



**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

INFORME FINAL

**ANEXO K ANÁLISIS DE VOCACIÓN HIDRO-
ECONÓMICA E INICIATIVAS DEL PEGH**

REALIZADO POR:

ICASS SpA

S.I.T. N° 471

Tabla de Contenido

1	ANÁLISIS DE VOCACIÓN HIDRO-ECONÓMICA.....	1
1.1	Prólogo	1
1.2	Introducción y contexto metodológico	3
1.3	Caracterización económica de la Región Metropolitana y Cuenca del Maipo	7
1.4	Análisis hidro-económico de la cuenca	14
1.5	Análisis de sensibilidad hidro-económica	19
1.6	Análisis por subcuenca	24
1.7	Antecedentes para evaluación de iniciativas.....	31
1.8	Proyecciones económicas 2030-2050 Escenario BAU	38
1.9	Proyecciones Económicas y su Demanda Derivada Hídrica	46
1.10	Algunas recomendaciones	47
1.11	Comentarios finales	49
2	APÉNDICE ANEXO K	51

1 ANÁLISIS DE VOCACIÓN HIDRO-ECONÓMICA

1.1 Prólogo

Suman y siguen las señales y realidades que presionan por cambios estructurales en nuestros sistemas de vida y comportamiento económico-social. A los cambios que sobre las estructuras económicas está pidiendo el Cambio Climático se suman la Crisis o Estallido Social de octubre pasado y la actual Pandemia mundial inducida por el Covid-19.

Es el momento de tomar estas crisis como oportunidades reales para rediseñar nuestra economía y así satisfacer las demandas que nos está exigiendo por una parte la misma Naturaleza y por otra la Sociedad y su gente.

No es el modelo de economía social de mercado el que está en juego sino la estructura de su sistema productivo. La economía no es un objetivo en sí mismo. Es solo una ciencia instrumental cuya misión es maximizar el bienestar de la sociedad en un entorno de recursos escasos. Los intereses del qué y para quién hacer cosas, nacen de las personas y la sociedad quienes debieran estar representadas en su sistema político; los formatos y técnicas de cómo hacerlo es materia de la ingeniería económica. La "**nueva normalidad**" que se requiere repensar dependerá de un trabajo multidisciplinario y sincronizado.

En el escenario que se avecina, las recetas usuales utilizadas en la gestión política y económica son insuficientes para la satisfacción de las demandas sociales y de la naturaleza. Se hace necesario diseñar y evaluar nuevas estrategias para el desarrollo de las regiones y del país que hagan cargo conjuntamente de las demandas económicas, sociales y ambientales.

Serán múltiples los escenarios que se requiera evaluar y de ahí la relevancia de disponer de una simulación aproximada del sistema económico, social y ambiental de la región. Para la realización del diagnóstico hidro-económico de la región metropolitana y de su interacción con la disponibilidad hídrica de la Cuenca del Maipo se ha construido un instrumento metodológico cuyo objetivo es simular el comportamiento de la economía regional y la forma en que ella responde a determinados estímulos que se sugieran, y lo hace a través de un conjunto de indicadores que miden el desempeño económico, social y ambiental de la región. Será materia de las definiciones estratégicas que se formulen la valoración que le asignemos a cada uno de estos indicadores.

De la aplicación del instrumento metodológico a la economía de la Región Metropolitana se aprecia que este territorio alberga alrededor de 8 millones de habitantes de los cuales trabajan del orden de 3,4 millones.

Gran parte del empleo se concentra en el sector industrial y en actividades de servicios, principalmente Comercio-Hoteles-Restaurantes y Servicios Financieros, Profesionales y Personales. Los productos y servicios que emanan de estas actividades en una porción muy pequeña abastecen a la demanda interna de la población regional pero su gran mayoría constituyen productos de exportación para satisfacer las demandas provenientes del resto de las regiones del país. Se puede concluir que la economía de la región metropolitana se sustenta principalmente por los servicios que entrega al resto del país, los cuales como se muestra en el contenido de este informe, sustentan del orden del 85% del PIB regional.

La vocación productiva de la región centrada en los servicios le brinda a nivel global una fuerte resiliencia económica al stress hídrico. A diferencia de otras regiones del país con vocación agrícola o minera en donde el déficit hídrico produce un impacto negativo relevante en el PIB, en la Región Metropolitana resulta ser leve. El recurso hídrico con destino al consumo humano, en esta región es el económicamente más rentable.

En relación con la demanda hídrica, las demandas regionales, al igual que en el resto del país, se concentran en el sector agropecuario-silvícola, la que consume el 48% de las extracciones aportando sólo 0,8% del PIB regional. Pero como se analiza en el cuerpo de este informe, si bien el agro expone un bajo aporte al PIB, presenta un fuerte encadenamiento productivo generando un efecto multiplicador de 7,6 veces. En adición a lo anterior, los productos del agro son materias primas relevantes para los sectores Industrial y Comercio-Hoteles-Restaurante los cuales sí tienen una fuerte incidencia en la economía de la región aportando en conjunto cerca del 30% del PIB regional.

En el marco de un análisis hidro-económico de la Cuenca de Maipo y la Región Metropolitana, la situación analizada a nivel macro tiende a ser alentadora y pareciera ser que el stress hídrico no repercute en forma relevante sobre las cifras macroeconómicas regionales como también en el empleo. Y es que la provincia de Santiago que concentra el 74% de la población y eventualmente una proporción aún mayor de la economía regional le resta importancia relativa al resto de las provincias. En este sentido se hace necesario realizar un análisis hidro-económico segmentado a niveles de subcuenca y provincias. Estas provincias en su conjunto suman una población

equivalente a las primeras 5 regiones del país y no sería recomendable ni justo diluirlas dentro de un análisis global dentro de la Región Metropolitana.

1.2 Introducción y contexto metodológico

La elaboración de instrumentos de análisis regional y la producción de información confiable son condiciones necesarias, aunque no suficientes, para comprender una realidad, decidir inversiones, planificar con realismo y favorecer el debate democrático de los problemas y sus soluciones. Estas labores son competencia —tal vez no exclusiva, pero sí prioritaria— del Estado y sus instituciones.

Un plan de acciones constituye una de las etapas esenciales de un proceso de planificación estratégica. Es aquí en donde definen las acciones concretas que permiten cumplir los objetivos estratégicos previamente definidos sobre la unidad de gestión que en este caso es la Cuenca del Maipo.

Es común en muchas entidades empresariales como también de Gobierno grandes esfuerzos en el diseño de sus estrategias y planes en donde se plantean múltiples objetivos, iniciativas y metas, pero en muy pocos casos se hace un análisis exhaustivo de la arquitectura interna del sistema bajo análisis, redundando así en la construcción de indicadores demasiado estándares de cada industria y poco cercanos a las realidades propias del negocio en cuestión (Figura 1-1).

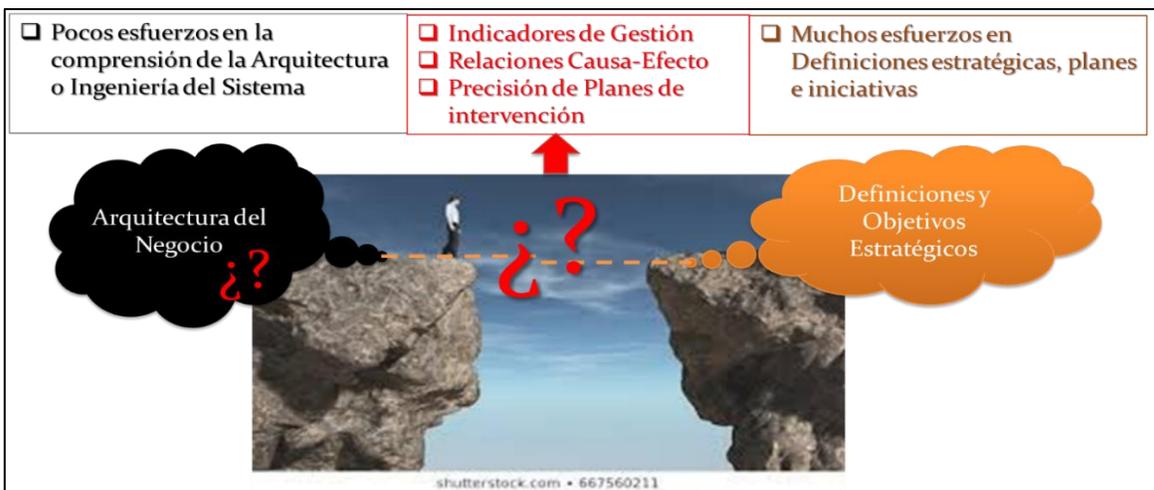


Figura 1-1 Relación Estrategia y Arquitectura del Sistema.

Fuente: Elaboración propia.

Una gestión racional y de base científica amerita un mayor conocimiento de la estructura productiva y de procesos del sistema en análisis – *en este caso El Sistema Económico*

de la Cuenca del Maipo- de modo de visualizar con mayor precisión las conexiones entre las decisiones básicas y operacionales que se toman día a día con las metas y objetivos que se plantean a nivel estratégico.

La caracterización de la Arquitectura Económica-Social de una región es posible modelarla sobre la base de una aproximación de su Matriz Insumo Producto. Con este instrumento cuantitativo las instituciones de gobierno podrán contar de métricas e indicadores de las principales variables (macro)económicas de la región, conocer las relaciones intersectoriales de producción, como también con el empleo, y eventualmente con los impactos ambientales. Se obtiene así una visión integrada de la región de gran utilidad para el diseño de políticas públicas y asignación de recursos para la inversión.

La Figura 1-2 muestra un esquema simplificado de la metodología de análisis considerada.

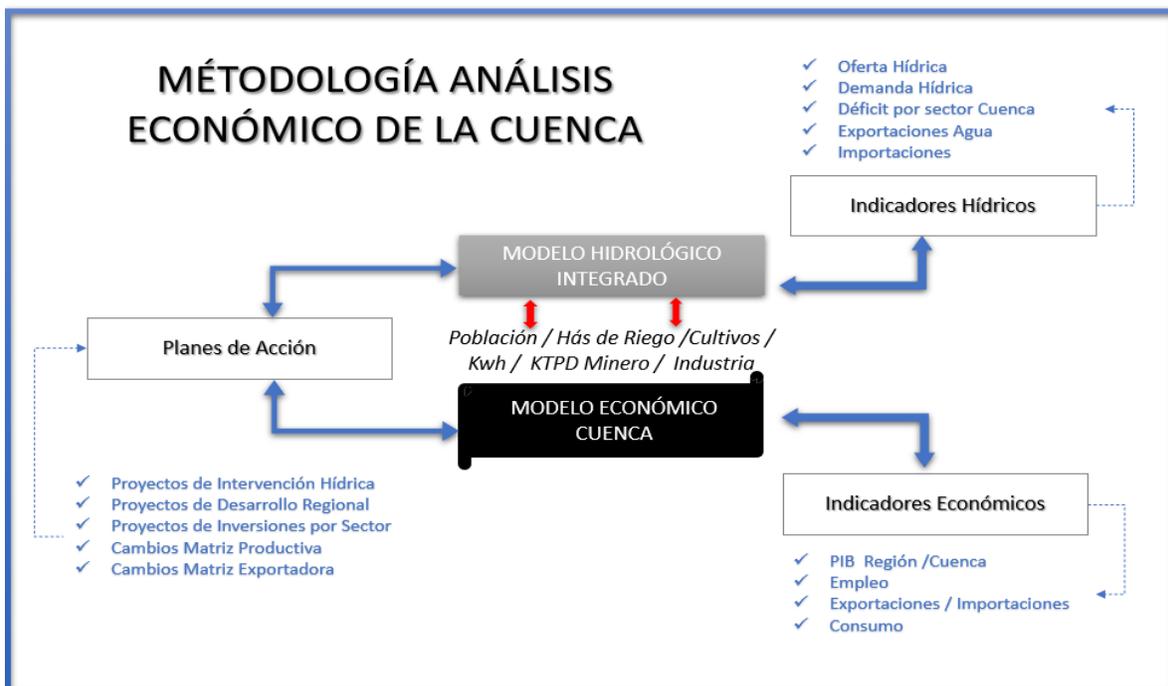


Figura 1-2 Esquema Metodológico para el análisis hidro-económico de la cuenca.

Fuente: Elaboración propia.

Tal como lo señalan las bases de esta propuesta, la unidad analítica sobre la cual se realiza el proceso de planificación y gestión estratégica es la cuenca y sus recursos hídricos, para la cual se deben formular objetivos estratégicos para su población, y su sustentabilidad económica, social y ambiental.

Los recursos hídricos disponible en la cuenca son determinantes tanto para el desarrollo de las actividades económicas de la cuenca y región como también tienen fuertes implicaciones sobre los aspectos sociales y ambientales.

Esta sección del estudio se encarga de la caracterización y modelamiento de las principales actividades económicas que se desarrollan en la Cuenca.

Pero no basta con realizar solo una caracterización individual de la economía regional como un anexo descriptivo de la región. Existe una estrecha interrelación de lo que ocurre entre los flujos hídricos y flujos económicos razón por la cual se hace necesario diseñar mecanismos de integración entre ambos modelos. Esto a su vez facilita las evaluaciones socioeconómicas de los diferentes planes de acciones que se postulen durante la ejecución de este proyecto.

En consideración con las restricciones de información que se disponen a nivel regional, es posible modelar actividades económicas a nivel de 12 sectores o actividades económicas:

- Sector agropecuario silvícola
- Sector pesca
- Sector Minería
- Sector Industrial
- Sector Energía
- Sector Transporte
- Servicios en general (Comercio, Comunicaciones, Financieros; Profesionales y personales)
- Servicios Públicos

Adicionalmente, se requiere las variables demográficas y de demanda:

- Población
- Empleo
- Valor de la producción en consumo
- Valor de las exportaciones e Importaciones

La caracterización inicial del escenario económico se constituirá como el CASO BASE respecto del cual se evaluará el conjunto de planes de intervención o de acción que se diseñen en el contexto del Plan Estratégico de los recursos hídricos de la cuenca, materia y objetivo central de este proyecto.

Las características de este esquema metodológico se pueden resumir como sigue:

1. Si bien el modelamiento podría verse sesgado en la representación del sistema en su dimensión económica, incorpora en su justa medida las variables relevantes de la dimensión ambiental, y un primer acercamiento objetivo a la dimensión social, a través de las variables empleo, niveles de consumo y de bienestar (Figura 1-3).

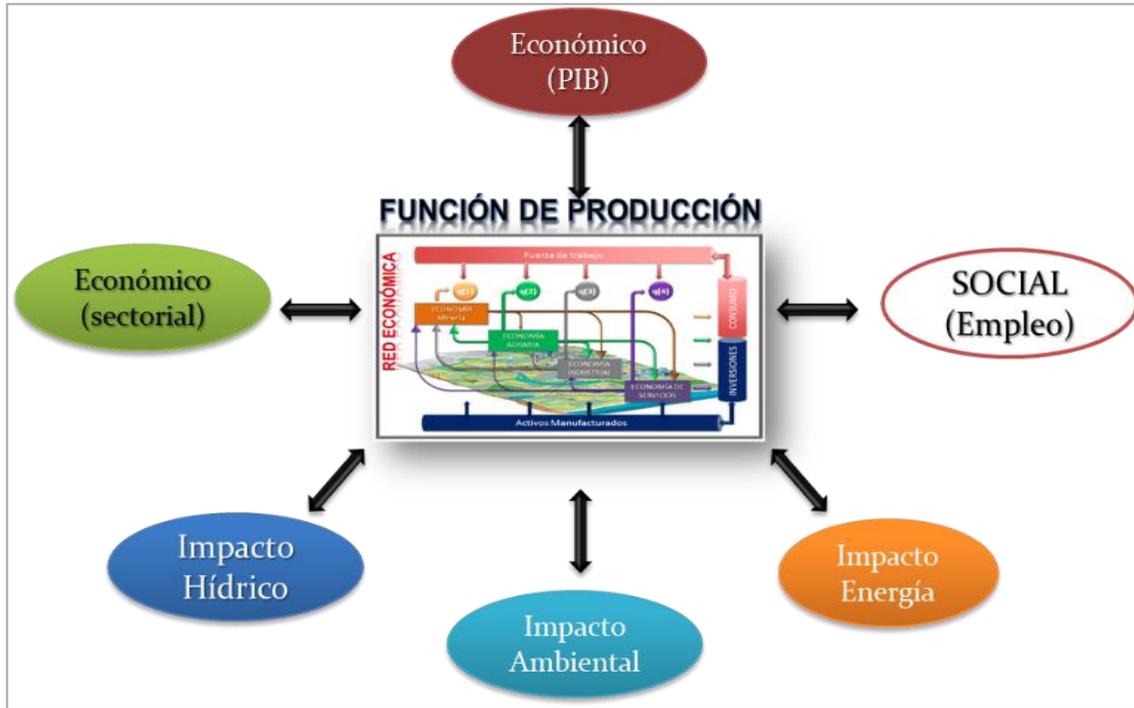


Figura 1-3 La Función de Producción como mecanismo de integración variables económicas y sociales.

Fuente: Elaboración propia.

2. La dimensión económica constituye un punto de partida para iniciar el análisis, a partir del cual posteriormente se analiza el resto de las dimensiones.
3. El modelamiento se sustenta sobre una arquitectura de red, por lo tanto, permitirá capturar adecuadamente las interacciones y correlaciones entre el desarrollo en la dimensión económica y sus impactos en las dimensiones hídricas y sociales, y viceversa, desarrollos ambientales en recursos hídricos y su impacto en las posibilidades de desarrollo económico y social.

1.3 Caracterización económica de la Región Metropolitana y Cuenca del Maipo

Esta sección tiene el propósito de presentar las características principales de la Región Metropolitana para comprender su economía, sus recursos, su gente y la forma en que se distribuyen los procesos de generación de valor. Es relevante evaluar con cifras cuantitativas el grado de alineamiento que expone el desempeño económico y social con los lineamientos estratégicos definidos para la región.

1.3.1 Ubicación y División Administrativa

El área de influencia del Estudio corresponde a principalmente a la Región Metropolitana de Santiago, territorio que se encuentra conformado en un 90% por la cuenca del río Maipo y el 10% restante corresponde a fracciones de las subcuencas del estero Yali, compartida con la Región de Valparaíso, estero Alhué, y una mínima fracción de la subcuenca del río Rapel, estas últimas compartidas con la Región del Libertador Bernardo O'Higgins.

La Región Metropolitana está dividida administrativamente en 6 provincias: Chacabuco, Cordillera, Maipo, Melipilla, Talagante y Santiago.

1.3.2 Población Regional [Cuánta gente vive en la Región]

Presentar los antecedentes de población de la región no sólo cumple propósitos descriptivos. Se constituye además en una información fundamental para la calibración del Modelo HIDRO-ECONÓMICO que es materia central de este proyecto. La población de la región y de la cuenca en particular define las necesidades de consumo de los bienes y servicios que debe ser abastecido por el sistema productivo regional, y por tanto es motor inductor de actividades económicas. Por otra parte, y desde la dimensión hídrica, la cantidad de población determina la demanda de agua potable que debe ser suministrada a partir de los recursos de la cuenca.

La población regional estimada para el año 2019 es de 7.915.199 habitantes en donde el 85% se concentra en la subcuenca de Mapocho Bajo.

Tabla 1-1 Población Residente Región Metropolitana.

POBLACIÓN	2015	2016	2017	2018	2019
ESTERO-ALHUE	6.553	6.688	6.835	7.022	7.214
ESTERO-YALI	10.864	11.039	11.229	11.468	11.706
MAIPO-ALTO	16.991	17.241	17.540	17.897	18.275
MAIPO-BAJO	175.705	178.608	181.823	185.435	189.221
MAIPO-MEDIO	757.306	766.544	777.129	789.456	802.528
MAPOCHO-ALTO	104.233	106.460	109.778	114.322	119.240
MAPOCHO-BAJO	6.208.102	6.282.952	6.404.356	6.577.291	6.767.015
TOTAL	7.279.754	7.369.532	7.508.690	7.702.891	7.915.199

Fuente: Elaboración propia.

