



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

PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LA CUENCA DEL MAIPO

RESUMEN EJECUTIVO

**REALIZADO POR:
ICASS SpA**

S.I.T. N°471

SANTIAGO, MAYO DE 2021

Para citar bibliográficamente este estudio, se recomienda hacerlo según el siguiente formato:

DGA, 2021. PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LA CUENCA DEL MAIPO. S.I.T. N° 471. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, División de Estudios y Planificación, Santiago, Chile. Realizado por ICASS SpA.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Ministro de Obras Públicas
Sr. Alfredo Moreno Charme

Director General de Aguas
Sr. Oscar Cristi Marfil

Jefa División Estudios y Planificación
Sr. Mauricio Lorca

Inspector Fiscal
Sr. Marco Larenas Contreras

Inspector Fiscal (S)
Sr. Franco Calderón Maturana
Sr. Ernesto Ríos Ríos

INGENIERÍA Y CONSULTORÍA EN AGUAS SPA

Bernardo Capino Díaz, Ingeniero Civil, Hidrogeólogo
Jefe de Proyecto

Profesionales:

Wolf von Igel G., Hidrogeólogo, Especialista calidad de agua y medio ambiente

Kirk Heatwole, Especialista modelación de aguas subterráneas

Mauricio Zambrano B., Especialista recursos hídricos y modelación integrada

Nicolás Jadue M., Especialista en economía

Luis Acevedo L., Especialista SIG

Kapris Tabilo V., Especialista actividades de participación ciudadana

Adrián Lillo Z., Asesor coordinación

Alexander Fuentealba V., Ingeniero Civil

Daniel Graf, Ingeniero geólogo

Sofía López U., Hidrogeóloga

Laura Paricio M., Hidrogeóloga

Fernando Pérez V., Hidrogeólogo

Paulina Rodríguez Ch., Ingeniera Civil Hidráulica

Victoria Silva B., Ingeniera Civil Hidráulica

Cristóbal Soto E., Ingeniero Civil Hidráulico

Tabla de Contenido General

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	1
1.1	INTRODUCCIÓN	1
1.2	OBJETIVOS	1
2	CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA.....	3
3	BALANCE DE AGUA EN LA CUENCA.....	6
3.1	MODELACIÓN NUMÉRICA	6
3.2	DEMANDA DE AGUA	7
3.3	OFERTA DE AGUA.....	9
3.4	DERECHOS DE AGUA OTORGADOS Y RESTRICCIONES.....	13
3.5	BALANCE.....	15
3.6	SATISFACCIÓN DE LA DEMANDA.....	20
3.7	ESTADO ACTUAL DE LA CUENCA	21
3.8	PROYECCIONES	22
4	PLAN DE ACCIÓN.....	24
4.1	EJES Y OBJETIVOS PARA EL PEGH.....	24
4.2	CARTERA DE INICIATIVAS DE INVERSIÓN VIGENTES	24
4.3	CARTERA DE INICIATIVAS PROPUESTAS	25
4.4	VALORIZACIÓN ECONÓMICA DEL PLAN.....	31
5	IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN.....	32
5.1	ESTRUCTURA DEL PLAN DE GESTIÓN	32
5.2	PLAZOS DE IMPLEMENTACIÓN.....	32
5.3	ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN	32
5.3.1	Proceso de implementación.....	32
5.4	GOBERNANZA DEL PLAN ESTRATÉGICO.....	33
5.5	ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN	35
5.5.1	Comunicación y difusión del PEGH en fases posteriores.....	36
6	MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL PLAN	37
6.1	PLAN DE MONITOREO	37
6.2	MECANISMOS DE EVALUACIÓN, ACTUALIZACIÓN Y TOMA DE DECISIONES	39

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 3-1	RESUMEN DE DEMANDAS DE LA CUENCA DEL MAIPO.	8
TABLA 3-2	VALORES DE DEMANDA DE AGUA ESTIMADOS EN LA CUENCA DEL MAIPO, PARA EL AÑO 2019.	8
TABLA 3-3	BALANCE HÍDRICO SUBTERRÁNEO POR SHAC, MODELO WEAP-MODFLOW - PROMEDIO 1990-2019.....	19
TABLA 4.1	EJES Y OBJETIVOS PROPUESTOS PARA PEGH CUENCA DEL RÍO MAIPO	24
TABLA 4.2	ACCIONES MEJOR EVALUADAS Y NÚMERO DE INICIATIVAS EN CARTERA VIGENTE, PEGH MAIPO	26
TABLA 4.3	INICIATIVAS PRIORIZADAS PEGH CUENCA DEL MAIPO	27
TABLA 4-4	LISTADO DE INICIATIVAS, COSTOS Y PLAZOS EN EL MARCO DEL PEGH.	29
TABLA 4.5	DISTRIBUCIÓN DE COSTOS SEGÚN EJECUTOR: VAC Y CAE [\$ MILLONES DE PESOS] INICIATIVAS PROPUESTAS.....	31
TABLA 6.1	CANTIDAD DE INICIATIVAS DEL PEGH SEGÚN PLAZO DE IMPLEMENTACIÓN	37
TABLA 6.2	PLAN DE MONITOREO DE PEGH	38

Índice de Figuras

FIGURA 2-1 PRINCIPALES CIUDADES Y LOCALIDADES DE LA CUENCA DEL MAIPO.....	3
FIGURA 2-2 PROVINCIAS Y SUBCUENCAS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO.....	4
FIGURA 2-3 SISTEMAS HIDROGEOLÓGICOS Y SHAC DE LA CUENCA DEL MAIPO.....	5
FIGURA 3-1 ESQUEMA DE LOS MODELOS CONSTRUIDOS Y SUS INTERACCIONES.....	6
FIGURA 3-2 CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL Y CURVA DE DURACIÓN DE LAS SUBCUENCAS NIVALES, PARA EL PERIODO 1979/80-2017/18.....	10
FIGURA 3-3 CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL Y CURVA DE DURACIÓN DE LAS SUBCUENCAS PLUVIALES, ESTIMADAS MEDIANTE MPL, PARA EL PERIODO 1979/80-2017/18.....	11
FIGURA 3-4 CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL Y CURVA DE DURACIÓN DE LAS SUBCUENCAS NIVALES, PARA EL PERIODO 2020-2050.....	12
FIGURA 3-5 CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL Y CURVA DE DURACIÓN DE LAS SUBCUENCAS PLUVIALES, ESTIMADAS MEDIANTE MPL, PARA EL PERIODO 2020-2050.....	13
FIGURA 3-6 EVOLUCIÓN TEMPORAL DAA SUPERFICIALES CONSTITUIDOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO.....	14
FIGURA 3-7 EVOLUCIÓN TEMPORAL DAA SUBTERRÁNEOS CONSTITUIDOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO.....	14
FIGURA 3-8 RESTRICCIONES AL USO DE AGUA SUPERFICIAL Y AGUA SUBTERRÁNEA.....	15
FIGURA 3-9 BALANCE MODELO CORDILLERA, EN PROMEDIO PERIODO 1990-2019.....	16
FIGURA 3-10 BALANCE MODELO VALLE SUPERFICIAL, EN PROMEDIO PERIODO 1990-2019.....	17
FIGURA 3-11 BALANCE MODELO VALLE SUBTERRÁNEO, EN PROMEDIO PERIODO 1990-2019.....	18
FIGURA 3-12 GRÁFICO DEMANDA MENSUAL SATISFECHA E INSATISFECHA EN CUENCA MAIPO VALLE EN PERIODO HISTÓRICO (1990-2019) (M ³ /s).....	20
FIGURA 3-13 GRÁFICO SERIE DE DEMANDA SATISFECHA Y NO SATISFECHA EN LA CUENCA MAIPO VALLE EN EL PERIODO HISTÓRICO (1990-2019) (M ³ /s).....	20
FIGURA 3-16 COMPARACIÓN CAUDAL SIMULADO ESC BAU (2020-2050) C/R A MODELO SIMULADO EN EL PERIODO HISTÓRICO (1990-2019) EN ESTACIONES REPRESENTATIVAS DE LA CUENCA.....	23
FIGURA 4.1 CLASIFICACIÓN DE LAS INICIATIVAS HÍDRICAS RECOPIADAS.....	25
FIGURA 4.2 ESQUEMA GENERAL PARA ELABORACIÓN DE PLAN DE ACCIÓN.....	26
FIGURA 4.3 DISTRIBUCIÓN DE VAC [\$ MILLONES DE PESOS] SEGÚN EJECUTOR: INICIATIVAS PRIORIZADAS.....	31
FIGURA 5.1 ESQUEMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PEGH.....	33
FIGURA 5.2 ESQUEMA DE GOBERNANZA PARA EL PEGH.....	35
FIGURA 5.3 ESTRATEGIA COMUNICACIONAL PEGH.....	36

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Introducción

Los Planes Estratégicos de Gestión Hídrica (PEGH) de la Dirección General de Aguas (DGA), se enmarcan dentro de una estrategia que propone un nuevo enfoque de gestión por cuenca, que proporcione conocimiento y diagnóstico para formular planes de corto, mediano, y largo plazo, de acuerdo a las necesidades propias de cada cuenca, para formular una hoja de ruta realizable y medible, para hacer frente a los desafíos que enfrenta Chile para gestionar el agua.

El presente PEGH, se encarga de la cuenca del río Maipo, una de las más importantes del país, al ser la fuente de agua para cerca del 42% de la población de Chile, y al mismo tiempo aportar con cerca del 42% del PIB Nacional.

1.2 Objetivos

El objetivo general del presente estudio es proponer un plan estratégico indicativo para la cuenca del Maipo, que permita conocer oferta y demanda actual de agua, establecer balance hídrico y sus proyecciones a 30 años, diagnosticar el estado de información, infraestructura e instituciones que toman decisiones respecto al recurso hídrico, y proponer una 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 su abastecimiento en cantidad y calidad para sus distintos usos.

Los objetivos específicos del estudio, son:

O1: Conocer el estado actual de la cuenca del Maipo en cuanto a oferta, demanda, balance de agua (derechos y demandas de agua) y sus respectivas herramientas de cálculo (modelos), control de extracciones, calidad físico-química de fuentes de aguas superficiales y subterráneas, gobernanza, y red hidrométrica superficial, subterránea, de calidad, de glaciología y nieves.

O2: Construir y/o actualizar los modelos de simulación hidrológicos, e integrarlos a nivel superficial-subterráneo.

03: Definir 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.

04: Diagnosticar estado de la calidad de aguas de las fuentes superficiales y subterráneas. Definir acciones para proteger funciones ecosistémicas críticas relacionadas con los cuerpos de agua en el tiempo.

05: Diagnosticar el estado de la infraestructura hidráulica actual y proponer acciones para mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (superficial, subterráneo, de montaña y glaciares). Se deberá analizar el estado de funcionamiento, la antigüedad y confiabilidad de los sistemas en general.

06: Identificar las 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. Se deberá establecer un caso base y distintos escenarios para la evaluación.

07: 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.

08: Entregar estrategias para promover y revitalizar la alianza público-privada, y así incrementar cualitativamente la inversión requerida en infraestructura e investigación.

2 CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA

La cuenca del río Maipo, se emplaza en el centro de Chile, cubriendo un 91% de la región Metropolitana, un 4% de la región de Valparaíso y un 5% de la región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Tiene un área de 15.304 km² y alberga a la capital del país. En la Figura 2-1 se muestran las principales ciudades y ríos de la cuenca.

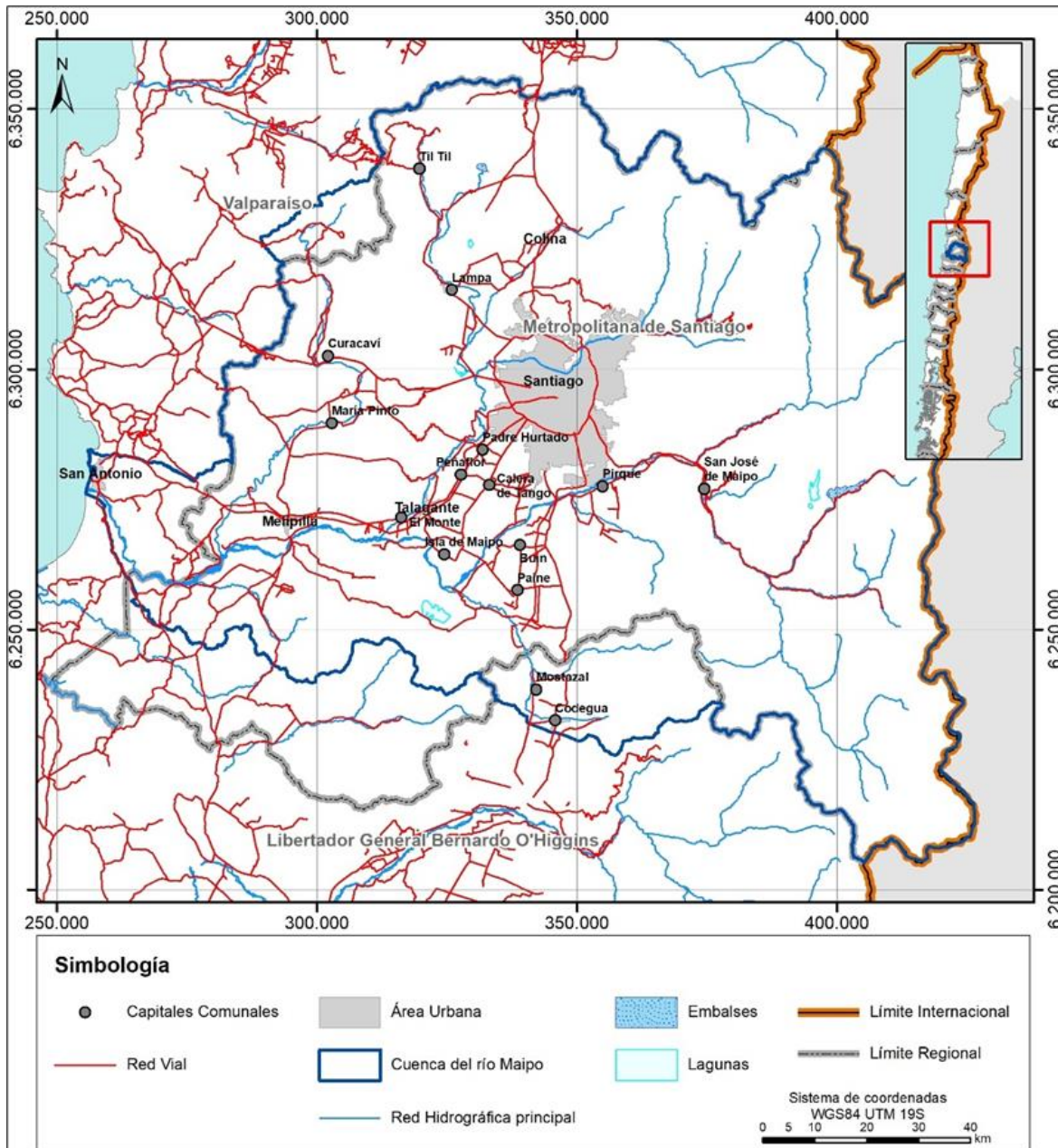


Figura 2-1 Principales ciudades y localidades de la cuenca del Maipo.

