



Gobierno
de Chile

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

PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LA CUENCA DE LIMARÍ

**INFORME FINAL
ANEXO E - ANTECEDENTES RECOPIADOS**

REALIZADO POR:

**UTP HIDRICA CONSULTORES SPA Y RUBIO CARTES Y MEZA
INGENIEROS CONSULTORES LTDA (UTP HIDRICA - ERIDANUS)**

S.I.T. N° 463

Santiago, noviembre 2020

El presente anexo contiene los antecedentes recopilados, analizados y resumidos en fichas. En la Tabla 1 se presenta un listado de los estudios recopilados, tanto aquellos establecidos en los términos de referencia del estudio como aquellos propuestos por el Consultor.

Para cada referencia se ha identificado su temática de interés, siendo éstas relativas a aspectos ambientales, de manejo, uso y/o disponibilidad de recursos hídricos.

A continuación, en la Tabla 2 a Tabla 34 se presentan las fichas resúmenes de los antecedentes consultados.

Tabla 1 Listado de Antecedentes Revisados

Ref	Documento	Año	Elaborado por	Autor	Temática de interés
1	Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad	2004	CADE-IDEPE Consultores en Ingeniería	DGA	Aspectos ambientales
2	Aplicación de metodologías para determinar la eficiencia de uso del agua estudio de caso en la región de Coquimbo	2006	CAZALAC	GORE Coquimbo	Uso y manejo de RRHH
3	Análisis y determinación de caudales de reserva para abastecimiento de la población y uso de interés nacional	2006	AC Ingenieros Consultores Ltda.	DGA	Disponibilidad y uso de RRHH
4	Evaluación red hidrométrica nacional	2006	DIRPLAN	MOP	Manejo de RRHH
5	Evaluación de los recursos hídricos subterráneos de la cuenca del río Limarí	2008	DARH	DGA	Disponibilidad y uso de RRHH
6	Determinación de reservas de aguas superficiales de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 147 Bis inciso 3 de la ley 20.017 de 2005 que modifica el código de aguas: caudales de reserva para abastecimiento de la población y usos de interés nacional	2008	Aquaterra Ingenieros Ltda.	DGA	Disponibilidad y uso de RRHH
7	Determinación de caudales ecológicos en cuencas con fauna íctica nativa y en estado de conservación	2008	Centro de Ecología Aplicada Ltda.	DGA	Aspectos ambientales
8	Informe técnico N°2: reserva del río Cochamó para la conservación ambiental y el desarrollo local de la cuenca	2009	DEP	DGA	Aspectos ambientales
9	Análisis de metodología y determinación de caudales de reserva turísticos	2010	Aquaterra Ingenieros Ltda.	DGA	Uso de RRHH
10	Modelación hidrológica de la cuenca del Río Limarí usando un enfoque de dinámica de sistemas	2010	Daniela Páez Á.	Universidad de La Serena	Manejo de RRHH
11	Mejoramiento de la red fluviométrica para el control de crecidas	2011	CONIC-BF	DGA	Manejo de RRHH

Ref	Documento	Año	Elaborado por	Autor	Temática de interés
12	Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021. Región de Coquimbo	2012	DIRPLAN	MOP	Manejo de RRHH
13	Caracterización de la interacción agua superficial / agua subterránea en la parte baja de la cuenca del río Limarí: análisis integrado	2012	Paulina R. Morales V.	Universidad de La Serena	Aspectos ambientales
14	Diagnóstico Plan Maestro para la Gestión de Recursos Hídricos, Región de Coquimbo	2013	CONIC-BF	GORE Coquimbo	Disponibilidad, uso y manejo de RRHH
15	Estudio de modelos de gestión de recursos hídricos superficiales y subterráneos, para las cuencas de las provincias de Elqui, Limarí y Choapa	2014	RODHOS Asesorías y Proyectos Ltda.	CRDP Coquimbo	Disponibilidad, uso y manejo de RRHH
16	Evaluación de los caudales ecológicos en cuencas de la IV, V y VI región	2014	Geohidrología Consultores Ltda.	DGA	Aspectos ambientales
17	Estudio geofísico e hidrogeológico en la cuenca del río Limarí	2015	GCF Ingenieros Ltda.	DOH - CORFO	Disponibilidad de RRHH
18	Impacto aplicación caudal ecológico mínimo retroactivo en cuencas de la IV, V y VI región	2016	Geohidrología Consultores Ltda.	DGA	Aspectos ambientales
19	Estudio Básico Diagnóstico para desarrollar Plan de riego en cuenca de Limarí	2016	Arrau Ingeniería SpA	CNR	Disponibilidad, uso y manejo de RRHH
20	Análisis de requerimientos de largo plazo en infraestructura hídrica	2016	INH	MOP	Uso y manejo de RRHH
21	Análisis Modelación de Embalses de Precordillera	2017	PROMMRA, Universidad de La Serena	CRDP Coquimbo	Manejo de RRHH
22	Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile	2017	UTP Hídrica Consultores SpA y Aquaterra Ingenieros Ltda.	DGA	Disponibilidad, uso y manejo de RRHH
23	Actualización del Balance Hídrico Nacional	2017	Universidad de Chile y Pontificia	DGA	Disponibilidad y uso de RRHH

Ref	Documento	Año	Elaborado por	Autor	Temática de interés
			Universidad Católica		
24	Diagnóstico de la calidad de las aguas subterráneas de la región de Coquimbo	2017	DCPRH	DGA	Disponibilidad de RRHH
25	Plan de embalses y otras obras de riego	2018	DOH	MOP	Manejo de RRHH
26	Radiografía del Agua. Brecha y Riesgo Hídrico en Chile	2018	Fundación Chile	Fundación Chile	Disponibilidad y uso de RRHH
27	Diagnóstico nacional de organizaciones de usuarios	2018	Universidad de Chile	DGA	Manejo de RRHH
28	Análisis de requerimientos de largo plazo en infraestructura hídrica. Etapa II	2018	INECON	MOP	Manejo de RRHH
29	Actualización del Balance Hídrico Nacional, Parte II: Aplicación de la metodología de actualización del balance hídrico nacional en las cuencas de las macrozonas norte y centro	2018	Pontificia Universidad Católica de Chile	DGA	Disponibilidad y uso de RRHH
30	Seguimiento de la calidad del agua subterránea - Pozos APR región de Coquimbo	2018	DCPRH	DGA	Disponibilidad de RRHH
31	Transición Hídrica. El Futuro del Agua en Chile	2019	Fundación Chile	Fundación Chile	Disponibilidad, uso y manejo de RRHH
32	Transición Hídrica: El Futuro del Agua en Chile. Portafolio de Medidas, Acciones y Soluciones MAS Seguridad Hídrica	2019	Fundación Chile	Fundación Chile	Manejo de RRHH
33	Desarrollo de Herramienta para el Análisis de Gestión en el marco del Plan Nacional de Recursos Hídricos	2019	DICTUC S.A. - SEI	DGA	Manejo de RRHH

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2 Ficha Resumen de Documento Referencia 1.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. SIT N° 298				
AÑO	2004				
ELABORADO POR	CADE-IDEPE Consultores en Ingeniería				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 03 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
	•				
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Todas	Las correspondientes a las cuencas de estudio	Lauca, Lluta, Islunga, Qda. Tarapacá, Loa, Salar de Atacama, Copiapó. Huasco, Elqui, Limarí, Choapa, Pupío, Petorca, La Ligua, Aconcagua, Maipo, Rapel, Mataquito, Maule, Itata, Andalién, Bío Bío, Paicaví, Imperial, Toltén, Valdivia, Bueno, Maullín, Cisnes, Aysén, Serrano, Las Minas, Side.		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
				•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Establecer un procedimiento para clasificar los cursos de aguas superficiales de acuerdo a las instrucciones relativas a las Normas Secundarias de Calidad Ambiental y su aplicación en las cuencas prioritarias del país. Para las cuencas seleccionadas, se pretende principalmente: <ul style="list-style-type: none"> • Caracterizar la calidad actual y su variabilidad espacial y temporal. • Identificar los factores que inciden o puedan incidir en el futuro en la calidad del agua. • Establecer la calidad natural de cursos de agua. • Establecer un índice de cumplimiento de calidad objetivo. 					
RESULTADOS DE INTERÉS					
Etapa II. Recopilación de la información y caracterización de la cuenca: Cartografía y segmentación, sistema físico natural, flora y fauna, sistema humano y usos del suelo.					
Etapa III. Establecimiento de la Base de Datos: <ul style="list-style-type: none"> • Información fluviométrica: caudales medios mensuales (estaciones fluviométricas de la DGA). 					

- Usos del agua: en una tabla por cauce y segmento, usos in situ (acuicultura, pesca deportiva y recreativa), usos extractivos (riego, captación agua potable, hidroelectricidad, actividad industrial, actividad minera), biodiversidad y usos ancestrales.
- Descargas al río: aguas servidas, aguas industriales (incluyendo minería), contaminación difusa.
- Datos de calidad de agua: monitoreos y muestreos (DGA, SAG, Servicio de Salud, EIA, CADE-IDEPE).

Etapa IV. SICA (Sistema de Información de Calidad de Agua):

Análisis y procesamiento de la información de las Bases de Datos Depuradas (BDD):

- Análisis de frecuencia a nivel mensual, usando diferentes modelos probabilísticos, para cada estación fluviométrica con información suficiente (más de 20 años de estadística).
- Análisis de calidad de agua:
 - Selección de parámetros:
 - Obligatorios: DBO₅, CE o sólidos disueltos, OD, pH, SST y CF/CT
 - Principales (variables según cada cuenca)
 - Análisis de tendencia central: media y estacionalidad.
 - Conformación de la Base de Datos Integrada (BDI), que contiene datos recopilados de monitoreos, muestreos puntuales y estimaciones teóricas de los parámetros obligatorios DBO₅, SST y CF.
 - Análisis por periodo estacional: aplicando cálculo de percentiles, se recogieron los resultados en tablas con los valores de cada parámetro por periodo estacional y estación de muestreo.
 - Factores incidentes en la calidad de agua: se compiló a través de una tabla en la cual se identifica: segmento de estudio (y estación de calidad asociada); factores naturales y antropogénicos que explican los valores de los parámetros contaminantes, parámetros seleccionados que sobrepasan la clase de excepción según Instructivo, y particularización los factores incidentes.

Etapa V. Calidad actual y natural de los cursos superficiales

Definición de conceptos de calidad natural/actual/objetivo, y propuesta de metodología para la clasificación de los cursos de agua:

- Análisis espacio-temporal en cauce principal: se representó en gráficos las estaciones de monitoreo y valores de un parámetro de calidad de agua en los 4 periodos estacionales del año (con al menos 2 estaciones por cauce), a partir de los cuales fue posible desprender directamente cómo varía el parámetro desde la cabecera hasta la desembocadura temporalmente.
- Caracterización de la calidad del agua a nivel de cuenca: se realizó un análisis global de la calidad del agua en la cuenca, clasificándolo en 7 grupos:
 - Parámetros físico-químicos
 - Parámetros inorgánicos
 - Parámetros orgánicos
 - Plaguicidas
 - Metales Esenciales
 - Metales No Esenciales
 - Indicadores Microbiológicos

- Asignación de Clases de calidad actual, natural y factores incidentes:

Etapas VII. Otros aspectos relevantes:

Índice de Calidad del Agua, Zonas de Dilución y SICA (Sistema de Información de Calidad de Agua).

Anexos:

- Anexo 3.1: Estadísticas de caudales medios mensuales
- Anexo 3.2: Base de datos depurada (archivo magnético)
- Anexo 4.1: Tendencia central
- Anexo 4.2: Base de datos integrada (archivo magnético)
- Anexo 4.3: Mapa potencial de generación ácida
- Anexo 6.1: Asignación clase actual y objetivo
- Anexo 7.1: Índice de calidad actual
- Anexo 7.2: Índice de calidad objetivo

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3 Ficha Resumen de Documento Referencia 2.