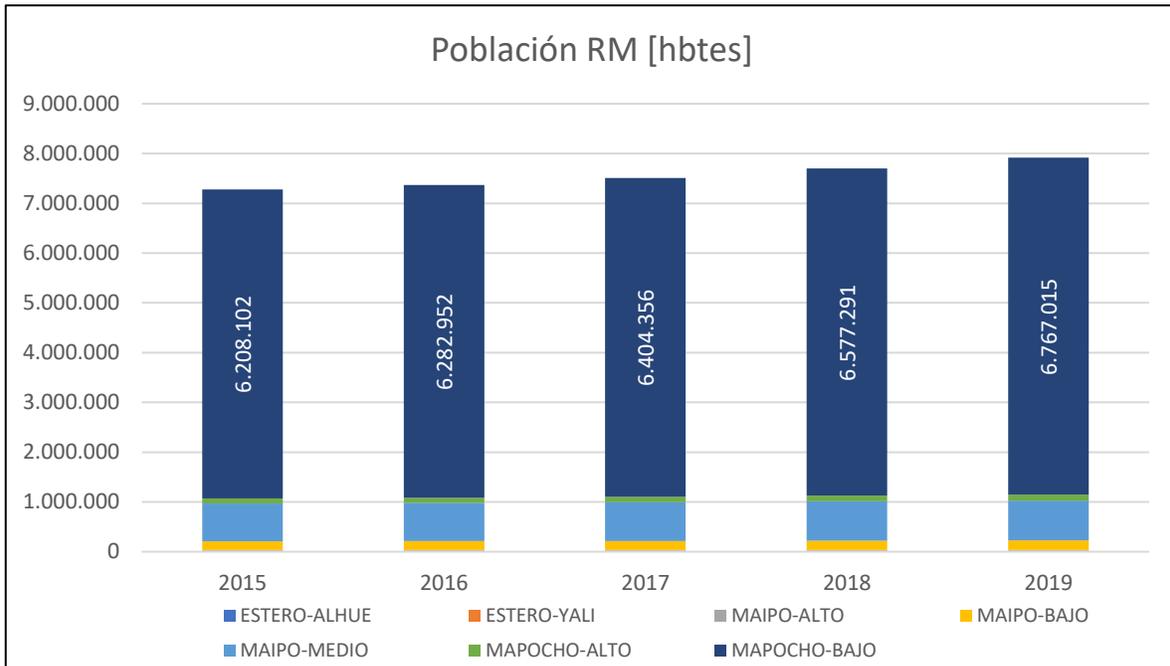


Figura 1-4 Gráfico de Población Región Metropolitana por subcuenca.

Fuente: INE Proyecciones Población 2002-2035 Base 2017.

1.3.3 Fuerza de Trabajo-2013-2019 [En qué trabaja la población]

Al igual que la información poblacional, la fuerza de trabajo es también una información relevante para la calibración de los modelos HIDRO-ECONÓMICOS. Con esta variable y su correlación con la población, el modelo permite evaluar los encadenamientos productivos de las actividades agrícolas, mineras y otras, y así disponer de una visión global e integrada del impacto de las transferencias hídricas entre sectores económicos.

La Tabla 1-2 muestra el nivel de empleo anual entre los años 2014 y 2019, mientras que la Figura 1-5 muestra el grado de empleo por actividad económica en la RM.

Tabla 1-2 Empleo Región Metropolitana RAMA DE ACTIVIDAD [MILES DE PERSONAS].

Sector Económico	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Agropecuario-silvícola y Pesca	69,73	77,34	71,74	72,26	69,95	70,76
Minería	27,68	29,95	21,97	20,73	23,87	24,65
Industria manufacturera	428,25	416,52	415,46	411,32	390,76	365,86
Electricidad, gas, agua y de desechos	24,3	27,11	31,06	32,98	26,53	32,38
Construcción	286,02	305,31	297,56	282,91	297,26	309,93
Comercio, restaurantes y hoteles	800,21	798,54	850,42	871,64	852,45	846,41
Transporte, información y comunicaciones	309,3	323,35	340,51	348,47	366,28	360,08
Servicios financieros y empresariales	375,96	356,04	375,92	380,07	398,69	397,59
Servicios de vivienda e inmobiliarios	33,96	36,49	35,34	42,61	45,16	40,47
Servicios personales	763,69	779,26	737,92	779,94	794,11	824,96
Administración pública	134,79	148,62	146,44	160,38	147,8	153,44
TOTAL	3.253,9	3.298,5	3.324,3	3.403,3	3.412,9	3.426,5

Fuente: Elaboración propia con base Encuesta Empleo INE; SII Empresas por Región y Rubro.

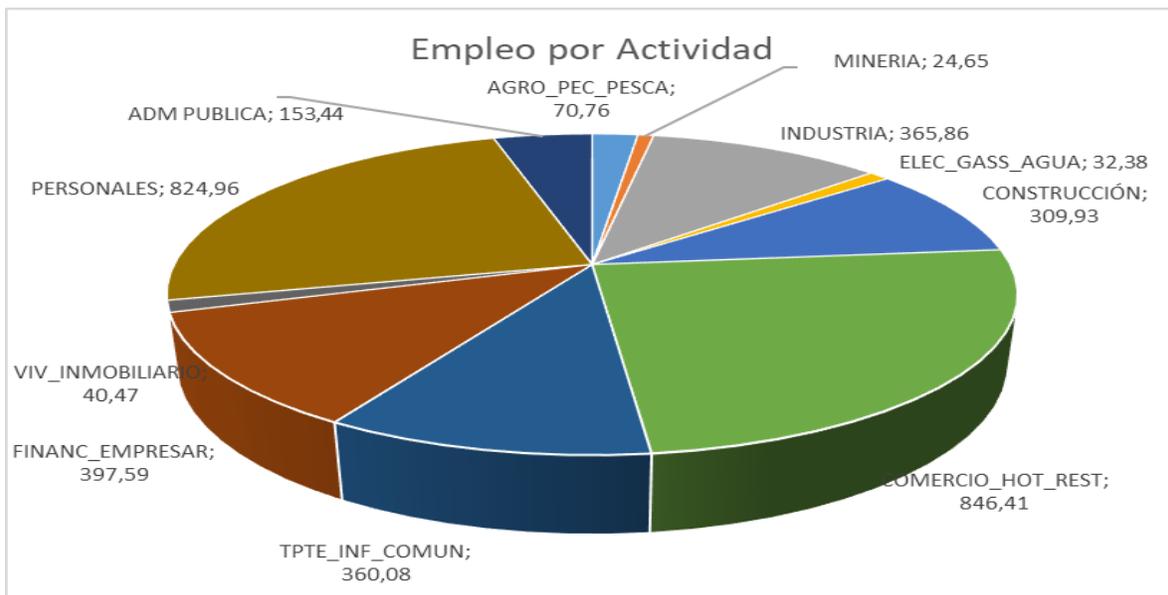


Figura 1-5 Gráfico de Empleo por Actividad Económica Región Metropolitana.

Fuente: Elaboración propia.

Tal como lo evidencian las cifras de la Tabla 1-2, gran parte del empleo se concentra en el sector Industrial y en las actividades de Servicios, principalmente Comercio-Hoteles-Restaurantes y Servicios Financieros, Profesionales y Personales. Y como se muestra

más adelante, gran parte de estos servicios son exportados al resto de las regiones del País.

La Tabla 1-3 muestra una estimación de la fuerza de trabajo por subcuenca a partir de la información del SII. De estas cifras se desprende que un 93% del empleo se concentra en la subcuenca del Mapocho Bajo, lo que evidencia que una proporción de gente del resto de las subcuencas tiene su empleo en la provincia de Santiago. Más adelante se realiza un análisis detallado por subcuenca.

Tabla 1-3 Empleo por Subcuenca y rama de actividad [MILES DE PERSONAS].

Sector Económico	ESTERO-ALHUE	ESTERO-YALI	MAIPO-ALTO	MAIPO-BAJO	MAIPO-MEDIO	MAPOCHO-BAJO	MAPOCHO-ALTO	Total
Agropecuaria-silvícola y Pesca	1,0	2,5	0,7	24,6	22,7	17,6	1,8	70,76
Minería	0,3	0,0	0,0	0,1	0,2	23,9	0,1	24,65
Industria manufacturera	0,0	0,1	0,2	3,5	37,0	323,5	1,6	365,86
Electricidad, gas, agua y de desechos	0,0	0,0	0,0	0,1	3,9	28,3	0,0	32,38
Construcción	0,1	0,2	0,1	1,5	9,5	293,8	2,7	309,93
Comercio, restaurantes y hoteles	0,2	0,2	0,9	5,4	23,9	804,4	11,4	846,41
Transporte, información y comunicac.	0,1	0,1	0,2	3,4	13,8	341,7	0,8	360,08
Servicios financieros y empresariales	0,1	0,0	0,1	1,2	3,5	390,2	2,6	397,59
Servicios de vivienda e inmobiliarios	-	-	0,0	0,3	1,1	38,3	0,8	40,47
Servicios personales	0,0	0,0	1,6	10,6	33,0	768,0	11,7	824,96
Administración pública	0,2	0,2	0,1	0,5	3,1	148,8	0,5	153,44
TOTAL	1,8	3,3	4	51	152	3.179	34	3.427

Fuente: Elaboración propia.

1.3.4 Valor Económico de la Región Metropolitana

La Tabla 1-4 muestra las series del PIB de la RM las cuales evidencian una clara vocación productiva de orientación a los servicios y también industrial.

Tabla 1-4 Serie PIB RM AÑO 2013 A 2018 [Miles de Millones de pesos encadenados].

Sector de actividad económica	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Agropecuario-silvícola	449,00	450,00	500,00	529,00	531,00	543,00
Pesca	-	-	-	-	-	-
Minería	1.148,00	1.195,00	1.173,00	983,00	1.015,00	1.136,00
Industria manufacturera	6.812,00	6.607,00	6.747,00	6,7	6.634,00	6.975,00
Electricidad, gas, agua y de desechos	913,00	871,00	920,00	954,00	958,00	962,00
Construcción	2.784,00	2.805,00	3.002,00	3.266,00	3.155,00	3.299,00
Comercio, restaurantes y hoteles	10.513,00	10.839,00	10.998,00	11.146,00	11.483,00	11.909,00
Transporte, información y comunic.	5.578,00	5.723,00	5.973,00	6.282,00	6.436,00	6.622,00
Servicios financieros y empresariales	14.816,00	15.118,00	15.406,00	15.451,00	15.331,00	15.973,00
Servicios de vivienda e inmobiliarios	5.209,00	5.481,00	5.695,00	5.703,00	5.854,00	6.100,00
Servicios personales	7.248,00	7.472,00	7.697,00	8.143,00	8.322,00	8.709,00
Administración pública	2.437,00	2.509,00	2.585,00	2.677,00	2.722,00	2.738,00
Producto interno bruto	57.907,00	59.069,00	60.702,00	61.882,00	62.505,00	65.031,00

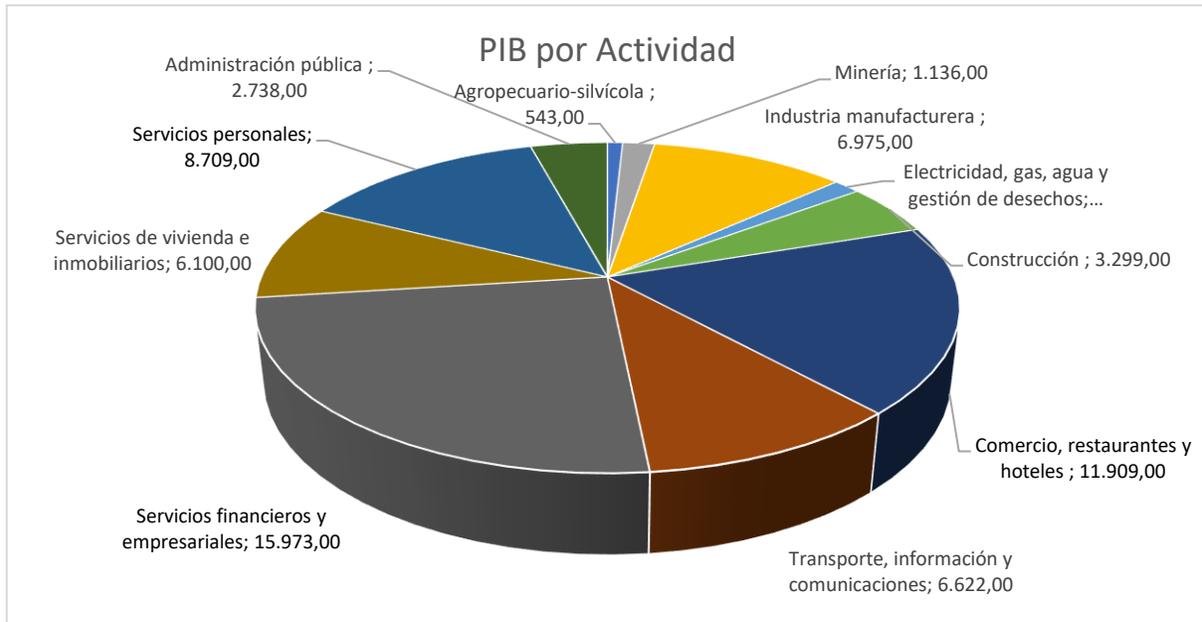


Figura 1-6 PIB por Actividad Económica Región Metropolitana.

Fuente: Banco Central de Chile Sistema de Cuentas Nacionales.

En la Tabla 1-5 se presenta una estimación de PIB a nivel de subcuenca. Para ello se estima la productividad del trabajo a nivel regional a partir de las cifras oficiales del Banco Central y se asume que es constante en toda la región. Para el caso del sector agropecuario-silvícola la productividad se estima por hectárea.

Tabla 1-5 Estimación PIB por subcuenca [Miles de Millones de pesos encadenados].

SECTOR DE ACTIVIDAD ECONÓMICA	ESTERO-ALHUE	ESTERO-YALI	MAIPO-ALTO	MAIPO-BAJO	MAIPO-MEDIO	MAPOCHO-BAJO	MAPOCHO-ALTO	Total
Agropecuario-silvícola y Pesca	7,5	19,1	5,4	188,7	174,1	134,7	13,6	543
Minería	12,3	0,0	2,0	3,8	10,6	1.103,9	3,3	1.136
Industria manufacturera	0,1	2,1	3,7	67,0	704,5	6.168,0	29,6	6.975
Electricidad, gas, agua y de desechos	0,3	0,3	0,3	3,9	116,3	840,3	0,6	962
Construcción	1,2	2,2	0,7	16,2	100,8	3.127,6	29,0	3.299
Comercio, restaurantes y hoteles	2,3	2,3	13,0	76,0	336,2	11.318,3	161,0	11.909
Transporte, información y comunicac.	1,3	1,4	3,4	62,4	254,1	6.283,8	15,6	6.622
Servicios financieros y empresariales	2,3	0,6	3,0	47,6	139,3	15.674,7	105,5	15.973
Servicios de vivienda e inmobiliarios	-	-	4,6	46,1	162,8	5.768,5	118,1	6.100
Servicios personales	0,1	0,1	17,0	111,6	348,6	8.108,0	123,6	8.709
Administración pública	2,7	4,5	0,9	8,9	56,1	2.655,6	9,4	2.738
TOTAL	30	33	54	632	2.403	61.183	609	64.966

Fuente: Elaboración propia.

1.3.5 Análisis de la Demanda y Exportaciones

La región Metropolitana, y por ende la cuenca del Maipo, concentra la mayor actividad económica el país, llegando a representar, en el año 2018, del orden del 42,35% del PIB nacional. La distribución del PIB en esta región, entre las diferentes actividades económicas destaca la importancia del sector financiero y servicios empresariales, seguido de los servicios personales, el comercio, y la industria manufacturera.

Para descubrir el origen de esta concentración es necesario analizar las cifras económicas desde la perspectiva del gasto o la demanda y particularmente de sus exportaciones pues son ellas las que activan el sistema productivo sectorial con el propósito de abastecer estas demandas. Los niveles de consumo por su parte se estiman a partir de las demandas de bienes y servicio por parte de la fuerza de trabajo y población inducidas por las actividades productivas.

La Figura 1-7 expone un esquema general del modelo representativo del escenario de gestión a que se enfrenta cualquier territorio o región del país. Se aprecia la existencia de recursos esenciales disponibles, tales como recursos mineros, tierras agrícolas, recursos hídricos y finalmente su población y la gente que trabaja. Estos recursos se integran sobre un modelo o matriz productiva (sistema económico) el cual elabora el conjunto de bienes y servicios para la exportación al resto del país o del mundo, como también para el consumo interno que la comunidad requiere para sustentarse en el tiempo.

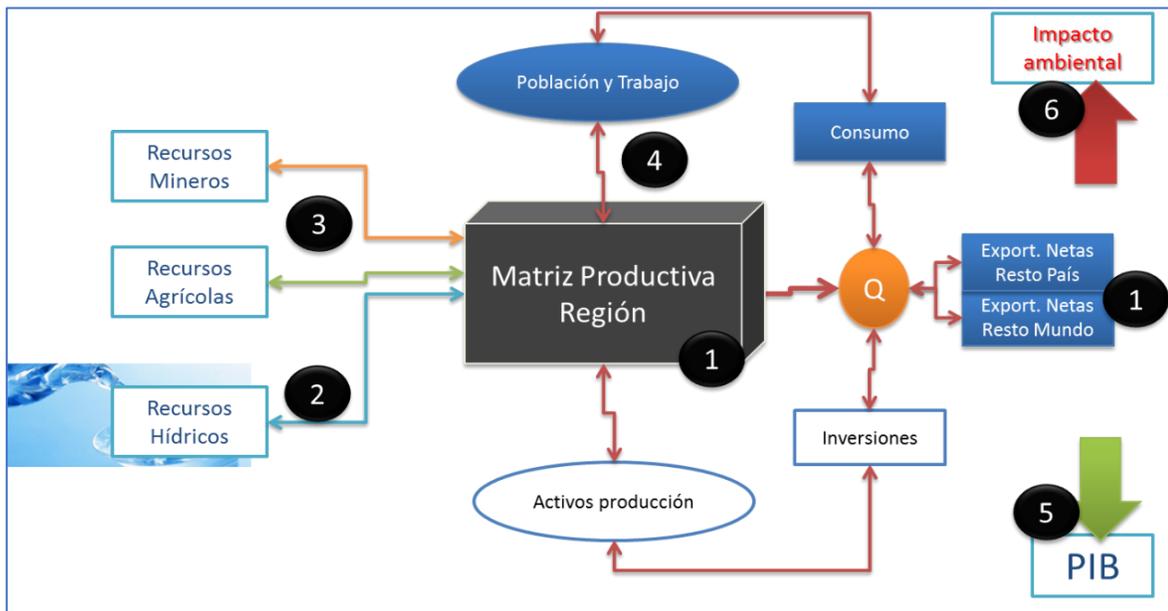


Figura 1-7 Esquema Productivo General de un Territorio y conexión con variables económicas.

Fuente: Elaboración propia.

Las cifras estimadas de la Tabla 1-6 dan cuenta que gran parte de la actividad económica que se desarrolla en la región gira alrededor de las exportaciones de servicios al resto de las regiones del país, y en menor medida de las exportaciones industriales y mineras al exterior. Como se verá más adelante esta matriz productiva regional le otorga cierta autonomía o independencia respecto a la disponibilidad de recursos hídricos.

Al estar el modelo económico chileno centrado en las exportaciones y siendo ellas el motor inductor de las actividades económicas resulta posible estimar, a partir de la Matriz Insumo Producto Regionalizada, que alrededor del **85% del PIB** de la región es inducido por las exportaciones de servicios hacia el resto del país y el 15% restante inducido por las exportaciones al exterior. En resumen, a excepción de algunas provincias y comunas con vocación productiva agrícola, la región metropolitana y en

particular la provincia de Santiago se constituye en un centro de servicios cuyos principales clientes son el resto de las regiones del país. En el capítulo siguiente se analizan las proyecciones e interacciones entre las actividades económicas con la red de disponibilidad hídrica de la Cuenca del Maipo, en donde se verá que la vocación hídrica más rentabilidad económica es el abastecimiento de agua potable.

Tabla 1-6 Estimación de exportaciones de la RM [Valores de Miles de Millones de \$ encadenados 2013].

	Actividad económica RM [Valores de Miles de Millones de \$ encadenados 2013]	Exportaciones	
		Extranjera	Resto País
1	Agropecuario Silvícola	561	0
2	Pesca Extractiva	0	0
3	Minería	1.551	0
4	Industria Manufacturera	2.825	5.337
5	Electricidad, Gas y Agua	0	0
6	Construcción	0	0
7	Comercio, Hoteles y Restaurantes	69	8.986
8	Transporte y Comunicaciones	393	2.574
9	Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	109	8.233
10	Propiedad de Vivienda	5	1.344
11	Servicios Sociales y Personales	134	2.466
12	Administración Pública	0	0
	Total de Exportaciones [MM\$ 2013 Encadenados]	5.647	28.941

Fuente: Elaboración Propia a partir de una Aproximación a la Matriz Insumo Producto Regionalizada y de las cifras de exportaciones Servicio Nacional de Aduanas.

1.4 Análisis hidro-económico de la cuenca

La cuantificación detallada tanto de la oferta como la demanda hídrica a las cuales se encuentra sometida la Cuenca del Maipo y la Región Metropolitana es uno de los temas centrales de este proyecto. En esta etapa de diagnóstico hidro-económico se hace uso de las cifras disponibles a nivel global para la región sin entrar en detalles en la topología de la red hidrológica y sus impactos en los diferentes sectores geográficos de la cuenca.

1.4.1 Demanda Hídrica

Las cifras de demanda hídrica global disponibles en los diversos estudios analizados resultan ser bastantes disímiles. Determinar cuál de ellas se acerca más a la realidad es materia central de este proyecto. Sin embargo, cabe destacar que, en todos ellos, la

demanda media anual resulta ser bastante inferior a la oferta media anual, por lo que las condiciones de escasez se deberán evaluar en una dinámica a nivel temporal como espacial dentro de cada uno de los sectores de la cuenca.

Este análisis hidro-económico la demanda hídrica de la Región Metropolitana a ser considerada es la que estima este estudio en particular, las cuales se muestran en el cuadro siguiente:

Tabla 1-7 Resumen Demanda Hídrica de la cuenca del Maipo.