Fuente: Elaboración propia.

La cuenca se divide en las cinco subcuencas que muestra la Figura 2-2, determinadas por los distintos sectores del río Maipo, y del río Mapocho, uno de sus afluentes. En cuanto a la administración de las aguas subterráneas, la DGA ha determinado un total de 41 sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común (SHAC), cuya distribución se puede ver en la Figura 2-3, que los muestra agrupados en siete sistemas hidrogeológicos.



Figura 2-2 Provincias y subcuencas en la cuenca del Río Maipo.
Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes Mapoteca DGA actualizada al 04-2020.

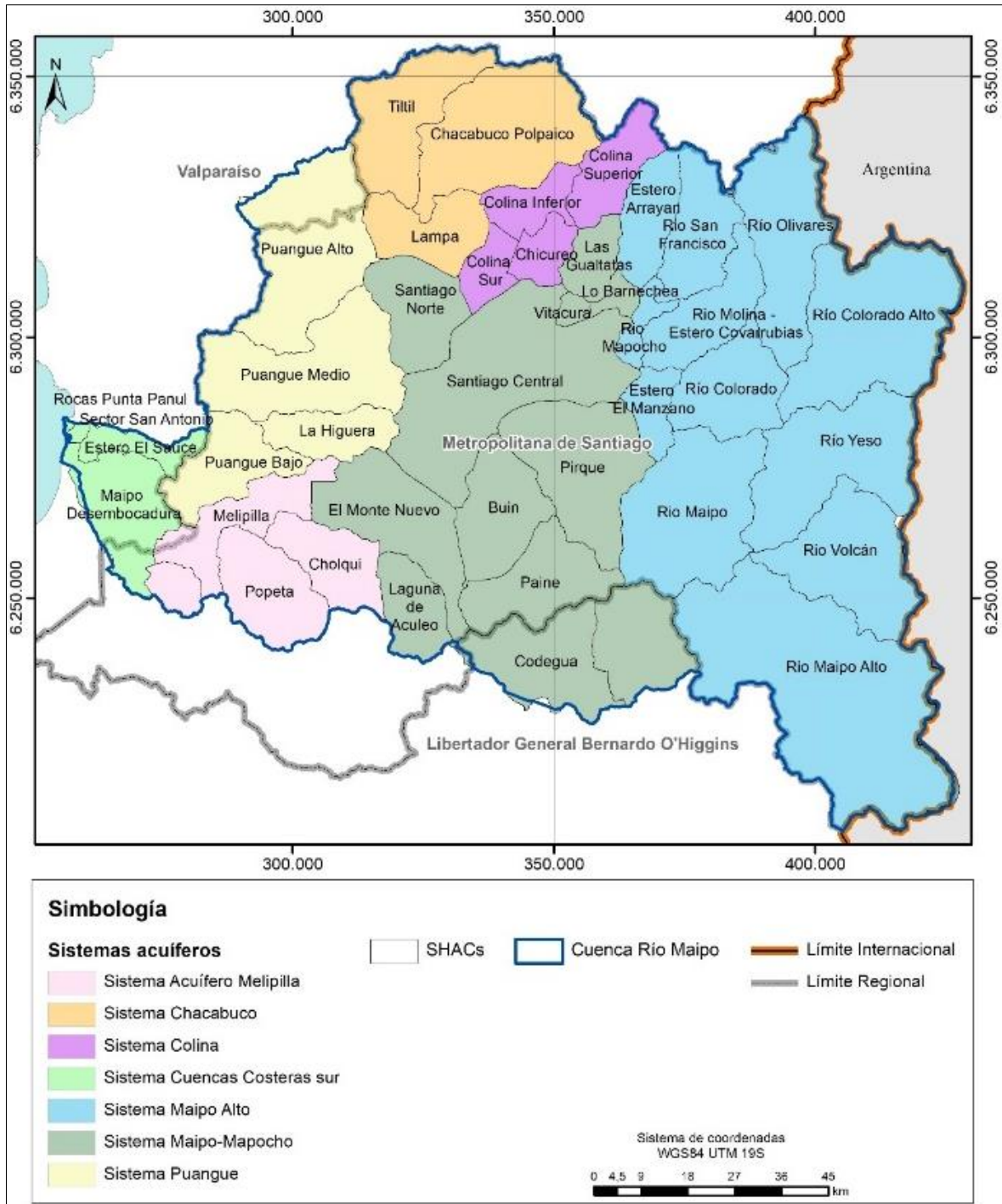


Figura 2-3 Sistemas hidrogeológicos y SHAC de la cuenca del Maipo.

Fuente: Elaboración propia.

3 BALANCE DE AGUA EN LA CUENCA

En este apartado se cuantifican los valores que conforman el balance hídrico de la cuenca. Si bien estos se basan en el entendimiento de cómo funciona el sistema hídrico (modelo conceptual), su cuantificación se ha afinado mediante la modelación numérica, razón por lo que a continuación se da una breve explicación de lo realizado a este respecto.

3.1 Modelación Numérica

El sistema modelado en este estudio comprende tanto las aguas subterráneas alojadas en los sedimentos del valle central, como las aguas superficiales en toda la cuenca. Si bien se ha reportado flujos en roca fracturada, estos son bastante menores, por lo que no se consideran a escala de cuenca. Además, en el sector cordillerano se simuló los recursos superficiales, mientras que, en el sector medio y bajo de la cuenca, se simuló tanto los superficiales como los subterráneos.

Se construyó un modelo de flujo de aguas subterráneas en el software MODFLOW en los sedimentos del valle central, mientras que el sistema superficial se implementó en el software WEAP, en dos dominios, uno en la parte cordillera y otro en la parte valle (ver Figura 3-1). Posteriormente, se procedió a integrar los modelos superficiales y subterráneos en el valle central.

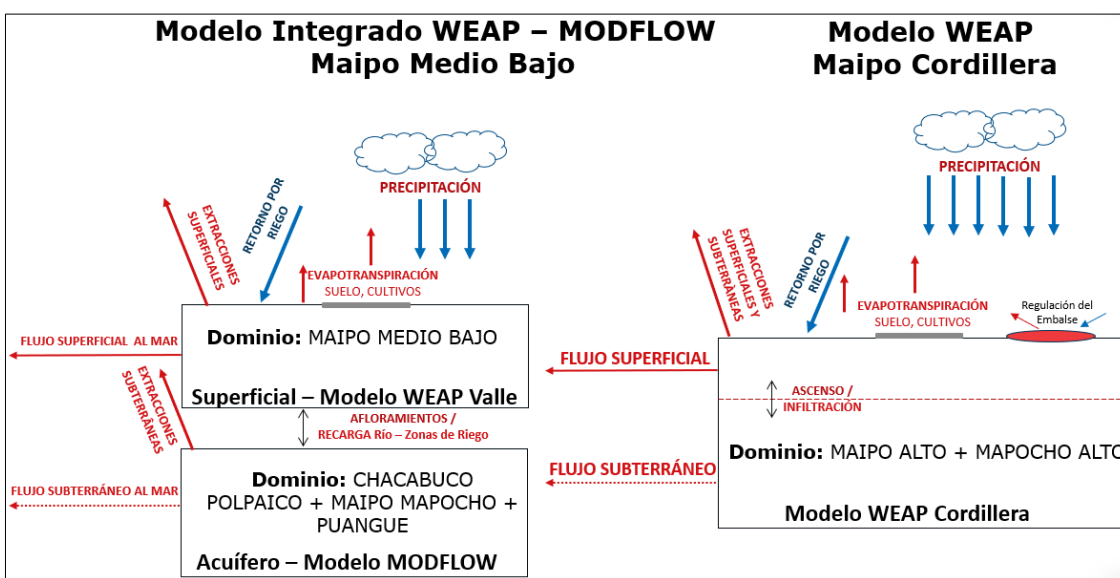


Figura 3-1 Esquema de los modelos construidos y sus interacciones.

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Demanda de Agua

A continuación, se señalan las principales demandas, agrupadas según el tipo de uso.

- **Demanda Agrícola:** Se estimó mediante WEAP, por unidades hidrológicas o "Catchments", con metodología de precipitación-escorrentía o de humedad del suelo.
- **Demanda de Agua Potable Urbana:** Se utilizaron datos de estudios previos, más la información de la SISS.
- **Demanda de Agua Potable Rural:** Se basó en estudios previos.
- **Demanda Industrial:** Se utilizó la información pública de derechos, y la información consolidada del monitoreo de extracciones efectivas que realiza la DGA para la cuenca del Maipo.
- **Demanda Minera:** Se utilizó la información pública de derechos y se proyectó según estudios previos.
- **Demanda Hidroeléctrica:** Se utilizó la información de estudios previos.
- **Demanda Riego Urbano:** Se basó en estudios previos.
- **Otras demandas:** Comprende usos de menor volumen en la cuenca, tal como forestal, pecuario, acuícola, turístico y protección ambiental, y su cuantificación se basó en estudios previos.

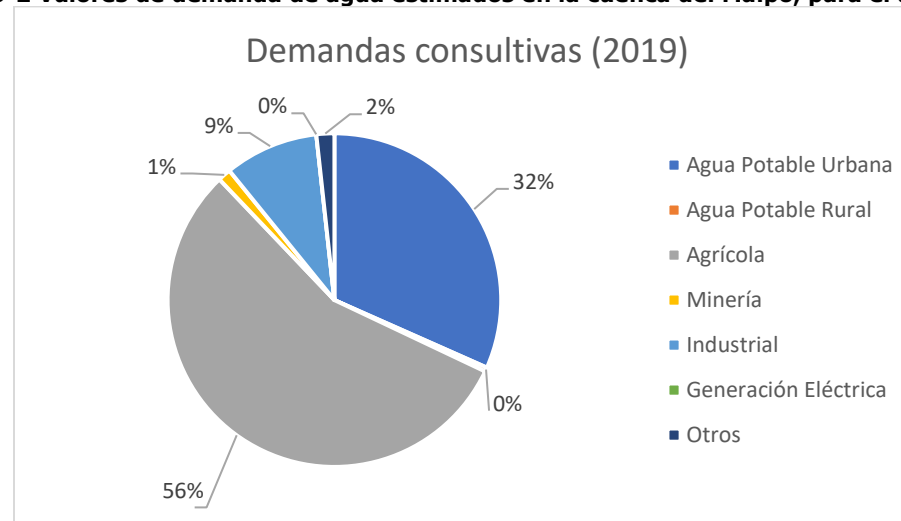
En la Tabla 3-2 se muestran los valores de demanda estimados para el año 2019.

Tabla 3-1 Resumen de demandas de la Cuenca del Maipo.

Sector	Año 2019		Año 2030		Año 2050		Var.	Var.
	[m ³ /año]	[m ³ /s]	[m ³ /año]	[m ³ /s]	[m ³ /año]	[m ³ /s]	2019/2030	2019/2050
Agua Potable Urbana	989.619.548	31,4	1.095.119.136	34,72	1.115.428.320	35,37	6,9%	8,9%
Agua Potable Rural	12.597.269	0,4	16.146.432	0.512	30.053.808	0,953	31,3%	144,4%
Agrícola	1.747.094.400	55,4	1.717.765.920	54,47	1710828000	54,25	-1.7%	-2.1%
Minería	39.495.061	1,3	63.765.792	2,022	62.977.392	1,99	1,3%	0.1%
Industrial	285.003.265	9,0	430.340.256	13,6	634.094.352	20,1	51%	122%
Generación Eléctrica	19.900	0,001	19.900	0,001	19.900	0,001	0%	0%
Generación Eléctrica (*)	4.143.830.400	131,4	7.045.142.400	223,4	7.045.142.400	223,4	70%	70%
Otros	54.390.357	1,72	54.390.357	1,72	54.390.357	1,72	0%	0%

(*) Demanda No Consuntiva, asociada a centrales hidroeléctricas de pasada.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-2 Valores de demanda de agua estimados en la cuenca del Maipo, para el año 2019.



Fuente: Elaboración propia.

3.3 Oferta de Agua

Para la estimación de la oferta hídrica, se utilizaron dos enfoques distintos dependiendo del régimen de cada una de las subcuencas. En el caso de las subcuencas con régimen nivo-pluvial, que representan la parte alta de la Cuenca del Maipo (Río Maipo Alto y Río Mapocho Alto), su oferta hídrica fue estimada a partir de estadísticas fluviométricas en las estaciones de cierre. Por otra parte, en las subcuencas de régimen pluvial, que se encuentran en la parte media y baja de la cuenca, y cuyas estaciones fluviométricas registran un régimen distinto al natural producto de las múltiples extracciones, la oferta hídrica fue estimada mediante la aplicación del modelo MPL.

La oferta hídrica estimada se muestra en la Figura 3-2 y Figura 3-3, para las subcuencas nivales y pluviales, respectivamente. En cada figura se incluye la curva de variación estacional que da cuenta del régimen de escorrentía de cada cauce, con caudales mayores en primavera y verano, producto de los deshielos, en las subcuencas de Río Maipo Alto y Río Mapocho Alto, y mayores durante el invierno, en las subcuencas Río Maipo Medio, Río Maipo Bajo, Río Mapocho Bajo y Estero Yali. Adicionalmente, se incluyen las curvas de duración de los caudales mensuales que muestran la alta variabilidad dentro de cada subcuenca.