TIPO DE INFORMACIÓN	Informe Técnico				
TÍTULO	Aplicación de metodologías para determinar la eficiencia de uso del agua: estudio de caso en la región de Coquimbo				
AÑO	2006				
ELABORADO POR	Centro Regional del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe (CAZALAC), con la asesoría de Rodhos Asesorías y Proyectos Ltda.				
AUTOR(ES)	Gobierno Regional (GORE) – Región de Coquimbo				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 9 sept. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
			•	•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Coquimbo	Elqui, Limarí y Choapa	Elqui, Limarí y Choapa		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
		•		•	•
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Obtener un diagnóstico sobre la eficiencia de uso y desprender recomendaciones acerca de cómo aumentar dicha eficiencia.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
Contenido de interés					
<ul style="list-style-type: none"> • Recopilación de antecedentes (Capítulo 4): Los antecedentes se recogieron en parte en gabinete, y en gran parte en terreno, a través de 130 entrevistas a autoridades, usuarios y directivos de organizaciones de usuarios del agua. Todos los antecedentes con posibilidad de representarse espacialmente, se incluyeron en el SIG y configuran sus bases de datos. • Las actividades interactivas fueron 9 talleres, tres en cada cuenca, y una reunión regional, dando a conocer el estudio, sus metodologías, avances y resultados, y recogiendo las inquietudes y sugerencias de la región. Además, se generó una gran cantidad de material educativo, consistente en un afiche alusivo al proyecto y sus enseñanzas, una publicación didáctica, ambos en 1000 ejemplares, y un video de 15 minutos de duración que se entregó en DVD. • Se realiza un diagnóstico de los diferentes tipos de eficiencia (física, económica, administrativa y ambiental), a los diferentes niveles de análisis, para los diferentes usos. El diagnóstico es un objetivo medular, y a su presentación se han destinado los Capítulos 5, 6 y 7, un capítulo para cada una de las cuencas, Elqui, Limarí y Choapa. • Para desprender recomendaciones del diagnóstico, y de acuerdo con lo señalado en la metodología, se utilizaron los modelos de simulación de cada cuenca, y se simuló el efecto físico de determinadas medidas, ya sea de gestión como de obras, que modifican las condiciones de operación. Los resultados de la operación de los modelos de simulación se presentan en el Capítulo 8, y dan lugar a 					

recomendaciones sobre el uso físico de las aguas. Para las medidas que resultaron técnicamente viables, se efectuó una evaluación económica. Las medidas que, además de técnicamente viables, resultan económicamente viables, se transforman en recomendaciones directas. Para las medidas no viables se analiza la forma de viabilizarlas. El análisis de la evaluación económica y sus recomendaciones se presentan en el Capítulo 9. El Capítulo 10 contiene todas las conclusiones y recomendaciones que se desprenden del estudio.

Modelación Hidrológica

- La DGA proporcionó un modelo MAGIC genérico, el cual fue adaptado por el consultor (incorporó diferentes rutinas para generar nuevos cálculos). Se generaron los modelos MAGIC-Elqui, MAGIC-Limarí y MAGIC-Choapa.
- El modelo se alimenta con 47 matrices de datos de entrada, incluyendo información como la topología, aspectos legales, estadísticas de caudales, acuíferos, cauces, embalses, sectores de riego, captaciones puntuales y descargas puntuales.
- Los resultados que se generaron para cada escenario, tanto el escenario histórico de calibración como los escenarios futuros de operación, fueron los siguientes:
 1. Grado de utilización del recurso
 2. Interacción superficial-subterránea entre acuíferos y cauces, canales y zonas de
 3. Riego
 4. Comportamiento de los acuíferos (evolución de volúmenes, flujos entrantes o
 5. Salientes)
 6. Comportamientos de los embalses
 7. Estadísticas de bombeos
 8. Porcentaje de satisfacción de la demanda
 9. Seguridad de riego
 10. Porcentaje de caudales superficiales de retornos
 11. Eficiencias totales
 12. Salidas al mar.
- El segundo objetivo del modelo estuvo relacionado con la definición de escenarios factibles. Estos escenarios contienen todas las soluciones que parecían posibles y razonables de implementar, y que se definieron en base al diagnóstico, al conocimiento integral de la cuenca, y a los objetivos que se esperaba alcanzar. El siguiente listado resume los cambios evaluados en el modelo (obras y acciones):
 1. embalses
 2. entubamiento de canales
 3. tecnificación del riego
 4. tranques de noche
 5. pozos profundos
 6. combinaciones de las anteriores
 7. entrega según demanda en canales
 8. traslado de derechos
 9. gestión integrada superficial-subterránea
- La operación del modelo hidrológico genera la base para la posterior aplicación del modelo de evaluación económica, el cual se aplicó a todos los escenarios corridos con el modelo hídrico que resultaron técnicamente factibles, esto es, que nos acercan a los objetivos sin violar las restricciones.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4 Ficha Resumen de Documento Referencia 3.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Análisis y determinación de caudales de reserva para abastecimiento de la población y uso de interés nacional. SIT N° 116.				
AÑO	2006				
ELABORADO POR	AC Ingenieros Consultores Ltda.				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 03 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
	•				
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Todas	Todas	Todas		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•			•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Identificar las posibles fuentes de recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos susceptibles de reservar para el abastecimiento de la población, así como aquellos asociados a circunstancias excepcionales y de interés nacional, en concordancia con la Ley N° 20.017.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Identificación regional de las zonas con déficit de abastecimiento para la población actual (2005) y futura (2025), así como aquellas zonas que no cuentan con las fuentes o medios para abastecer la población. • Cuantificación de las necesidades hídricas de la población que no dispone de medios para abastecer su demanda actual y futura. • Caracterización socioeconómica de zonas de déficit. • Identificación de Áreas de Interés Nacional a escala regional, con disponibilidad de recursos hídricos y vinculadas a los ámbitos de: <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo productivo: minero, energético, agrícola y turístico; - Protección ambiental; - Ordenamiento territorial; y - Desarrollo sociocultural. • Cuantificación de las necesidades hídricas para las Áreas de Interés Nacional. • Áreas de Interés Nacional afectadas por el ejercicio de derechos no consuntivos. • Esquema para la priorización de Áreas de Interés Nacional y resultados regionales. 					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5 Ficha Resumen de Documento Referencia 4.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Evaluación red hidrométrica nacional				
AÑO	2006				
ELABORADO POR	Dirección de Planeamiento (DIRPLAN)				
AUTOR(ES)	Ministerio de Obras Públicas (MOP)				
LINK DESCARGA	https://www.repositoriodirplan.cl/ [accedido el 25 nov 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
	•				
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Todas	Todas	Todas		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
		•	•	•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Proponer mejoras en la red hidrométrica respecto a su distribución espacial, cambios de equipamiento y nuevas metodologías de operatividad y muestreo.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Mejoramiento de la red fluviométrica nacional: <ul style="list-style-type: none"> - Cambio de estaciones con registro analógico a digital (Plan F1): Propuesto para 3 regiones, no incluye a Coquimbo. - Aumento de densidad de estaciones fluviométrica (Plan F2): Incorporación de 19 estaciones en región de Coquimbo. - Cambio de estaciones digitales a satelitales (Planes F3): Incorporación de 21 estaciones telemétricas en región de Coquimbo. - Plan complementario - Control de las extracciones de Canales (Plan F4): Incorporación de 100 estaciones telemétricas a lo largo del país. • Programa de mejoramiento de la red hidrometeorológica: <ul style="list-style-type: none"> - Plan M1. Aumento de la densidad real de estaciones pluviométrica: Incorporación de 9 estaciones en región de Coquimbo. - Plan M2. Incremento de número de estaciones meteorológicas satelitales: Incorporación de 4 estaciones nivales en región de Coquimbo. - Plan M3. Aumento de la densidad media de las estaciones hidrometeorológicas. Incorporación de 31 estaciones hidrometeorológicas entre región de Arica y Parinacota a región de Coquimbo. • Propuesta de red futura de calidad de aguas_ <ul style="list-style-type: none"> - Programa de mejoramiento de red de calidad de aguas para cursos superficiales de agua: Incorporación de 44 estaciones de calidad en región de Coquimbo. - Programa de registro continuo: Incorporación de 4 estaciones de monitoreo continuo en cuenca río Elqui, 6 estaciones en cuenca río Limarí y 4 estaciones en cuenca río Choapa. 					

- Programa de biomonitoreo: Incorporación de 3 estaciones de monitoreo biológico en cuenca río Elqui, 3 estaciones en cuenca río Limarí y 3 estaciones en cuenca río Choapa.
- Monitoreo de lagos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6 Ficha Resumen de Documento Referencia 5.

TIPO DE INFORMACIÓN	Informe Técnico				
TÍTULO	Evaluación de los recursos hídricos subterráneos de la cuenca del río Limarí. SDT N°268				
AÑO	2008				
ELABORADO POR	Departamento de Administración de Recursos Hídricos (DARH)				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 03 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia		Cuenca(s)	
	Coquimbo	Limarí		Limarí	
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
			•	•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Estudiar a escala regional el acuífero del Río Limarí para determinar los volúmenes totales anuales posibles de otorgar como derechos de agua subterránea.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Caracterización de la cuenca del río Limarí: <ul style="list-style-type: none"> - Hidrología: pluviometría, fluviometría; - Hidrogeología: marco geológico, unidades de rocas, unidades y formaciones hidrogeológicas, niveles freáticos y delimitación de sectores acuíferos (14). • Recarga de los acuíferos de la cuenca del río Limarí: <ul style="list-style-type: none"> - Recarga cuencas cordilleranas; - Recarga cuencas intermedias (por precipitación / por riego); - Recarga total. • Demanda de recursos hídricos (comprometida y total), por sectores. • Disponibilidad vs. Recarga. • Interacción río-acuífero. • Disponibilidad vs. Interacción con el río. • Disponibilidad de agua subterránea (volumen sustentable). • Anexo: Listado de DAA en los 14 sectores acuíferos y sus usos previsibles asociados. 					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7 Ficha Resumen de Documento Referencia 6.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Determinación de reservas de aguas superficiales de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 147 Bis inciso 3 de la ley 20.017 de 2005 que modifica el código de aguas: caudales de reserva para abastecimiento de la población y usos de interés nacional. SIT N° 147.				
AÑO	2008				
ELABORADO POR	Aquaterra Ingenieros Ltda.				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 03 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
			•		
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	La Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Aysén, Magallanes y Antártica Chilena	De la región de La Araucanía hasta la región de Magallanes y Antártica Chilena	Río Queule, río Toltén, río Imperial. Lago Llanquihue, río Bueno, río Cochamó, río Futaleufú, río Palena, río Puelo. Río Figueroa, río Aysén, río Coyhaique, río Blanco, río Murta, río Bravo, río Pascua. Río Serrano, río Grande, río San Juan.		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•	•			
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Determinar los caudales de reserva para abastecimiento de la población y usos de interés nacional, e toda el área de influencia de las cuencas de interés.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Metodología para la determinación de caudales de reserva de agua potable para población sin abastecimiento. • Metodología para la estimación de necesidades hídricas uso ambiental: caudal ecológico. • Metodología de evaluación de paisaje. 					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8 Ficha Resumen de Documento Referencia 7.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Determinación de caudales ecológicos en cuencas con fauna íctica nativa y en estado de conservación. SIT N° 187.				
AÑO	2008				
ELABORADO POR	Centro de Ecología Aplicada Ltda.				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 04 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Arica y Parinacota hasta Aysén	De la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Aysén	Aconcagua, Aysén, Bío-Bío, Camarones, Choapa, Collacagua, Copiapó, Elqui, Huasco, Imperial, Isluga, Itata, Lauca, Ligua, Loa, Maipo, Mataquito, Maule, Maullín, Palena, Petorca, Rapel, Toltén, Valdivia, Yelcho		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
		•		•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
<p>Describir la metodología para determinar el caudal mínimo ecológico mediante la aplicación de las siguientes etapas: i) identificación de áreas de importancia ambiental (AIA), ii) validación de las áreas de importancia ambiental (AIA), iii) determinación de umbrales ambientales por AIA; iv) modelación de escenarios de caudal mínimo ecológico para mantención AIA´s; v) determinación de la regla de operación del caudal mínimo ecológico; y vi) monitoreo de AIA.</p>					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Metodología para la determinación de caudales ecológicos a partir de la identificación de áreas de Importancia Ambiental (Esquema Conceptual en Página 122). • Hidroecoregiones: <ul style="list-style-type: none"> - Calidad de Agua: Información desde el BNA y algunas variables medidas por DGA (pH, CE, T^a, RAS), con el cual se realizó un análisis multivariado de componentes principales. Evaluación de significancia mediante análisis de similitud (ANOSIM). - Fauna íctica: Información desde SERNAPESCA y CEA; los patrones se detectaron con el dendograma UPGMA. - Zonificación Territorial: <ol style="list-style-type: none"> 1. Hidroecoregión Elqui: río Elqui, Choapa. • Caracterización del Sistema (río): <ul style="list-style-type: none"> - Hidrología y caracterización: zona hidrográfica II Atacama, Coquimbo y Valparaíso; 					

- Pendiente: Topografía de Modelo Digital de Terreno GTOPO30, análisis por cuenca;
- Área de importancia ecológica y área de uso antrópico.
- Sección Control: Hábitos reproductivos fauna íctica.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9 Ficha Resumen de Documento Referencia 8.