SECTOR DE DEMANDA	DEMANDA HÍDRICA POR SECTOR [m ³ /s]				
	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2019	2019.0
Agua Potable Urbano	16,4	19,3	23,5	28,2	31,8
Agua Potable Rural	0,0	0,0	0,1	0,3	0,4
Agrícola	45,1	44,5	41,9	39,2	42,6
OTROS	1,3	1,5	1,7	1,7	1,7
Minero	0,6	0,7	0,7	1,1	1,2
Industrial	4,1	7,1	7,9	8,7	9,2
Generación Eléctrica	0,000000	0,000000	0,000239	0,000640	0,000640
TOTAL-CUENCA	67,4	73,1	75,8	79,4	87,0

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo presente que el propósito de este análisis hidro-económico es vincular la matriz productiva de la región con la disponibilidad de los recursos hídricos es relevante destacar que en construcción del cuadro anterior se ha considerado lo siguiente:

- a) Para la estimación de las demandas del sector agrícola se han considerado las hectáreas de riego con utilización productiva del sector,
- b) Las demandas netas consideradas en el cuadro anterior, según se expone en la metodología de cálculo, corresponde a los requerimientos evapotranspirativos de los cultivos bajo riego, incluyendo el aporte de la precipitación y las eficiencias de los sistemas de riego.
- c) Para el caso de las demandas forestales, existen plantaciones productivas y no productivas. La demanda hídrica forestal-productiva se asociará, dentro de este análisis, al sector económico agropecuario-silvícola.

1.4.2 Oferta hídrica

En 2015, esta misma empresa desarrolla estudio S.I.T. N°371 [ARRAU-2015; DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA] en donde se establece una oferta hídrica de **168 m³/s**:

- 122.5 m³/s: Red superficial
- 44.7 m³/s: Red Subterránea

En el presente estudio estima que la oferta hídrica se representa en las cifras del cuadro siguiente:

Tabla 1-8 Resumen Oferta Hídrica de la Cuenca del Maipo.

Periodo	Oferta Hídrica por Subcuenca (MPL) [m ³ /s]					
	Maipo Alto	Maipo Medio	Maipo Bajo	Mapocho Alto	Mapocho Bajo	Total
1980-1989	143,0	49,2	47,2	10,1	35,3	284,9
1990-1999	106,9	33,4	30,8	6,3	22,9	200,3
2000-2009	126,5	42,2	38,7	8,5	28,9	244,8
2010-2018	82,2	25,8	24,0	4,1	16,0	152,1

Fuente: Elaboración propia.

1.4.3 Desempeño Hidro-Económico de la Cuenca

En la Tabla 1-9 se asocia a cada sector de actividad económica su PIB y su consumo hídrico lo que permite estimar la productividad hídrica sectorial. Con el objeto de integrar el consumo humano a los diferentes sectores económicos, en cada uno de los sectores se consigna tanto el consumo hídrico demandado directamente por su sistema productivo como también se hace una estimación de consumo de agua potable asociado al empleo y población que sostiene este mismo sector. De esta manera los sectores de servicios en general, los cuales no tienen una demanda hídrica directa, si representan una demanda indirecta a través de la gente que ellos trabajan, y de la población asociada.

Tabla 1-9 Estimación Demanda Hídrica Integrada de la Cuenca del Maipo.

Agua-procesos		Sectores 2018		Agua-Potable	
52,9	ACTIVIDAD PRODUCTIVA	PIB SECTOR		32,0	
42,6	Agropecuaria Silvícola	543		0,7	
-	Pesca Extractiva	0		-	
1,2	Minería	1.136		0,2	
9,1	Industria Manufacturera	6.975		3,9	
-	Electricidad, Gas y Agua	962		0,3	
-	Construcción	3.299		2,7	
-	Comercio, Hoteles y Restaurantes	11.909		8,2	
-	Transporte y Comunicaciones	6.622		3,3	
-	Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	15.973		3,6	
-	Propiedad de Vivienda	6.100		0,4	
-	Servicios Sociales y Personales	8.709		7,3	
-	Administración Pública	2.738		1,5	
	Habitantes		7.702.891		

Empleo	Hbtes
3.403.301	7.702.891
72.261,8	163.554,4
-	-
20.733,0	46.926,2
411.318,0	930.960,3
32.975,7	74.635,9
282.906,1	640.317,9
871.638,3	1.972.830,1
348.474,4	788.722,7
380.069,5	860.233,6
42.606,2	96.433,0
779.940,8	1.765.285,9
160.377,1	362.991,0

Fuente: Elaboración propia.

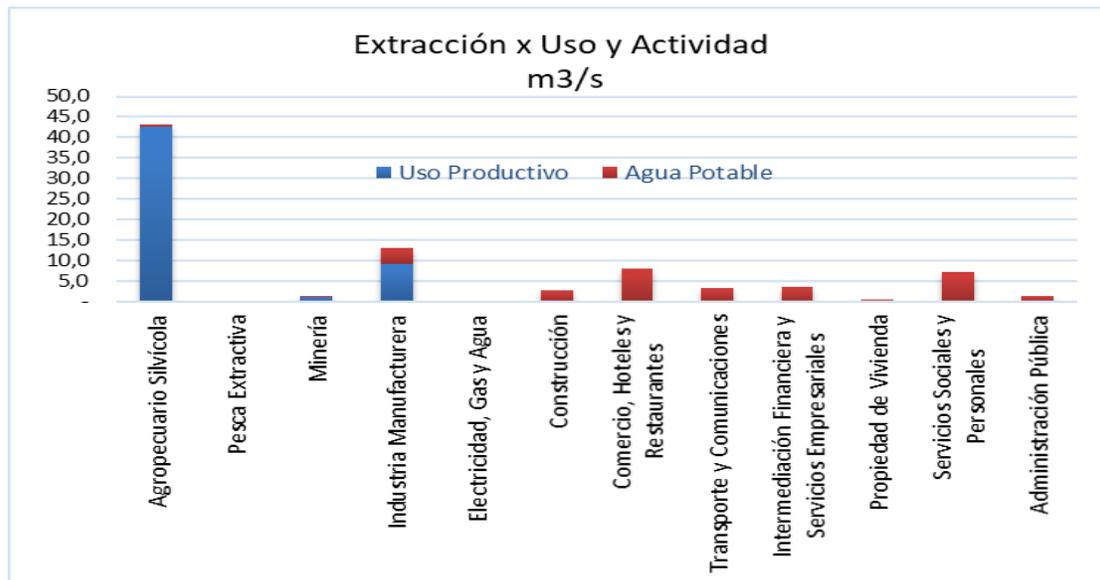


Figura 1-8 Extracciones de agua por uso y actividad económica.

Fuente: Elaboración propia.

De esta forma es posible consignar el consumo hídrico para todas las actividades económicas.

1.4.4 Productividad Hídrica Directa

Las cifras siguientes exponen la productividad directa del agua en cada uno de los sectores de actividad económica que se desarrollan en la Región Metropolitana. Al ser esta región eminentemente de servicios, las actividades de mayor contribución económica regional tienen una demanda hídrica sólo para el consumo humano, por lo que su productividad es altísima y determina su vocación productiva.

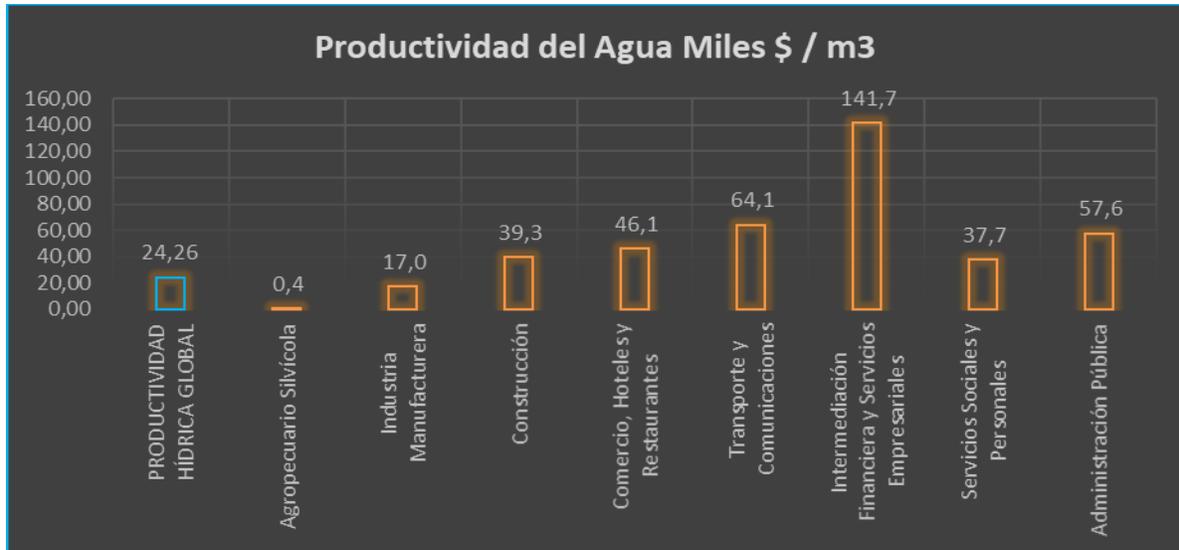


Figura 1-9 Productividad Hídrica por Sector Económico.

Fuente: Elaboración propia.

El sector agropecuario, que consume del orden del 49% del total de las extracciones, es la que expone la menor productividad hídrica aportando la cifra de \$ 400 por metro cúbico consumido en forma directa. Estas cifras confirman que la vocación productiva global de la Región es Metropolitana es la de Servicios que brinda al resto de las regiones del país. Por esta misma razón, una contracción en la oferta hídrica que ponga en riesgo el abastecimiento regional produciría un impacto marginal en sus resultados económicos globales y también en el empleo. Sin embargo, se verán fuertemente afectadas las producciones agrícolas en aquellas secciones de la región en donde esta actividad es la determinante.

Los resultados económicos de la región se encuentran determinados por lo que ocurra en la provincia de Santiago, la que absorbe un gran porcentaje de la economía regional a través de su oferta de servicios. No obstante, en el resto de las provincias si bien existe gente que tiene su trabajo capital, y utiliza su comuna o provincia como habitación,

también hay gente que depende de la vocación productiva comunal o regional y en donde la agricultura se constituye en uno de los motores relevantes para el sustento económico.

En virtud de lo anterior, y tal como se señala en párrafos anteriores, es fundamental realizar un análisis hidro-económico desagregado a nivel provincial y temporal para encontrar soluciones precisas a los problemas hídricos con la mayor cobertura posible.

1.5 Análisis de sensibilidad hidro-económica

El recurso hídrico es factor esencial para la vida y también un insumo productivo relevante para el desarrollo de múltiples actividades económicas. En este contexto a continuación, se presenta una serie de simulaciones que pretenden visualizar el impacto que en distintas variables económicas produciría un escenario de estrechez hídrica.

Un escenario de escasez hídrica impacta directamente en los resultados económicos pues se hace necesario dejar de realizar alguna de las actividades productivas intensivas en el uso de este recurso. Lo esperable en un contexto de eficiencia económica es que disminuya el nivel de actividad en aquellos sectores de menor productividad hídrica.

Para evaluar el impacto que sobre el sistema productivo de la cuenca generaría la escasez hídrica se consideran los siguientes supuestos metodológicos:

- a) Se asume que la región y la cuenca mantienen su población y por lo tanto se requiere seguir manteniendo las demandas de bienes de consumo.
- b) Al ser nuestra economía un sistema abierto, si por el hecho de la falta de agua se dejaran de producir internamente ciertos bienes/servicios dentro de la región, entonces ellos se importarán desde otras regiones o bien desde el exterior.
- c) Estas importaciones adicionales se destinan para abastecer tanto bienes de consumo final de la población como también bienes intermedios requeridos por el resto de las actividades productivas de la región.
- d) Lo anterior significa que la baja de producción de un bien determinado no rompería el encadenamiento productivo intersectorial pues el sector afectado supliría su demanda con bienes importados desde otras regiones del país o desde el extranjero de ser necesario.

- e) En relación con las exportaciones que realiza esta región, en la simulación de escenarios se mantiene fijo el abastecimiento de bienes y servicios hacia el resto de las regiones del país de modo de no interrumpir sus cadenas productivas.
- f) Para el caso de las exportaciones al extranjero, estas se dejan libres de modo que el modelo decida si conviene o no su producción.

De acuerdo con las cifras del balance hídrico que se exponen en este estudio, se aprecia que, en términos globales, la oferta es superior a la demanda. De este modo los escenarios que se evalúan más adelante suponen que la oferta cae a niveles inferiores a la demanda.

1.5.1 Relación entre el PIB y la disponibilidad hídrica

Con base en los supuestos anteriores, a continuación, se presenta una simulación en donde se muestra la sensibilidad del PIB regional con la disponibilidad hídrica.

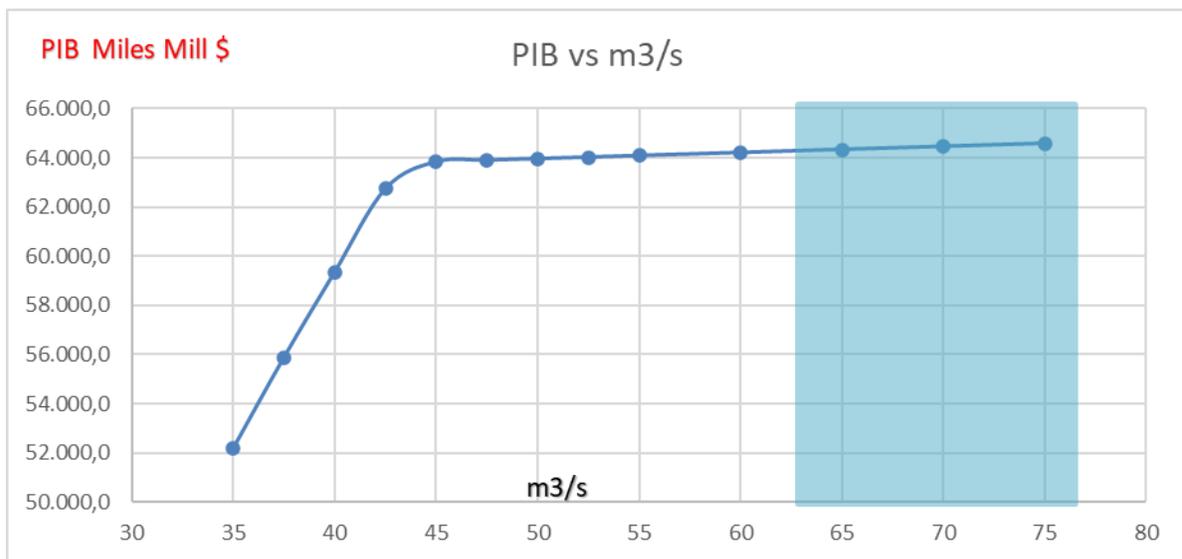


Figura 1-10 Gráfica de Variación del PIB Regional en función de disponibilidad hídrica.

Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia que, si la región se somete a un stress hídrico, particularmente en esta región, el PIB total prácticamente no se ve afectado en igual proporción. Ello ocurre porque la economía de la Región Metropolitana es de gran volumen y presenta una fuerte vocación de servicios.

La principal baja en la actividad económica se concentra en el sector agropecuario que ve disminuida su producción, y por contrapartida, se aumenta el nivel de importaciones de estos productos en igual cantidad.

No obstante, existe en la región provincias y subcuencas con una fuerte vocación agrícola que sí resultan afectadas, y que requieren un análisis particular. El hecho de que en la economía regional la participación de las provincias sea baja, no implica que se minimice su análisis.

1.5.2 Impacto Sectorial de la disponibilidad hídrica

En virtud que la región dispone de un amplio mercado de productos de exportación de servicios hacia el resto de las regiones, las que determinan gran parte de su economía, no es posible apreciar una fuerte vulnerabilidad hídrica.

En la gráfica siguiente se muestra que los sectores más afectados por la condición hídrica son el agropecuario en primer lugar y luego la industria.

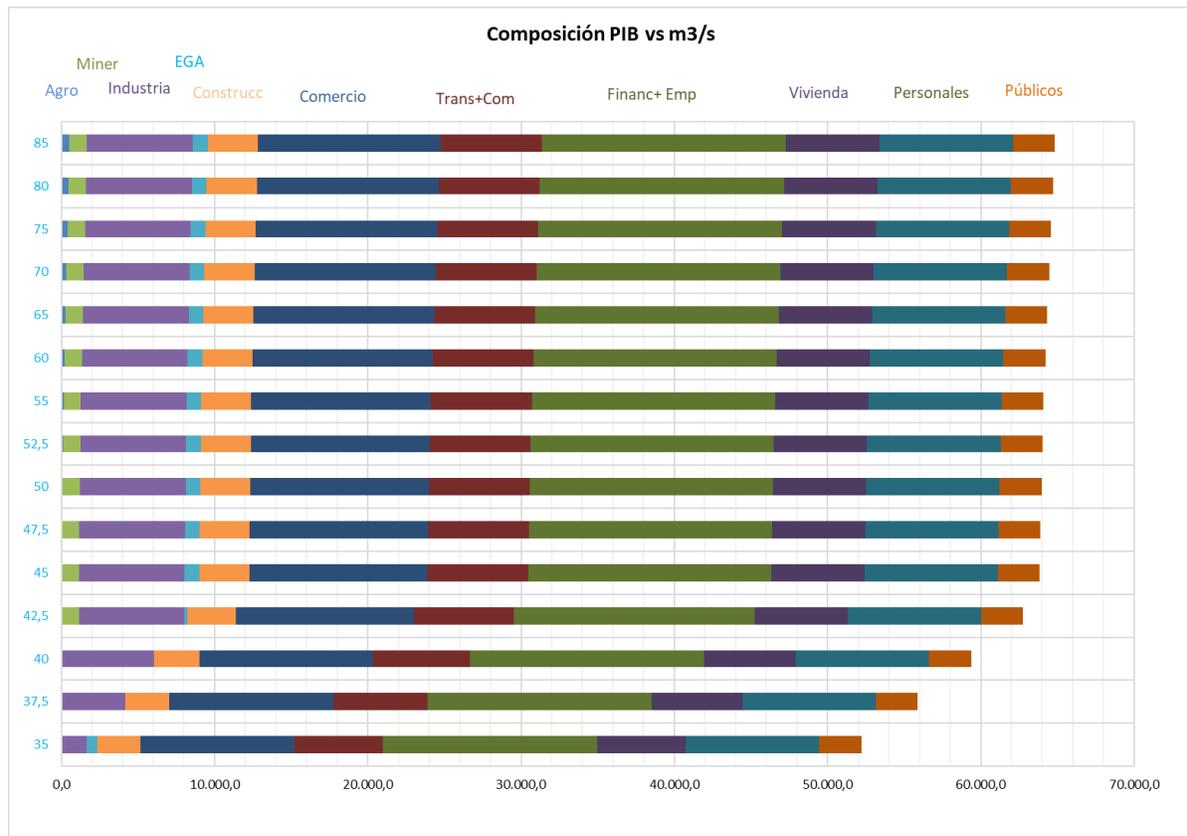


Figura 1-11 Composición del PIB Regional en función de disponibilidad hídrica.

Fuente: Elaboración propia.

1.5.3 Relación entre el Empleo y la disponibilidad hídrica

En la gráfica siguiente se simula el comportamiento del empleo en función de la disponibilidad hídrica.

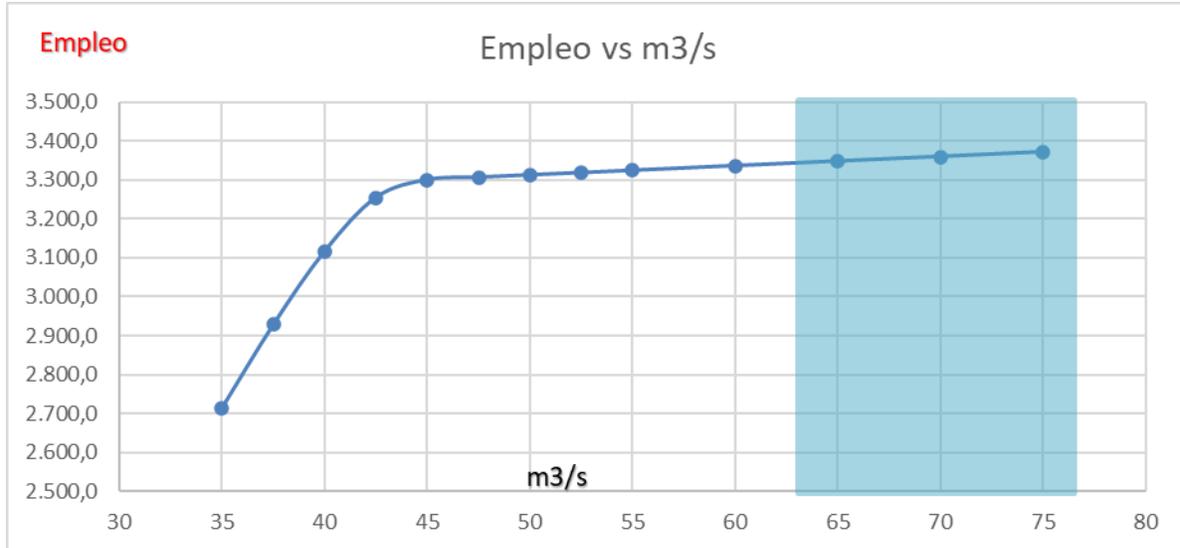


Figura 1-12 Gráfica de Variación Empleo en función de disponibilidad hídrica.

