas de seguimiento	MMA
Seguridad Hídrica para los Ecosistemas	Revisión y mantenimiento del caudal ecológico	Caudal suficiente en los esteros para cumplimiento de caudal ecológico y caudal ambiental	Monitoreo de caudal Riqueza y abundancia de especies acuáticas	Campaña de seguimiento	MMA

Eje	Indicador de impacto	Meta	Monitoreo	Medio de Verificación	Responsable
Gestión Institucional	Nº de personas capacitadas por programa desarrollado	Capacitar a 50 personas al año	Asistencia a programas de capacitación	Lista de asistencia	Oficina de Asuntos Hídricos
Gestión institucional	Evolución de la calidad de las aguas en los acuíferos y humedales	Mediciones en todos los SHAC's y esteros que desembocan a humedales costeros 360 días al año con cumplimiento de norma NCh409 en la totalidad de la red	Chequeo de realización de la campaña Campañas de monitoreo fisicoquímico NCh409	Realización de campaña	DGA
Gestión institucional	Porcentaje de OUA's constituidas legalmente y fortalecidas	Conformación de la confederación de juntas de vigilancia con participación de todos los sectores involucrados con los recursos hídricos incluidos sociedad civil	Incorporación legal a la confederación	Documento legal	Oficina de Asuntos Hídricos
Gestión institucional	Porcentaje de faenas mineras regularizadas	4 faenas regularizadas	Acuerdos y plan de acción	Informe anual de reporte de regularidad	SEREMI Minería

Fuente: Elaboración propia a partir de las fichas resumen de las iniciativas (Anexo K.1 – Listado de iniciativas).

6.1.2 Seguimiento

El seguimiento permite saber si las acciones consideradas fueron efectivas, así como tomar decisiones en forma temprana, en caso de que la efectividad de las medidas no sea la esperada.

Este paso del Plan cobra importancia, por tanto, es importante que se realice de forma programada y por personas capacitadas para y en constante contacto con la ejecución del Plan. Con el fin de que pueda entregar reportes periódicos del grado de cumplimiento de las metas.

Complementariamente, para que el seguimiento sea efectivo, esta información debe ser pública, para ser sometida al escrutinio de la sociedad civil.

6.2 Mecanismos para el análisis y toma de decisiones

Este PEGH presenta 3 horizontes de tiempo: corto, mediano y largo plazo. Ante ello se espera que el seguimiento y toma de decisiones se realice en periodos de tiempos oportuno de acuerdo a los objetivos de cada plazo. De esta forma poder generar un plan adaptativo.

Se deben generar distintas instancias de toma de decisión, con horizonte a 2, 5 y 10 años, que permitan incorporar de manera permanente las mejoras que se requieran para el Plan general, producto del análisis de la ejecución de este, de sus resultados, y de los cambios de contexto.

Estas instancias de toma de decisión deben ser coordinados por la secretaria técnica del comité de cuencas quienes revisen el cumplimiento dentro del período anterior, y se ajusten las iniciativas.