TIPO DE INFORMACIÓN	Informe Técnico				
TÍTULO	Informe técnico N° 2: reserva del río Cochamó para la conservación ambiental y el desarrollo local de la cuenca. SDT N° 283.				
AÑO	2009				
ELABORADO POR	Departamento de Estudios y Planificación (DEP)				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 04 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Los Lagos	Llanquihue	Cochamó		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•	•			
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Proponer criterios técnicos y establecer la metodología para definir el caudal de reserva con fines de conservación ambiental y desarrollo local de la cuenca del río Cochamó, mediante la denegación parcial de solicitudes no consuntivas debido a circunstancias excepcionales y de interés nacional.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Aspectos generales de la ley de aguas y el valor ambiental de los ríos de Chile. <ul style="list-style-type: none"> - Figuras de declaraciones de agotamientos a lo largo de Chile. • Marco legal y aplicación de metodologías de determinación de caudales ecológicos. 					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10 Ficha Resumen de Documento Referencia 9.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Análisis de metodología y determinación de caudales de reserva turísticos. SIT N° 206.				
AÑO	2010				
ELABORADO POR	Aquaterra Ingenieros Ltda.				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 04 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Coquimbo, Los Lagos, Aysén, Magallanes y Antártica Chilena	Correspondientes a las regiones de Coquimbo, Los Lagos, Aysén, Magallanes y Antártica Chilena	Cochiguaz, Montegrande, Futaleufú, Baker, Simpson, Serrano		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
		•		•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Formular una metodología que logre determinar (cuantificar) los caudales asociados al uso turístico, a fin de reservar caudales de interés nacional relacionado con dicho uso.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Metodología para determinar caudales asociados a usos turísticos: <ul style="list-style-type: none"> - Determinar los usos o actividades turísticas actuales y futuras e identificación de los diversos actores claves y usuarios. - Análisis hidrológico. - Caracterización del río o tramo de río en estudio. Identificación y localización de los usos turísticos y sectorización del río según categorías de usos. - Determinación de requerimientos críticos para desarrollo de actividades. 					

Fuente: Elaboración propia.

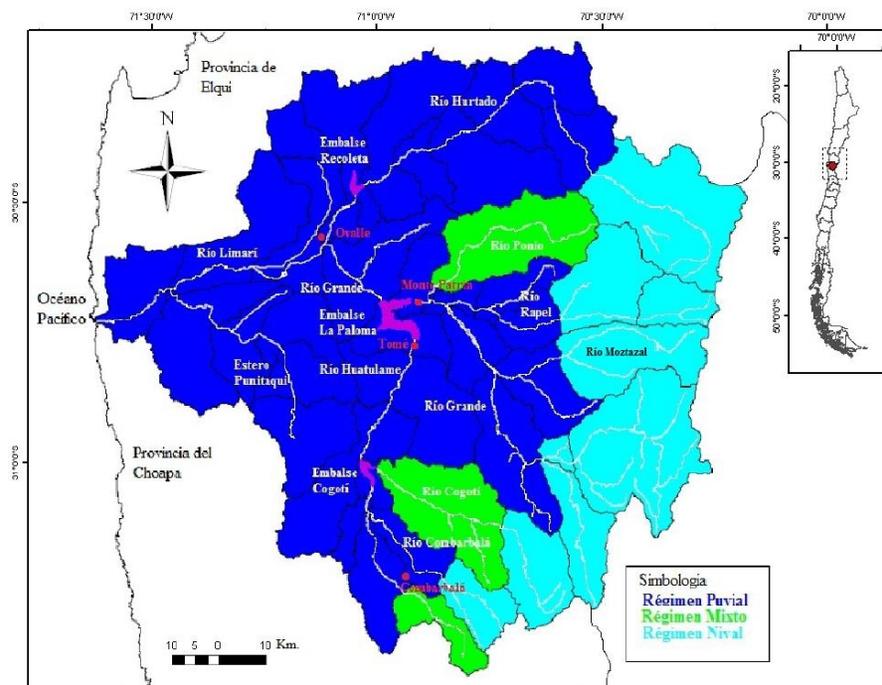
Tabla 11 Ficha Resumen de Documento Referencia 10.

TIPO DE INFORMACIÓN	Memoria de Título				
TÍTULO	Modelación hidrológica de la cuenca del Río Limarí usando un enfoque de dinámica de sistemas				
AÑO	2010				
ELABORADO POR	Daniela Páez Ángel				
AUTOR(ES)	Universidad de La Serena				
LINK DESCARGA	http://documentos.dga.cl/ [accedido el 07 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Coquimbo	Limarí	Limarí		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
			•	•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
<p>Objetivo Principal</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementar un modelo de simulación dinámica para la cuenca del Río Limarí que incorpore factores climáticos, procesos hidrológicos y parámetros de gestión. <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Caracterizar la situación actual de oferta, demanda hídrica, factores de clima y aspectos de gestión en la cuenca del Río Limarí. Implementar un modelo en lenguaje Stella del sistema ambiental de la zona de estudio. Evaluar el uso potencial del enfoque de dinámica de sistemas para ayudar a comprender un sistema hidrológico ambiental a escala de cuenca y apoyar su gestión integrada. 					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<p>Resumen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se realizó una modelación hidrológica de la cuenca del río Limarí mediante el programa de simulación de Dinámica de Sistemas STELLA, con la finalidad de entregar una herramienta de gestión del recurso hídrico que sea de fácil acceso para los organismos encargados de gestionar y fiscalizar el recurso en la región de Coquimbo. Como una etapa previa, se trabajó en forma preliminar con el programa Excel, por medio del uso de la función Solver. Esto, para visualizar de mejor manera los datos y analizar cuál era la mejor forma de alcanzar una buena representación del comportamiento hidrológico de la cuenca, en particular la distribución anual de los procesos precipitación - escorrentía. Lo realizado permitió optimizar ciertos parámetros empíricos que fueron incorporados a la simulación. Una vez logrado esto, se tradujo lo obtenido en el programa MS Excel al lenguaje STELLA. 					

- Los resultados obtenidos de esta modelación fueron en general satisfactorios para las simulaciones de los ríos de la cuenca del Limarí (Río Cogotí, Hurtado, Huatulame, Grande aguas arriba y abajo del embalse La Paloma y Limarí). En cambio, los resultados de las modelaciones de los embalses La Paloma, Recoleta y Cogotí presentaron niveles importantes de discrepancia con respecto a los valores históricos reales. En efecto, los índices de desempeño obtenidos de la simulación de todos los ríos de la cuenca fueron $NSE=0.7$, $RMSE =12.4 \text{ m}^3/\text{s}$, $MAE=61.8\%$, $D=0.8$ y $CRM=0.8$. En cambio los embalses de la cuenca estos fueron $NSE =0.4$, $RMSE=170.1 \text{ Mm}^3/\text{mes}$, $MAE=51.4\%$, $D=0.8$ y $CRM=-0.1$. La situación descrita se atribuye a la falta de información en particular de los caudales de extracción en algunos tramos de la cuenca, situación que de ser mejorada podría favorecer un mejor desempeño del modelo.

Comentarios al trabajo:

- La memoria se basa en un primer modelo desarrollado por la consultora RHODOS el año 2005. Se hace una caracterización completa de las subcuencas abordadas en la modelación que se muestran en la siguiente figura.



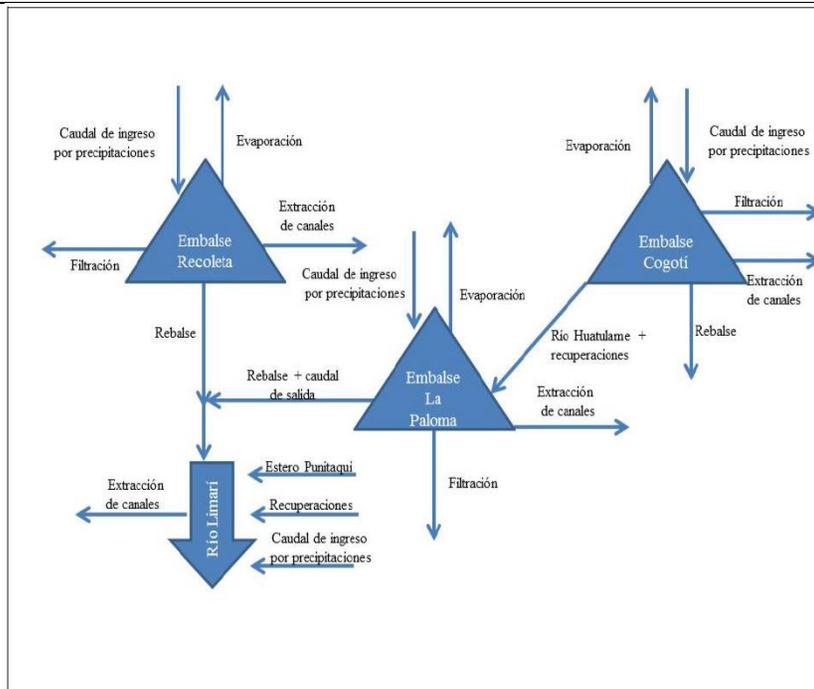
- El trabajo también presenta antecedentes como esquemas topológicos de los canales y embalses relevantes, así como también estadística gráfica de los volúmenes embalsados por los sistemas de Cogotí, Paloma y Recoleta.
- El estudio también provee de información de reparto de recursos de los sistemas de embalse, como el sistema Paloma. Este señala que la asignación máxima anual de agua a distribuir a las organizaciones de regantes que extraen directamente de los embalses Recoleta, Cogotí y Paloma es de 320 Mm³ cuando el volumen acumulado en los tres embalses sea superior a los 500 Mm³. Cuando el volumen acumulado es inferior a 500 Mm³ la asignación será igual a la mitad del volumen embalsado (JVRGYLYA, s/a).

- Esta asignación se aplica el 1º de mayo de cada año y se revisa la situación de los embalses en Septiembre de cada año, considerando el comportamiento invernal (M. Muñoz.1, com. pers).
- El volumen anual asignado a las organizaciones de usuarios del embalse La Paloma que extraen aguas directamente desde los embalses Recoleta, Cogotí y Paloma deberá ser distribuido entre ellas en los porcentajes que se indican en la Tabla N°1.

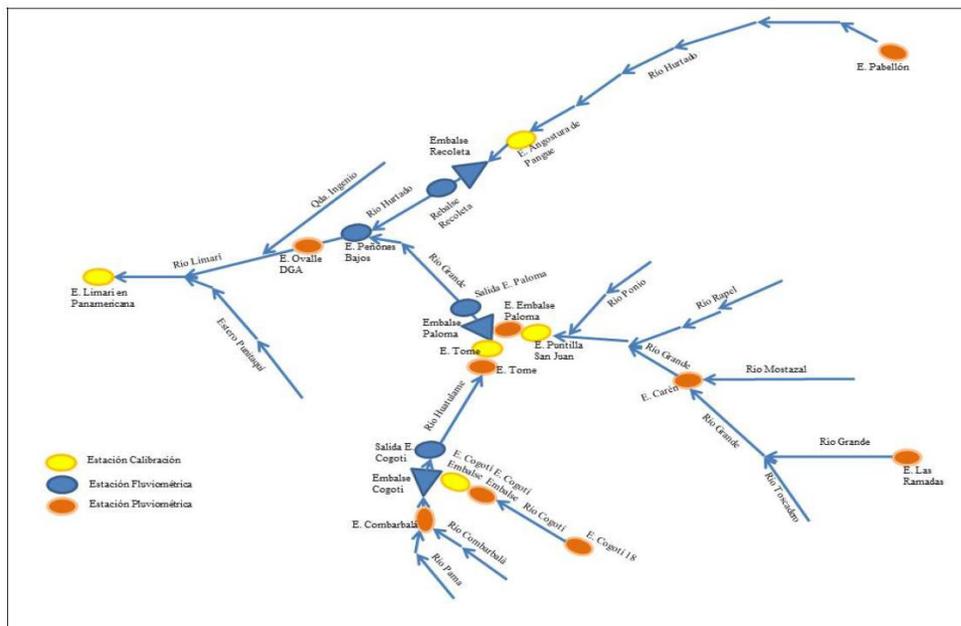
Tabla N° 1 Porcentaje y volumen de distribución anual del Sistema Paloma (JVRGYLYA, s/a).