Fuente: Elaboración propia.

De esta simulación se aprecia que, a nivel global de la cuenca, frente a un stress hídrico el empleo no se ve muy afectado debido a la fuerte vocación de servicio que muestra la Región Metropolitana. El sector que pierde empleo es el agropecuario, pero el modelo asume que se traslada a otras regiones del país debido al supuesto de que el déficit producido se reemplaza por importaciones. La situación se complica si la oferta hídrica baja de **45 m³/s** en donde el empleo disminuye proporcionalmente con la disminución de la oferta.

1.5.4 Relación entre Exportaciones y la disponibilidad hídrica

Un comportamiento similar se observa en las exportaciones totales de la región (dentro y fuera del país).

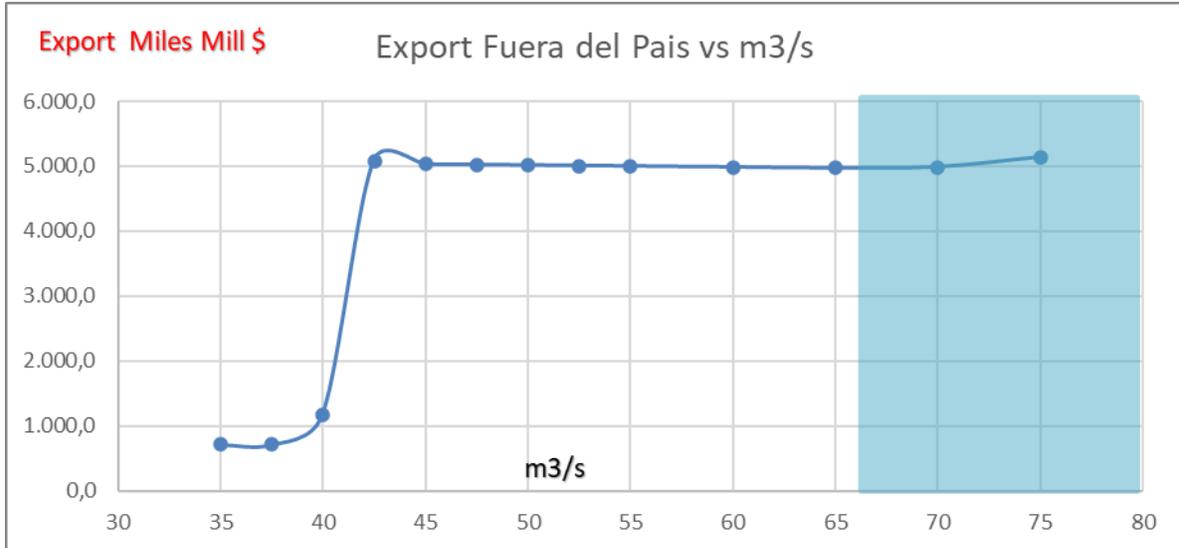


Figura 1-13 Gráfica de Variación de Exportaciones en función de disponibilidad hídrica.

Fuente: Elaboración propia.

Al restringir el recurso hídrico en el sistema productivo se impacta en primer lugar en el sector agropecuario y principalmente a aquellos productos destinados a las exportaciones fuera del país. La razón de ello es que la pérdida productiva se concentra solo en la producción del sector no involucrando así el encadenamiento productivo intersectorial.

1.6 Análisis por subcuenca

Si bien el análisis de oferta y demanda hídrica global expone resultados promisorios a nivel de la cuenca completa, no necesariamente ocurre lo mismo a nivel de subcuenca. Un análisis completo requiere disponer de una visión espacial y temporal de los flujos hídricos al interior de la cuenca.

En la gráfica siguiente se muestra a modo de ejemplo los flujos hídricos entre subcuencas para una oferta media anual de 152 m³/s equivalente al valor promedio del periodo [1952-2005]

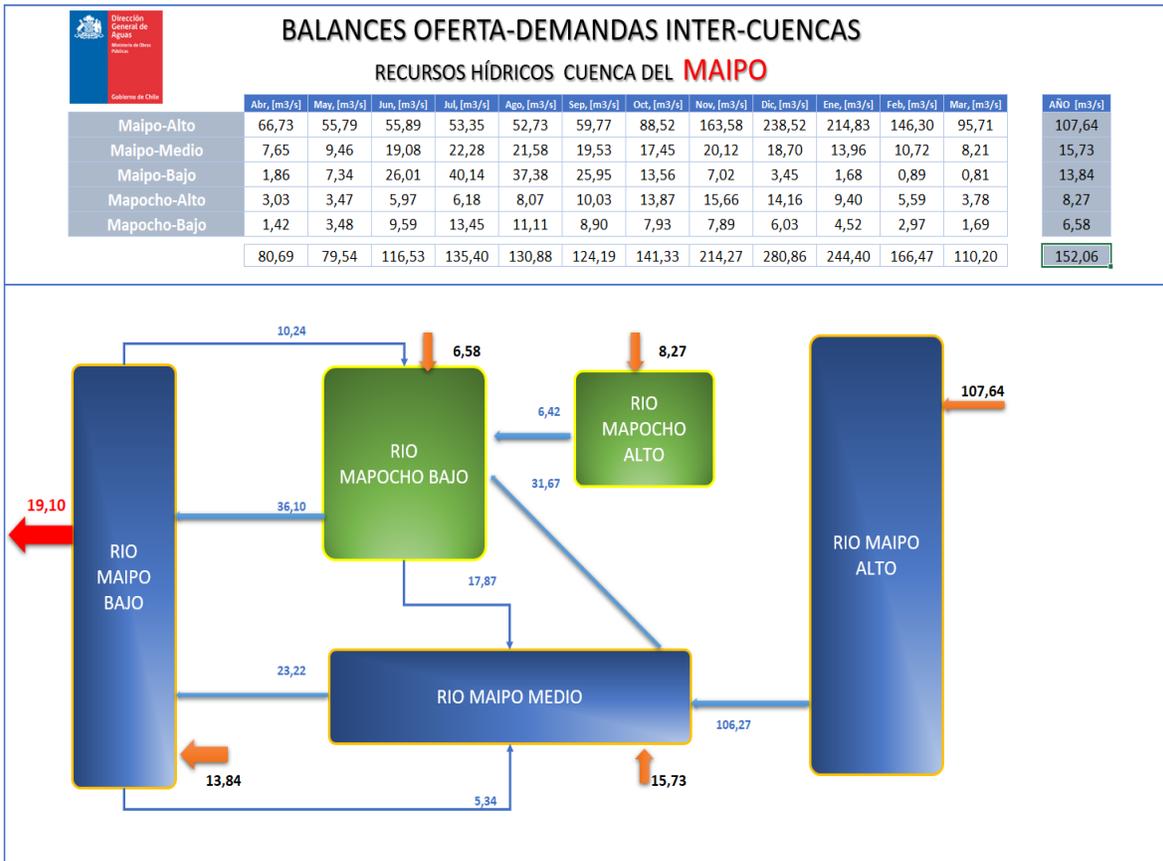


Figura 1-14 Diagrama de Flujos Inter-Cuencas.
Fuente: Elaboración propia.

Estas cifras permiten estimar la disponibilidad hídrica, superficial y subterránea, de cada subcuenca.

1.6.1 Análisis subcuenca Maipo-Alto

a. Resumen de cifras hidro-económicas de la subcuenca

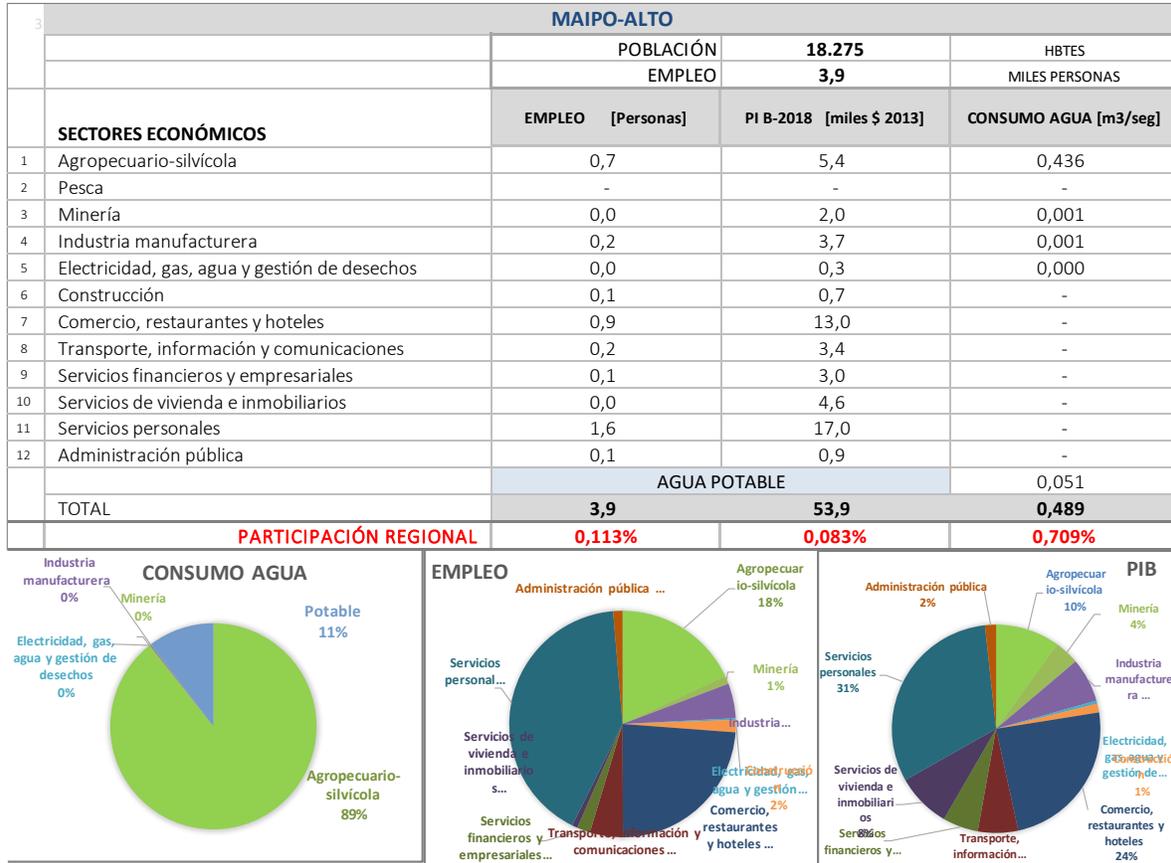


Figura 1-15 Resumen Hidro-económico subcuenca Maipo Alto.

Fuente: Elaboración propia.

La subcuenca tiene una población de 18.275 habitantes de los cuales solo se emplean en la zona 3.900. Al igual como ocurre en el resto de las subcuencas de la región, una parte de fuerza laboral tiene su fuente de trabajo en las afueras de la subcuenca.

Debido probablemente a su vocación turística, la actividad económica principal en esta subcuenca se concentra en servicios personales y comercio las que representan del orden del 55% del total de producción y el 65% del empleo.

La incidencia económica de esta zona respecto a la región es mínima y representa sólo 0.08% del total regional. Lo mismo ocurre con la demanda hídrica la que representa del orden de 0.71% del consumo hídrico de la cuenca completa. De este consumo el 89% de la demanda hídrica de la zona se concentra en el sector agropecuario silvícola.

b. Oferta Hídrica Subcuenca MAIPO-ALTO

En esta subcuenca se genera la mayor parte de la oferta hídrica de la cuenca y prácticamente se trasvasa en su totalidad hacia el Maipo Medio.

1.6.2 Análisis subcuenca Maipo-Medio

a. Resumen de cifras hidro-económicas de la subcuenca

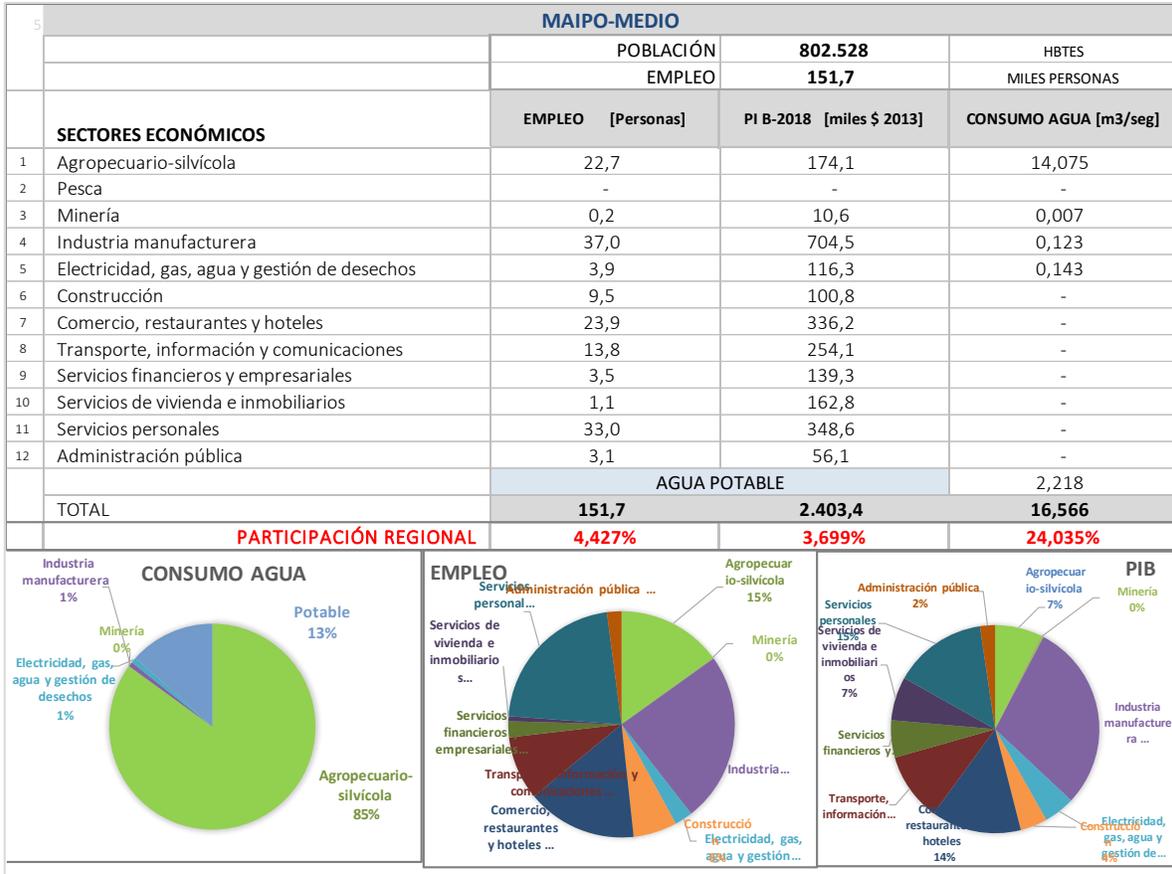


Figura 1-16 Resumen Hidro-económico subcuenca Maipo Medio.

Fuente: Elaboración propia.

La subcuenca tiene una población de 802.528 habitantes de los cuales solo se emplean en la zona 151,7 mil. Al igual como ocurre en el resto de las subcuencas de la región, una parte de fuerza laboral tiene su fuente de trabajo en las afueras de la subcuenca.

Esta subcuenca muestra un bajo nivel de concentración de actividades económicas. La principal actividad productiva es la industria con un 29% de la producción y 25% del empleo de esta zona.

La agricultura representa del orden del 7% de la producción y consume el 85% del consumo hídrico total de la subcuenca la que a su vez concentra el 24% de la demanda hídrica de la Cuenca del Maipo.

b. Oferta Hídrica Subcuenca MAIPO-MEDIO

Desde las Cuencas Laterales y Aporte Naturales, el Maipo Medio recibe una carga promedio anual del orden 15 m³/s. Desde el Maipo Alto recibe un trasvase medio de 103 m³/s.

1.6.3 Análisis subcuenca Maipo-Bajo

a. Resumen de cifras hidro-económicas de la subcuenca

MAIPO-BAJO				
		POBLACIÓN	189.221	HBTES
		EMPLEO	51,2	MILES PERSONAS
SECTORES ECONÓMICOS	EMPLEO [Personas]	PI B-2018 [miles \$ 2013]	CONSUMO AGUA [m3/seg]	
1	Agropecuario-silvícola	24,6	188,7	15,256
2	Pesca	-	-	-
3	Minería	0,1	3,8	0,003
4	Industria manufacturera	3,5	67,0	0,012
5	Electricidad, gas, agua y gestión de desechos	0,1	3,9	0,005
6	Construcción	1,5	16,2	-
7	Comercio, restaurantes y hoteles	5,4	76,0	-
8	Transporte, información y comunicaciones	3,4	62,4	-
9	Servicios financieros y empresariales	1,2	47,6	-
10	Servicios de vivienda e inmobiliarios	0,3	46,1	-
11	Servicios personales	10,6	111,6	-
12	Administración pública	0,5	8,9	-
		AGUA POTABLE		0,523
TOTAL		51,2	632,3	15,798
PARTICIPACIÓN REGIONAL		1,494%	0,973%	22,919%

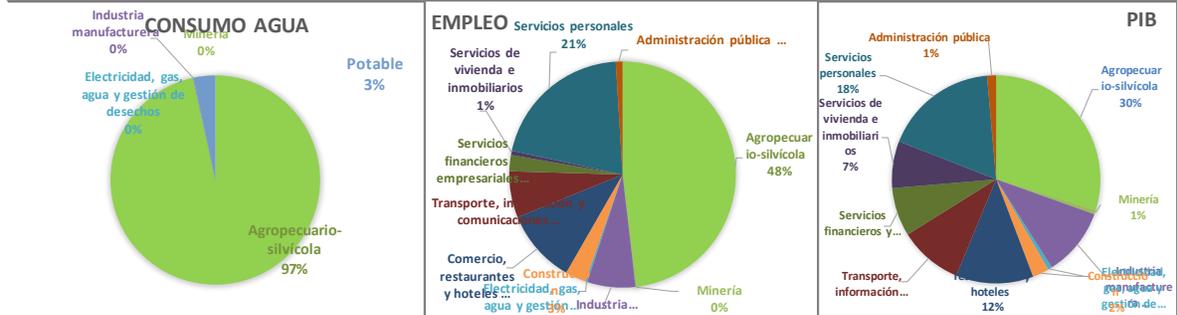


Figura 1-17 Resumen Hidro-económico subcuenca Maipo Bajo.

Fuente: Elaboración propia.

Las estadísticas de población y empleo señalan que la subcuenca tiene una población de 189 mil habitantes de los cuales solo se emplean en la zona 51 mil. Al igual como ocurre

en el resto de las subcuencas de la región, una parte de fuerza laboral tiene su fuente de trabajo en las afueras de la subcuenca.

Esta subcuenca muestra un alto nivel de concentración de actividades económicas en el sector agropecuario silvícola que representa el 30% de la producción total de la subcuenca y absorbe el 48% del empleo en esta zona. También son de relevancia en la subcuenca los servicios personales, el comercio y la industria.

En cuanto al consumo hídrico, esta subcuenca concentra el 23% de la demanda hídrica consuntiva de la Cuenca del Maipo, y el 97% de este consumo es destinado al sector agrícola.

b. Oferta Hídrica Subcuenca MAIPO-BAJO

Desde las Cuencas Laterales y Aporte Naturales, el Maipo Medio recibe una carga promedio anual del orden 14 m³/s. Desde el Maipo Medio y Mapocho Bajo recibe un trasvase medio de 60 m³/s.