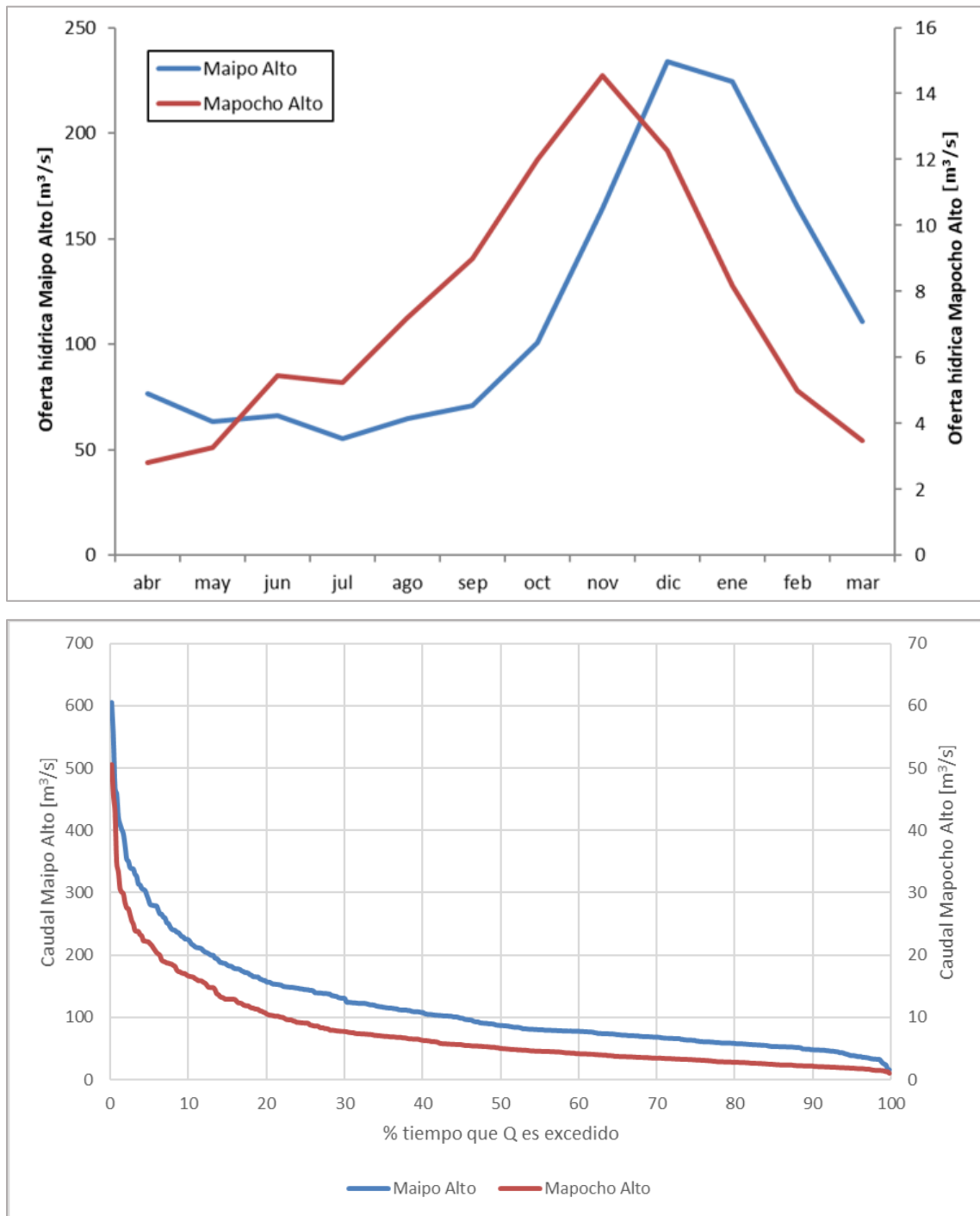


Figura 3-2 Curva de variación estacional y curva de duración de las subcuencas nivales, para el periodo 1979/80-2017/18.

Fuente: Elaboración propia.

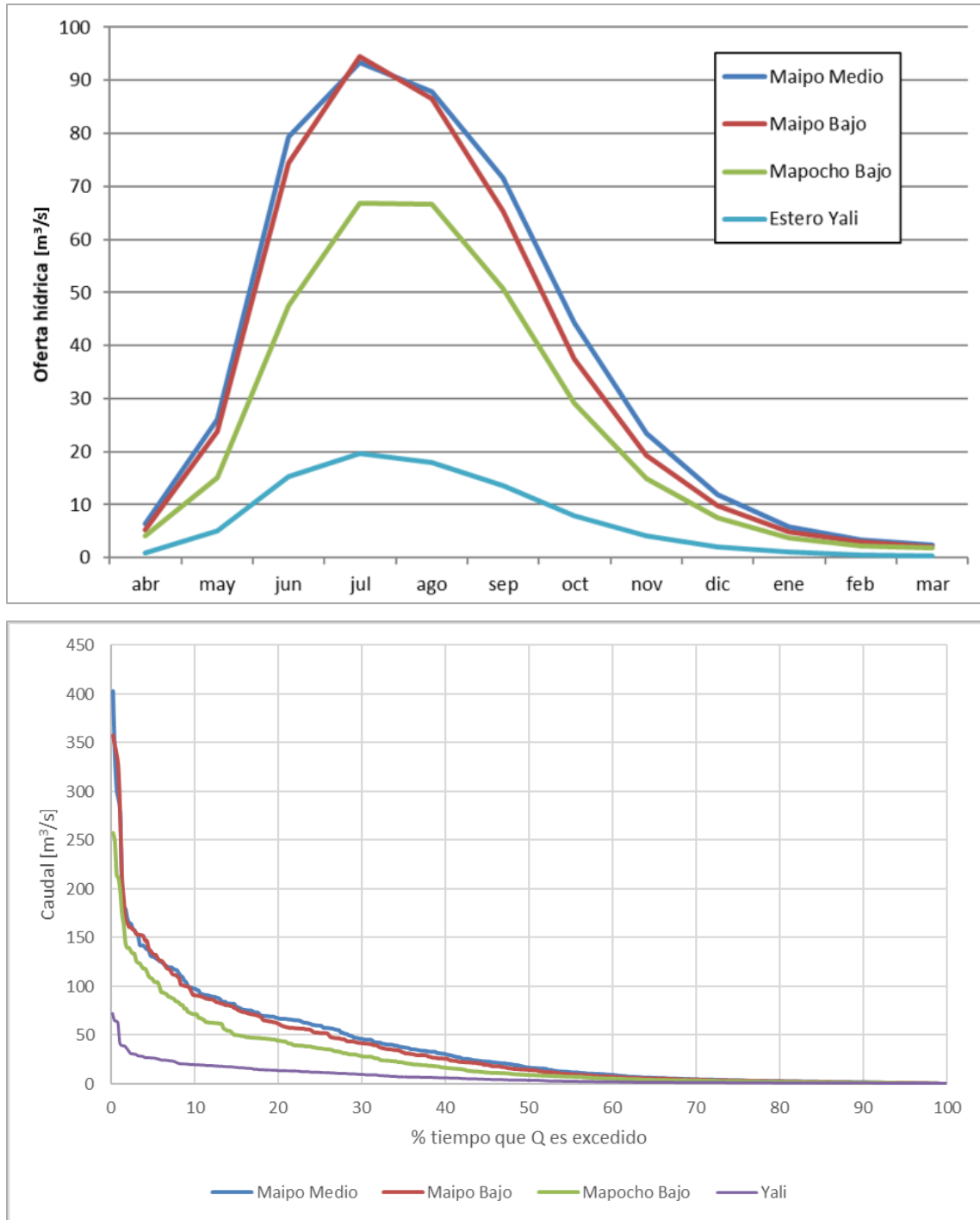


Figura 3-3 Curva de variación estacional y curva de duración de las subcuencas pluviales, estimadas mediante MPL, para el periodo 1979/80-2017/18.

Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo la metodología propuesta y utilizando las proyecciones climáticas de precipitación y temperatura para el periodo 2020 – 2050, obtenidas de los resultados presentados en la Actualización del Balance Hídrico Nacional (DGA, 2017b), se obtuvo la oferta hídrica proyectada, que se muestra en la Figura 3-4 y Figura 3-5 para las subcuencas nivales y pluviales, respectivamente. Entre los cambios más importantes se destaca la modificación de la estacionalidad en la subcuenca del Río Mapocho Alto, y parcialmente en la del Río Maipo Alto.

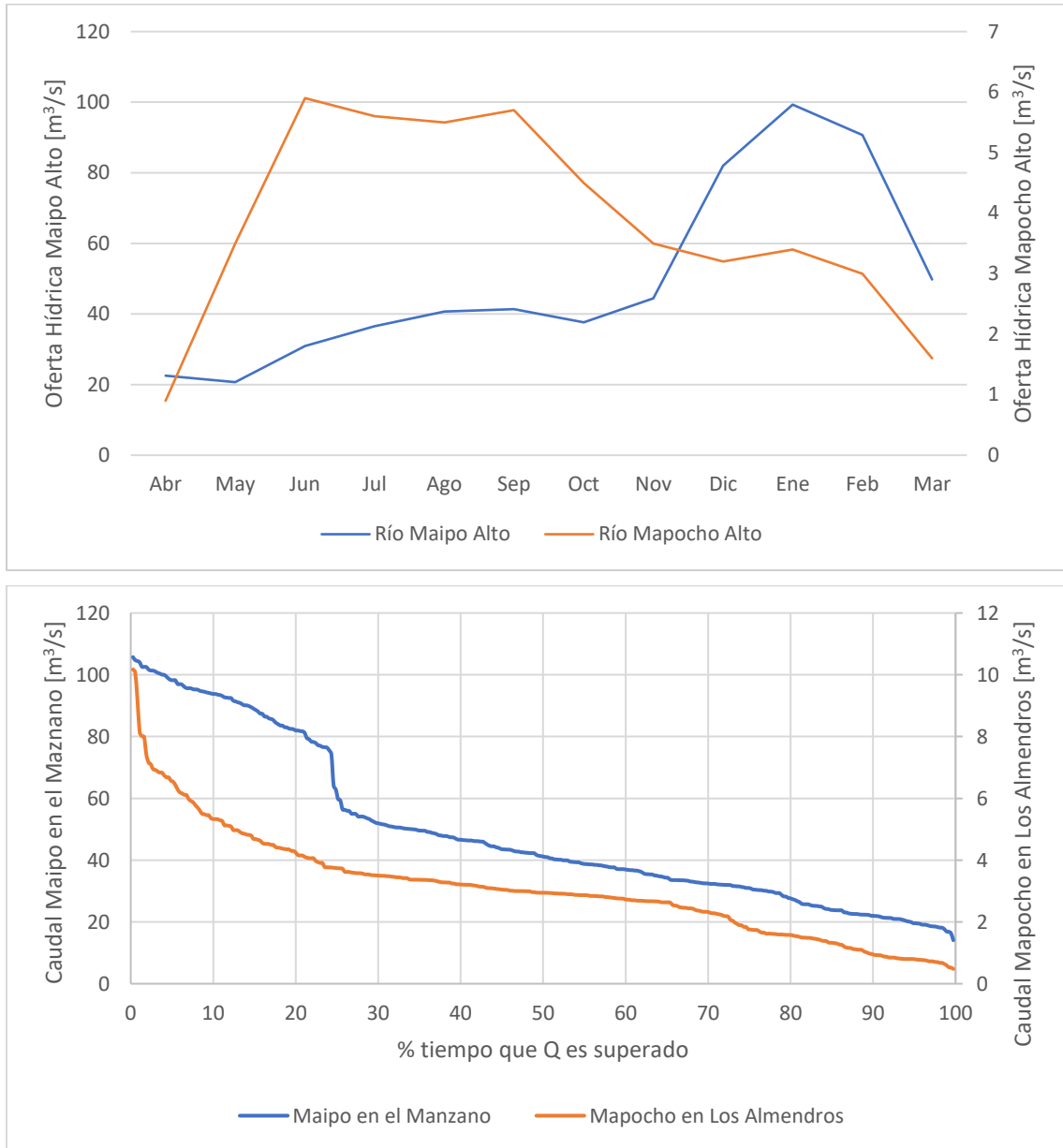


Figura 3-4 Curva de variación estacional y curva de duración de las subcuencas nivales, para el periodo 2020-2050.

Fuente: Elaboración propia.

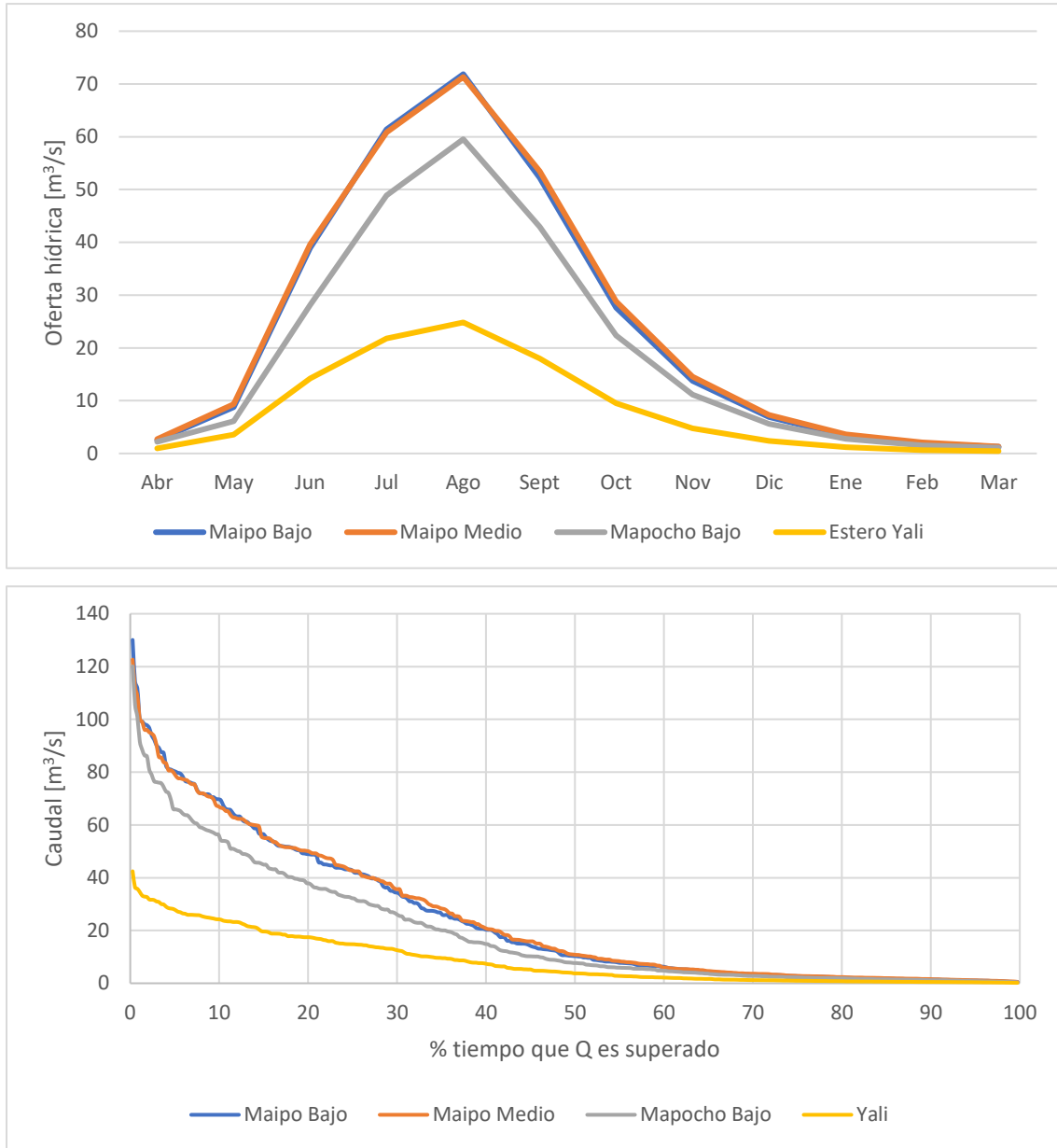


Figura 3-5 Curva de variación estacional y curva de duración de las subcuencas pluviales, estimadas mediante MPL, para el periodo 2020-2050.