Organización de Usuarios Embalse Paloma	Porcentaje (%)	Volumen (m³)
Asociación de Canalistas del Embalse Recoleta	35.75	114.400.000
Asociación de Canalistas del Embalse Cogotí	31.09	99.488.000
Junta de vigilancia del Río Grande, Limarí y Afluentes	19.63	62.816.000
Asociación de Canalistas del Canal Camarico	7.90	25.280.000
Junta de Vigilancia del Río Huatulame	2.96	9.472.000
Asociación de Canalistas del Canal Punitaqui	2.67	8.544.000
Total	100	320.000.000

- El volumen máximo a extraer de cada uno de los embalses para operar con una seguridad del 85% es la siguiente: Embalse Recoleta: 40 Mm³; Embalse Cogotí: 40 Mm³; Embalse La Paloma: 240 Mm³.
- El sistema tiene una clasificación de falla cuando el volumen embalsado del Embalse La Paloma posee un volumen menor a 64 Mm³, mientras que Cogotí y Recoleta se clasifica en falla con 16 Mm³ (P. Álvarez2, com. pers)
- Adicionalmente el estudio proporciona un modelo conceptual para la cuenca, pero principalmente en la conducción de las aguas superficiales, el cual es presentado en la siguiente figura.



- Basado en la modelación conceptual y añadiendo la modelación en MS Excel, se procedió a modelar la cuenca en el software STELLA. (fig. siguiente).



- Otros aspectos relevantes del estudio son: detallado análisis de la operación del sistema, incluyendo capacidades de canales de los sistemas, coeficientes de recuperación, estadística pluviométrica y fluviométrica, tasas de evaporación desde los embalses, etc. Sin embargo, cabe destacar que la mayoría de esta información es del estudio de RHODOS (2005), y, por ende, si bien el antecedente es relevante, el estudio ejecutado por el PROMMRA de la Universidad de La Serena

que actualizó los modelos WEAP de las 3 cuencas es un antecedente más actualizado y relevante para el estudio en cuestión.

- Finalmente, la interfaz de Stella es muy parecida a la del GoldSIM y no es fácil de dirigir hacia un usuario final con simpleza.
- La Tabla 18 de la memoria presenta que los estadísticos de calibración para alguna de las cuencas laterales resultan muy poco reproducibles, lo que a veces resulta ser "normal" en cuencas que además poseen una alta influencia subterránea.

Tabla N° 18 Índices estadísticos

Río	NSE	RMSE (m ³ /s)	MAE (%)	D	CRM
Hurtado	0,11	5,43	100,90	0,70	-0,31
Cogotí	0,50	3,86	71,70	0,81	0,06
Grande aguas abajo del embalse La Paloma	0,85	11,77	46,80	0,91	0,04
Grande aguas arriba del embalse La Paloma	0,50	12,77	69,30	0,80	0,03
Huatulame	0,42	7,34	93,90	0,79	-0,60
Limari	0,55	22,28	50,10	0,82	0,33

Dato relevante para PAC:

- Información de la JDV: Manuel Muñoz Zepeda: Administrador de la Junta de Vigilancia de Río Grande y Limarí y sus Afluentes Pasaje Manuel Peñafiel 293, Of 404, Ovalle. Fono: 53-448239; 448240. Fax: 53-448242.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12 Ficha Resumen de Documento Referencia 11.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Mejoramiento de la red fluviométrica para el control de crecidas				
AÑO	2011				
ELABORADO POR	CONIC-BF				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 25 nov 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
			•		
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Arica-Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Coquimbo	Todas	Todas		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•			•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Generar un diseño de red fluviométrica para el control de crecidas con un periodo mayor a 25 años.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico de la situación actual (2011) – región de Coquimbo: <ul style="list-style-type: none"> - Listado de estaciones priorizadas; 3 en cuenca río Elqui; 4 en cuenca río Limarí; 3 en cuenca río Choapa. - Listado y descripción de estaciones seleccionadas para estudio por cuenca: tipo, equipamiento, observaciones relevantes. - Listado de estaciones suspendidas y vigentes: ubicación (coordenada y cuenca), observaciones BNA, situación análisis crítico 1985. • Análisis serie de tiempo – región de Coquimbo: <ul style="list-style-type: none"> - Listado de estaciones fluviométricas y pluviométricas por cuenca. - Análisis de confrontación de estaciones por periodos sin registros fluviométricos. • Identificación de alternativas para el control de crecidas: equipos de medición. • Aplicación de alternativas recomendadas – región de Coquimbo: <ul style="list-style-type: none"> - Determinación de crecidas y eje hidráulico en puntos seleccionados por cuenca. - Curvas de descargas en puntos de control en puntos seleccionados por cuenca. - Diseño de solución para control de crecidas en puntos seleccionados por cuenca. - Listado de priorización y presupuestos. • Anexos: 					

- Estadísticas: caudales instantáneos diarios máximos; caudales medios mensuales; precipitación máxima mensual en 24 hrs.; correlaciones caudal medio y caudal máximo instantáneo; relleno y extensión de caudales máximos.
- Cuencas y curvas hipsométricas.
- Perfiles ejes hidráulicos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13 Ficha Resumen de Documento Referencia 12.

TIPO DE INFORMACIÓN	Informe Técnico				
TÍTULO	Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021. Región de Coquimbo				
AÑO	2012				
ELABORADO POR	Dirección Regional de Planeamiento (DIRPLAN) – Región de Coquimbo				
AUTOR(ES)	Ministerio de Obras Públicas (MOP)				
LINK DESCARGA	http://www.dirplan.cl/ [accedido el 04 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
			•		
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Coquimbo	Elqui, Limarí y Choapa	Todas las correspondientes a la Región de Coquimbo		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•			•	•
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la gestión, administración y protección integral del recurso hídrico. • Desarrollar y/o mejorar la infraestructura para la conectividad e integración del territorio. • Desarrollar infraestructura para mejorar la habitabilidad urbana y rural. • Contribuir al desarrollo regional, a través de la provisión de servicios de infraestructura y la gestión del recurso hídrico de competencia del MOP. 					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Análisis Territorial: Caracterización político administrativa, físico ambiental, socio-demográfico cultural, económico-productivo, urbano- centros poblados y resumen de planes estratégicos de la región de Coquimbo. • Infraestructura Pública: Identificación de infraestructura de Obras Hidráulicas, APR. • Gestión del Recurso Hídrico: <ul style="list-style-type: none"> - Resumen Infraestructura Hidrométrica DGA; - Situación de Productos Estratégicos DGA: fiscalización, expedientes, pronunciamientos ambientales; - Situación de Recursos Hídricos respecto de la Disponibilidad: proyección de demanda, análisis oferta-demanda. • Determinación de Brechas: <ul style="list-style-type: none"> - Regionales (APR, infraestructura de riego); - De infraestructura y gestión hídrica por ejes de desarrollo (Tablas). • Estimación de Tasas de Crecimiento PIB Regional (2010-2020). 					

- Cartera de iniciativas para 2021 por cuenca/región y Unidad Técnica MOP: situación base (2012), corto plazo (2013-2014), mediano plazo (2015-2021).
- Financiamiento: distribución de inversiones MOP 2012-2021.

- Modelo de Gestión del Plan y Monitoreo:
 - Participación ciudadana: Talleres, consulta ciudadana.
 - Talleres: Se desarrollaron cuatro talleres (1 Elqui, 2 Limarí, 1 Choapa) con actores públicos y privados y con representantes de los Servicios (MOP).
 - Consulta ciudadana donde participaron 1.239 personas,
 - Implementación del Plan: Cronograma.
 - Programa de Acciones de Monitoreo.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14 Ficha Resumen de Documento Referencia 13.

TIPO DE INFORMACIÓN	Memoria de Título				
TÍTULO	Caracterización de la interacción agua superficial / agua subterránea en la parte baja de la cuenca del río Limarí: análisis integrado				
AÑO	2012				
ELABORADO POR	Paulina Rocío Morales Vega				
AUTOR(ES)	Universidad de La Serena				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 07 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia		Cuenca(s)	
	Coquimbo	Limarí		Limarí	
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
			•	•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Estimar el grado de interacción de aguas superficiales – aguas subterráneas poco profundas en la parte baja de la cuenca del Limarí mediante el uso de información hidroquímica e isotópica.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Hidroquímica: <ul style="list-style-type: none"> - Estadísticos simples descriptivos y variación espacial para muestras de agua superficial y subterránea, con los cuales se identificaron mayores concentraciones en la parte baja de la cuenca del Limarí en CE, STD, Ca, Mg, Na, K, Cl, SO₄ y Dureza Total, además de se presentan los principales procesos que determinan las características químicas de la cuenca. - Análisis gráfico: <ul style="list-style-type: none"> o Diagramas de Piper por subcuenca, donde se muestran aguas bicarbonatadas cálcicas, correspondientes a Río Grande y Hurtado, cloruradas cálcicas las de Limarí y Hurtado y sulfatadas cálcicas las de El Ingenio, estas similitudes en la clasificación puede ser un indicador de interacción entre aguas superficiales y subterráneas. o Diagramas Stiff para aguas superficiales y subterráneas en los puntos de muestreos seleccionados. o Diagramas Araña para aguas superficiales por subcuenca para los parámetros Ca, Mg, Na, K, N-NO₃, HCO₃, SO₄ y B. - Relaciones concentración-profundidad de las aguas subterráneas muestreadas. - Estimación de las tasas de recarga en aguas subterráneas. - Análisis de isótopos los cuales confirman mezcla entre aguas superficiales y subterráneas. • Anexos: <ul style="list-style-type: none"> - Base de datos y parámetros medidos de cada punto de muestreo. 					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15 Ficha Resumen de Documento Referencia 14.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Diagnóstico Plan Maestro para la Gestión de Recursos Hídricos, Región de Coquimbo				
AÑO	2013				
ELABORADO POR	CONIC-BF Ingenieros Civiles Consultores				
AUTOR(ES)	Gobierno Regional (GORE) de Coquimbo				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 03 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
			•		
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia		Cuenca(s)	
	Coquimbo	Elqui, Limarí y Choapa		Todas las correspondientes a la Región de Coquimbo	
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•	•	•	•	•
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Elaborar un Plan Hídrico para la Región de Coquimbo, es decir, un instrumento de planificación que contribuya a orientar las decisiones públicas y privadas, con el fin último de maximizar la función económica, social y ambiental del agua, que permitan la sustentabilidad en una visión de corto, mediano y largo plazo.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico – Eje Disponibilidad del recurso hídrico (TOMO I): <ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad agrícola: resultados de trabajo en SIG y comparación con estudios anteriores (zonas y superficies de riego, áreas de restricción, declaración de agotamiento). - Análisis tendencias por estación: <ul style="list-style-type: none"> o Precipitación (Elqui, Limarí y Choapa) o Escorrentía (Elqui y Choapa) o Deshielos acumulados (Elqui y Choapa); - Diagnósticos de disponibilidad hídrica en las cuencas del Limarí, Elqui y Choapa <ul style="list-style-type: none"> o Validación del modelo. o Disponibilidad para usos agrícolas, no agrícolas, acuíferos. o Caudales de salidas al mar. o Pozos afectos a patentes por no uso. - Establecimientos de escenarios futuros en Elqui, Limarí y Choapa: <ul style="list-style-type: none"> o Resultados estudio anterior: enfocados en cambios en gestión, obras de riego, superficies de riego y obras de regulación. o Escenario futuro base. 					