1.6.4 Análisis subcuenca Mapocho-Bajo

a. Resumen de cifras hidro-económicas de la subcuenca

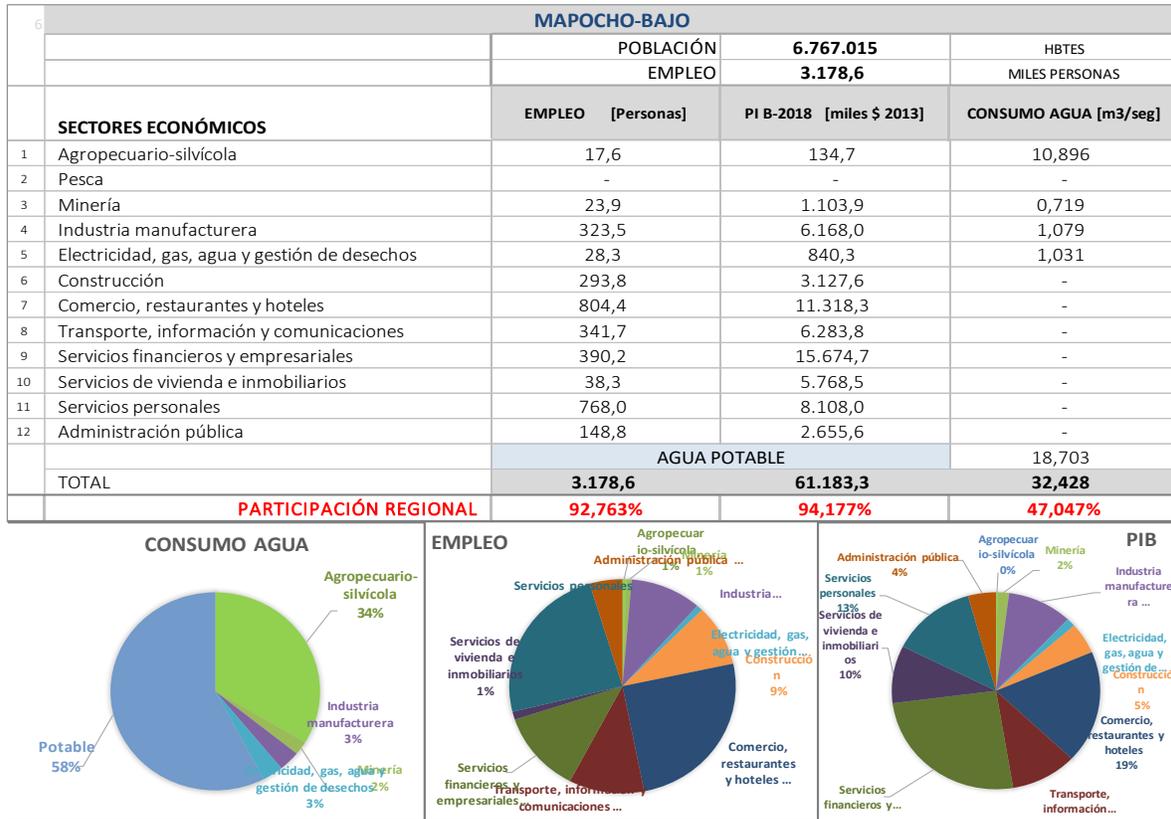


Figura 1-18 Resumen Hidro-económico subcuenca Mapocho Bajo.

Fuente: Elaboración propia.

En esta subcuenca se concentra 94% de la población de la Región Metropolitana y de la Cuenca del Maipo como también el 92% del empleo.

Si bien la actividad económica se encuentra bien distribuida entre los sectores resaltan los servicios financieros, profesionales y personales los que concentran gran parte de la producción total.

En cuanto al consumo hídrico, esta subcuenca demanda el 47% de la demanda hídrica consuntiva de la Cuenca del Maipo, y el 58% de este consumo es destinado al consumo humano.

1.6.5 Análisis subcuenca Mapocho-Alto

a. Resumen de cifras hidro-económicas de la subcuenca

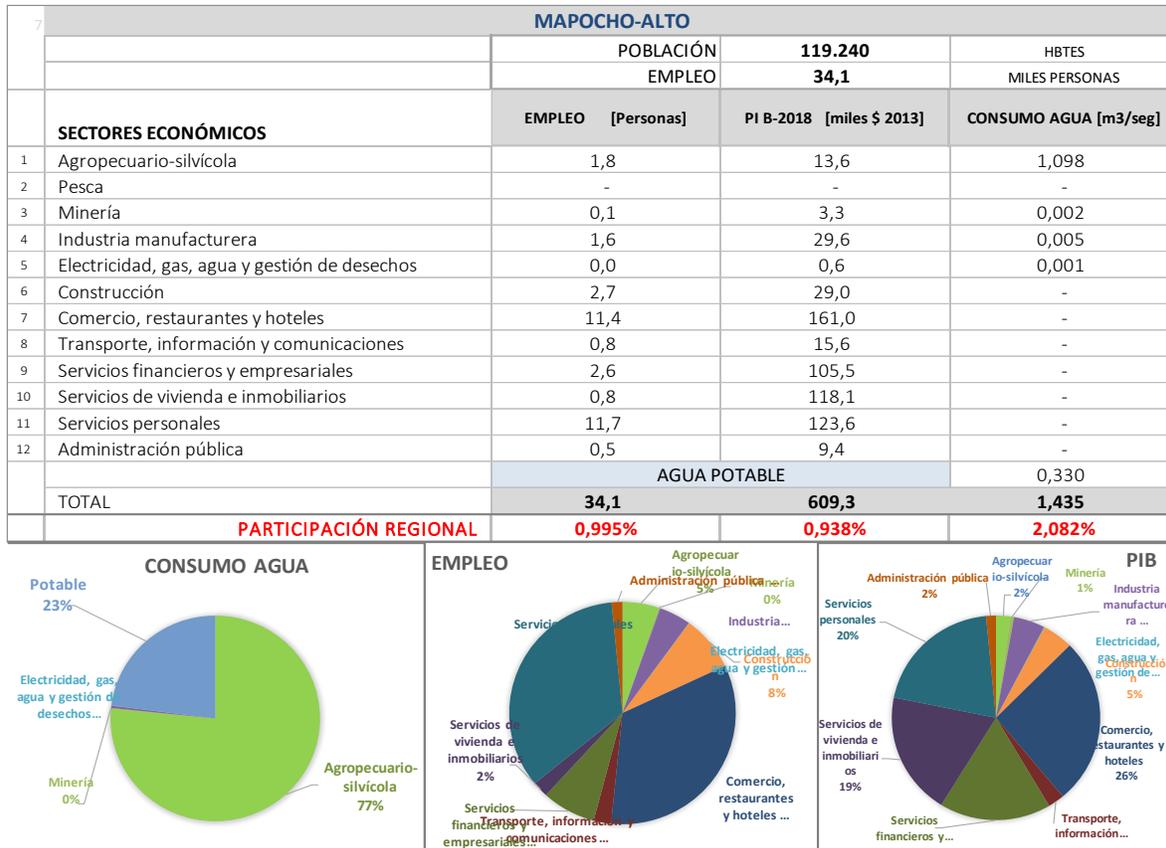


Figura 1-19 Resumen Hidro-económico subcuenca Mapocho Alto.

Fuente: Elaboración propia.

Las estadísticas de población y empleo señalan que la subcuenca tiene una población de 119 mil habitantes de los cuales solo se emplean en la zona 34 mil. Al igual como ocurre en el resto de las subcuencas de la región, una parte de fuerza laboral tiene su fuente de trabajo en las afueras de la subcuenca.

Las actividades económicas principales de esta subcuenca están concentradas en el comercio-hoteles y restaurantes, Servicios Financieros, Personales y Profesionales, y Vivienda.

En cuanto al consumo hídrico, esta subcuenca concentra el 2% de la demanda hídrica consuntiva de la Cuenca del Maipo, y el 77% de este consumo es destinado al sector agrícola. Es de relevancia también dentro de esta subcuenca la demanda de agua potable.

1.7 Antecedentes para evaluación de iniciativas

1.7.1 Introducción

La escasez de recursos hídricos está provocando una gran competencia por el uso del agua entre los diferentes sectores de usuarios, y equilibrar esta creciente competencia por el recurso requiere adoptar un enfoque de gestión multidisciplinario e intersectorial. Así en los últimos años los gobiernos están fomentando estrategias y herramientas metodológicas con base en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), y en este contexto de GIRH los modelos hidro-económicos son instrumentos imprescindibles.

Los modelos hidro-económicos permiten representar la complejidad de los sistemas hídricos dentro de un marco único y coherente y así sustentar metodológicamente estrategias de planificación y asignación de recursos hídricos, evaluaciones financieras y definición de políticas públicas.

En el sentido económico y social los recursos hídricos de una cuenca o región constituyen un insumo esencial demandado por los sistemas productivos, sociales y ambientales necesarios para la sustentabilidad de la zona y por lo tanto las condiciones de disponibilidad o escasez son determinantes en la definición del quehacer de la sociedad. De este modo la demanda hídrica de una cuenca es una demanda derivada de su sistema productivo por lo que su modelación es fundamental para el desarrollo de un modelo hidro-económico.

A lo largo del desarrollo de esta sección se ha logrado caracterizar un modelo descriptivo del sistema económico que rige en la Cuenca del Maipo y de cada una de sus subcuencas. La modelación del sistema productivo de la cuenca del Maipo se desarrolla sobre la base de un modelo de programación matemática [Modelo de Optimización de Redes] construido a partir de una aproximación de la matriz insumo-producto representativa de la Región Metropolitana. Con este modelo ha sido posible simular las relaciones intersectoriales y los encadenamientos productivos entre los diferentes sectores económicos para diferentes escenarios de oferta hídrica.

La economía de la Cuenca y Región Metropolitana se mueve principalmente por los servicios financieros, profesionales y otros que se exportan hacia el resto de las regiones del país los que determinan del orden del 85% del PIB regional. Ellos se concentran en la provincia de Santiago y en particular en la subcuenca del Mapocho-Bajo.

En virtud de lo anterior, la principal vocación productiva de los recursos hídricos se orienta al abastecimiento de agua potable para la población. Sin embargo, y aunque afecta a un menor porcentaje de la población, en el resto de las subcuencas de la región se presenta una fuerte concentración económica en el sector agropecuario-silvícola razón por la cual existe una mayor dependencia socioeconómica con los recursos hídricos y su disponibilidad.

En un escenario de stress hídrico, el plan estratégico de los recursos hídricos debe ser capaz de sustentar el plan de desarrollo de la región procurando seguridad de abastecimiento de agua para la población y también para el sustento y crecimiento del sector agroindustrial.

Idealmente el modelo económico debiera estar también integrado computacionalmente con el modelo hidrológico (superficial y subterráneo) construido en WEAP para este proyecto en particular. Sin embargo, su desarrollo cae fuera de sus alcances. Dada esta restricción la conexión con la modelación hidrológica se realiza en forma paramétrica presentado los resultados del impacto marginal sobre los diferentes sectores económicos generados por cambios en la oferta hídrica de la cuenca.

Con este propósito, a continuación, se presenta una serie de análisis paramétricos de la economía regional para que sirvan de base en las evaluaciones de proyectos e iniciativas contempladas en el plan estratégico de recursos hídricos de la cuenca:

- **Estimación de la Curva de Demanda de Agua:** Permite evaluar la variación marginal del PIB regional en función de una variación marginal de la disponibilidad hídrica.
- **Estimación del Valor Económico que aporta una hectárea de riego:** Esta parametrización permite estimar el aporte económico marginal sobre el PIB regional que encadena una hectárea adicional de riego.
- **Estimación del Valor Económico que aporta 1 m³/s en la industria:** Con este esquema analítico es posible conocer la dinámica económica comercial de este sector, y su dependencia del recurso hídrico.
- **Estimación del Valor Económico que aporta 1 m³/s destinado a los Servicios:** Debido a la relevancia económica de este sector, con este esquema analítico se analiza el impacto hídrico, que este caso se refiere al consumo de agua potable, sobre este sector económico.

De esta manera, para la evaluación de iniciativas estratégicas relacionadas a obras de infraestructura, medidas de gestión, búsqueda de nuevas fuentes de agua y otras, es necesario disponer de métricas del impacto físico inducido por cada iniciativa en función de parámetros tales como:

- m^3/s adicionales;
- hectáreas de riego incorporadas por la iniciativa;
- variabilidad inter temporal de la oferta hídrica

Es necesario destacar que este conjunto de parámetros técnicos se debe generar a partir de simulaciones realizadas sobre el modelo hidrológico (WEAP), los que posteriormente se incorporan en el modelo económico obteniendo como resultado el impacto inducido sobre la economía regional en función del PIB regional y sectorial como en los indicadores de empleo.

Por otra parte, si existiesen iniciativas que surjan desde la dimensión económica, como por ejemplo un proyecto de ampliación de una operación minera, o proyectos agroindustriales, en primera instancia se debiera evaluar su impacto sobre la cuenca desde el modelo representativo de su red hidrológica, identificando cómo estos proyectos afectan el equilibrio entre la oferta y demanda hídrica, como también su impacto sobre el resto de los usuarios de la cuenca. El impacto de estos proyectos sobre la economía regional se evalúa mediante el modelo hidro-económico tanto a nivel sectorial como su encadenamiento global inducido sobre la cuenca.

1.7.2 Curva de Demanda de Agua: El Valor del Agua

En esta sección analítica se hace un esfuerzo en estimar la curva de demanda hídrica de la cuenca del Maipo. La demanda del recurso hídrico se estima como el **Ingreso de la Productividad Marginal** del recurso lo que corresponde a la valoración de la producción adicional que es capaz de producir la cuenca por cada m^3 adicional de agua que se hace disponible. Con ello, se obtiene una correlación entre la disponibilidad hídrica con el PIB regional.

Esta simulación es factible en virtud de que se ha modelado la función de producción global de la cuenca mediante el método de las matrices insumo producto lo que permite simular y evaluar diferentes escenarios. En este caso, la matriz productiva de la región es sometida a restricciones de disponibilidad hídrica aumentando sistemáticamente la oferta hídrica y evaluando el PIB que se obtiene en cada punto de evaluación.

Para estas simulaciones se consideran los mismos supuestos metodológicos expuestos en el punto 5 de este informe.

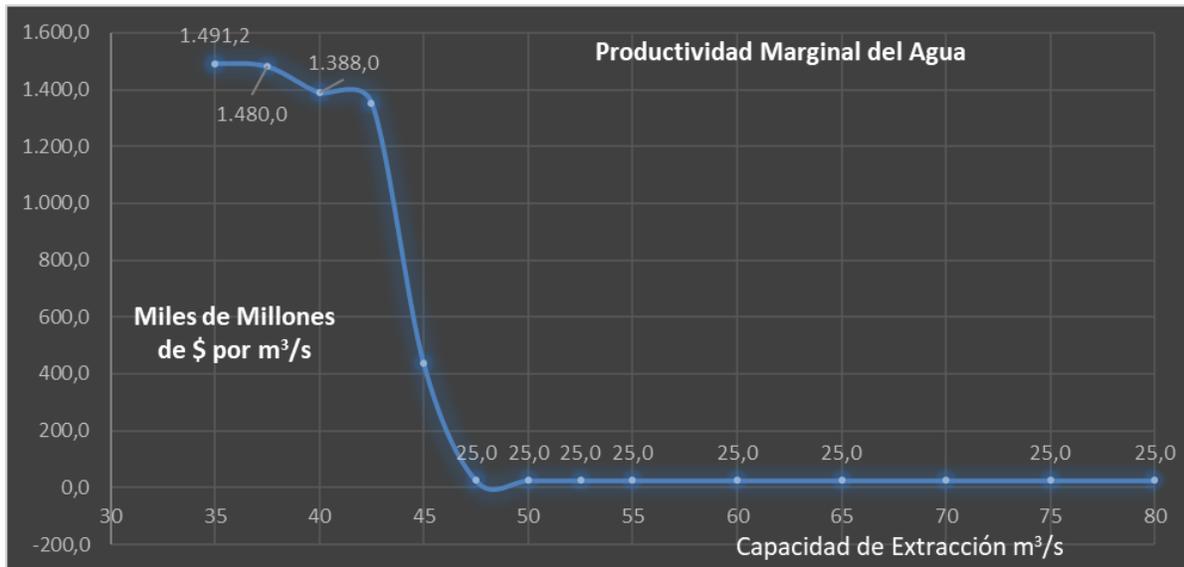


Figura 1-20 Estimación Curva de Demanda Hídrica.
Fuente: Elaboración propia.

El resultado de la estimación de esta curva se interpreta de la siguiente manera:

En el nivel actual en que se encuentra la matriz productiva de la cuenca del Maipo y la Región Metropolitana, en un escenario de estrechez si la disponibilidad hídrica de la cuenca se iguala con la demanda actual, por cada **1 m³/s** adicional que disminuya esta oferta el PIB regional se reduciría en **25 miles de millones de \$ anuales** [app 30 millones de US\$ anuales por cada m³/s]. Aplicando un criterio de eficiencia económica la primera actividad que se ve afectada es el sector agropecuario y en particular la producción destinada a mercados de exportación.

Esta misma cifra puede ser utilizada para evaluar impactos de un incremento en la oferta, siempre y cuando se destine al sector agropecuario.

1.7.3 Aporte Económico por Hectáreas de Riego

En los análisis de sensibilidad hidro-económica expuestos anteriormente se evalúan escenarios en donde se asume que las pérdidas de producción inducidas por una escasez hídricas son reemplazadas por importaciones de estos productos desde otras regiones del país o bien desde el exterior. Esto, si bien traslada beneficios económicos de la

cuenca hacia otras regiones, evita el hecho de asumir pérdidas económicas adicionales por encadenamiento hacia otros sectores productivos.

Frente a proyectos e iniciativas que permitan mejorar la productividad del agua o incorporar nuevas fuentes con el propósito de obtener aumentos en los niveles de producción requiere un análisis de impacto diferente.

En este contexto resulta relevante evaluar el encadenamiento global de este sector en la matriz productiva regional. Con ello se verá que, si bien el sector agrícola individualmente genera poco valor agregado, dispone de una capacidad inductiva en el resto de las actividades económicas que se deben tener presente en las evaluaciones de escenarios inductivos. Por una parte, induce encadenamientos productivos relevantes por la vía de los proveedores, trabajo, y por otra, abastece también al sector industrial, que expone una relevante participación en el PIB regional.

De acuerdo con las cifras del censo agropecuario 2006/2007, la región Metropolitana cuenta con 128.33 miles de has de riego, las cuales se concentran en las provincias de Melipilla, Maipo y Talagante.

Asociado las hectáreas disponibles y la composición de cultivos al modelo productivo simulado a través de la calibración de la Matriz Insumo-Producto de la región, el sector logra una producción bruta de 1.234 Miles de Millones de pesos y un Valor Agregado de 543 Miles de Mill de pesos.

De acuerdo con las cifras presentadas en cuadros anteriores se dispone de los siguientes coeficientes:

- PIB sector agropecuario: 543 [MMM\$-2013].
- Hectáreas de Riego asociadas: 128.330 [has].
- Demanda Hídrica promedio anual: 43 [m³/s].
- PIB por hectárea: 3.971 [M\$-2013/ha].
- Empleo: 70 [miles de personas].
- Principales insumos productivos provienen de bienes del sector industrial y servicios financieros y empresariales.

En los cuadros siguientes se muestra una simulación del impacto que genera sobre el sistema productivo de la Región Metropolitana la adición de una nueva hectárea de riego.

El resultado de este ejercicio muestra que si bien una hectárea adicional le genera al sector agropecuario un aporte económico (Valor Agregado adicional) de 3.971 [M\$-₂₀₁₃/ha] logra inducir en la región completa un aporte de 27.390 [M\$-₂₀₁₃/ha]. Esto significa que el agro tiene un efecto multiplicador de 6,9 veces.

Tabla 1-10 Impacto económico de adicionar una hectárea de riego.

Valor Agregado Regional por Ha adicional	27,39	Millones \$/ha
Valor Agregado Sectorial por Ha	3,97	Millones \$/ha
Multiplicador Agropecuario	6,9	veces
Empleo Directo por Ha	0,5	Persona /ha
Empleo Inducido por Ha	1,29	Persona/ ha

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro siguiente se muestran las mismas cifras, pero referenciadas **m³/s** adicionales asignadas al sector agropecuario.

Tabla 1-11 Impacto económico de adicionar 1 m³/s al sector agropecuario.

Valor Agregado Regional por m ³ /s	82.474,1	Millones \$ /m ³ /s
Valor Agregado Sectorial por m ³ /s	11.956,3	Millones \$ /m ³ /s
Empleo directo por m ³ /s	1.591,1	Personas /m ³ /s
Empleo Inducido por m ³ /s	3.877,1	Personas/m ³ /s

Fuente: Elaboración propia.

1.7.4 Aporte Económico de la Minería por m³/s

Realizando un ejercicio similar sobre el sector minero se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 1-12 Impacto económico de adicionar 1 m³/s al sector minero.

Valor Agregado Regional por m ³ /s	880.215	Mill \$ /m ³ /s
Valor Agregado Sectorial por m ³ /s	304.495	Mill \$ /m ³ /s
Empleo directo en sector por m ³ /s	5.557	Personas /m ³ /s
Empleo Inducido total región por m ³ /s	31.276	Personas/m ³ /s

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que la productividad hídrica en este sector es superior en un orden de magnitud a la del sector agropecuario. En este caso **1 m³/s** aplicado a la minería logra inducir un PIB regional de 880.215 [M\$-₂₀₁₃/ m³/s] y un empleo aproximado de 30 mil personas.

1.7.5 Aporte Económico de la Industria por m³/s

Aplicando esta metodología de simulación al caso del sector minero se obtiene que el aporte económico de asignar **1 m³/s** para aumentar el nivel de producción de este sector es menor que en la minería, pero similar en orden de magnitud.

Tabla 1-13 Impacto económico de adicionar 1 m³/s al sector industrial.

Valor Agregado Regional por m ³ /s	614.685	Mill \$ /m ³ /s
Valor Agregado Sectorial por m ³ /s	171.437	Mill \$ /m ³ /s
Empleo directo en sector por m ³ /s	10.110	Personas /m ³ /s
Empleo Inducido total región por m ³ /s	23.752	Personas/m ³ /s

Fuente: Elaboración propia.

1.7.6 Aporte Económico de los servicios por m³/s

Las exportaciones de servicios y de productos industriales hacia el resto de las regiones del país son el principal sustento económico de la región metropolitana y de la Cuenca del Maipo. Afortunadamente este sector es el que expone la mayor productividad hídrica, e incluso supera al sector minería. Los resultados de las simulaciones realizadas sobre este sector se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 1-14 Impacto económico de adicionar 1 m³/s al sector Servicios.