Fuente: Elaboración propia.

3.4 Derechos de Agua Otorgados y Restricciones

La Figura 3-6 y Figura 3-7 muestran la evolución del caudal total de derechos de aprovechamientos de agua (DAA) superficiales y subterráneos respectivamente, constituidos en la cuenca del Maipo.

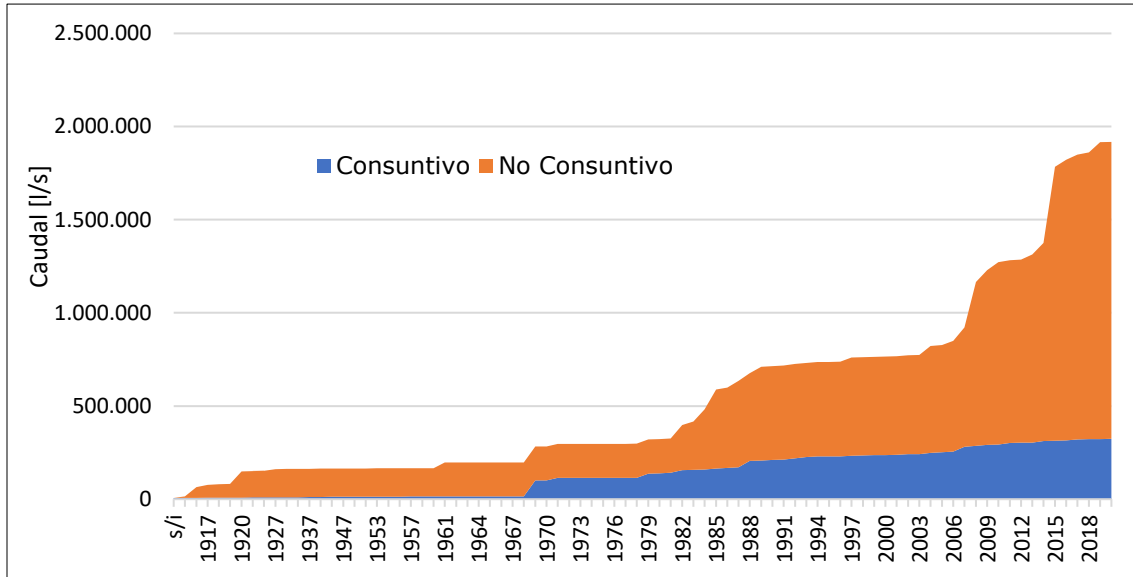


Figura 3-6 Evolución temporal DAA superficiales constituidos en la cuenca del Río Maipo.
Fuente: Elaboración Propia, en base a consulta CPA, junio 2020.

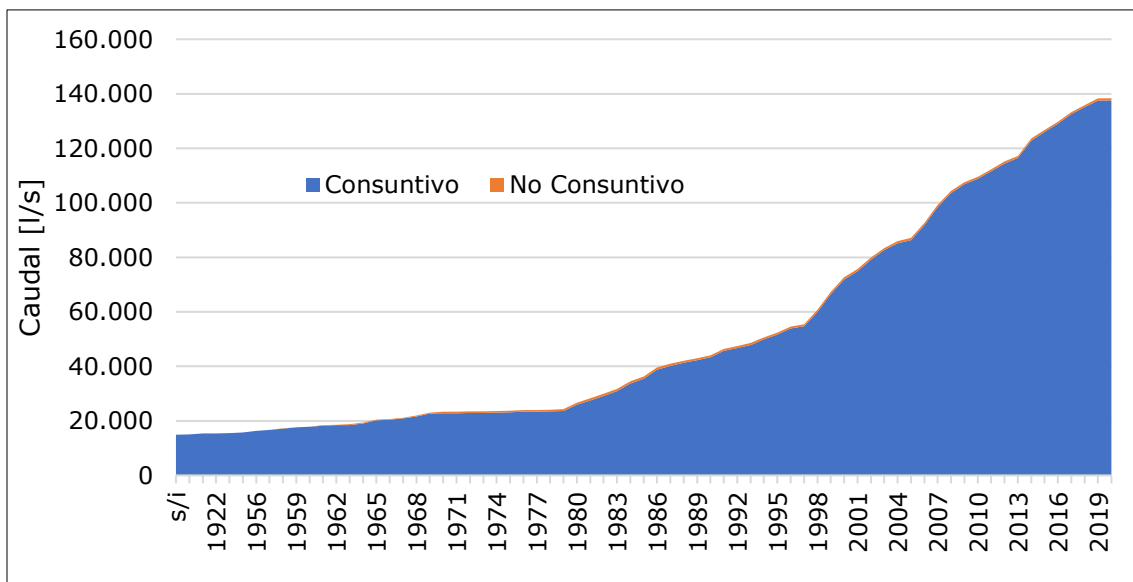


Figura 3-7 Evolución temporal DAA subterráneos constituidos en la cuenca del Río Maipo.
Fuente: Elaboración Propia, en base a consulta CPA, junio 2020.

La Figura 3-8 muestra el estado de las restricciones al agua superficial y subterránea en la cuenca.



Figura 3-8 Restricciones al uso de agua superficial y agua subterránea.

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes Mapoteca DGA actualizada a junio-2020.

3.5 Balance

El análisis del balance se desarrolla por cada uno de los modelos numéricos construidos. En el Modelo Cordillera, la única entrada en este dominio corresponde a la precipitación, mientras que las salidas corresponden al caudal saliente por los ríos, al flujo subterráneo en los sectores de Maipo en el Manzano y Mapocho en Los Almendros, a extracciones superficiales (correspondientes a agua potable y un canal de riego hacia el sector valle)

y evaporación, la cual se presenta mayormente durante los meses de verano. La Figura 3-9 detalla las componentes del balance

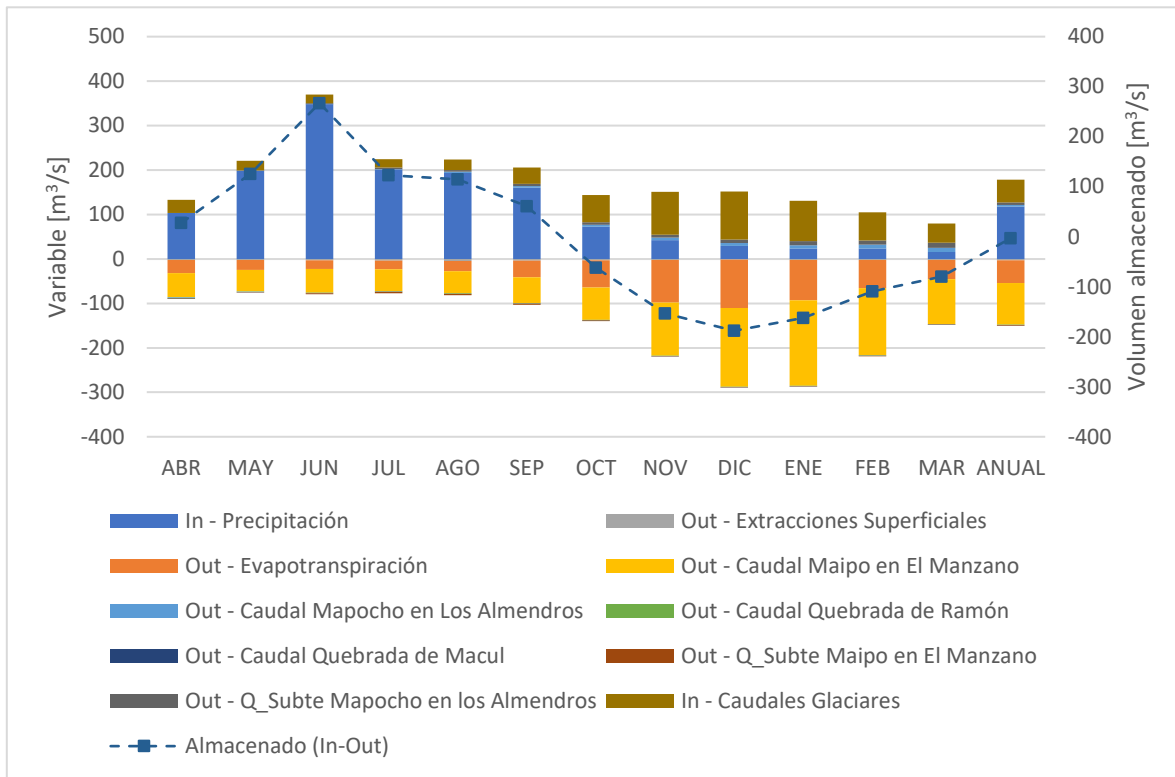


Figura 3-9 Balance Modelo Cordillera, en promedio periodo 1990-2019.

Fuente: Elaboración propia.

En el caso del modelo valle superficial, las entradas son la precipitación, los caudales aportantes desde el modelo cordillera, los trasvases desde cuencas vecinas, los afloramientos desde el acuífero, las recuperaciones al río desde las plantas de tratamiento de aguas servidas y el riego efectuado con aguas subterráneas. Por otra parte, las salidas corresponden a la evapotranspiración, las extracciones no agrícolas, el caudal saliente por el río Maipo y la recarga al acuífero en diversas componentes: recarga desde las cuencas (producto del riego y la precipitación), recarga desde los canales y recarga desde el río. En la Figura 3-10 se muestra el detalle del balance.

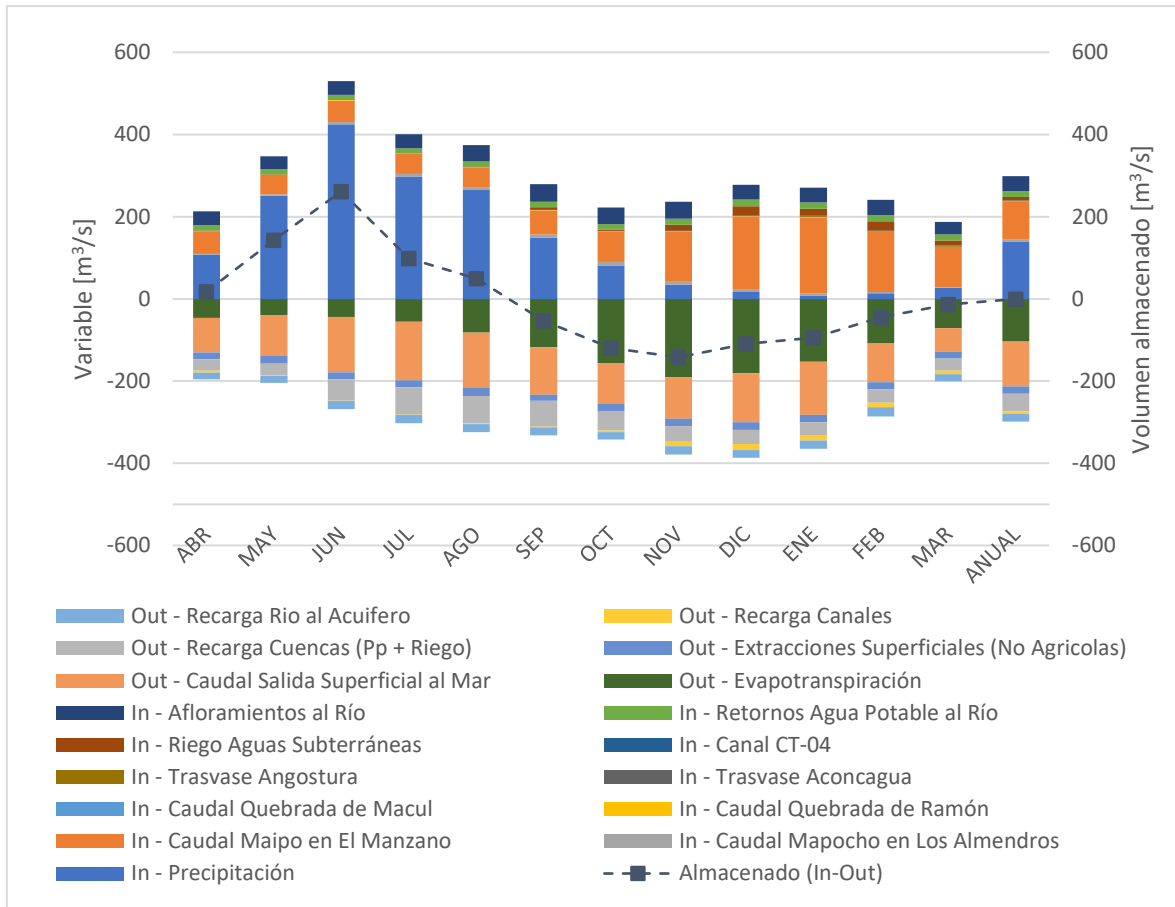


Figura 3-10 Balance Modelo Valle Superficial, en promedio periodo 1990-2019.
Fuente: Elaboración propia.

En tercer lugar, se presentan los resultados para el modelo valle subterráneo en la Figura 3-11. Las entradas corresponden al flujo subterráneo de entrada en la zona de Maipo en el Manzano y Mapocho en Los Almendros, la recarga superficial difusa, y a la recarga desde el río. Adicionalmente se incorporan como entradas diversos elementos de recarga natural y/o artificial, correspondientes a tranques, embalses y pozos de inyección. Por otra parte, las salidas corresponden a la evapotranspiración directa desde el acuífero, las extracciones subterráneas agrícolas y no agrícolas, y a los afloramientos hacia el río y los drenes. Cabe destacar que no se considera como ingreso al acuífero la recarga generada en el sector de Codegua, dado que esta zona forma parte del modelo superficial, pero no forma parte del modelo subterráneo.