- Escenario futuro optimizado: incluyendo obras actualmente en etapa de factibilidad.
- Diagnóstico – Eje Calidad de agua (TOMO II):
 - Caracterización de la calidad de agua (cuencas Elqui, Limarí, Choapa);
 - Análisis hidroquímico (acuífero Desembocadura Cuenca del Elqui).
- Diagnóstico – Eje Eventos extremos (TOMO II):
 - Reuniones con representantes de Instituciones;
 - Marco legal, caracterización y análisis de situación administrativa ante eventos extremos;
 - Antecedentes sobre eventos extremos (inundación y sequías).
- Diagnóstico – Eje Infraestructura hidráulica (TOMO II):
 - Metodología;
 - Nómina de Entrevistados;
 - Sistemas de riego (cuencas Elqui, Limarí, Choapa);
 - Acumulación y regulación (embalses);
 - Infraestructura consumo humano (APR, APU, tratamiento urbano);
 - Centrales hidroeléctricas;
 - Pozos de aguas subterráneas;
 - Red Hidrométrica.
- Diagnóstico – Eje Ambiental (TOMO II):
 - Marco normativo y administrativo;
 - Pasivos ambientales;
 - Conflictos y emergencias ambientales;
 - Áreas de protección y conservación existente (por institución);
 - Propuestas de áreas de protección y conservación;
 - Análisis de disponibilidad (escenarios futuros simulados con MAGIC);
 - Caudales ecológicos.
- Diagnóstico – Eje Institucional y funcional (TOMO II):
 - Metodología;
 - Nómina de Entrevistados;
 - Instituciones Privadas;
 - Organizaciones de Usuarios del Agua (OUA);
 - Rol de instituciones públicas y privadas;
 - Conservación de actividades no valoradas económicamente;
 - Herramientas e insumos para gestión hídrica
 - Mercado de derechos de agua.
- Identificación de Brechas por eje: metodología y deficiencias a escala regional/cuenca.
- Proposición de acciones, proyectos y programas por eje. Evaluación técnica, basada en escenarios de operación (modelo MAGIC), y evaluación económica. Calendarios de inversiones.
- Anexos: Áreas de restricción, calidad de agua, antecedentes de inundación, catastro de obras, PAC.
- SIG: cartografía base y resultados del estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16 Ficha Resumen de Documento Referencia 15.

TIPO DE INFORMACIÓN	Informe Técnico				
TÍTULO	Estudio de modelos de gestión de recursos hídricos superficiales y subterráneos, para las cuencas de las provincias de Elqui, Limarí y Choapa				
AÑO	2014				
ELABORADO POR	Rodhos Asesorías y Proyectos Ltda.				
AUTOR(ES)	Corporación Regional de Desarrollo Productivo (CRDP) - Región de Coquimbo				
LINK DESCARGA	https://www.gorecoquimbo.cl/ [accedido el 04 sept. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Coquimbo	Elqui, Limarí y Choapa	Elqui, Limarí y Choapa		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
		•			•
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
<p>Contar con una herramienta técnica de modelación (WEAP) que permita simular en forma integrada el comportamiento de aguas superficiales y subterráneas, que sirva de apoyo a la toma de decisiones, y que permita evaluar el efecto de la priorización de las diferentes alternativas de uso del agua por parte del sector productivo de la cuenca, a través de la exploración de escenarios.</p>					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<p>Existen dos aspectos de interés que se pueden destacar:</p> <p>1. Proceso Participativo y Levantamiento en Terreno</p> <ul style="list-style-type: none"> • Levantamiento de antecedentes para la modelación (mediciones en terreno y consulta a los actores), por ejemplo, conocer reglas de operación con que operan algunas juntas de vigilancia. • Capacitación de los usuarios en el uso y aplicación de modelo WEAP (Elqui, Limarí y Choapa). <p>2. Modelación Hidrológica (WEAP) en las cuencas de Elqui, Limarí y Choapa</p> <p>Elqui: Se presenta en detalle la información utilizada y los supuestos adoptados para la topología, reglas de operación, factores de calibración, etc. A continuación, algunos ejemplos:</p>					

- El modelo MAGIC-Elqui es actualizado a la plataforma WEAP: se utilizó misma topología (preliminarmente), se actualizó información de zonas de cultivos (se generan más zonas de menor área) y canales (usando listado de Junta de Vigilancia del río Elqui se agregaron en función de su recorrido y de las zonas que riegan), quedando pendiente la actualización de las características de los acuíferos (se esperaba información de estudio hidrogeológico de CORFO).
- La **definición de acuíferos** se hizo en función de los nuevos sectores de riego.
 - En el caso del **Estero Derecho**, la regla contiene el valor del caudal de 1 acción, que se obtiene dividiendo el aporte natural del río en el punto de control, por la cantidad total de acciones. El caudal a repartir es el afluente de las subcuencas de cabecera AN_EDE_01 y AN_EDE_02, y el número total de acciones es 3043.
 - En el caso del **río Elqui**, la regla consiste en el desmarque. Para el período de calibración, el desmarque es un dato, entregado por la Junta de Vigilancia del río Elqui.
- A las demandas de riego que se encuentran en las cuencas aportantes y fuera del sistema de reparto se les asocia un caudal igual al derecho.
- Para la demanda superficial para agua potable (canal ECONSSA), se aplicó el caudal informado por la empresa sanitaria. Todas las demás demandas para agua potable, agregadas por acuífero o por cuenca aportante, se asocian a una estadística de caudales mensuales asociada a demandas efectivas, cuya ubicación se obtuvo a partir de los derechos, y cuyo valor se obtuvo a partir de la población abastecida, la cual se estima que tiene un crecimiento vegetativo del 2% anual. En el caso específico del agua potable para La Serena y Coquimbo, la estadística de caudales se obtuvo a partir de datos de producción de la empresa Aguas del Valle. El trabajo en terreno (entrevistas) aportó con información del uso efectivo en meses de mayor demanda.
- Las demandas para la minería, agregadas por acuífero o por cuenca aportante, se asocian a una estadística de caudales mensuales obtenida a partir de los derechos de agua y Plan Maestro.
- Las demandas de tipo industrial, agregadas por acuífero o por cuenca aportante, se obtuvieron a partir de los derechos (CPA de la DGA). Al monto de caudal se le asocia un factor de uso (10%).
- Distribución de las pérdidas del canal Bellavista proporcional a las zonas que riega.
- Estaciones Evaporación: La Ortiga, Rivadavia, Almendral, La Serena y Pan de Azúcar.
- Estaciones pluviométricas: Rivadavia, Monte Grande, Vicuña, Almendral y La Serena.
- Estaciones fluviométricas: aproximadamente 11 estaciones (información dispersa).
- Eficiencia de riego: **Tecnificado**, con eficiencia de 85% (aspersión, microaspersión y cintas); **Surco, taza y curva de nivel**: eficiencia de 50%; **Tendido**, con una eficiencia de 30%.
- **Calibración y Validación**: El modelo se calibró para el período 1999-2011, y posteriormente se validó para el período 2011-2014. La validación mostró que en el período de sequía ha bajado el rendimiento hídrico de las cuencas pluviales de los ríos Claro, Paihuano y Elqui arriba de Puclaro, aproximadamente al 50% de su rendimiento anterior. La reducción proviene del hecho de que en el mediano plazo, con una sequía prolongada, cesan algunos flujos que alimentan la cuenca con un desfase de años.

- **Resultados:** La **oferta del año 85% sería de 3,37 m3/s**, lo que equivale a 106 millones de m3/año, mientras que la oferta del año 50% sería de 7,68 m3/s, lo que equivale a 242 millones de m3/año. La oferta de almacenamiento subterráneo sería de unos 450 millones de m3, como volumen máximo, incluyendo 180 millones de m3 del acuífero Culebrón. Bajo el embalse Puclaro se encontrarían unos 220 millones de m3, mientras que sobre el embalse los restantes 50 millones de m3. Algunos acuíferos, en la actualidad, no estarían a capacidad máxima, entre ellos, Culebrón y Elqui Bajo. La **demanda total en la cuenca alcanza los 9,15 m3/s**, donde 6,55 m3/s corresponde al riego y 1,23 m3/s es agua potable.
- **Escenarios:** i) escenario de sequía con demanda de riego reducida al 70% (sufren bajas importantes los acuíferos Santa Gracia, Elqui Bajo y Culebrón); ii) escenario de sequía con demanda de riego al 100% (colapsan los acuíferos Santa Gracia, Elqui Bajo y Culebrón, dejando a todos los usos sin agua); iii) escenario de 15 años, Embalse de Cabecera Estero Derecho de 2 millones de m3. Demanda agrícola al 100% (volumen almacenado en el embalse Puclaro se reduciría en 0,9 millones de m3 como promedio del período 2014-2029); y iv) escenario de 15 años, mejoramiento de canales principales de los ríos Cochiguaz, Claro, Turbio y Elqui, disminuyendo las pérdidas a la mitad (efecto negativo para el acuífero de Elqui Bajo, y positivo para el acuífero de Culebrón).

Limarí: Se presenta en detalle la información utilizada y los supuestos adoptados para la topología, reglas de operación, factores de calibración, etc. A continuación, algunos ejemplos:

- El modelo WEAP de la cuenca del Limarí se trabajó con un modelo desarrollado en ambiente académico (Universidad Católica y Universidad de La Serena), en adelante WEAP-UC-ULS, el cual, a su vez, fue elaborado con apoyo en el modelo MAGIC-Limarí del estudio CAZALAC / RODHOS 2006. No obstante lo anterior, hasta la fecha de este informe el modelo no ha sido usado ni calibrado a nivel de la cuenca completa, incorporando todos los usos.
- La primera adaptación del modelo fue entregarle la estadística de caudales de entrada, observada por la DGA en las estaciones de cabecera, o generada a partir del modelo precipitación-escorrentía llamado MPL en cuencas pluviales no controladas (se elimina simulación interna de caudales en cuencas de cabecera sin control fluviométrico).
- Se incluyeron varios acuíferos en la modelación, tomados del modelo MAGIC.
- Se evaluó el efecto de modificar las áreas totales potenciales aguas arriba de los embalses, empleando los valores usados en MAGIC, lo cual dio buen resultado en todas las estaciones desde el punto de vista de la calibración. Por ello, finalmente se modificaron todas las áreas sobre embalses, dejando el modelo WEAP Limarí CRDP 2014 con las áreas totales potenciales del MAGIC 2011. Bajo los embalses se utilizaron directamente las áreas totales del WEAP Limarí UC.
- En la Cuenca del Limarí existen tres embalses de regulación: El Embalse Recoleta, Cogotí y Paloma que operan desde 1934, 1939 y 1968, respectivamente, con una capacidad de 100 Hm3, 150 Hm3 y 750 Hm3 respectivamente, totalizando una capacidad de almacenamiento máxima de 1.000 Hm3. Se adoptó la estrategia de otorgar un 75% del volumen por Paloma, un 12,5% del volumen por Recoleta y un 12,5% del volumen por Cogotí.
- Eficiencia de riego: **Tecnificado**, con eficiencia de 90% (aspersión, microaspersión y cintas); **Surco, taza y curva de nivel:** eficiencia de 50%; **Tendido**, con una eficiencia de 30%.

- **Calibración y Validación:** El modelo se calibró para el período 2000-2011, y posteriormente se validó para el período 2011-2014. La validación se realizó en pleno periodo de sequía, durante el cual el sistema Paloma no se ciñó a la regla de operación (se aplicó operación más solidaria).
- **Resultados:** La oferta del año 85% sería de 7 m³/s, lo que equivale a 220 millones de m³/año, mientras que la oferta del año 50% sería de 13 m³/s, lo que equivale a 410 millones de m³/año. La oferta de almacenamiento subterráneo sería de unos 500 millones de m³, como volumen máximo, de los cuales 280 millones se encontrarían ligados al cauce del río Grande y Limarí bajo el embalse Puclaro, y 80 millones en las terrazas sur del río Limarí. **La demanda total en la cuenca alcanza los 20,04 m³/s**, donde 19,6 m³/s corresponde al riego y 0,35 m³/s es agua potable.
- **Escenarios:** i) escenario de 15 años de hidrología repetida. Activación de embalses Valle Hermoso y Rapel (sube porcentaje de demanda suplida en sectores Pama y Rapel, y baja en una gran parte de las zonas de riego que se encuentran bajo los embalses Cogotí, Paloma y Recoleta: a nivel de cuenca la demanda suplida sube de 70,7% a 75%); ii) escenario de 15 años de hidrología repetida. Mejoramiento de canales matrices Cogotí, Matriz Paloma, Derivado Recoleta, Derivado Cogotí, Camarico y Matriz Recoleta (porcentaje de demanda global suplida sube de 70,7% a 71,5%); iii) Proyección de 15 años de hidrología repetida. Aumento de eficiencia de riego en toda la cuenca (porcentaje de demanda global suplida sube de 70,7% a 75,9%, afectándose la recarga del sector Punitaqui).