Valor Agregado Regional por m ³ /s	1.110.482	Mill \$ /m ³ /s
Valor Agregado Sectorial por m ³ /s	910.444	Mill \$ /m ³ /s
Empleo directo en sector por m ³ /s	44.417	Personas /m ³ /s
Empleo Inducido total región por m ³ /s	13.174	Personas/m ³ /s

Fuente: Elaboración propia.

1.8 Proyecciones económicas 2030-2050 Escenario BAU

1.8.1 Objetivo

El objetivo de este análisis es visualizar las demandas hídricas de la cuenca mediante un escenario simulado a partir de las proyecciones del desempeño económico de la cuenca en donde se mantienen constante tanto la arquitectura productiva de la cuenca (Región Metropolitana) como también las productividades hídricas en cada una de las actividades económicas.

1.8.2 Parámetros Característicos del Escenario Base

La parametrización del escenario se realiza evaluando los rendimientos técnicos de consumo hídrico y fuerza laboral sobre cada una de las actividades productivas que configuran el escenario económico disponible las cuentas nacionales correspondientes al año 2018.

Tabla 1-15 Rendimiento técnico de consumo hídrico.

ACTIVIDAD PRODUCTIVA	PIB SECTOR	Agua	Empleo	PIB/ m3/s	PIB/empleo
	Miles Mill \$ 2013	m3/s	Puestos	Miles_Mill \$- 2013 / m3/s	Miles \$-Año / empleo
Agropecuaria Silvícola	543	42,6	72.261,8	12,7	7.514,3
Pesca Extractiva	0	0,0	0,0		
Minería	1.136	1,2	20.733,0	947,3	54.792,0
Industria Manufacturera	6.975	9,1	411.318,0	764,3	16.957,7
Electricidad, Gas y Agua	962	0,0	32.975,7		29.173,0
Construcción	3.299	0,0	282.906,1		11.661,1
Comercio, Hoteles y Restaurantes	11.909	0,0	871.638,3		13.662,8
Transporte y Comunicaciones	6.622	0,0	348.474,4		19.002,8
Intermediación Financiera y Servicios Emp	15.973	0,0	380.069,5		42.026,5
Propiedad de Vivienda	6.100	0,0	42.606,2		143.171,8
Servicios Sociales y Personales	8.709	0,0	779.940,8		11.166,2
Administración Pública	2.738	0,0	160.377,1		17.072,3

Fuente: Elaboración propia.

1.8.3 Productividades hídricas sectoriales

a. Productividad hídrica sector agrícola

De acuerdo con las cifras presentadas en cuadro anterior se dispone de los siguientes coeficientes:

- PIB sector agropecuario: 543 [MMM\$-2013]
- Hectáreas de Riego asociadas: 119.465 [ha]
- Demanda Hídrica promedio anual: 43 [m³ /s]
- PIB por hectárea: 4.545 [M\$-2013/ha]
- Empleo: 72.261 [miles de personas]

Las proyecciones de riego para las próximas décadas se muestran en la Tabla 1-16:

Tabla 1-16 Proyecciones superficie cultivada al 2020, 2030 y 2050.

Cultivo	2020 [ha]		2030 [ha]		2050 [ha]	
	Riego	Secano	Riego	Secano	Riego	Secano
Cereales	12.783	474	10.363	360	10.005	433
Forrajeras	16.554	28	15.633	27	15.445	33
Hortalizas	17.003	223	15.547	290	16.415	361
Viñas	12.915	56	14.546	71	16.293	86
Frutales	60.390	171	69.134	185	77.904	213
Praderas mejoradas y naturales		139.423		121.619		109.816
Barbecho		8.618		7.947		8.718
Total	119.465	148.993	125.224	130.500	136.063	119.660

Fuente: Elaboración propia.

- 4.8% de crecimiento en has al 2030
- 13.9% de crecimiento en has al 2050

b. Productividad hídrica sector industrial

Para la evaluación de este escenario BAU, se asocia el consumo hídrico de este sector industrial con PIB sectorial, en este caso:

- PIB sector industrial 6.975 [MMM\$-2013]
- Demanda Hídrica promedio anual: 9.1 [m³ /s]
- PIB por [m³ /s]: 766 [MMM\$-2013/[m³ /s]]
- Empleo: 411 [miles de personas]

c. Productividad hídrica sector minero

Para la evaluación de este escenario BAU. se asocia el consumo hídrico de este sector con PIB sectorial. en este caso:

- PIB sector minería 1.136 [MMM\$-2013]
- Demanda Hídrica promedio anual: 1.2 [m³ /s]
- PIB por [m³ /s]: 946 [MMM\$-2013/[m³ /s]]
- Empleo: 20.7 [miles de personas]

d. Productividad hídrica sector agua potable

Para la evaluación de este escenario BAU. se asocia el consumo hídrico de este sector con la población de la cuenca:

- POBLACIÓN [2018] 7.702.891 [hbtes.]
- Demanda Hídrica promedio anual: 32 [m³/s]
- Habitantes / [m³ /s] 240.715 [HBTES/ m³ /s]
- Empleo/puesto de trabajo: 2.26 []

1.8.4 Proyección Oferta Hídrica

Tabla 1-17 Proyección de oferta hídrica por subcuenca.

Periodo	Maipo Alto	Maipo Medio	Maipo Bajo	Mapocho Alto	Mapocho Bajo	Total
1980-1989	143,0	49,2	47,2	10,1	35,3	284,9
1990-1999	106,9	33,4	30,8	6,3	22,9	200,3
2000-2009	126,5	42,2	38,7	8,5	28,9	244,8
2010-2018	82,2	25,8	24,0	4,1	16,0	152,1
Actual 2020	115	24,6	24,2	7,4	19,4	190,6
2030	48,8	23,0	23,0	2,9	18,0	115,7
2050	49,3	28,2	28,3	3,2	21,4	130,4

Fuente: Elaboración propia.

1.8.5 Proyecciones Parámetros Escenarios Futuros

Para las proyecciones económicas de escenarios 2030 y 2050 se hace uso de los principales componentes macroeconómicos que impulsan el crecimiento de nuestra economía. y en función de ellos se proyecta el crecimiento económico de los diferentes sectores productivos:

- Consumo
- Inversiones
- Exportaciones

En cada uno de estos agregados económicos se hace uso de las series estadísticas provistas por el Banco Central de Chile y se calcula la tasa de crecimiento promedio en cada una de ellas. Posteriormente, para las proyecciones de 10 y 30 años. Se considera que estas variables crecen a la misma tasa media calculada.

Finalmente, es necesario destacar que la información utilizada corresponde a cifras a nivel nacional, en donde se asume que el comportamiento de la región metropolitana sigue estos mismos patrones.

a. Consumo

Para el caso de las proyecciones de consumo, las estimaciones se muestran a continuación.

Tabla 1-18 Crecimiento proyectado.

Descripción series	Crecimiento promedio anual 2008-2018	Crecimiento total estimado	
		2030 (10 años)	2050 (30 años)
Consumo total	3,99%	47,83%	223,04%
Consumo de hogares e IPSFL	4,05%	48,69%	228,72%
Consumo Gobierno	3,75%	44,54%	201,94%

Fuente: Elaboración propia.



Figura 1-21 Consumo de hogares e IPSFL.

Fuente: Elaboración propia.

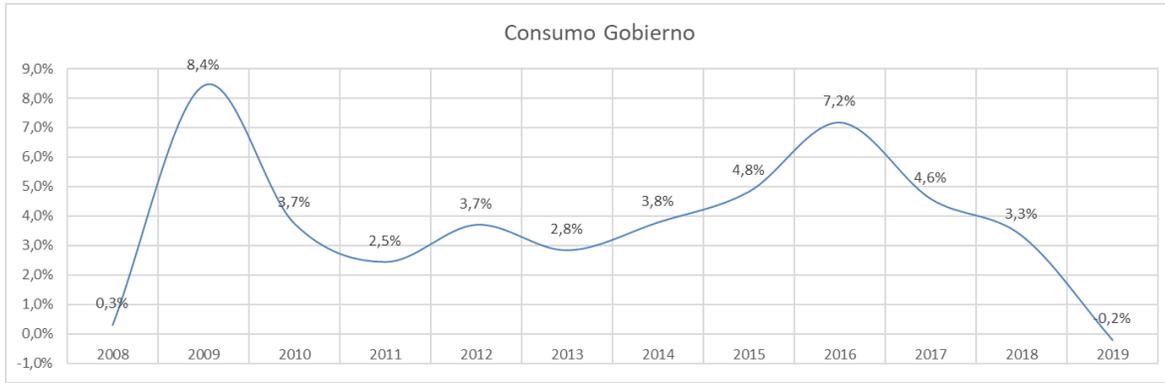


Figura 1-22 Consumo Gobierno.
Fuente: Elaboración propia.

b. Inversión

Para el caso de las proyecciones de inversión. las estimaciones se muestran a continuación.

Tabla 1-19 Estimación de proyección de inversiones.

Descripción series	Crecimiento promedio anual 2008-2018	Crecimiento total estimado	
		2030 (10 años)	2050 (30 años)
Formación bruta de capital fijo	4,08%	49,24%	232,37%
Construcción y otras obras	2,83%	32,22%	131,13%
Maquinaria y equipo	6,63%	90,07%	586,63%

Fuente: Elaboración propia.



Figura 1-23 Construcción y otras obras.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 1-24 Maquinaria y equipo.
Fuente: Elaboración propia.

c. Exportaciones Totales

El comportamiento de las exportaciones durante la última década genera las siguientes tasas de crecimientos promedio anual.

Tabla 1-20 Tasas de crecimiento del PIB estimado.

Descripción series	Crecimiento promedio anual 2008-2018	Crecimiento total estimado	
		2030 (10 años)	2050 (30 años)
Exportaciones de bienes y servicios	0,56%	5,75%	18,27%
Producto Interno Bruto	2,91%	33,21%	136,36%

Fuente: Elaboración propia.

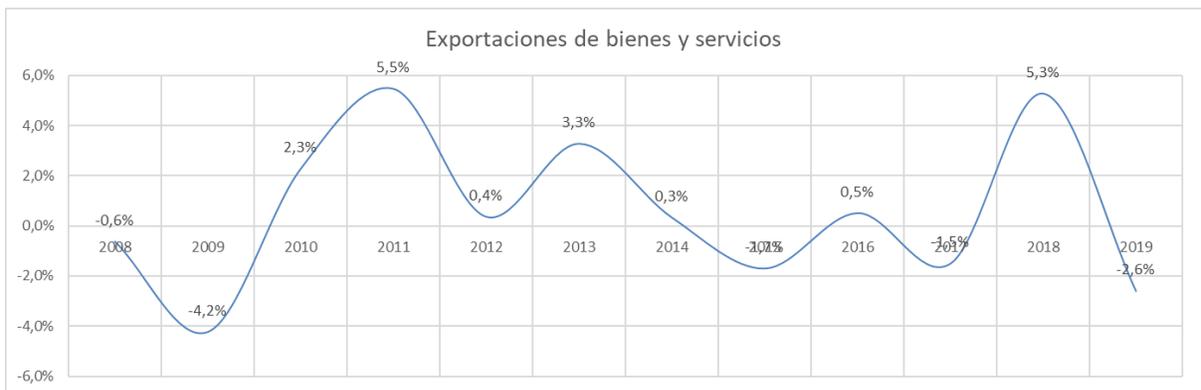


Figura 1-25 Exportaciones de bienes y servicios.
Fuente: Elaboración propia.

d. Exportaciones por tipo de productos

El comportamiento de las exportaciones durante la última década genera las siguientes tasas de crecimientos promedio anual.

Tabla 1-21 Exportación de bienes.

Descripción series	Crecimiento promedio anual 2008-2018	Crecimiento total estimado	
		2030 (10 años)	2050 (30 años)
Exportación Bienes	0,64%	6,55%	20,96%
Agropecuario-silvícola	4,50%	55,23%	274,07%
Minería	0,29%	2,94%	9,08%
Industria	0,93%	9,74%	32,17%
Exportación servicios	0,23%	2,37%	7,29%

Fuente: Elaboración propia.



Figura 1-26 Variación exportaciones agropecuarias-silvícolas-pesqueras.

Fuente: Elaboración propia.

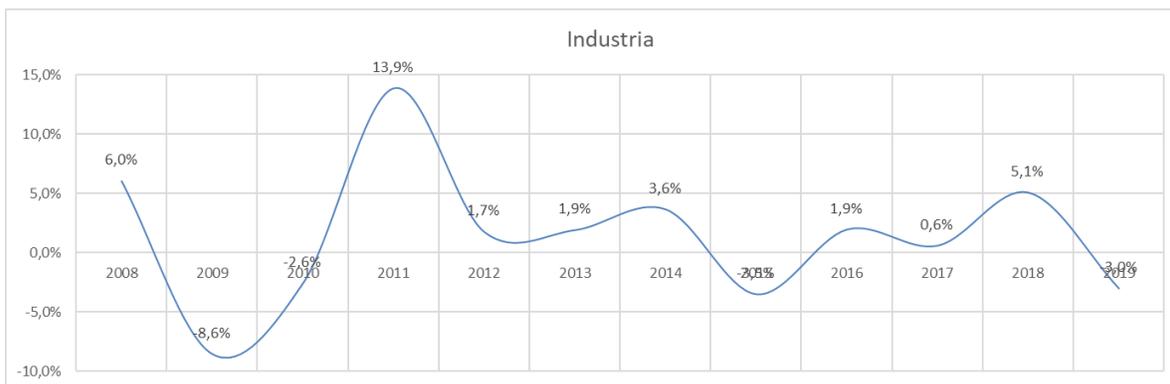


Figura 1-27 Variación exportaciones de la industria.

Fuente: Elaboración propia.

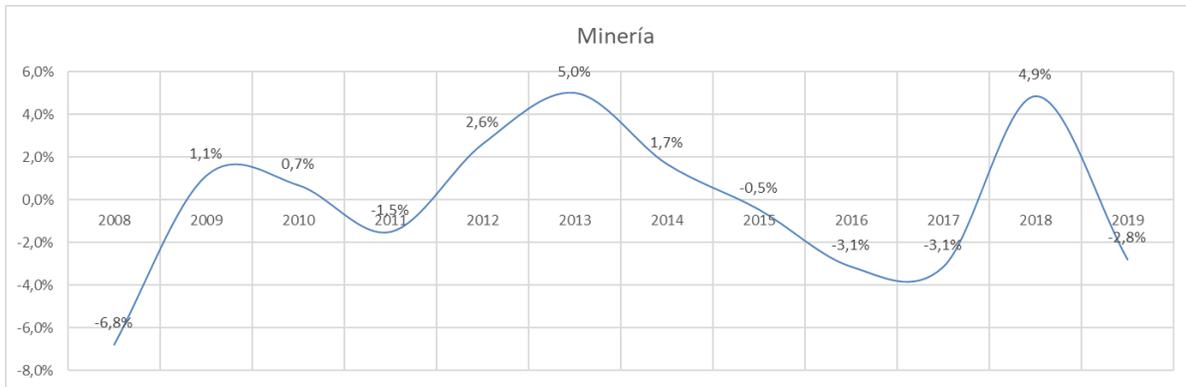


Figura 1-28 Variación de exportaciones minería.
Fuente: Elaboración propia.

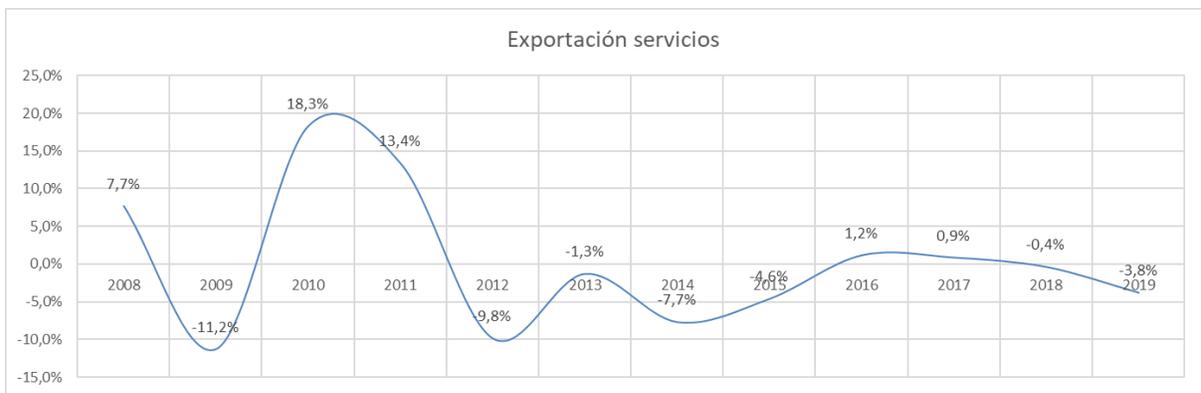


Figura 1-29 Variación exportaciones de servicios.
Fuente: Elaboración propia.

1.9 Proyecciones Económicas y su Demanda Derivada Hídrica

Aplicando las proyecciones de crecimiento de los principales componentes de la demanda agregada, consumo, inversiones y exportaciones por rama de actividad sobre la matriz insumo producto calibrada para la Región Metropolitana se obtienen los siguientes resultados:

ESCENARIO BASE		2030		2050	
Sectores	64.966	PIB proyectdo	Variación c/r Base	PIB proyectdo	Variación c/r Base
Agropecuario Silvícola	543	570	↑ 5,0%	624	↑ 15,0%
Minería	1.136	1.190	↑ 4,8%	1.180	↑ 3,9%
Industria Manufacturera	6.975	9.500	↑ 36,2%	17.716	↑ 154,0%
Electricidad, Gas y Agua	962	1.458	↑ 51,6%	3.185	↑ 231,1%
Construcción	3.299	4.415	↑ 33,8%	7.112	↑ 115,6%
Comercio, Hoteles y Restaurantes	11.909	15.871	↑ 33,3%	28.705	↑ 141,0%
Transporte y Comunicaciones	6.622	8.944	↑ 35,1%	15.947	↑ 140,8%
Intermediación Financiera y Servicios Empre	15.973	20.895	↑ 30,8%	35.207	↑ 120,4%
Propiedad de Vivienda	6.100	8.542	↑ 40,0%	16.044	↑ 163,0%
Servicios Sociales y Personales	8.709	12.332	↑ 41,6%	23.934	↑ 174,8%
Administración Pública	2.738	3.957	↑ 44,5%	8.258	↑ 201,6%
AGUAS m3/seg	86,2	96,4	↑ 11,9%	115,2	↑ 33,6%
Has	120.483	126.507	↑ 5,0%	138.555	↑ 15,0%
Poblacion cuenca	7.702.891	8.688.263	↑ 12,9%	9.061.512	↑ 17,6%
PIB per cápita	8,434	10,093		17,436	
AGUAS m3/seg	86,2	96,4		115,2	
Agro	42,6	44,7		49,0	
Minería	1,2	1,3		1,2	
Industrial	9,2	12,5		23,4	
Energía y otros	1,8	1,8		3,9	
Población	32,2	36,1		37,6	

Figura 1-30 Proyecciones del PIB y Demandas Hídricas encadenadas.

Fuente: Elaboración propia.

1.10 Algunas recomendaciones

Se propone el desarrollo de una herramienta de visualización y análisis hidroeconómico de la cuenca según las siguientes características:

Nombre iniciativa: Desarrollo de una Plataforma Informática de soporte para la Gestión Integrada de la cuenca.

Origen: Necesidad de socializar en los usuarios de la cuenca el conocimiento adquirido en la DGA desde la formulación de los planes estratégicos y las modelaciones hidrológicas de soporte de modo que las decisiones que se tomen en el ámbito local sean coherentes con la estrategia formulada para la cuenca.

Brecha-Problema identificado: Traspaso de la exactitud de los Modelos Hidrológicos calibrados para la cuenca al plano de la toma de decisiones en el ámbito de las comunidades de los usuarios comunes de los recursos hídricos.

Ejes:

- Eje 01: Uso estratégico y eficiente de los recursos hídricos en el plano de los procesos productivos que determinan la economía de la cuenca.
- Eje 03: Gestión y gobernanza generando instrumentos informáticos de apoyo a la gestión integral del recurso dentro de la cuenca.

Objetivos de la iniciativa:

- Disponer de modelos operativos para mejorar la toma de decisiones simulando on-line escenarios de gestión a corto, mediano y largo plazo a partir de eventos que ocurran en la cuenca.
- Reducir brechas entre oferta y demanda.
- Habilitar el uso de los modelos de simulación hidrológicos en un ambiente más cercano y simple para apoyar la toma de decisiones entre los usuarios de la cuenca y propender hacia una Gestión Integrada de la misma.

Ámbito: Gobernanza y gestión integrada de cuencas

Ubicación: Cuenca del Maipo

Beneficiarios Directos: Actores públicos y privados relacionados con la toma de decisiones en temas hídricos de la cuenca.