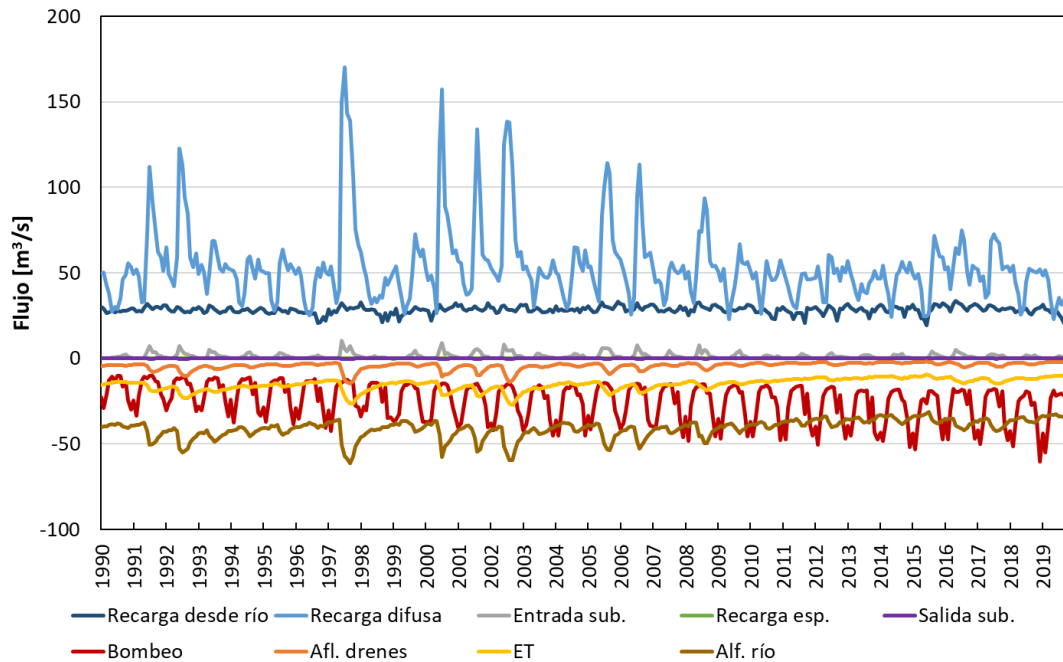


Figura 3-11 Balance Modelo Valle Subterráneo, en promedio periodo 1990-2019.
Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente se presenta el balance hídrico del régimen transiente para cada SHAC en el modelo (ver Tabla 3-3). Los balances indican que la mayoría de los SHAC sufren una variación de almacenamiento negativa, es decir pierdan almacenamiento. Los SHAC con una variación de almacenamiento positiva corresponden a los SHAC ubicados en la parte baja de la cuenca donde converge el flujo desde la parte media y se observa mayor afloramiento de agua subterránea hacia el río.

Tabla 3-3 Balance hídrico subterráneo por SHAC, modelo WEAP-MODFLOW - Promedio 1990-2019.

Entradas [m³/s]	SHAC																								Total	
	B	CP	Chi	Cho	CI	CS	MN	LH	LA	L	LG	LB	MD	M	P	Pi	Po	PA	PB	PM	SC	SN	Tiltit	Vit.		
Flujo sub.	1,9	0,1	0,2	0,0	0,1	1,5	4,3	0,0	0,01	1,1	0,1	0,4	0,0	0,8	1,1	0,5	0,1	0,0	0,5	0,2	9,8	2,8	0,1	0,8	26,1	
Recarga desde río	4,5	0,03	0,0	0,2	0,7	0,7	4,1	0,1	0,0	1,3	0,2	0,4	0,1	1,2	0,7	3,8	0,2	0,5	0,5	1,0	6,1	0,7	0,01	1,4	28,4	
Recarga difusa	4,7	0,6	0,4	1,4	0,8	1,0	3,7	1,7	1,2	1,4	0,4	0,5	0,9	2,9	3,0	5,9	1,5	1,6	2,0	3,5	13,3	1,0	1,2	0,2	55,1	
Recargas esp.	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	
Total	11,1	0,9	0,6	1,7	1,6	3,2	12,0	1,9	1,2	3,8	0,6	1,3	1,0	4,8	4,8	10,2	1,8	2,2	3,0	4,6	29,2	4,5	1,3	2,4	109,8	
Salidas [m³/s]																										
Flujo sub.	6,1	0,1	0,5	0,1	0,5	1,9	0,5	0,3	0,01	2,3	0,2	0,8	0,1	0,6	1,0	6,4	0,1	0,1	0,05	0,1	2,4	1,3	0,2	0,6	26,2	
Afl. río	3,3	0,003	0,0	0,4	0,02	0,2	5,1	1,0	0,4	0,03	0,2	0,2	0,7	1,9	2,2	2,9	1,1	1,2	2,3	1,5	13,5	1,2	0,0	1,3	40,7	
Afl. drenes	0,0	0,01	0,0	0,5	0,0	0,4	0,3	0,0	0,04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,3	0,2	0,8	0,0	0,7	0,6	0,0	4,2	
Pozos de bombeo	0,8	1,3	0,1	0,4	1,1	0,7	2,4	0,1	0,1	1,2	0,1	0,3	0,0	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,04	1,4	11,5	1,1	0,4	0,5	25,1	
ET	0,9	0,01	0,003	0,3	0,001	0,2	3,7	0,6	0,6	0,3	0,1	0,01	0,1	1,9	1,3	0,5	0,4	0,2	0,4	0,9	2,1	0,3	0,1	0,04	15,1	
Total	11,1	1,5	0,7	1,7	1,7	3,3	12,1	1,9	1,2	3,8	0,6	1,3	1,0	4,8	4,8	10,2	1,9	2,2	3,0	4,7	29,4	4,5	1,3	2,4	111,4	
Δ Alm. [m³/s]	-0,1	-0,6	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,2	0,0	0,0	0,0	-1,58	
Error [m³/s]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Error [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	

Nota: B: Buin, CP: Chacabuco Polpaico, Chi: Chicureo, Cho: Cholqui, CI: Colina Inferior, CS: Colina Sur, MN: El Monte Nuevo, LH: La Higuera, LA: Laguna de Aculeo, L: Lampa, LG: Las Gualtatas, LB: Lo Barnechea, MD: Maipo Desembocadura, M: Melipilla, P: Paine, Pi: Pirque, Po: Popeta, PA: Puangue Alto, PB: Puangue Bajo, PM: Puangue Medio, SC: Santiago Central, SN: Santiago Norte, Vit.: Vitacura

Fuente: Elaboración propia.

3.6 Satisfacción de la Demanda

Los valores medios mensuales de la demanda satisfecha e insatisfecha se presentan en la Figura 3-12, mientras que en la Figura 3-13 se presenta la serie histórica.

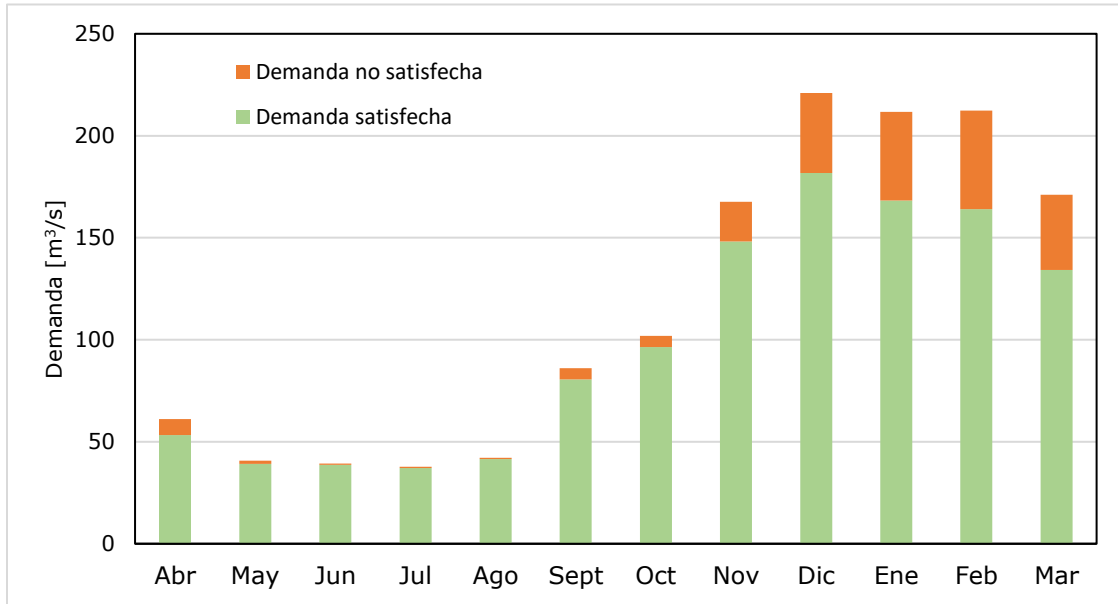


Figura 3-12 Gráfico demanda mensual satisfecha e insatisfecha en Cuenca Maipo Valle en periodo histórico (1990-2019) (m³/s).
Fuente: Elaboración propia.

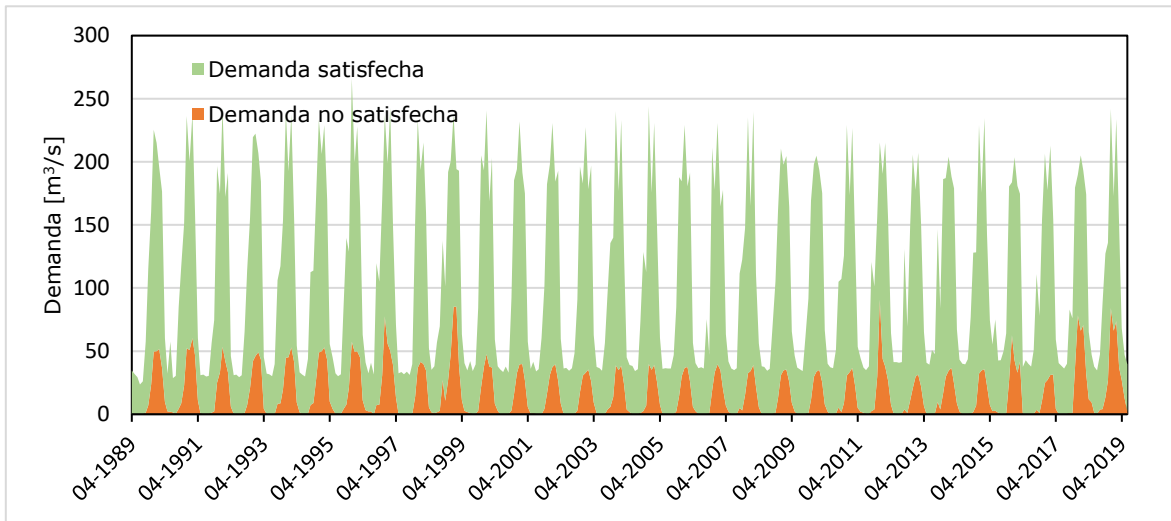


Figura 3-13 Gráfico serie de demanda satisfecha y no satisfecha en la Cuenca Maipo Valle en el periodo histórico (1990-2019) (m³/s).
Fuente: Elaboración propia.

3.7 Estado actual de la cuenca

La oferta en la cuenca queda dada principalmente por los caudales de los ríos Maipo y Mapocho, los cuales se encuentran prácticamente sin intervención de tipo consuntiva hasta el sector de las estaciones río Maipo en El Manzano y río Mapocho en Los Almendros, con caudales medios anuales de 114 m³/s y 6,8 m³/s, respectivamente. Además, la precipitación en la zona valle es 596 mm.

Las principales demandas corresponden al uso de riego y agua potable, y en menor medida a usos industriales, mineros y otros. La estacionalidad de la demanda queda bien marcada por el aumento del consumo de riego durante el periodo estival. La demanda agrícola alcanza un valor medio anual cercano a los 78 m³/s, mientras que la demanda de agua potable (sumando fuentes superficiales y subterráneas corresponde a 24 m³/s. Los otros usos suman en total poco más de 13 m³/s.

La satisfacción de la demanda muestra que los mayores problemas se presentan en la época de verano, entre noviembre y marzo, época en la cual las demandas aumentan considerablemente, afectadas en mayor medida por el aumento de los requerimientos de riego.

El balance hídrico a nivel de cuenca presenta una variación media negativa de almacenamiento del sistema acuífero de -2,2 m³/s, es decir, una pérdida neta de almacenamiento. Sin embargo, esta variación no es igual en toda la cuenca, con los cambios mayores observados en la parte media del valle, donde se encuentra mayor intensidad de demanda subterránea y los mayores descensos en el acuífero. Por otro lado, existen sectores, sobre todo en la parte baja de la cuenca, donde se observan aumentos leves en el volumen almacenado en el acuífero.

En cuanto a las entradas al sistema acuífero, el aporte de recarga difusa, compuesta por varios procesos superficiales descritos en los capítulos anteriores, constituye la entrada dominante, representando unos 54 m³/s en promedio, equivalente a un 64% de las entradas. El otro proceso de entrada significativo corresponde a la recarga desde los cauces, representando unos 28 m³/s en promedio, equivalente a un 34% de las entradas totales. Por otro lado, el afloramiento, con un flujo medio de 41 m³/s, constituye la salida más importante, representando un 48% de las salidas. Adicionalmente, las salidas de las extracciones (25 m³/s, equivalente a 29%) y la evaporación (15 m³/s, equivalente a 18%), corresponden a las otras salidas de mayor significancia.

La interacción río-acuífero es un componente fundamental del funcionamiento hidrológico de la cuenca, observándose más recarga desde el río en la parte alta del valle, y más afloramiento en la parte baja. El flujo neto es de 13,1 m³/s de afloramiento.

El modelo final acoplado Maipo Valle permite evaluar la oferta subterránea sustentable en los SHAC. Los resultados indican que al menos 15 no cumplen con al menos uno de los 3 criterios de descensos sustentables, afectación al río o satisfacción de la demanda, los que corresponden a: Chacabuco Polpaico, Tilttil, Colina Inferior, Chicureo, Vitacura, Colina Sur, Lampa, Santiago Norte, Santiago Centro, Paine, Laguna de Aculeo, Cholqui, La Higuera, Popeta y Puangue Medio.