Choapa: Se presenta en detalle la información utilizada y los supuestos adoptados para la topología, reglas de operación, factores de calibración, etc. A continuación, algunos ejemplos:

- Al igual que el modelo del Elqui, éste se configuró a partir de la información generada para el modelo MAGIC-Choapa, desarrollado en el estudio CAZALAC/RODHOS de 2006, y aplicado nuevamente en el estudio del Plan Maestro de Recursos Hídricos de 2013. La topología del modelo desarrollado en WEAP se tradujo casi literalmente desde el modelo MAGIC.
- Se detallaron más algunas zonas de riego y sectores acuíferos, específicamente del Choapa Alto, con miras a la futura gestión. Además, se volvió a actualizar la información de las zonas de cultivo y de los canales, y, a diferencia de los modelos Elqui y Limarí, en el modelo Choapa se pudo actualizar las características de los acuíferos en base a los avances del estudio hidrogeológico de la CORFO, que está siendo llevado a cabo por la empresa Hidrogestión. Si bien se adecuaron los valores de volumen y área superficial de los acuíferos modelados, no se alcanzó a redefinir todo el sistema de acuíferos, tarea que puede quedar planteada para una etapa siguiente.
- Para la identificación de los canales a modelar con WEAP, se partió del listado de canales individuales de la Junta de Vigilancia del río Choapa, donde cada canal aparece con sus acciones. Los canales se agregaron en función de su recorrido y de las zonas que riegan. Los canales más importantes en cuanto a caudal se modelaron en forma individual.
- Eficiencia de riego: **Tecnificado**, con eficiencia de 90% (aspersión, microaspersión y cintas); **Surco, taza y curva de nivel:** eficiencia de 60%; **Tendido**, con una eficiencia de 50%.
- Se considera una demanda permanente de 50 l/s de caudal ecológico que el embalse Camisas debe entregar al estero Camisas.

- **Embalses:** El Bato no tiene entrega forzada, pero tiene una restricción a la entrega que se levanta para escenarios futuros, dejando que el modelo opere y optimice libremente el uso del embalse. El embalse El Bato entrega directamente al río Illapel, desde donde se surten los canales de acuerdo con sus derechos. En el caso del embalse Corrales, para los escenarios futuros cortos se aplicó una entrega similar a la entrega real de los últimos dos años de sequía, mientras que para el escenario largo, se estimaron reglas de operación tanto para el canal alimentador Corrales como para la entrega desde el embalse hacia el río Choapa, basado en el análisis de la operación histórica.
- **Resultados:** La oferta del año 85% sería de 5,7 m³/s, lo que equivale a 180 millones de m³/año, mientras que la oferta del año 50% sería de 11,4 m³/s, lo que equivale a 360 millones de m³/año. En cuanto a la oferta de almacenamiento, en la cuenca hay dos embalses superficiales, Corrales y El Bato, con una capacidad de 75,5 millones de m³. La oferta de almacenamiento subterráneo sería de unos 400 millones de m³, como volumen máximo, repartidos como sigue: 140 millones de m³ en el Choapa Alto, 35 millones en el Chalinga, 120 millones en el Choapa Medio incluido el Camisas, 35 millones en el río Illapel y 70 millones en el Choapa Bajo. La **demanda total en la cuenca alcanza los 10,51 m³/s**, donde 9,82 m³/s corresponde al riego y 0,14 m³/s es agua potable.
- **Escenarios:** i) escenario de 3 años de sequía similar a la actual. Apoyo de acuíferos para suplementar canales y lograr desmarque mínimo deseado, en sequía (se obtienen caudales de explotación adicional de 157 l/s, muy reducidos, que no tienen efectos sensibles sobre los acuíferos); ii) de 3 años de sequía extrema, recurso 70% de la sequía actual. Apoyo de acuíferos para suplementar canales y lograr desmarque mínimo deseado (caudales de explotación subterránea adicional serían de unos 1100 l/s, y harían descender el nivel de varios acuíferos, tanto del Choapa como del Illapel y del Chalinga, mientras que Zapallar colapsaría); iii) Proyección de 14 años. Embalses Chalinga y Totoral. Embalses Chalinga de 5 millones de m³ en La Palmilla, y Totoral, de 30 millones de m³ en la junta de los ríos Choapa y Valle, ambos con regla de operación (a nivel de cuenca completa, ambos embalses aumentan en 0,5% la demanda suplida).

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17 Ficha Resumen de Documento Referencia 16.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Evaluación de los caudales ecológicos en cuencas de la IV, V y VI región.				
AÑO	2014				
ELABORADO POR	Geohidrología Consultores Ltda.				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 04 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Coquimbo , Valparaíso y O'Higgins	Correspondientes a las cuencas de Limarí, Aconcagua y Rapel	Limarí, Aconcagua y Rapel		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
				•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
<p>Evaluar el impacto que tendría establecer caudales ecológicos para todos los derechos de aprovechamiento existentes, mediante la realización de balance de oferta y demanda en tres cuencas piloto (Limarí, Aconcagua y Rapel) considerando la situación actual (2014) y el posible escenario en que se aplique caudales ecológicos a todos los derechos existentes.</p>					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<p>Informe Borrador, estudio final se presenta en el documento "Impacto aplicación caudal ecológico mínimo retroactivo en cuencas de la IV, V y VI región (DGA, 2016)" SIT N° 392.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caudal ecológico: Revisión y discusión de aplicación de distintas metodologías. • Evaluación de la cuenca del Limarí: <ul style="list-style-type: none"> - Estudios técnicos: <ul style="list-style-type: none"> Información catastro público de aguas Revisión de expedientes con caudal ecológico establecido - Oferta hídrica: <ul style="list-style-type: none"> Disponibilidad de información Análisis de caudales medios y análisis de frecuencia para caudales mensuales - Demanda hídrica: <ul style="list-style-type: none"> Análisis de información Catastro Público de Aguas Levantamiento de información de demanda en terreno Demanda hídrica usuarios de Juntas de Vigilancia Estimación de la demanda de riego Estimación del caudal ecológico 					

- Balance oferta – demanda: modelo hidrológico.
- Valorización económica: evaluación del impacto económico en actividades productivas agrícola, minera y sanitaria.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18 Ficha Resumen de Documento Referencia 17.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Estudio geofísico e hidrogeológico en la cuenca del río Limarí				
AÑO	2015				
ELABORADO POR	GCF Ingenieros				
AUTOR(ES)	Corporación de Fomento de la Producción (CORFO)				
LINK DESCARGA	-				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Coquimbo.	Las asociadas a la cuenca	Limarí		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
			•	•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
<p>Lograr un conocimiento acabado de los sistemas de aguas subterráneas que integran esta cuenca, de su comportamiento y su funcionamiento, con el fin de establecer las potencialidades reales que tienen como fuente segura de abastecimiento para las distintas demandas de agua que existen a lo largo de ella.</p>					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Complemento de levantamiento de antecedentes con trabajo en terreno donde se realizó: <ul style="list-style-type: none"> - Catastro de captaciones de aguas subterráneas. - Prospecciones geofísicas. - Pruebas de bombeo. - Muestreos de calidad de aguas. • Estudio hidrológico: <ul style="list-style-type: none"> - Generación mapa de isoyetas de la cuenca. - Generación de caudales utilizando el modelo pluvial MPL. • Estudio hidrogeológico: <ul style="list-style-type: none"> - Caracterización del acuífero en base a antecedentes existentes. - Complemento de información mediante estudio geofísico (gravimetría). - Sectorización del acuífero. • Estimación de demanda minera, agrícola y de agua potable. • Análisis de calidad de aguas en diferentes captaciones subterráneas de la cuenca. <ul style="list-style-type: none"> - Levantamiento información pozos DGA. - Levantamiento información en el territorio. - Mediciones in situ. • Confección modelo de aguas subterráneas. • Elaboración de proyecto SIG. 					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19 Ficha Resumen de Documento Referencia 18.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Impacto aplicación caudal ecológico mínimo retroactivo en cuencas de la IV, V y VI región. SIT N° 392.				
AÑO	2016				
ELABORADO POR	Geohidrología Consultores Ltda.				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 04 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Coquimbo , Valparaíso y O'Higgins	Correspondientes a las cuencas de Limarí, Aconcagua y Rapel	Limarí, Aconcagua y Rapel		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
		•		•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Evaluar el impacto que tendría establecer caudales ecológicos para todos los derechos de aprovechamiento existentes, mediante la realización de un balance de oferta y demanda en tres cuencas piloto (Limarí, Aconcagua y Rapel), considerando la situación actual (2014) y el posible escenario en que se aplique caudales ecológicos a todos los derechos existentes.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
Trabajo consecuente del estudio "Evaluación de los caudales ecológicos en cuencas de la IV, V y VI región (DGA, 2014)".					
<ul style="list-style-type: none"> • Caudal Ecológico: definición, contexto legal y situación actual. • Balance Oferta – Demanda para evaluar cuantitativamente los impactos esperados de la aplicación de los caudales ecológicos mínimos retroactivos: <ul style="list-style-type: none"> - Modelo de simulación de caudales: descripción y calibración. • Valorización económica (metodología): <ul style="list-style-type: none"> - Evaluación del precio del agua. - Impacto económico en actividades productivas: agrícola, minera y sanitaria. • Cuenca del río Limarí: <ul style="list-style-type: none"> - Estadísticas: información fluviométrica y su disponibilidad, análisis de caudales medios, análisis de frecuencia caudales mensuales. - Demanda Hídrica: información de catastro público, OUA, demanda por uso en riego y otros. • Anexos: Análisis de expedientes con caudales ecológicos. 					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20 Ficha Resumen de Documento Referencia 19.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Diagnóstico para desarrollar Plan de riego en cuenca de Limarí				
AÑO	2016				
ELABORADO POR	Arrau Ingeniería SpA				
AUTOR(ES)	Comisión Nacional de Riego (CNR)				
LINK DESCARGA	http://bibliotecadigital.ciren.cl/ [accedido el 10 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Coquimbo	Limarí	Limarí		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•			•	•
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Contribuir al uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos para riego en la Región de Coquimbo mediante la elaboración de un plan de gestión de las aguas de riego y drenaje de la cuenca de Limarí, diseñado y validado con la participación de los/as usuarios/as y agentes regionales y locales.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Difusión en el territorio: <ul style="list-style-type: none"> - Reuniones de coordinación con organismos públicos y usuarios; - Mapa de actores y sus relaciones: <ul style="list-style-type: none"> ○ Identificación y descripción: fichas de actores y talleres; ○ Análisis de los diferentes actores involucrados; ○ Catastro de Actores Relevantes de la Cuenca de Limarí; ○ Metodología Matriz de Poder /Nivel Relevancia- Poder/Nivel de Interés. - Público objetivo y proceso de PAC. • Levantamiento del diagnóstico o situación base: <ul style="list-style-type: none"> - Caracterización de la cuenca, - Caracterización del territorio desde la perspectiva de los recursos naturales y ambientales, - Caracterización en función de la infraestructura de riego y producción agropecuaria, y - Caracterización sobre la gestión del riego. • Diagnóstico de la situación actual: problemas identificados, factores de uso ineficiente e insustentable. • Levantamiento y sistematización de cartera de iniciativas públicas y privadas existentes: <ul style="list-style-type: none"> - DOH, GORE Coquimbo, Ley 18.450 y otros privados. • Determinación de escenarios de trabajo: 					