Horizonte: Corto plazo

Costo total 87 millones de pesos

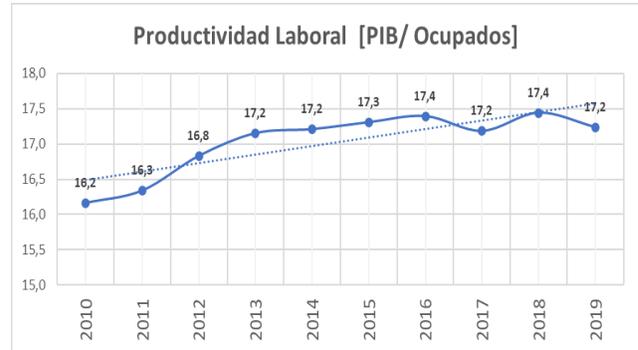
Tipo Financiamiento Propuesta por un Bien Público para la región

Entidad Responsable DGA

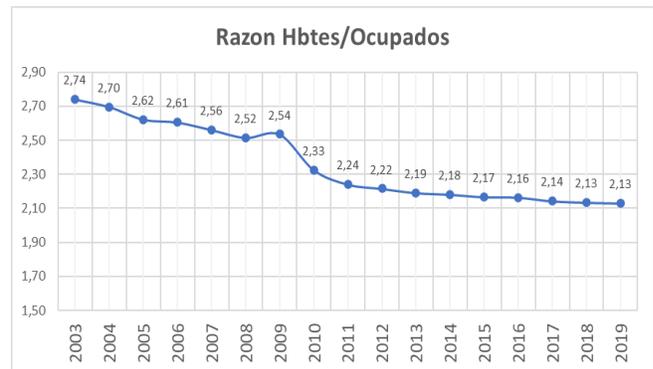
1.11 Comentarios finales

1. Esta metodología de estimación basada en las tablas insumo-producto si bien no incorpora en su justa medida los eventuales cambios tecnológicos que alteran la matriz productiva entrega una idea de los encadenamientos que inducen las diferentes actividades económicas sobre el resto de los sectores. Así es que a partir de las proyecciones de la demanda agregada es posible estimar su impacto en cada una de las ramas productivas y posteriormente disponer de una aproximación de su impacto en la demanda derivada del sector hídrico.
2. Las proyecciones realizadas sobre la matriz insumo producto consideran adicionalmente dos condiciones adicionales, disponibilidad futura de hectáreas de riego, y proyecciones de población estimadas por INE.
3. Respecto a las hectáreas de riego, el modelo Insumo-Producto incorpora la restricción de disponibilidad estimadas para los años 2030 y 2050. Con estas condiciones si la demanda por consumo interno y por exportaciones superan los incrementos de producción dentro de la cuenca, entonces el diferencial de demanda se satisface mediante importaciones ya sea desde otras regiones del país o desde el exterior.
4. En el tema de las estimaciones de población y su relación con el sistema productivo se concentra el supuesto más fuerte de estas proyecciones y su correspondiente incidencia sobre la matriz hídrica. Y es que la tasa de crecimiento de la población que proyecta el INE [Estimaciones y proyecciones de la población de Chile 1992-2050] cae desde un **1,1%** anual en el periodo 2003-2017 hasta llega a un **0,02%** anual en 2050. Y es por esa razón es que el PIB per cápita prácticamente se duplica en términos reales.
5. En este contexto para que el país y la región en particular puedan proyectar una tasa de crecimiento promedio de 3,0% anual deberán complementarse dos efectos sobre la fuerza de trabajo:
 - Por una parte, es necesario que aumente la productividad del trabajo, y por otra,
 - Aumentar también la proporción de ocupados por habitantes

6. Con relación a la productividad del trabajo [PIB / Ocupados] las cifras del Banco Central muestran un crecimiento sistemático de aproximadamente un 1,27% anual durante los últimos años. Si se aplica esta tasa de crecimiento para los años 2030 y 2050 se podría observar una productividad media por puesto de trabajo para estos años de 21,0 y 27,0 MM\$-2013 respetivamente.



7. Respecto a la cantidad de ocupados por habitante, las estadísticas disponibles en Banco Central exponen una tendencia al alza, lo que significa la proporción de la población que se incorpora a la masa laboral va en aumento. Con base en estas cifras se estima que para los años 2030 y 2050 estos valores lleguen a **2,11** y **1,56** respectivamente.



8. Lo anterior tiene especial importancia en la proyección del consumo de agua potable para la población, pues de no aumentar los niveles de productividad, o el país y región no crecerá según lo esperado o bien el consumo de agua potable será mayor al estimado.

9. Aun así, con estas estimaciones optimistas respecto a la demanda hídrica, la situación es particularmente crítica pues la demanda media anual es cercana al 85% de la oferta media proyectada para los años 2030 y 2050.

10. Finalmente, se recomienda el desarrollo de una herramienta de visualización y análisis hidroeconómico como soporte para la gestión integrada de la cuenca. En la sección 1.10 se incluyó un resumen de esta iniciativa recomendada.

2 APÉNDICES ANEXO K

Las iniciativas que conforman el plan de acción del presente PEGH se muestran en los cuadros que van desde la Tabla 2-1 a la Tabla 2-14.

Así mismo, junto con la entrega final se agrega la carpeta digital denominada APÉNDICES ANEXO K, la cual incluye la **Subcarpeta APÉNDICE DIGITAL K1** y la **Subcarpeta APÉNDICE DIGITAL K2**.

- **Subcarpeta APÉNDICE DIGITAL K1:** contiene en formato Excel los archivos trabajados durante el presente estudio en cuanto a ejes, acciones, problemas levantados, resultados de Menti, evaluaciones, priorización, evaluaciones VAC y CAE, entre otras. Los archivos Excel son los siguientes:
 - o **APÉNDICE-K1_01 Ejes Obj Acciones Brechas Maipo.xlsx:** contiene las planillas de trabajo asociadas a la identificación de Ejes y objetivos del plan; acciones levantadas y presentadas en PAC; problemas levantados desde la PAC; brechas levantadas desde la PAC; y brechas levantadas desde la modelación.
 - o **APÉNDICE-K1_02 Acciones Maipo Evaluación y Menti Notas Brutas.xlsx:** incluye el listado de acciones, los resultados de su evaluación, los resultados de las evaluaciones Menti de la PAC, y los resultados de la priorización.
 - o **APÉNDICE-K1_03 Acciones Maipo tbl 7-1 y 7-2.xlsx:** presenta las tablas 7-1 y 7-2 del informe principal que contienen un resumen de la evaluación de acciones, el filtro de priorización y el número de iniciativas en cartera vigente.
 - o **APÉNDICE-K1_04 Cartera vigente Maipo Sección 6.2.xlsx:** contiene el listado de iniciativas vigentes para la cuenca y extraído desde el Banco integrado de proyectos de Ministerio de Desarrollo Social; así como el listado de iniciativas interregional.
 - o **APÉNDICE-K1_05 Evaluación VAC y CAE - Priorización de iniciativas.xlsx:** contiene la planilla de cálculo de la evaluación económica de VAC y CAE para las iniciativas propuestas en este PEGH; la información de costos de iniciativas en cuenca del Maipo (Banco integrado de proyectos de Ministerio de Desarrollo Social); la información de costos de iniciativas vigentes en cuenca del Maipo (Banco integrado de proyectos de Ministerio de

Desarrollo Social); un cuadro que resume las iniciativas del PEGH Maipo incluyendo tipología, acciones asociadas, clasificación, origen, priorización y factores, e indicadores económicos; y un cuadro final de resumen de las iniciativas propuestas del PEGH Maipo.

- **APÉNDICE-K1_06 Iniciativas Maipo tbl 7-3 y 7-4.xlsx:** presenta las tablas 7-3 y 7-4 del informe principal acerca del listado de iniciativas a incorporar en el PEGH y sus costos, plazos, fuentes de financiamiento, entre otras materias.
- **Subcarpeta APÉNDICE DIGITAL K2:** contiene en formato Excel los archivos trabajados en cuanto a las iniciativas que conforman el plan de acción del presente Plan estratégico. Los archivos Excel son los siguientes:
 - **APÉNDICE-K2_01_Evaluación_costos_iniciativas.xlsx:** contiene las fichas de evaluación de costos de las iniciativas del PEGH.
 - **APÉNDICE-K2_02_Fichas_iniciativas.xlsx:** contiene las fichas resumen de las iniciativas del PEGH.

Tabla 2-1 Ficha resumen de iniciativa i1.

Id	i1
Nombre iniciativa	Plan de apoyo para implementar sistemas para el control de extracciones.
Brecha-Problema identificado	No se cuenta en la cuenca con datos "en tiempo real", que agrupe la información de la red hidrométrica DGA y otros monitoreos de extracciones de carácter privado, por lo que entregará información sobre los usos reales de agua en la cuenca. También, facilitará el trabajo de fiscalización DGA en la cuenca. Falta de integración de información procedente de otras fuentes a la que ya posee DGA. Se asocia a la brecha de información N°5 de la Tabla 2-50 del Informe Final.
Eje	1. Uso estratégico del recurso hídrico: brechas entre oferta y demanda, riesgos hídricos. 2. Información y monitoreo del recurso hídrico.
Objetivo relacionado	Gestión de información.
Objetivo Iniciativa	Implementar un programa de apoyo que financie la implementación de sistemas de control de extracciones de aguas subterráneas para usuarios de agua de la cuenca, según la exigencia actual de la DGA en cuanto al Monitoreo de extracciones efectivas.
Descripción	Contempla la instalación de sistemas de medición de control de extracciones de aguas subterráneas, transmisión de datos y el apoyo técnico respectivo con la finalidad de controlar el uso de los derechos efectivamente constituidos, enfocado en usuarios que disponen de captaciones con DAA cuyo caudal sea mayor a 2 l/s y menor o igual a 10 l/s.

Detalles:

Ámbito	Control de extracciones
Ubicación	Cuenca de río Maipo
Beneficiarios Directos	Usuarios de agua sujetos a Monitoreo de extracciones efectivas, con derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas por un caudal que sea mayor a 2 l/s y menor o igual a 10 l/s.
Tipo de Acción	Programa de apoyo
Horizonte [Años]	5
Costo total [millones de pesos]	200
Tipo Financiamiento	Sectorial
Entidad Financiera	MINAGRI
Entidad Responsable	CNR
Observaciones	La resolución DGA N°453 del 8 de abril de 2020 especifica los criterios y plazos a cumplir respecto al Control de Extracciones Efectivas de aguas subterráneas llevadas a cabo en diversos Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común (SHAC) de la Región Metropolitana, bajo las exigencias de caudales definidos por la resolución DGA N°1238 y N°564. En particular, los usuarios con derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas por un caudal entre 2 y 10 l/s, tienen la obligación de instalar un flujómetro y un sensor de nivel básico, el que puede ser un pozómetro portátil.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-2 Ficha resumen de iniciativa i2.

Id	i2
Nombre iniciativa	Implementación de mejoras a la red hidrométrica DGA en la cuenca del Maipo (nuevas estaciones y equipamiento para éstas).
Brecha-Problema identificado	Brechas Identificadas en la Modelación detalladas en la Tabla 5-29 de Informe Final: Insuficiente información estadística de niveles pozos, tanto en los datos básicos, frecuencia de medición, así como errores en la información. Deficiente registro de información de caudales para algunas estaciones fluviométricas de la cuenca. Insuficiente cantidad y distribución de estaciones meteorológicas en la parte alta de la cuenca (se cuenta sólo con 6 estaciones sobre 1.000 m s.n.m. y con una estadística mayor a 10 años, y ninguna estación a una altitud por sobre los 3.000 m s.n.m.)
Eje	2. Información y monitoreo del recurso hídrico
Objetivo relacionado	Mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (superficial, subterráneo, de montaña y glaciares).
Objetivo Iniciativa	Mejorar y ampliar la red hidrométrica de la cuenca.
Descripción	Complementar la red hidrométrica ampliando la densidad de estaciones fluviométricas, y de niveles de aguas subterráneas. Se propone la construcción e instrumentación de 50 pozos/piezómetros dedicados al monitoreo hídrico, donde 35 se encuentran ubicados en la parte media-baja y 15 en la parte alta (10 Maipo Alto y 5 Mapocho Alto). Además de incorporar la correspondiente instrumentación con transductores y sistemas de registración y transmisión remota de datos. Se considera la inclusión de 3 estaciones fluviométricas con medición de sedimentos. La definición de la ubicación de estas estaciones formará parte de un estudio previo. Se señala que la red ideal considera la inclusión de muchos puntos adicionales más de monitoreo, pero se considera éstas primero por corresponder a mediciones directas de cantidad de recurso hídrico.

Detalles:

Ámbito	Monitoreo de recursos hídricos
Ubicación	La distribución se basa en el déficit de estaciones según las densidades recomendadas por OMM y criterios DGA. En particular se considera el emplazamiento de pozos en las cuencas altas del Maipo y Mapocho donde actualmente no se dispone de ellos, y en las zonas medias y bajas se da preferencia a los sistemas acuíferos de Melipilla, Puangue y Costeras Sur que presentan menor cumplimiento de densidad de estaciones por superficie según recomendaciones.
Beneficiarios Directos	Usuarios de agua cuenca del río Maipo
Tipo de Acción	Obras de infraestructura
Horizonte [Años]	5
Costo total [millones de pesos]	969
Tipo Financiamiento	Sectorial
Entidad Financiera	DGA
Entidad Responsable	DGA (División de Hidrología)
Observaciones	Existen iniciativas públicas en cartera de inversiones referidas a las redes de monitoreo tales como: Conservación y mantención red hidrométrica nacional, Conservación estaciones fluviométricas y reparaciones mayores, Conservación de la red hidrometeorológica plan de recuperación, Conservación de la red hidrometeorológica nacional.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-3 Ficha resumen de iniciativa i3.

Id	i3
Nombre iniciativa	Diagnóstico técnico para el abastecimiento de agua potable en zonas rurales
Brecha-Problema identificado	Hay fuerte preocupación por la escasez hídrica respecto a la oferta efectiva de agua en toda la cuenca. Se asocia a la Brecha entre Oferta y Demanda de reducción de volumen de acuífero, señalada en la Tabla 5-30 del Informe Final. Disminución de nivel de agua en acuíferos por su uso intensivo y creciente en uso sanitario
Eje	1. Uso estratégico del recurso hídrico: brechas entre oferta y demanda, riesgos hídricos
Objetivo relacionado	Restaurar condiciones de abastecimiento y calidad de las fuentes de agua potable rural, tanto para fuentes superficiales como subterráneas.
Objetivo Iniciativa	Disponer de una herramienta de seguimiento de la planificación e implementación de soluciones definitivas al abastecimiento de APR en zonas rurales
Descripción	Considera la sistematización e integración de información de demanda insatisfecha de APR para zonas críticas identificadas en el estudio DGA (2019) "Sustentabilidad de asentamientos humanos rurales en Chile. Análisis desde los comités de agua potable rural". En total se registran un total de 39 APR en estado crítico, desde el punto de vista del balance entre los derechos y la demanda estimada. Con información de este estudio, preliminarmente las zonas más críticas corresponderían a los SHAC de Puangue Medio y El Monte, donde existe un mayor porcentaje de APRs con déficit hídrico al año 2019. Se deberá generar una herramienta cuya interfaz sea de fácil visualización y comprensión, que permita transparentar las distintas iniciativas en curso y proyectadas a futuro, según información DGA, DOH, MOP, SUBDERE, Min. del Interior y Municipios (camiones aljibe), y de los propios APR para toda la comunidad.

Detalles:

Ámbito	APR
Ubicación	Cuenca de río Maipo
Beneficiarios Directos	APR
Tipo de Acción	Estudio
Horizonte (Años)	1
Costo total (millones de pesos)	40
Tipo Financiamiento	Sectorial
Entidad Financiera	DOH
Entidad Responsable	DOH/SSR
Observaciones	La fundación Amulén realizó un diagnóstico de la situación actual de cobertura de agua potable en los sectores rurales en Chile en el estudio "Pobres de Agua: Radiografía del agua rural en Chile".

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-4 Ficha resumen de iniciativa i4.

Id	i4
Nombre iniciativa	Actualización del catastro de derechos de agua DGA incorporando información no disponible en DGA de la cuenca del Maipo
Brecha-Problema identificado	Se asocia a la brecha de información N° 5 de la Tabla 2-50 del Informe Final: No se cuenta en la cuenca con datos "en tiempo real", que agrupe la información de la red hidrométrica DGA y otros monitoreos de extracciones de carácter privado. DGA no maneja toda la información de DAA provenientes de otras fuentes. Falta de integración de información procedente de otras fuentes a la que ya posee DGA. Esto mejoraría las estimaciones de balance hídrico de la cuenca.
Eje	2. Información y monitoreo del recurso hídrico
Objetivo relacionado	Gestión de información
Objetivo Iniciativa	Complementar la información de derechos de agua disponible en DGA
Descripción	<p>Considera la sistematización e integración de información de derechos de agua desde otras fuentes de información tales como derechos inscritos en el Registro de Propiedad de Aguas (RPA) administrado por el Conservador de Bienes Raíces (CBR). Considera también la verificación de coordenadas asociadas a derechos de la cuenca, pero que se encuentran mal georreferenciadas.</p> <p>Además, se deberá generar una plataforma virtual que permita avanzar en resolver la brecha de información de derechos de agua.</p>

Detalles:

Ámbito	Derechos de agua
Ubicación	Cuenca de río Maipo
Beneficiarios Directos	Usuarios de agua cuenca del río Maipo
Tipo de Acción	Estudio y desarrollo plataforma
Horizonte (Años)	1
Costo total (millones de pesos)	100
Tipo Financiamiento	Sectorial
Entidad Financiera	DGA
Entidad Responsable	DGA/ CORFO
Observaciones	De las reuniones PAC, se desprende que la información sobre Derechos de Aprovechamientos de Aguas que se dispone no está suficientemente sistematizada y con un alto grado de error. Por otra parte, el estudio CNR (2016) "Diagnóstico para Desarrollar Plan de Riego en cuenca del Maipo" establece que el sistema de registro de la propiedad del agua se inició con el Código de Aguas (CA) que data de 1981, el que incorpora temas como la inscripción de los DAA en el Registro de Propiedad de Aguas (RPA) administrado por los Conservadores de Bienes Raíces (CBR). En su artículo 122 mandata a la Dirección General de Aguas (DGA) para que cumpla con "llevar un Catastro Público de Aguas (CPA) en el que constará toda la información que tenga relación con ellas".

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-5 Ficha resumen de iniciativa i5.

Id	i5
Nombre iniciativa	Análisis técnico legal para la implementación de un sistema de transmisión de datos entre CBR y DGA. Proyecto piloto
Brecha-Problema identificado	<p>Aborda la brecha existente en cuanto a sistemas de información, conocimiento y acceso a información sobre derechos de aprovechamiento de aguas registrados en los Conservadores de Bienes Raíces, información que resulta imprescindible para una adecuada gestión de los recursos hídricos a nivel nacional y a nivel de cuenca. En el informe central, se asocia a la Problemática N° 3 de la Tabla 2-50 del Informe Final, donde se hace referencia que la información pública disponible sobre las transacciones de DAA es insuficiente y los registros para esto tienen diversos objetivos y formas de registrar dicha información, cuya brecha de información asociada corresponde a: mejorar la información de transacciones de DAA, como una herramienta para la transparencia que a su vez disminuya conflictos y desconfianza entre los usuarios.</p> <p>Falta de integración de información procedente de otras fuentes a la que ya posee DGA.</p>
Eje	2. Información y monitoreo del recurso hídrico
Objetivo relacionado	Gestión de información
Objetivo Iniciativa	<p>Mejorar la información de transacciones de DAA, como una herramienta para la transparencia que a su vez disminuya conflictos y desconfianza entre los usuarios</p> <p>Disponer de una herramienta de este tipo permitirá almacenar, actualizar y gestionar información asociada a transferencias de derechos de aprovechamiento de aguas disponible en los CBR.</p>
Descripción	<p>Análisis técnico legal sobre la implementación de un sistema electrónico que traspase automáticamente la información CBR hacia DGA.</p> <p>Contempla: análisis técnico legal, selección de CBR, sistematización de información, desarrollo de herramienta piloto para transmisión de datos hacia DGA</p>

Detalles:

Ámbito	Derechos de agua
Ubicación	Cuenca de río Maipo
Beneficiarios Directos	Usuarios de agua cuenca del río Maipo
Tipo de Acción	Estudio y piloto de software
Horizonte (Años)	1
Costo total (millones de pesos)	100
Tipo Financiamiento	CORFO
Entidad Financiera	CORFO
Entidad Responsable	DGA/ CORFO

Id	i5
Observaciones	<p>El Registro de Propiedad de Aguas (RPA) implica una inscripción en el CBR que da garantía y prueba de la posesión del DAA, mientras que el Catastro Público de Aguas (CPA) es un registro administrativo en el que debe constar toda la información que tenga relación con las aguas, las obras para su aprovechamiento, los derechos constituidos sobre ellas y las organizaciones de usuarios. Por tanto, dos tipos de registros, con objetivos diferentes, que nunca han sido vinculados, ni sistematizados, complejizan una situación delicada referente a los derechos de agua que se presenta en la cuenca actualmente. El estudio previo considerado es DGA (2018) Análisis de Mercados de Derechos de Aprovechamiento de Aguas en Chile, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, División de Estudios y Planificación. En dicho estudio se señala respecto de los registros del CBR que: "una cantidad significativa de los registros no pudieron ser usados o bien obligaron al establecimiento de un conjunto de supuestos ...", "Por ejemplo, campos tales como naturaleza, ejercicio, monto, caudal transado y otros no estaban claramente identificados...", lo que releva la falta de información básica que identifique adecuadamente los DAA.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-6 Ficha resumen de iniciativa i6.