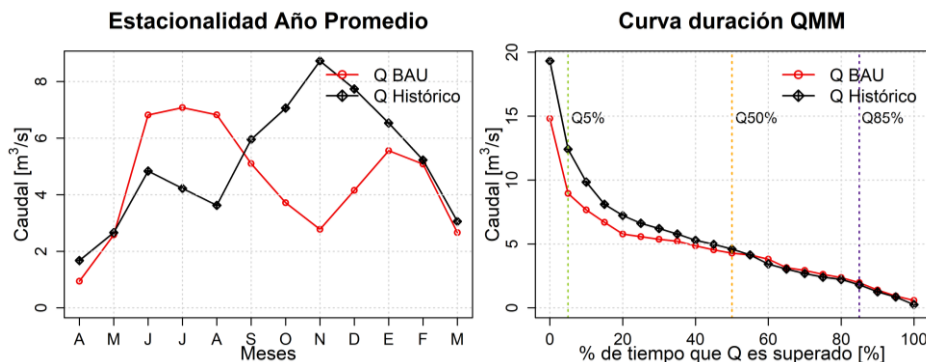
3.8 Proyecciones

Las proyecciones de cambio climático, para el periodo 2020-2050, indican una disminución de precipitación a nivel global en la cuenca, exceptuando únicamente los puntos de mayor altura. Esta disminución corresponde a un 28% de las precipitaciones en el sector cordillera, y un 22% en el sector valle. Por otra parte, la evapotranspiración responde a dicha disminución de precipitaciones y al aumento de temperatura, lo que genera una disminución de un 11% en el sector valle, y de un 18% en el sector cordillera.

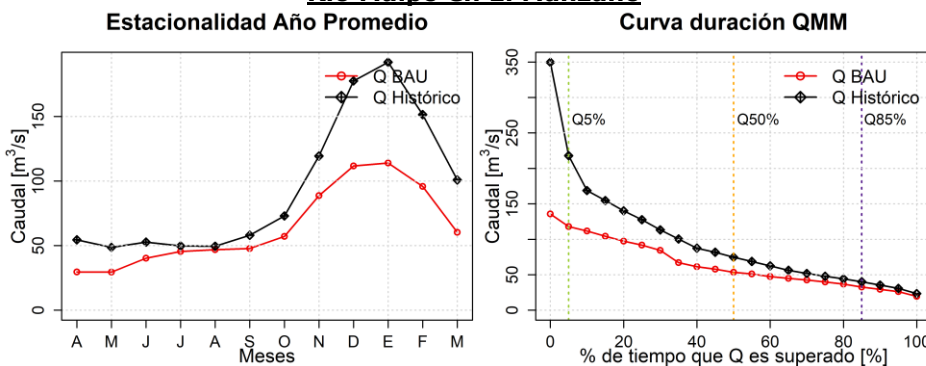
En cuanto al efecto del cambio climático sobre los caudales, se observa una disminución en los caudales proyectados para las estaciones río Maipo en el Maipo en El Manzano y río Mapocho en Los Almendros, de un 13% y 32%, respectivamente. En la Figura 3-14 se presentan los caudales estacionales y curvas de duración para estos dos puntos, además de las estaciones Río Mapocho en Rinconada de Maipú y Río Maipo en Cabimbao, todas las cuales reflejan la disminución de caudales y cambios en la estacionalidad.

Finalmente, en cuanto el volumen acuífero, se observa una variación media de -1,05 m³/s para el periodo futuro, cambio inferior al observado durante el periodo histórico de -1,58 m³/s. Esto se explica en que durante algunos periodos el acuífero experimenta aumentos en volumen, respondiendo a las forzantes climáticas utilizadas. Estas forzantes muestran que, a pesar de que se muestra una disminución global de la oferta en el escenario futuro, al comparar el escenario de cambio climático con los últimos 10 años del periodo histórico (periodo de la mega sequía), se observa un leve aumento en la precipitación media en la cuenca (~20 mm/año), por lo que pese a mantenerse el descenso, se atenúa levemente su pendiente.

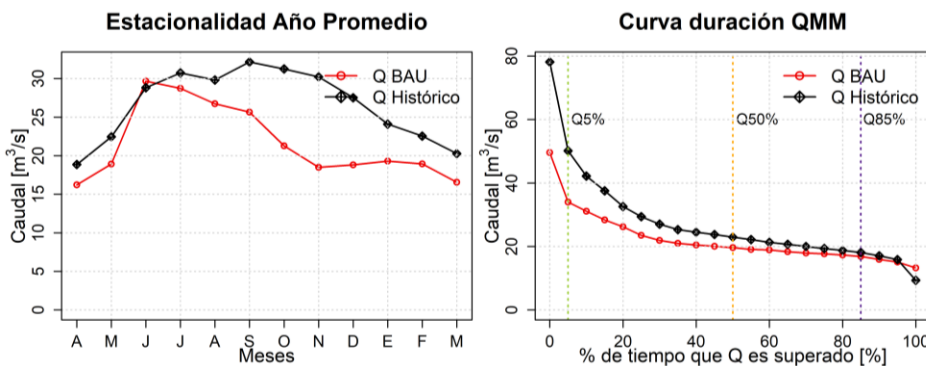
Río Mapocho en Los Almendros



Río Maipo en El Manzano



Río Mapocho en Rinconada de Maipú



Río Maipo en Cabimbao

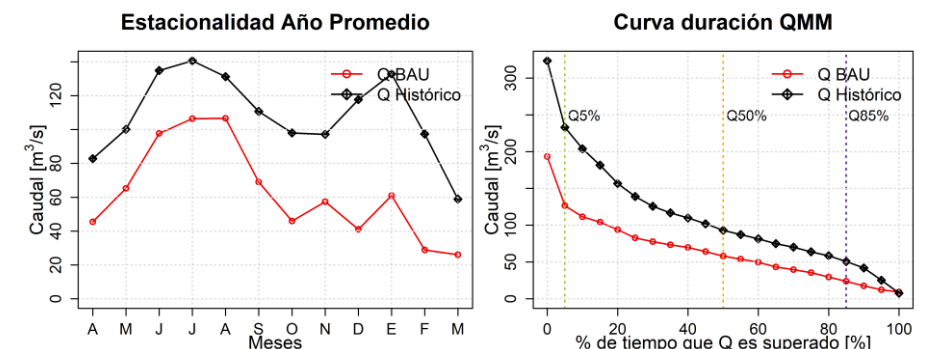


Figura 3-14 Comparación caudal simulado ESC BAU (2020-2050) c/r a modelo simulado en el periodo histórico (1990-2019) en estaciones representativas de la cuenca.

Fuente: Elaboración propia.

4 PLAN DE ACCIÓN

A continuación, se presentan los ejes y objetivos del plan, así como un levantamiento de acciones e iniciativas a considerar en el PEGH para la cuenca.

4.1 Ejes y Objetivos para el PEGH

Los ejes y objetivos para la definición de acciones en el marco del PEGH del Maipo fueron propuestos a partir de los objetivos del estudio y de la revisión de los principales antecedentes. En la Tabla 4.1 presenta los ejes y objetivos planteados para el plan.

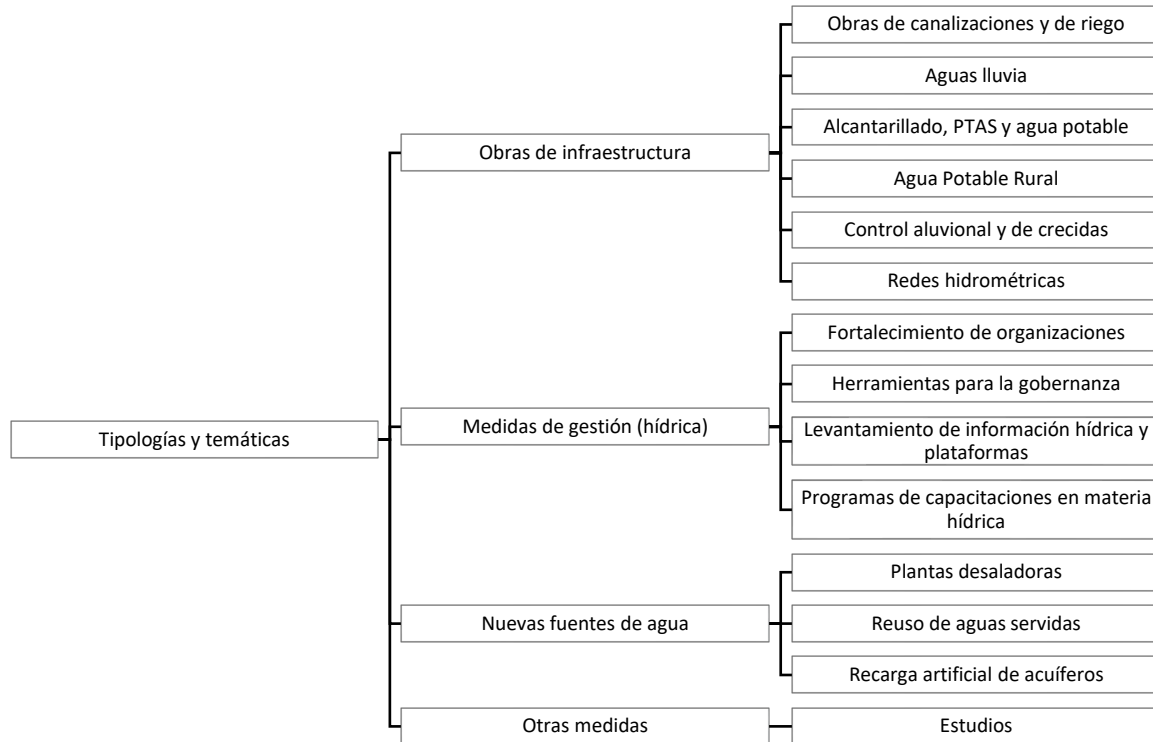
Tabla 4.1 Ejes y Objetivos propuestos para PEGH Cuenca del río Maipo

Eje	Nombre de eje	N°	Objetivos para definición de Acciones del Plan
1	Uso estratégico del recurso hídrico: brechas entre oferta y demanda, riesgos hídricos	1	Reducir las brechas entre oferta y demanda de agua considerando cambio climático, sequía e inundaciones.
		2	Restaurar condiciones de abastecimiento y calidad de las fuentes de agua potable urbana, tanto para fuentes superficiales como subterráneas.
		3	Restaurar condiciones de abastecimiento y calidad de las fuentes de agua potable rural, tanto para fuentes superficiales como subterráneas.
		4	Conservar y/o mejorar el estado de la infraestructura hidráulica actual.
		5	Gestión de riesgos
2	Información y monitoreo del recurso hídrico	1	Mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (superficial, subterráneo, de montaña y glaciares).
		2	Gestión de información
3	Gestión y gobernanza del agua	1	Promover y revitalizar la alianza público - privada en materia hídrica.
4	Conservación y protección del recurso y del ecosistema hídrico	1	Conservar y/o mejorar el estado de la calidad de aguas de las fuentes superficiales y subterráneas.
		2	Proteger funciones ecosistémicas críticas relacionadas con los cuerpos de agua en el tiempo.

Fuente: elaboración propia.

4.2 Cartera de iniciativas de inversión vigentes

Para el análisis de objetivos, ejes e iniciativas, se levantó un total de 107 iniciativas de inversión vigentes para la cuenca del río Maipo, las que se clasificaron según las tipologías que se grafican en la Figura 4.1. Esta información fue extraída desde el Banco Integrado de Proyectos del Ministerio de Desarrollo Social y Familia.



Fuente: elaboración propia.

Figura 4.1 Clasificación de las Iniciativas Hídricas Recopiladas

4.3 Cartera de iniciativas propuestas

Para generar una cartera de iniciativas propuestas, se estableció una priorización de las acciones abordadas en las actividades de PAC, las que se muestran en la Tabla 4.2 y que presenta las 10 acciones priorizadas durante las reuniones PAC.

Cabe señalar que en este caso las acciones se refieren a una idea o solución más amplia que una iniciativa concreta, y lo que se busca finalmente es identificar las iniciativas concretas que permitan abordar dichas acciones.

Tabla 4.2 Acciones mejor evaluadas y número de iniciativas en cartera vigente, PEGH Maipo

Id Tipo	Tipología	Id	Acciones	Evaluación ponderada ICASS + PAC	¿Se prioriza?	N° de inic. en cartera vigente
1	Obras de Infraestructura	6	Mejorar infraestructura de riego, la eficiencia de distribución y acumulación de obras para riego.	5	SI	5
		8	Mejorar red hidrométrica en la cuenca (niveles, caudales).	5	SI	0
		9	Entregar soluciones definitivas al abastecimiento de agua potable rural y agilizar su aprobación.	5	SI	38
2	Medidas de gestión hídrica	11	Información actualizada de derechos de agua.	5	SI	0
		13	Fortalecimiento APR en capacidades de gestión y tecnológicas.	6	SI	0
		14	Regularización de derechos de agua.	6	SI	0
		16	Mayor fiscalización tanto de extracciones como de las descargas a cauces.	5	SI	0
3	Nuevas fuentes de agua	18	Reúso de aguas servidas.	7	SI	0
		20	Nuevas fuentes de agua: recarga artificial de acuíferos.	6	SI	0
4	Otras Medidas	23	Investigación aplicada a brechas de conocimiento hídrico (recarga, glaciares, otras materias).	5	SI	3
					Fuente: elaboración propia.	
					Total	46

Como se presenta en el esquema de la Figura 4.2, esta priorización se complementó con acciones adicionales levantadas desde la PAC y con valor estratégico, para finalmente hacer un cruce con la cartera de iniciativas vigentes y las propuestas de iniciativa de planes previos.

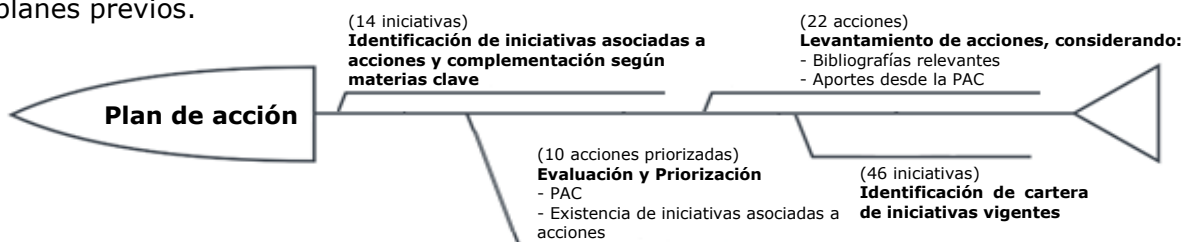


Figura 4.2 Esquema general para elaboración de Plan de acción

Fuente: Elaboración propia

A partir de lo anterior se definieron iniciativas asociadas a cada una de las acciones antes indicadas, donde en la Tabla 4.3 se presenta el listado de las acciones e iniciativas finalmente priorizadas. Dicho listado incluye tanto iniciativas previas, iniciativas de la cartera vigente, así como las de valor estratégico recogidas en PAC y en coordinación con la Inspección Fiscal.