- Proyecciones que influyen en uso de recursos hídricos: variabilidad de cambio climático, temperatura, precipitación.
- Demanda de recurso hídrico: proyección aumento poblacional, consumo de agua.
- Visión tendencial inicial y situación futura con mejoras (escenario con plan).
- Construcción de imagen objetivo.
- Mesas de trabajo y actores.
- Validación del diagnóstico, desarrollado por dimensiones para cada uno de los cinco subterritorios definidos en el Plan de Gestión de Riego.
- Estimación de brechas y propuesta de plan de gestión de riego:
 - Identificación de brechas y oportunidades de mejoramiento;
 - Iniciativas priorizadas en el área de estudio.
- Elaboración de propuesta de plan de gestión de riego (PGR):
 - PGR con soluciones de alternativas y análisis de los efectos esperados.
 - Análisis de obstáculo, facilitadores y desafíos.
 - Cartera de propuestas de iniciativas de inversión.
 - Propuesta de focalización de la Ley 18.450.
 - Propuesta de proyectos I+D o transferencia en agricultura.
 - Cronograma tentativo.
 - Plan de gestión de riego: validación del plan definitivo.
- SIG: base cartográfica, evaluación de oferta hídrica, áreas protegidas, zonas declaradas en agotamiento, áreas de restricción, hidrología subterránea y superficial, estudios de modelación, red hidrométrica, infraestructuras hidráulicas y riego, DAA, cartera de iniciativas.
- Anexos en informe y digital
 - Matriz estrategia comunicacional
 - Encuesta de evaluación asambleas etapa 3
 - Fichas iniciativas asambleas (códigos antiguos)
 - Lista de actores
 - Sistematización reuniones de coordinación y entrevistas
 - Grupos focales
 - Disponibilidad u oferta hídrica
 - Calidad de aguas
 - Variabilidad climática
 - Caracterización ambiental
 - Estudios infraestructura de riego
 - Información base de diagramas unifilares digital
 - Base de datos infraestructura riego
 - Estado embalses instituciones regionales
 - Daños terremoto 2015 río Hurtado
 - Metodología de diagnóstico DAA
 - Inscripciones y constitución JDV
 - Organizaciones de usuarios de aguas
 - Contexto normativo nacional e internacional
 - Antecedentes políticas-programas-proyectos
 - Base de datos y Fichas BIP
 - Base de datos Ley 18.450 y GORE
 - Inversión privada por comuna y año
 - Validación del diagnóstico e imagen objetivo
 - Validación CRR diagnóstico e imagen objetivo
 - Matriz evaluación multicriterio
 - Respuestas matriz evaluación multicriterio

- Fichas de ideas avanzadas impreso
- Iniciativas CNR
- Antecedentes propuestas institucionales
- Validación PGR

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21 Ficha Resumen de Documento Referencia 20.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Análisis de requerimientos de largo plazo en infraestructura hídrica				
AÑO	2016				
ELABORADO POR	Instituto Nacional de Hidráulica (INH)				
AUTOR(ES)	Ministerio de Obras Públicas (MOP)				
LINK DESCARGA	https://www.repositoriodirplan.cl/ [accedido el 11 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Desde Arica y Parinacota hasta la región del Biobío	Todas las correspondientes a las cuencas mencionadas	Lluta, San José, Salado, Copiapó, Huasco, Elqui, Limarí, Choapa, Petorca, La Ligua, Aconcagua, Maipo, Rapel, Maule, Bío-Bío		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•			•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Identificar y prospeccionar los requerimientos de inversión en la componente hídrica del Plan Chile 30/30: Obras Públicas y Agua para el Desarrollo, en un contexto de cambio climático, mercado global de productos agropecuarios y forestales, priorización de infraestructura hídrica para agua potable y saneamiento rural, evacuación de aguas lluvias, la protección de cauces y el control aluvional.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Situación hídrica y caracterización macrozonal (Norte Chico) <ul style="list-style-type: none"> - Geomorfología, clima y efectos del cambio climático. - Demanda y oferta de recursos hídricos, DAA otorgados y situación general del balance hídrico - Obras hidráulicas de regularización. • Análisis de cuencas prioritarias en Región de Coquimbo: <ul style="list-style-type: none"> - Descripción regional desde el punto de vista socioeconómico, económico y productivo. - Identificación de brechas por planificaciones gubernamentales y efectos del cambio climático. - Análisis APR y saneamiento rural. • Análisis en las cuencas del río Elqui, Limarí y Choapa: <ul style="list-style-type: none"> - Análisis hídrico: precipitación, caudales de salida, aguas superficiales y subterráneas, demanda de recursos hídricos, otras fuentes potenciales de agua, balance hídrico y principales obras de regulación. 					

- Análisis de iniciativas de infraestructura en los periodos 2000 -2015 y 2015-2030: Tipo ubicación y estado.
- Análisis de ejecución de iniciativas asociadas a Planes Directores PD10 y PD25.
- Análisis de ejecución de iniciativas asociadas a Plan Regional PRIGRH21.
- Prospectiva de requerimientos de inversión.
- Recomendaciones generales sobre brechas en la evaluación de iniciativas y planificación.
- Anexos digitales río Elqui, Limarí y Choapa: Catastro de iniciativas y fichas IDI.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22 Ficha Resumen de Documento Referencia 21.

TIPO DE INFORMACIÓN	Informe Técnico				
TÍTULO	Análisis Modelación de Embalses de Precordillera.				
AÑO	2017				
ELABORADO POR	PROMMRA, Universidad de La Serena				
AUTOR(ES)	Corporación Regional de Desarrollo Productivo (CRDP) - Coquimbo				
LINK DESCARGA	http://www.prommra.cl/ [accedido el 04 sept. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
			•		
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Coquimbo	Elqui, Limarí y Choapa	Elqui, Limarí y Choapa		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•		•		•
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Análisis de modelos WEAP implementados en las cuencas de Elqui, Limarí y Choapa, actualizándose hacia el período 1990-2015 para la construcción de escenarios de embalses de cabecera conducentes a mejorar la oferta hídrica de las cuencas, específicamente la seguridad de riego.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
Contenido de interés:					
<ul style="list-style-type: none"> • Ajuste y calibración de los modelos WEAP de la Cuenca de Elqui, Limarí y Choapa: Se actualizaron y extendieron los modelos WEAP 1999 – 2014 de cada cuenca al período 1990 – 2015. • Definición y modelación de los escenarios para la Cuenca de Elqui, Limarí y Choapa: Se revisaron las carteras de inversión pública en infraestructura de almacenamiento para la Región de Coquimbo, siendo priorizadas en función de criterios técnicos relacionados a la disponibilidad de información y de insumos para el modelo WEAP. • Modelación de los escenarios para cada cuenca: Se identificaron, determinaron y analizaron las externalidades (positivas y negativas) para cada uno de los escenarios de las cuencas, para determinar el efecto de las obras en cada área de influencia • Plataforma de Capacitación E-Learning: Se definió, desarrollo e implementó una plataforma de capacitación E-Learning orientada a la entrega de conocimientos en el manejo de recursos hídricos en zonas áridas. • Programa de difusión, transferencia y capacitación: Se estableció un programa de difusión y transferencia para dar a conocer sobre la ejecución del estudio y los principales alcances de su ejecución. Además, se definió un programa de capacitación escalonada en el uso del Modelo WEAP en cada cuenca. 					

Comentarios generales:

- Dentro de las actividades relevantes del estudio, más allá de la actualización es que se señala explícitamente, se da cuenta de la evaluación de 2 escenarios por cuenca, hubo una recalibración del sistema superficial y que además la implementación de estos escenarios se decidió a través de un proceso participativo con la comunidad de usuarios del agua (actores), lo que da un carácter de representatividad adicional, aunque se presume que dichos actores estarían orientados principalmente (no exclusivamente) al riego sobre las cuencas.
- Como punto relevante de la situación, los escenarios fueron también validados y priorizados por la comunidad de actores invitados.
- En resumen: Se requiere pues tienen la información actualizada de los modelos WEAP de las cuencas, los que han tenido un proceso de recalibración y además se requieren los anexos del proceso de participación para profundizar respecto de la problemática de la cuenca.
- Adicionalmente el resultado de que soluciones son las más efectivas, la metodología de cálculo de externalidades, etc., permitiría incorporar dicha información al plan y por ende innovar con otro tipo de escenarios de modelación acoplada.
- Para cada modelación de los escenarios descritos anteriormente, se evaluaron y analizaron las externalidades en 5 componentes: **aguas subterráneas**, relacionado a las recarga de los acuíferos que se encuentran dentro del área de influencia, o de aquellos que evidencien algún efecto; **aguas superficiales**, a través de los efectos que provocan en el caudal pasante en algún punto de la cuenca; **volúmenes almacenados en los embalse que se ya se encuentran operativos en las respectivas cuencas**; **satisfacción de la demanda de las zonas de cultivos**, a través del porcentaje de cobertura en los nodos ubicados en la zona influenciada por el embalse; y por último la **seguridad de riego**, relacionado con la cobertura de la demanda, y las veces que esta es satisfecha en un determinado porcentaje.

Comentarios relevantes sobre calibración:

- Los modelos actualizados corresponden a los elaborados por RHODOS, es así como se incorporan dos eventos importantes en la serie, (1) el período de sequía entre 1993-1996, y (2) el evento Niño de 1997. A partir de ello, se realizó la calibración para el período comprendido entre 1999 - 2011. El proceso de validación consistió en la actualización del modelo desde el período 2011 al 2014, completando la hidrología con nuevos datos, y evaluando si los datos entregados por el modelo eran consistentes con los datos observados por la operación del sistema en la realidad, según señala el informe.
- La calibración de los modelos fue catalogada como "buena" de acuerdo al reporte, no dando valores de los estadígrafos de calibración (NSE, PBIAS, RSR, r, R2), los que se señalan calculados en el trabajo final.

Comentarios relevantes escenarios Elqui:

- En el modelo Cuenca del Río Elqui – CRDP PROMMRA, se generaron dos tipos de escenarios. En primer término, se desarrollaron escenarios de mejoramiento en

las eficiencias, tanto para conducción (canales), como para aplicación (riego). Para el escenario de eficiencia de conducción se simuló que los canales de la cuenca disminuyen totalmente las pérdidas, generando una eficiencia del 100%. Ligado a ello, se crearon subescenarios, definidos según la sectorización de la eficiencia. De esta manera se creó un subescenario de eficiencia de conducción aplicado a los canales ubicados sobre el embalse Puclaro, otro subescenario aplicado a los canales ubicados bajo el embalse Puclaro, y un escenario de eficiencia de conducción para la totalidad de los canales de la cuenca.

- Para el desarrollo del escenario de eficiencia de aplicación, este contempló que las zonas cultivadas, presentan una eficiencia de riego de un 85%. Tal como se desarrolló en el escenario de eficiencia de conducción, se crearon tres subescenarios a partir de la espacialización de los nodos de cultivo en la cuenca, con el mismo criterio.
- A partir de esto, se desarrolló un último escenario correspondiente a una situación de máxima eficiencia, el cual contempló la eficiencia de aplicación de las zonas de riego, y la eficiencia de conducción para los canales. Este escenario se creó para la totalidad de la cuenca, sin diferenciar áreas.
- En segundo término, se realizó un escenario correspondiente a la construcción del embalse Piuquenes ubicado en el Estero Derecho. Dicho escenario se desarrolló con las características del propio proyecto Piuquenes, proporcionado por la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH).
- A partir de esto, en la cuenca de Elqui se observó, que un mejoramiento en la eficiencia de aplicación permite mejorar la satisfacción de la demanda en un 7,4% en algunos periodos de la serie, sobre todo en cultivos anuales, que suplen su demanda después de haber suplido la demanda de los cultivos frutales. Al igual que el escenario anterior, un mejoramiento en la eficiencia de conducción permite aumentar la oferta para los sitios de demanda, de esta manera logran aumentar la cobertura de la demanda en un 7,1% en algunos años de la serie. Sin embargo, este mejoramiento conlleva una disminución en la recarga de los acuíferos de hasta un -70% en uno de ellos. De esta manera se recomienda realizar un estudio hidrogeológico en detalle sobre el revestimiento de canales y el efecto que estos provocan en la recarga de acuíferos, con el fin de puntualizar secciones de canales a revestir que permitan un aumento de la oferta, sin afectar las aguas subterráneas.
- La construcción del embalse Piuquenes, no permite mejorar la seguridad de riego cuando se establece un aumento en la superficie de riego. Para ello, se recomienda mejorar los sistemas de riego, y así aumentar la eficiencia en la aplicación a un 85%. De esta manera se logra aumentar la cobertura de la demanda y la seguridad de riego, llegando a un 85,5%.