Id	i6
Nombre iniciativa	Capacitación, fortalecimiento y acompañamiento técnico para APR en materias relevantes
Brecha-Problema identificado	Falta mejorar las capacidades técnicas y de gestión de APR en materias de agua. Se asocia a la Brecha de Información N° 7 de la Tabla 2-50 del Informe Final, es decir, que no se cuenta con capacidades homogéneas en toda la cuenca respecto capacidades técnicas ni de gestión por parte de los APR.
Eje	3. Gestión y gobernanza del agua
Objetivo relacionado	Promover y revitalizar la alianza público privada en materia hídrica.
Objetivo Iniciativa	Fortalecer capacidades técnicas en materias de agua y de gestión para los comités de APR
Descripción	<p>Corresponde a un programa de apoyo por 5 años donde se busca capacitar a 111 comités de APR, que abastecen 250.590 personas aproximadamente), sobre aspectos técnicos (hidrogeología e hidrología), normativos (Código de Aguas), gestión de información, entre otras materias.</p> <p>Este programa de fortalecimiento de capacidades, además de los contenidos técnicos en materia hídrica, también contempla actividades de difusión de cultura de agua, así como de las funciones, atribuciones e información que manejan Servicios Públicos (DGA, DOH, entre otros)</p>

Detalles:

Ámbito	APR
Ubicación	Cuenca de río Maipo
Beneficiarios Directos	APR
Tipo de Acción	Programa de apoyo
Horizonte (Años)	5
Costo total (millones de pesos)	200
Tipo Financiamiento	FNDR
Entidad Financiera	FNDR
Entidad Responsable	DOH/SSR
Observaciones	El estudio DGA (2019) "Sustentabilidad de asentamientos humanos rurales en Chile. Análisis desde los comités de agua potable rural". En total se registran un total de 39 APR en estado crítico, desde el punto de vista del balance entre los derechos y la demanda estimada. Una forma de afrontar eventuales problemáticas en APR es fortaleciendo las capacidades técnicas en materias de agua y de gestión. Como ejemplo, el proyecto realizado en la V Región por Fundación La Semilla (2021) "Plan de Fortalecimiento APR Sopraval" consiste en un fondo que puede ser usado en capacitaciones y manejo de insumos físicos y técnicos para el funcionamiento y materiales de construcción para mejoras de los sistemas APR.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-7 Ficha resumen de iniciativa i7.

Id	i7
Nombre iniciativa	Programa de apoyo para completar necesidades de regularización de derechos de agua para usuarios del sector agrícola y APR.
Brecha-Problema identificado	No se cuenta con capacidades homogéneas en toda la cuenca respecto capacidades técnicas ni de gestión por parte de los APR. Existencia de APR que no tienen derechos adjudicados. Se vincula con la brecha de información N°5 del informe central, es decir, falta de apoyo para el fortalecimiento de capacidades técnicas y de gestión de APR en materias de agua.
Eje	2. Información y monitoreo del recurso hídrico 3. Gestión y gobernanza del agua
Objetivo relacionado	Gestión de información.
Objetivo Iniciativa	Apoyar a usuarios de agua del sector riego y APR en cuanto a la regularización de sus derechos de agua.
Descripción	Conformar un equipo técnico que permita hacerse cargo de la brecha de regularización de derechos de agua. A partir de antecedentes recopilados de estudios anteriores, establecer cuáles serían los requerimientos de regularización, para luego sistematizar información levantada en terreno. Se busca cubrir aproximadamente 200 títulos de derechos de agua en un horizonte de 4 años. Incluye el levantamiento de la brecha y la tramitación ante DGA.

Detalles:

Ámbito	Derechos de agua
Ubicación	Cuenca de río Maipo
Beneficiarios Directos	Usuarios de agua cuenca del río Maipo
Tipo de Acción	Programa de apoyo
Horizonte [Años]	4
Costo total [millones de pesos]	100
Tipo Financiamiento	Sectorial
Entidad Financiera	DGA
Entidad Responsable	CNR
Observaciones	El proceso para regularizar derechos de agua, que se observó como un problema por los actores de las PAC, es caro y difícil, lo que implica que las organizaciones cuenten con un muy buen nivel de gestión y organización para pedir y obtener apoyo técnico y financiero para este objetivo. De las PAC, se identifica la existencia de desinformación y desarticulación de los mismos servicios públicos y agentes vinculados con este tema.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-8 Ficha resumen de iniciativa i8.

Id	i8
Nombre iniciativa	Dotación de personal para aumentar capacidades de fiscalización DGA en la cuenca.
Brecha-Problema identificado	Falta de fiscalización acerca de extracciones ilegales de aguas y contaminación de fuentes de aguas. Se asocia al problema identificado en la PAC, N° 14 "Falta de fiscalización tanto de extracciones ilegales, como de la descarga de cauce" y N° 25 "Falta de fiscalización acerca de extracciones ilegales de aguas y contaminación de fuentes de aguas". Desconocimiento de información manejada por la DGA y procesos de fiscalización y denuncia de DGA.
Eje	3. Gestión y gobernanza del agua 4. Conservación y protección del recurso y del ecosistema hídrico
Objetivo relacionado	Promover y revitalizar la alianza público privada en materia hídrica.
Objetivo Iniciativa	Complementar las capacidades DGA en materias de fiscalización disponiendo de un equipo técnico adicional.
Descripción	Considera la integración de un equipo interdisciplinario que aborde la brecha identificada en materia de fiscalización. Considera al menos 2 profesionales incluyendo abogado e ingeniero especialista. Se realiza cruzando información de DAA, solicitudes de derechos, solicitudes de exploración, estimaciones de demanda e información aportado por las autoridades regionales.

Detalles:

Ámbito	Fiscalización
Ubicación	Cuenca de río Maipo
Beneficiarios Directos	Usuarios de agua cuenca del río Maipo
Tipo de Acción	Programa de apoyo
Horizonte [Años]	5
Costo total [millones de pesos]	350
Tipo Financiamiento	Sectorial
Entidad Financiera	DGA
Entidad Responsable	DGA
Observaciones	Dentro de las problemáticas manifestadas por actores convocados a reuniones PAC (APR, OUA), se identifica una falta de fiscalización de extracciones ilegales. Sin embargo, no se cuenta con una estimación que permita cuantificar su magnitud.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-9 Ficha resumen de iniciativa i9.

Id	i9
Nombre iniciativa	Incorporación de nuevas herramientas y desarrollo de nuevos estudios para las labores de fiscalización parte de DGA.
Brecha-Problema identificado	Se asocia al problema identificado en la PAC, N° 14 "Falta de fiscalización tanto de extracciones ilegales, como de la descarga de cauce" y N° 25 "Falta de fiscalización acerca de extracciones ilegales de aguas y contaminación de fuentes de aguas". Desconocimiento de información manejada por la DGA y procesos de fiscalización y denuncia de DGA.
Eje	3. Gestión y gobernanza del agua 4. Conservación y protección del recurso y del ecosistema hídrico
Objetivo relacionado	Promover y revitalizar la alianza público privada en materia hídrica.
Objetivo Iniciativa	Complementar las capacidades DGA en materias de fiscalización a partir de consultoría de apoyo para hacer más eficiente los limitados recursos humanos disponibles.
Descripción	Identificación y transferencia de nuevas herramientas (software, equipos, etc.) para complementar las labores de fiscalización DGA. Incorporación de consultorías para apoyar las labores de fiscalización DGA, tanto de extracciones ilegales de aguas u otras infracciones al Código de aguas, así como el desarrollo de otras labores de apoyo que permitan hacer un uso más eficiente de los recursos humanos disponible. Además, desarrollar nuevos estudios de extracciones ilegales a partir de la información recopilada.

Detalles:

Ámbito	Fiscalización
Ubicación	Cuenca de río Maipo
Beneficiarios Directos	Usuarios de agua cuenca del río Maipo
Tipo de Acción	Estudio
Horizonte [Años]	5
Costo total [millones de pesos]	150
Tipo Financiamiento	Sectorial
Entidad Financiera	DGA
Entidad Responsable	
Observaciones	De las reuniones PAC, se sugiere la Incorporación de nuevas herramientas y desarrollo de nuevos estudios para las labores de fiscalización parte de DGA.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-10 Ficha resumen de iniciativa i10.

Id	i10
Nombre iniciativa	Fortalecimiento de capacidades para el ejercicio de funciones fiscalizadoras de la DGA.
Brecha-Problema identificado	Se asocia al problema identificado en la PAC, N° 14 "Falta de fiscalización tanto de extracciones ilegales, como de la descarga de cauce" y N° 25 "Falta de fiscalización acerca de extracciones ilegales de aguas y contaminación de fuentes de aguas". Desconocimiento de información manejada por la DGA y procesos de fiscalización y denuncia de DGA.
Eje	3. Gestión y gobernanza del agua 4. Conservación y protección del recurso y del ecosistema hídrico
Objetivo relacionado	Promover y revitalizar la alianza público - privada en materia hídrica.
Objetivo Iniciativa	Fortalecer capacidades técnicas en materias de fiscalización.
Descripción	Corresponde a un programa de apoyo por 5 años que busca capacitar al personal de fiscalización en materias prioritarias para la fiscalización. Las materias consideradas corresponden a temas de percepción remota, Bigdata, imágenes satelitales, hidrogeología e hidroquímica y SIG dictadas por un instructor especialista en cada área en clases teórico-prácticas, y uso de instrumentos software ad hoc. Estos temas entregan herramientas que permiten, al usarlas de forma conjunta, discriminar la existencia o no de extracciones ilegales, evaluar la contaminación de flujos superficiales o subterráneos, entre otros temas de relevancia para fiscalización.

Detalles:

Ámbito	Fiscalización
Ubicación	Cuenca de río Maipo
Beneficiarios Directos	Usuarios de agua cuenca del río Maipo
Tipo de Acción	Programa de apoyo
Horizonte [Años]	5
Costo total [millones de pesos]	50
Tipo Financiamiento	Sectorial
Entidad Financiera	DGA
Entidad Responsable	0
Observaciones	De las reuniones PAC, se sugiere un fortalecimiento de capacidades para el ejercicio de funciones fiscalizadoras de la DGA.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-11 Ficha resumen de iniciativa i11.

Id	i11
Nombre iniciativa	Estudio de evaluación técnica - legal y piloto de reúso de aguas servidas.
Brecha-Problema identificado	Se vincula por un lado a la brecha entre oferta y demanda de agua, donde el reúso de aguas servidas surge como una alternativa de solución. También se relaciona con la brecha de información tanto del punto de vista técnico como legal, donde aún es posible avanzar en proyectos de reúso adicionales, para zonas de la cuenca en donde existan plantas de tratamiento. Finalmente, también se relaciona con la brecha acerca de las capacidades técnicas y organizacionales entre OUA y las que debieran tener para poder implementar adecuadamente el PEGH, específicamente, para un mejor entendimiento del reúso de aguas servidas y su potencial implementación.. Se asocia a la Brecha de Coordinación N° 1 de la Tabla 2-45 del informe Final, es decir a las bajas capacidades técnicas y organizacionales de algunas OUA.
Eje	1. Uso estratégico del recurso hídrico: brechas entre oferta y demanda, riesgos hídricos
Objetivo relacionado	Reducir las brechas entre oferta y demanda de agua considerando cambio climático, sequía e inundaciones.
Objetivo Iniciativa	Realizar estudio técnico-legal que permita evaluar la oportunidad de incorporar este uso como fuente adicional de agua para la cuenca.
Descripción	La ley N° 21075 de 2018 permite ciertos usos para las aguas grises, pero no para las aguas negras (las que contienen excretas). De ahí la necesidad de generar un sistema de recolección, tratamiento y distribución de aguas grises, independientes del sistema de alcantarillado actual, el cual mezcla las aguas. El trabajo incluye una componente de estudio de factibilidad técnico-legal, un diseño y la implementación de un piloto que permita evaluar la solución propuesta. No existe absoluta certeza sobre la propiedad de las aguas grises, que en principio siguen siendo de las empresas sanitarias, hasta que no se descarguen en un cauce.

Detalles:

Ámbito	Reúso de aguas grises
Ubicación	Cuenca de río Maipo
Beneficiarios Directos	Usuarios de agua cuenca del río Maipo
Tipo de Acción	Estudio y piloto
Horizonte [Años]	5
Costo total [millones de pesos]	500
Tipo Financiamiento	CORFO
Entidad Financiera	CORFO
Entidad Responsable	Empresa Sanitaria / CORFO
Observaciones	El estudio realizado por Fundación Chile (2016) "Aguas Residuales Como Nueva Fuente de Agua" realiza un análisis estratégico de la Región de Valparaíso, considerando el agua como un bien compartido por diferentes usuarios en un territorio común. El alcance del análisis establece como potenciales beneficiarios a la agricultura, industria y minería quienes al aprovechar estas aguas pueden potencialmente dejar agua disponible en los acuíferos para otros usos, como por ejemplo el consumo humano.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-12 Ficha resumen de iniciativa i12.

Id	i12
Nombre iniciativa	Implementación de piloto de recarga artificial de acuíferos y análisis normativo y evaluación de la mejor alternativa de recarga en la cuenca.
Brecha-Problema identificado	Hay una brecha en las capacidades técnicas y organizacionales entre OUA y las que debieran tener para poder implementar adecuadamente el PEGH, en particular a nivel de Comunidades de Aguas y Juntas de Vigilancia. Se asocia a la Brecha de Coordinación N° 1 de la Tabla 2-45 del informe Final, es decir a las bajas capacidades técnicas y organizacionales de algunas OUA. También se asocia a la Brecha de Oferta y Demanda: "Recarga Artificial - Escenario 2", donde, los resultados del escenario de gestión N°2 muestran que la implementación de la Recarga Artificial permite aumentar el almacenamiento del acuífero proyectado en el SHAC de Pirque.
Eje	1. Uso estratégico del recurso hídrico: brechas entre oferta y demanda, riesgos hídricos
Objetivo relacionado	Reducir las brechas entre oferta y demanda de agua considerando cambio climático, sequía e inundaciones.
Objetivo Iniciativa	Implementar un piloto que permita evaluar la oportunidad de incorporar este uso como fuente adicional de agua para la cuenca.
Descripción	El trabajo incluye la implementación de un piloto que permita definir soluciones de recarga artificial. A partir de un análisis normativo definir la solución óptima de recarga de la cuenca y luego implementar una prueba piloto. Dichas soluciones serán definidas por estudios previos y el sector a considerar será definido a partir de la herramienta de modelación desarrollada por el PEGH.

Detalles:

Ámbito	Recarga artificial de acuíferos
Ubicación	Cuenca de río Maipo
Beneficiarios Directos	Usuarios de agua cuenca del río Maipo
Tipo de Acción	Estudio y piloto
Horizonte [Años]	2
Costo total [millones de pesos]	150
Tipo Financiamiento	Sectorial
Entidad Financiera	MINAGRI
Entidad Responsable	DOH/CORFO
Observaciones	El estudio "AC Ingenieros, 2014", propone 50 sectores para implementar recarga artificial en la cuenca del Maipo. En los últimos años la Sociedad de Canal del Maipo construyó un sitio de recarga artificial piloto que tiene un caudal de diseño de aprox. 50 l/s en La Pintana. El sitio incorpora tanto recarga superficial por piscinas como recarga subterránea a través de pozos de inyección. Con respecto a la modelación realizada en este estudio, muestran que la implementación de la Recarga Artificial permite aumentar el almacenamiento del acuífero proyectado en el SHAC de Pirque.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-13 Ficha resumen de iniciativa i13.

Id	i13
Nombre iniciativa	Estudios para suplir brechas de conocimiento: Geofísica, actualización modelación
Brecha-Problema identificado	<p>Falta mejor conocimiento de las unidades hidrogeológicas de la cuenca. Se asocia a la Brecha de Modelación del ámbito "Modelación Subterránea" (Tabla 5 del Informe Central), donde se da cuenta que las brechas más importantes para el modelo MODFLOW son las incertidumbres en la ubicación del nivel freático producto de la insuficiente información estadística de niveles en pozos y errores en la información, la incertidumbre sobre la recarga tanto en cantidad y variación temporal como en distribución espacial, y las incertidumbres sobre la cantidad, temporalidad, y distribución espacial de las extracciones de agua subterránea, además de la extracción real bombeada por ellas.</p> <p>Además, se asocia a la Brecha de Información N°1 de la Tabla 2-50 del Informe Central, donde se da cuenta que hay una brecha de información sobre las formas de uso de las aguas subterráneas de la cuenca y lo que debiese ser conocido, lo que se suma a la ausencia de registros históricos de las aguas subterráneas, así como sus niveles de consumo.</p> <p>Falta estudiar el aporte hídrico de los glaciares.</p>
Eje	2. Información y monitoreo del recurso hídrico
Objetivo relacionado	Gestión de información
Objetivo Iniciativa	Realizar estudios en materias hídricas prioritarias para los usuarios de agua en la cuenca
Descripción	Se contempla la generación de información geofísica complementaria en aquellos sectores con menor información hidrogeológica (zona de Chicureo, borde entre Chacabuco Polpaico y Colina, Mapocho Alto) que permita una mejor caracterización de las UH. El tipo de geofísica a realizar (TEM u otro) deberá analizarse en función de la interferencia electromagnética en las áreas de estudio. En materia de glaciares se propone el desarrollo de una modelación hidrológica específica de la componente glacial de la cuenca alta del río Maipo, conducente a mejorar la estimación de su aporte hídrico. Se considera el levantamiento de información y uso de códigos más específicos para mejoramiento del modelo hidrogeológico en el sector costero, abarcando el fenómeno de la intrusión salina. Todo lo anterior se debe integrar en una nueva actualización del modelo desarrollado en el PEGH, herramienta que será de mayor robustez. Además, se podrán implementar nuevos escenarios de modelación.

Detalles:

Ámbito	Generación de conocimiento
Ubicación	Cuenca de río Maipo
Beneficiarios Directos	Usuarios de agua cuenca del río Maipo
Tipo de Acción	Estudio
Horizonte (Años)	3
Costo total (millones de pesos)	150
Tipo Financiamiento	Sectorial
Entidad Financiera	DGA
Entidad Responsable	DGA/CNR/DOH
Observaciones	La modelación deja en evidencia brechas de Oferta y Demanda identificadas y analizadas según los efectos que tendrá el cambio climático y los escenarios de gestión propuestos en la cuenca del Maipo relacionadas al ámbito de Clima, Caudales, Volúmenes de los Acuíferos, Proyección de Demandas, Recarga Artificial, Aumento de Eficiencia en Canales y Almacenamiento. Una vez suplidas las brechas de conocimiento, se espera alimentar un futuro modelo con la información recopilada para la verificación del estado hídrico de la zona.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-14 Ficha resumen de iniciativa i14.

Id	i14
Nombre iniciativa	Desarrollo de una Plataforma Informática de soporte para la Gestión Integrada de recursos hídricos en la cuenca.
Brecha-Problema identificado	Se asocia a la Brecha de información N°4 de la Tabla 2-50 del Informe Central, es decir, desconocimiento de información manejada por la DGA y procesos de fiscalización y denuncia de DGA. Insuficiente acceso y/o desinformación a la información hídrica generada y manejada por DGA.
Eje	2. Información y monitoreo del recurso hídrico 4. Conservación y protección del recurso y del ecosistema hídrico
Objetivo relacionado	Gestión de información.
Objetivo Iniciativa	Disponer de una plataforma web con información hídrica para los usuarios de agua de la cuenca.
Descripción	<p>Esta plataforma web debe tener un carácter más bien de difusión que científico (es de alcance de información) y tiene como objetivo democratizar el acceso a la información hídrica de la cuenca del Maipo aunando y resumiendo información que se encuentra publicada en distintos sitios web y que requiere en algunos casos de ciertos procesamientos o selección de información para obtener resultados, que no todos son capaces de realizar.</p> <p>Entre los temas a considerar destacan los roles de los servicios públicos y la información hídrica que manejan, un resumen de la información hídrica de la cuenca que considere los siguientes aspectos: geomorfología e hidrometeorológica de la cuenca (volumen de precipitación caída, caudal en los ríos, caudal o volumen subterráneo), DAA otorgados en la cuenca y uso efectivo de los derechos, fuente del agua, entre otros aspectos. Esta información resumen, además de estar disponible en plataforma web, deberá tener una versión descargable e imprimible en forma de folleto, de manera que esta misma información pueda ser transmitida a todos aquellos que no tienen acceso a la web.</p>

Detalles:

Ámbito	Plataforma de información
Ubicación	Cuenca de río Maipo
Beneficiarios Directos	Usuarios de agua cuenca del río Maipo
Tipo de Acción	Desarrollo de plataforma
Horizonte [Años]	3
Costo total [millones de pesos]	87
Tipo Financiamiento	Sectorial
Entidad Financiera	DGA
Entidad Responsable	DGA
Observaciones	De las reuniones PAC, se establece que el origen de esta iniciativa es la necesidad de socializar en los usuarios de la cuenca el conocimiento adquirido en la DGA desde la formulación de los planes estratégicos y las modelaciones hidrológicas de soporte de modo que las decisiones que se tomen en el ámbito local sean coherentes con la estrategia formulada para la cuenca.