Tabla 4.3 Iniciativas prioritizadas PEGH cuenca del Maipo

Id Tipo	Tipología	Id acción	Acciones	Id inic.	Iniciativas adicionales	Responsable	Origen de la iniciativa
1	Obras de Infraestructura	06	Mejorar infraestructura de riego, la eficiencia de distribución y acumulación de obras para riego.	i1	Plan de apoyo para implementar sistemas para el control de extracciones.	CNR	Diagnóstico ICASS, PAC, Plan de Riego CNR 2016
		08	Mejorar red hidrométrica en la cuenca (niveles, caudales).	i2	Implementación de mejoras a la red hidrométrica DGA en la cuenca del Maipo (nuevas estaciones y equipamiento para éstas).	DGA	Diagnóstico ICASS
		09	Entregar soluciones definitivas al abastecimiento de agua potable rural y agilizar su aprobación.	i3	Diagnóstico técnico para el abastecimiento de agua potable en zonas rurales.	DOH /SSR	Diagnóstico ICASS, PAC, Planes previos
2	Medidas de gestión hídrica	10	Información actualizada de derechos de agua.	i4	Actualización del catastro de derechos de agua DGA incorporando información no disponible en DGA de la cuenca del Maipo.	DGA CORFO	Diagnóstico ICASS, PAC, Planes previos
				i5	Análisis técnico legal para la implementación de un sistema de transmisión de datos entre CBR y DGA. Proyecto piloto.	DGA CORFO	Diagnóstico ICASS, PAC, Planes previos
		12	Fortalecimiento APR en capacidades de gestión y tecnológicas.	i6	Capacitación, fortalecimiento y acompañamiento técnico para APR en materias relevantes.	DOH /SSR	Diagnóstico ICASS, PAC, Planes previos
		13	Regularización de derechos de agua.	i7	Programa de apoyo para completar necesidades de regularización de derechos de agua para usuarios del sector agrícola y APR.	CNR	Diagnóstico ICASS, PAC, Planes previos
		15	Mayor fiscalización tanto de extracciones como de las descargas a cauces.	i8	Dotación de personal para aumentar capacidades de fiscalización DGA en la cuenca.	DGA	Diagnóstico ICASS, PAC, Planes previos
				i9	Incorporación de nuevas herramientas y desarrollo de nuevos estudios para las labores de fiscalización por parte de DGA.	DGA	Diagnóstico ICASS, PAC, Planes previos

Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca del Maipo

Id Tipo	Tipología	Id acción	Acciones	Id inic.	Iniciativas adicionales	Responsable	Origen de la iniciativa
				i10	Fortalecimiento de capacidades para el ejercicio de funciones fiscalizadoras de la DGA.	DGA	Diagnóstico ICASS, PAC, Planes previos
3	Nuevas fuentes de agua	17	Reúso de aguas servidas.	i11	Estudio de evaluación técnica-legal y piloto de reúso de aguas servidas.	Empresa Sanitaria / CORFO	Diagnóstico ICASS, PAC
		19	Nuevas fuentes de agua: recarga artificial de acuíferos.	i12	Implementación de piloto de recarga artificial de acuíferos, análisis normativo y evaluación de la mejor alternativa de recarga en la cuenca.	DOH /CORFO	Diagnóstico ICASS, PAC
4	Otras medidas	22	Investigación aplicada a brechas de conocimiento hídrico (recarga, glaciares, otras materias).	i13	Estudios para suplir brechas de conocimiento: Geofísica, actualización modelación, entre otras.	DGA /CNR /DOH	Diagnóstico ICASS, PAC
		s/n	Gestión de información.	i14	Desarrollo de una Plataforma Informática de soporte para la gestión integrada de recursos hídricos en la cuenca.	DGA	Diagnóstico ICASS, PAC

Tabla 4-4 Listado de iniciativas, costos y plazos en el marco del PEGH.

Id inic.	Iniciativas adicionales	Costo total [millones \$]	Plazo [años]	Fuente de financiamiento principal	Fuente de financiamiento alternativa	Tipo Financiamiento	Entidad Financiera	Entidad Responsable
i1	Plan de apoyo para implementar sistemas para el control de extracciones.	200	5	MINAGRI	FNDR	Sectorial	MINAGRI	CNR
i2	Implementación de mejoras a la red hidrométrica DGA en la cuenca del Maipo (nuevas estaciones y equipamiento para éstas).	969	5	DGA	FNDR	Sectorial	DGA	DGA
i3	Diagnóstico técnico para el abastecimiento de agua potable en zonas rurales.	40	1	DOH	FNDR	Sectorial	DOH	DOH /SSR
i4	Actualización del catastro de derechos de agua DGA incorporando información no disponible en DGA de la cuenca del Maipo.	100	1	DGA		Sectorial	DGA	DGA CORFO
i5	Análisis técnico legal para la implementación de un sistema de transmisión de datos entre CBR y DGA. Proyecto piloto.	100	1	CORFO		CORFO	CORFO	DGA CORFO
i6	Capacitación, fortalecimiento y acompañamiento técnico para APR en materias relevantes.	200	5	FNDR	DOH	FNDR	FNDR	DOH /SSR
i7	Programa de apoyo para completar necesidades de regularización de derechos de agua para usuarios del sector agrícola y APR.	100	4	DGA	MINAGRI	Sectorial	DGA	CNR
i8	Dotación de personal para aumentar capacidades de fiscalización DGA en la cuenca.	350	5	DGA	FNDR	Sectorial	DGA	DGA
i9	Incorporación de nuevas herramientas y desarrollo de nuevos estudios para las labores de fiscalización por parte de DGA.	150	5	DGA	FNDR	Sectorial	DGA	DGA

Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca del Maipo

Id inic.	Iniciativas adicionales	Costo total [millones \$]	Plazo [años]	Fuente de financiamiento principal	Fuente de financiamiento alternativa	Tipo Financiamiento	Entidad Financiera	Entidad Responsable
i10	Fortalecimiento de capacidades para el ejercicio de funciones fiscalizadoras de la DGA.	50	5	DGA	FNDR	Sectorial	DGA	DGA
i11	Estudio de evaluación técnica-legal y piloto de reúso de aguas servidas.	500	5	CORFO	CORFO	CORFO	CORFO	Empresa Sanitaria / CORFO
i12	Implementación de piloto de recarga artificial de acuíferos, análisis normativo y evaluación de la mejor alternativa de recarga en la cuenca.	150	2	MINAGRI	MINAGRI	Sectorial	MINAGRI	DOH /CORFO
i13	Estudios para suplir brechas de conocimiento: Geofísica, actualización modelación, entre otras.	150	3	DGA	FNDR	Sectorial	DGA	DGA /CNR /DOH
i14	Desarrollo de una Plataforma Informática de soporte para la gestión integrada de recursos hídricos en la cuenca.	87	3	DGA	FNDR	Sectorial	DGA	DGA

4.4 Valorización económica del plan

Las medidas contempladas en el presente Plan ascienden a un valor actual de costos de a 89.113 Millones de pesos de los cuales 3.139 Millones de pesos corresponden iniciativas propuestas y 85.974 Millones de pesos a iniciativas vigentes. El financiamiento del PEGH del Maipo se basa principalmente en la coordinación de las entidades públicas, reasignación de presupuesto público, y la gestión de los fondos y/o programas en forma consistente a los objetivos y medidas del Plan.

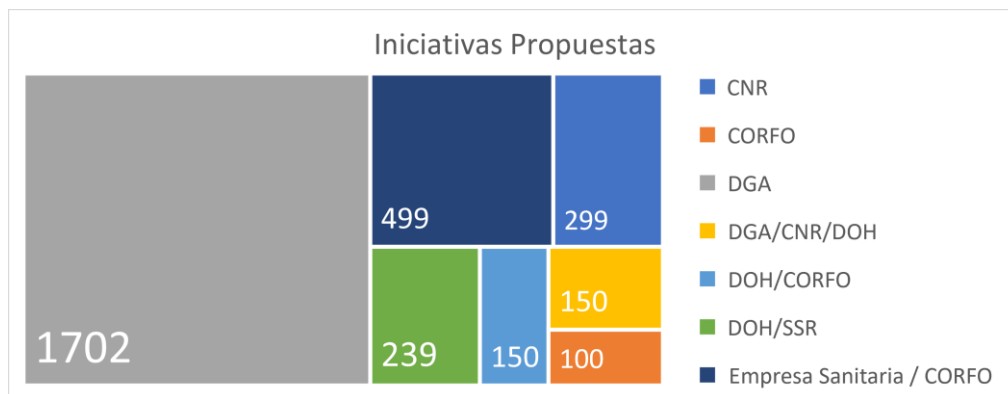
La Tabla 4.3 presentó el listado de iniciativas priorizadas junto con su presupuesto, costo, responsable financiero propuesto y horizonte de tiempo.

En función de los resultados de la evaluación económica, y la responsabilidad en la ejecución de las iniciativas, se resume a continuación el VAC y CAE total por institución responsable en Tabla 4.5 y Figura 4.3.

Tabla 4.5 Distribución de costos según ejecutor: VAC y CAE [\$ Millones de pesos] Iniciativas Propuestas

Responsables	VAC [\$ Millones]	CAE [\$ Millones]
CNR	299	65
CORFO	100	100
DGA	1.702	432,8
DGA/CNR/DOH	150	50
DOH/CORFO	150	75
DOH/SSR	239	80
Empresa Sanitaria / CORFO	499	100
Total general	3.139	903

Fuente: elaboración propia.



Fuente: elaboración propia.

Figura 4.3 Distribución de VAC [\$ Millones de pesos] según ejecutor: Iniciativas Priorizadas.

5 IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN

En el presente capítulo se presentan las características necesarias para la correcta implementación del PEGH. Se incluye también un resumen con la identificación de las fuentes de financiación previstas.

5.1 Estructura del Plan de Gestión

El conjunto de iniciativas del PEGH se ha establecido de acuerdo con los 4 ejes identificados en la Figura 4.1. A su vez, las iniciativas se clasifican en 4 tipologías como se detalló en Figura 4.2, según Obras de infraestructura (OI), Medidas de Gestión (MG), Nuevas Fuentes (NF) y Otras Medidas (OM)

5.2 Plazos de implementación

Los plazos de implementación se muestran en la Tabla 7.2 del informe principal y los detalles de las iniciativas en el Apéndice K2 del Anexo K.

5.3 Estrategia de Implementación

Para lograr implementar de las iniciativas del PEGH es necesario conocer los diferentes aspectos que puedan influir en la implementación de las acciones del plan, dentro de lo cual se pueden identificar aspectos institucionales, culturales, normativos, económicos, teniendo en consideración el rol de las mujeres y aspectos relacionados con el ciclo político. Este último aspecto guarda relación con el compromiso de las autoridades de los Servicios Públicos clave, ya que son estas autoridades las que validarán y priorizarán las iniciativas de inversión asociadas al Plan, destinarán personal para el seguimiento del PEGH y apoyarán en la convocatoria a reuniones futuras y tendrán un rol activo en el PEGH.

5.3.1 Proceso de implementación

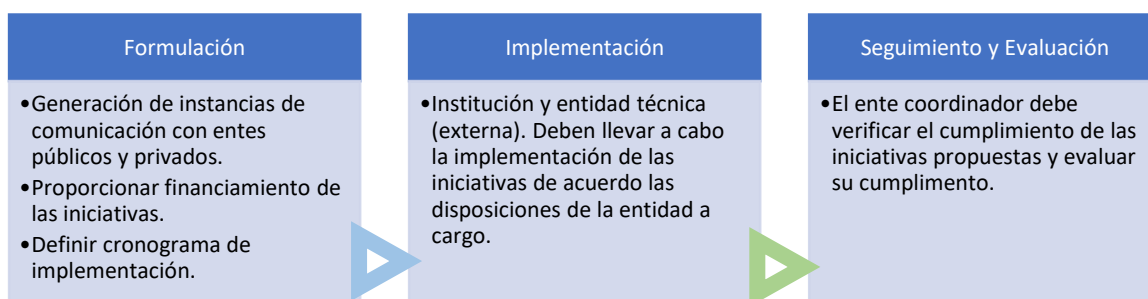
El Plan Estratégico es parte de un proceso de mejoramiento continuo en donde, es necesario ir incorporando constantemente a nuevos actores e iniciativas que puedan ir surgiendo. Como ya se ha mencionado previamente, existen factores que influyen en la

implementación del PEGH, que es necesario considerar para el éxito de su implementación. Entre éstos se cuentan:

- Identificación y comunicación con instituciones responsables
- Generar una buena acogida las iniciativas por parte de los beneficiarios
- Disponer de financiamiento
- Identificar externalidades positivas y negativas de cada medida.

Debido a que los PEGH han sido impulsados por DGA, se considera que sea esta entidad la responsable de estar a cargo de esta herramienta a partir de la coordinación y articulación desde la Dirección Regional de Aguas de la Región Metropolitana. Esto, debido a que se considera a ésta como una entidad conocedora de la realidad territorial de una forma más próxima (que por ejemplo la DGA Nivel Central) y que mantiene vínculos con los actores territoriales, tanto públicos de otros servicios (DOH, CNR u otros) así como privados.

En la Figura 5.1 se presenta un esquema básico de los pasos propuestos a seguir en la implementación de las iniciativas del PEGH.



Fuente: elaboración propia.

Figura 5.1 Esquema de implementación del PEGH

5.4 Gobernanza del Plan Estratégico

Se plantea que el objetivo central de la gobernanza debe ser lograr la seguridad hídrica, existiendo consenso en la necesidad de integrar criterios de sostenibilidad en la toma de decisiones ante el cambio climático, con el fin de ayudar a reducir y/o mitigar la incertidumbre que genera este.

Por su parte, el Plan Estratégico para la gestión de la cuenca es parte de un proceso de mejoramiento continuo, definido en tres etapas: Formulación, Implementación, y

Seguimiento y Evaluación, en las cuales se propone integrar la dimensión de la gobernanza para su desarrollo.

De esta forma, en la etapa de formulación del plan se requiere la creación de una instancia que permita la participación de los distintos actores relacionados con la gestión de los recursos hídricos, usuarios directos e indirectos, que se denominará Mesa PEGH Maipo. En este sentido, la Mesa PEGH Maipo podría evolucionar en su rol, adquiriendo una orgánica que le permita conducir en el tiempo los procesos estratégicos del plan, en este caso, su formulación y actualización. Además, podría ser la instancia que dirima los vacíos o superposiciones que existen entre las funciones de los distintos servicios públicos y actores presentes en el territorio. Sin embargo, esta posibilidad requiere que las decisiones de la mesa sean vinculantes, al menos en alguna medida, por lo que se debe avanzar hacia niveles deliberativos en la gobernanza del agua, teniendo en cuenta los límites y reglamentación vigente para ello.

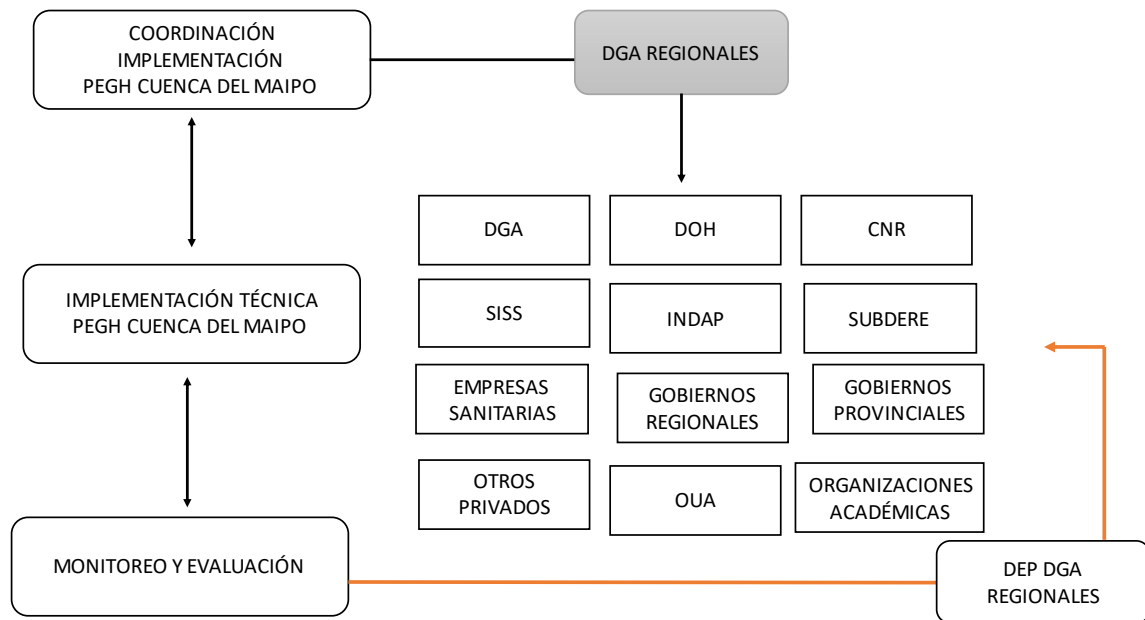
Para la implementación del PEGH se requiere atender a diversos factores que incidirán o afectarán su buen desarrollo, tales como la precisión de las responsabilidades institucionales, el interés y confianza de los actores involucrados en el plan, los recursos financieros disponibles, y los imponderables u otras externalidades positivas o negativas particulares de la o las iniciativas del plan.

Asimismo, la etapa de implementación del plan requiere contar con una instancia de coordinación, ausente actualmente en la cuenca, y que facilite el trabajo conjunto de las distintas entidades responsables de llevar a cabo las iniciativas ya identificadas. También, se hace necesaria dicha instancia de coordinación para las etapas de seguimiento y evaluación, que se haga cargo de llevar un registro permanente de los indicadores, y facilite las revisiones periódicas del Plan Estratégico formulado, permitiendo su actualización.

En particular, en la cuenca del Maipo, los actores clave en la gobernanza de la misma son sin duda las organizaciones públicas vinculadas directamente a la gestión del recurso hídrico y las OUA y APR del territorio, las que, a pesar de presentar diversos grados de organización y desarrollo, son entidades de relevancia que se enlazan con la acción de las instituciones públicas. De este modo, no es posible una buena gestión del recurso sin el fomento de las relaciones entre organismos públicos y privados en este tema.

Considerando los diversos grados de organización y desarrollo de las distintas secciones de la cuenca, se requiere generar acciones para el fortalecimiento organizacional en el sector más bajo de ésta, pues los niveles de acceso a tecnología y/o capacidades técnico-profesionales distan bastante de las ubicadas arriba de la cuenca.

La Figura 5.2 muestra una propuesta de modelo de gobernanza, consistente en una mesa técnica coordinada por DGA y Mesa PEGH Maipo, cuyos miembros son los distintos grupos de actores que fueron mapeados y analizados en el estudio.



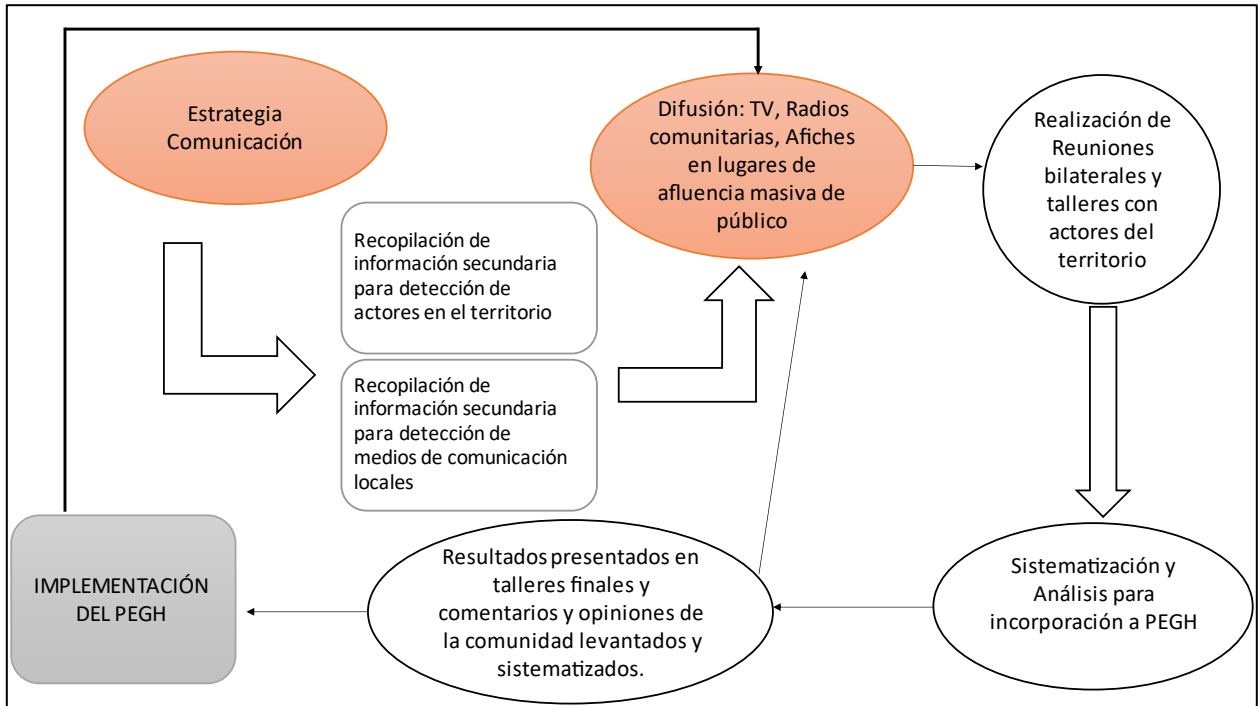
Fuente: elaboración propia.

Figura 5.2 Esquema de Gobernanza para el PEGH

5.5 Estrategia de comunicación

La estrategia comunicacional del PEGH considerará a los actores que participaron de este proceso, en vista de que se vinculan con la necesidad de implementar una estrategia de Gobernanza pertinente a la Cuenca.

Para establecer esta estrategia, se presentan las actividades llevadas a cabo durante la consultoría, seguido de las propuestas futuras. El resumen las actividades de comunicación y difusión durante el proyecto en la Figura 5.3.



Fuente: elaboración propia.

Figura 5.3 Estrategia comunicacional PEGH

5.5.1 Comunicación y difusión del PEGH en fases posteriores

En una propuesta de estrategia comunicacional a considerar para la adecuada implementación del PEGH en la cuenca, la estrategia deberá estar desarrollada en función de tres objetivos:

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

6 MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL PLAN

En este capítulo se detalla el Plan de monitoreo del PEGH Maipo, así como los mecanismos para análisis y toma de decisiones asociados, con el objetivo de evaluar la eficacia de la implementación del PEGH, estableciendo para ello indicadores que permitan seguir el grado de cumplimiento de las iniciativas y de los objetivos definidos para el PEGH.

6.1 Plan de Monitoreo

El Plan de monitoreo del PEGH del Maipo busca establecer el grado de cumplimiento en el tiempo de las iniciativas del PEGH, y así, evaluar el grado de avance para alcanzar los objetivos formulados por el plan a través de un modelo de seguimiento.

La Tabla 6.1 muestra la distribución de las iniciativas contenidas en el PEGH, considerando el tipo de acción y los porcentajes en cada caso según su periodo de implementación.

Tabla 6.1 Cantidad de iniciativas del PEGH según plazo de implementación

Plazo de implementación	Iniciativas vigentes		Iniciativas propuestas	
	Cantidad	%	Cantidad	%
Corto plazo	44	96%	7	50%
Mediano plazo	1	2%	7	50%
Largo plazo	1	2%	0	0%

Fuente: elaboración propia.

El PEGH centrará sus esfuerzos en dar seguimiento anualmente a los indicadores establecidos para los primeros 5 años. Para el periodo posterior (mediano y largo plazo) el Plan de monitoreo deberá ser evaluado, actualizado y rediseñado.

Entre los indicadores propuestos, se cuentan:

Indicadores Generales. Cuantifican el grado de avance del plan a nivel global, considerando la relación existente entre iniciativas comenzadas y/o finalizadas versus la programación planificada según la carta Gantt.

Indicadores Específicos. Dan cuenta del porcentaje de avance de la implementación de las iniciativas clave del PEGH.

Indicadores de metas. Este indicador busca analizar el porcentaje de avance de los objetivos y acciones propuestas en este PEGH.

Parámetro de referencia. Para los indicadores generales representa el número de iniciativas totales por año que deben ser comenzadas o finalizadas para dar cumplimiento en un 100% a la planificación del PEGH. Para los indicadores específicos representa el tiempo al cual la iniciativa debe estar 100% implementada. Este parámetro es sólo referencial y ayudan a la determinación de los umbrales del Plan de Monitoreo.

Umbrales. Los umbrales corresponden a los valores de avance mínimos aceptados para cada tipo de indicador presentados en la Tabla 6.2.

Frecuencia de revisión: El plan de monitoreo considera el seguimiento de la implementación de las iniciativas durante los primeros cuatro años (2022-2025), a través de los indicadores descritos anteriormente. Y se contempla una evaluación y rediseño del plan en su conjunto durante el quinto año, donde una de las variables a evaluar y rediseñar es el PEGH.

Plan de Acción. Si la evaluación realizada a través del Plan de monitoreo indica que no se ha cumplido con los umbrales definidos, es decir, existen desviaciones importantes respecto de lo planificado, se ejecutará un plan de acción, que tiene por objetivo replanificar el PEGH de modo de cumplir con los objetivos propuestos en los tiempos propuestos.

El Plan de Monitoreo del PEGH se muestra en la Tabla 6.2, detallando los indicadores generales y específicos, los parámetros de referencia en cada caso y el umbral establecido por indicador de seguimiento.

Tabla 6.2 Plan de Monitoreo de PEGH

Tipo de indicador	Indicador de seguimiento	Umbral
General	PIC N° de iniciativas comenzadas/N° iniciativas planificadas al año	Umbral PIC 80% de las iniciativas propuestas proyectadas a comenzar al año i hasta i+4
	PICa N° de iniciativas comenzadas acumuladas/N° iniciativas acumuladas planificadas al año	Umbral PICa 1) 80% de las iniciativas propuestas proyectadas a comenzar al año i hasta i+3 (valor acumulado) 2) 100% de las iniciativas propuestas proyectadas a comenzar su implementación hasta el año i+4 (valor acumulado)
	PIF N° de iniciativas finalizadas/N° iniciativas planificadas al año	Umbral PIF 80% de las iniciativas propuestas proyectadas a finalizar al año i hasta i+4

Tipo de indicador	Indicador de seguimiento	Umbral
	PIFa N° de iniciativas finalizadas acumuladas/N° iniciativas finalizadas acumuladas planificadas al año	Umbral PIFa 1) 80% de las iniciativas propuestas proyectadas a finalizar su implementación el año i hasta i+3 (valor acumulado) 2) 100% de las iniciativas propuestas proyectadas a finalizar su implementación hasta el año i+4 (valor acumulado)
Específico	Porcentaje de avance de cada iniciativa	Soluciones definitivas para APR (0%)

Fuente: elaboración propia.

Según lo indicado anteriormente, el Plan de Monitoreo, en caso de incumplimiento de los indicadores requerirá un plan de acción, dependiendo del periodo de tiempo considerado:

- **Para los primeros 4 años (año i hasta i+4):** El objetivo del Plan de Acción sería reprogramar o replanificar las iniciativas atrasadas para el año siguiente al originalmente programado.
- **Año 5 (año i+5):** El objetivo del Plan de Acción en este periodo es analizar si el PEGH ha cumplido en un 100% con su planificación.

6.2 Mecanismos de evaluación, actualización y toma de decisiones

Es necesario que el PEGH sea evaluado para determinar si el diseño original sigue vigente al cabo de su primer ciclo de 5 años, así como en ciclos consecutivos del mismo periodo.

En relación al análisis del PEGH para su reformulación, se recomienda considerar los siguientes aspectos:

1. Actualización del diagnóstico en la cuenca del río Maipo en materia de recursos hídricos, con especial atención a las brechas entre oferta y demanda, el estado de la infraestructura, la situación de gobernanza en el territorio y el estado ambiental de los cuerpos de agua de la cuenca, solución de brechas de información identificadas en el desarrollo del PEGH. Considera recopilar, revisar y analizar los nuevos antecedentes generados durante los 5 años de implementación del PEGH.
2. Actualización de las problemáticas, brechas y cartera actual de acciones generadas en la cuenca a nivel público como privado.
3. Actualización del modelo hidrológico superficial-subterráneo con la nueva data disponible, resolviendo brechas de modelización que hubieron quedado no resueltas durante el diseño del PEGH original.

4. Evaluación de nuevos escenarios de gestión a través de la herramienta de modelación disponible
5. Evaluación de las condiciones habilitantes de las iniciativas no ejecutadas.
6. Evaluación del resultado del Plan de monitoreo el año $i+4$, mediante la cuantificación de las iniciativas no comenzadas/finalizadas del PEGH.

En base a lo anterior, la DGA deberá definir cómo abordar la reformulación del PEGH, ya sea a través de medios propios o con apoyo externo al servicio, estableciendo:

1. Revisión y/o actualización de los ejes y objetivos específicos del PEGH.
2. Revisión y/o actualización de las iniciativas ya iniciadas, e incorporación de nuevas acciones, a corto/mediano/largo plazo.
3. Si corresponde, actualización del Plan de monitoreo asociado al PEGH.