Comentarios relevantes escenarios Limarí:

- En el modelo Cuenca del Río Limarí – CRDP PROMMRA, se desarrollaron los escenarios correspondientes a la construcción de los embalses de cabecera de la cuenca; embalse Valle Hermoso, ubicado en el río Pama; el embalse Murallas Viejas, ubicado en el río Combarbalá; el embalse La Tranca, ubicado en el río Cogotí; y el embalse Rapel, ubicado en el río Rapel. A partir de estas cuatro obras hidráulicas, se desarrollaron dos escenarios por embalse, con las características

que los respectivos proyectos contemplan, según la información proporcionada por la DOH.

- El primer escenario corresponde a la construcción del embalse con la superficie de riego actual a la zona de influencia de los embalses, y el segundo escenario contempla la superficie de riego proyectada o nueva superficie beneficiada. Cabe destacar que para los embalses Valle Hermoso, Murallas Viejas, y La Tranca, se desarrolló una regla operacional, en función a la demanda que el embalse satisface a las respectivas zonas de cultivo y el volumen almacenado en el mes donde se toma la decisión del volumen a distribuir en la temporada (En este escenario el mes de decisión es abril).
- La construcción de los cuatro embalses en una situación con superficie actual, provocan un mejoramiento en la satisfacción de la demanda, en comparación a un escenario sin embalse, con aumentos de un **10%, como es el caso de la zona de riego del río Pama**. Sin embargo, **en una situación con superficie nueva contemplada por el proyecto para cada embalse, la cobertura de la demanda disminuye un 7%** para esa misma zona. De esta manera se recomendó ajustar la nueva superficie de riego proyectada para los 4 embalses de cabecera, con el fin de lograr un aumento en la satisfacción de la demanda y seguridad de riego. Se recomienda para el embalse Valle Hermoso 650 ha; el embalse Murallas Viejas 1.420 ha; el embalse La Tranca 2.500 ha; y el embalse Rapel 1.600 ha.

Comentarios relevantes escenarios Choapa:

- Para el modelo Cuenca del Río Choapa – CRDP PROMMRA, se crearon los escenarios respecto a construcción del embalse Chalinga, ubicado en el río Chalinga, y el embalse Canelillo, ubicado en el río Choapa. Ambas obras contemplaron el desarrollo de los escenarios respectivos, con las características que la DOH proporcionó para su construcción. Para el embalse Canelillo en particular, se construyó una regla operacional con respecto a la demanda que este es capaz de entregar y el volumen almacenado en un mes de toma de decisión (En este escenario el mes de decisión es abril).
- En la cuenca de Choapa, el embalse Chalinga permite aumentar la seguridad de riego en un 0,6% en las zonas de cultivo ubicadas en el área de influencia, cabe destacar que el escenario se realizó en una situación con superficie actual; sin embargo, es posible mejorar los sistemas de riego de los cultivos aumentando su eficiencia de aplicación a un 85%, para lograr aumentar la cobertura y por ende la seguridad de riego.
- Por otro lado, la construcción del embalse Canelillo permite aumentar la seguridad de riego a un 100%, en las zonas de cultivo ya establecidas bajo cortina del embalse; sin embargo, **en la nueva superficie de riego, la seguridad en la cobertura de la demanda alcanza un 30,8%. Por lo tanto, se recomienda disminuir la nueva superficie de riego a 10.000 hectáreas, aumentando a un 81,4% la seguridad de riego.**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23 Ficha Resumen de Documento Referencia 22.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile. SIT N° 419.				
AÑO	2017				
ELABORADO POR	Unión Temporal de Proveedores Hídrica Consultores SpA y Aquaterra Ingenieros Ltda.				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 04 jul. 2018]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
	•				
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Todas	Todas	Todas		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
				•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
<p>Obtener una estimación de la demanda de agua actual y proyectada para los años 2030 y 2040, para los distintos usos, además de disponer de una caracterización de la situación actual de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, en relación a su calidad. Para esto se considera una escala espacial a nivel de todas las regiones y cuencas y/o subcuencas del país.</p>					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Volumen II - Parte II: Metodología para la determinación de la demanda por rubro o actividad económica, considerando éstas: Agua Potable Urbana (APU) y Rural (APR), Uso Agrícola y Uso Pecuario, Uso Forestal, Uso Acuícola, Uso Minero y Uso Industrial, Generación eléctrica, Uso Turístico y de Protección Ambiental. • Volumen II - Parte IV: Estimación de demandas actuales por rubro o actividad económica. Para la Región de Coquimbo, cuencas de Choapa, Elqui y Limarí, año 2015. • Volumen II - Parte VI: Análisis de Calidad de Aguas. Calidad de aguas a nivel regional -Región de Coquimbo – Cuenca del Elqui. <ul style="list-style-type: none"> - Análisis Hidroquímico aguas superficiales/subterráneas. - Evaluación por Normas NCh409/1 y NCh1333. - Evolución Temporal de la calidad de agua. - Boxplot por Normas NCh409/1 y NCh1333, estadística y figuras de Isoconcentración. (Anexo E) <p>En Anexo E está el respaldo de calidad de aguas tanto de la cuenca de Elqui como de Choapa y Limarí.</p> • Volumen II - Parte VII: Análisis de Presiones Ambientales. A nivel regional: <ul style="list-style-type: none"> - Impactos del cambio climático nacional. - Impactos del cambio climático cuenca. 					

Cuadro 32.2.2.3-1 Diferencia porcentual del caudal anual promedio por periodo

Región	Cuenca	Ventana cercana 2010-2040/60	Ventana lejana 2040/60- 2070/2100	Escenario
IV Región de Coquimbo	Elqui en Algarrobal	-22.7	-36.1	SRES A2

- Presión Sobre Calidad de Aguas: Descargas de efluentes puntuales y difusas
- Presión por alteraciones morfológicas: Embalses de riego, agua potable, infraestructura de generación hidroeléctrica.
- Presión por Pasivos Ambientales
- Volumen III - Estimación de demandas futuras por rubro o actividad económica, para periodo 2019-2040, por cuenca (Choapa/Elqui/Limari).

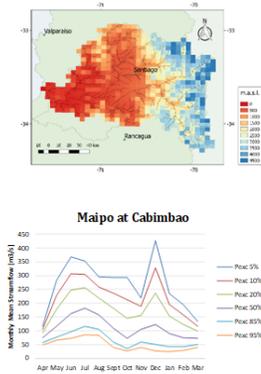
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24 Ficha Resumen de Documento Referencia 23.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Actualización del Balance Hídrico Nacional. SIT N° 417.				
AÑO	2017				
ELABORADO POR	Universidad de Chile Pontificia Universidad Católica de Chile				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 03 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
	•				
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Antofagasta, Tarapacá, Coquimbo, Metropolitana, Valparaíso, Araucanía, Aysén	Loa, Tocopilla, Choapa, Cordillera, Pirque, Maipo, Talagante, Melipilla, San Antonio, Cautín, Aysén	Loa, Choapa, Maipo, Imperial y Aysén		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de las cuencas	PAC
		•		•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Definir una metodología para la actualización del balance hídrico a nivel nacional, considerando el tipo, calidad y extensión de los datos existentes. Se incluye, además, a través de un análisis de sensibilidad sobre las componentes del balance hídrico, el efecto del cambio climático. Todo lo anterior aplicado a cinco cuencas piloto de las distintas macrozonas, definidas por el Atlas del Agua recientemente publicado por la Dirección general de Aguas (DGA, 2016): Loa, Choapa, Maipo, Imperial y Aysén.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
Metodología para la estimación de Balance Hídrico Nacional:					

1. Caracterización de cuenca

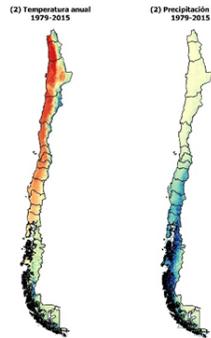
- Geomorfología
- Geología
- Cobertura vegetal
- Hidrología



2. Forzantes Meteorológicas

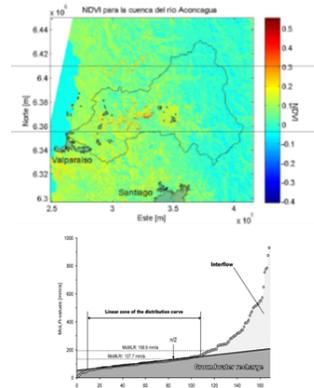
- Precipitación
- Temperaturas extremas
- Viento

$$P_{LOCAL} = \alpha + \beta P_{LS} + \gamma \vec{Q}_{LS} \cdot \nabla Z$$



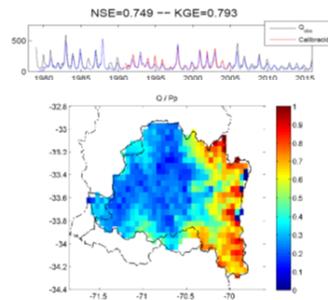
4. Estimaciones de validación

- Cobertura nival
- Evapotranspiración
- Caudal
- Recarga de agua subterránea



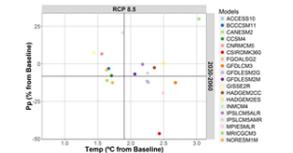
3. Modelación hidrológica

- Representación de caudales en curvas de duración y de variación estacional
- Representación física de otros procesos.
- Consideran principales extracciones consuntivas superficiales.
- Similitud hidrológica para transferencia de parámetros.



5. Variabilidad Climática

- Análisis en base a variaciones de modelos propuestos (CCSM4, IPSL-CM5A-LR y CSIRO MK3.6 y MIROC-ESM) para RCP8.5.



Cuenca del río Choapa:

- Caracterización: geología, geomorfología, hidrogeología, infraestructura hidráulica, lagunas y embalses. (Vol. 1. Páginas 90 – 91).
- Resultados del Balance Hídrico (Vol. 1. Páginas 256 - 272): variación de precipitación y temperatura, escorrentía, evapotranspiración, fracción de área cubierta por nieve y equivalente en agua nieve, recarga potencial de agua subterránea, variabilidad climática.

GeoDataBase Digital y Proyecto SIG y Atlas de Mapas (Anexo F) a escala nacional:

- Forzantes Meteorológicas Nacional (Precipitación anual y mensual promedio 1985-2015, precipitación anual proyectado 2030-2060, temperatura anual y mensual promedio 1985-2015, temperatura anual proyectada 2030-2060, velocidad del viento media anual y mensual promedio 1985-2015).
- Cuenca río Choapa (Evapotranspiración, escorrentía, recarga, equivalente en agua nieve, sublimación, humedad del suelo).

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25 Ficha Resumen de Documento Referencia 24.

TIPO DE INFORMACIÓN	Informe Técnico				
TÍTULO	Diagnóstico de la calidad de las aguas subterráneas de la región de Coquimbo				
AÑO	2017				
ELABORADO POR	Departamento de Conservación y protección de recursos hídricos (DCPRH)				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 25 nov 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
			•		
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Coquimbo	Elqui, Limarí, Choapa	Los Choros, Elqui, Costeras entre río Elqui y río Limarí, Limarí, Choapa		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•			•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Generar información acerca del estado físico-químico de las aguas subterráneas en la IV Región de Coquimbo, a partir del monitoreo en terreno de las aguas subterráneas de pozos pertenecientes a los programas de Agua Potable Rural (APR) de la Región y determinar un Índice de Calidad por pozo.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Caracterización de acuíferos: <ul style="list-style-type: none"> - Geología: por acuífero y economía regional; - Hidrogeología regional y por acuífero: unidades hidrogeológicas, recargas y descargas; parámetros elásticos; intrusión salina; - Vulnerabilidad de acuíferos; - Uso y presiones sobre el agua; - Posibles fuentes contaminantes de carácter antrópico: identificación de presiones y usos. • Datos registrados en terreno para pozos APR, por acuífero: temperatura; profundidad y nivel estático; pH; conductividad eléctrica. • Composición de las aguas por acuífero: diagramas de Piper y Stiff. • Concentraciones químicas específicas y comparación con normas: <ul style="list-style-type: none"> - Parámetros físico-químico: nitrato, sulfato, cloruro, calcio, magnesio, sólidos disueltos, arsénico, hierro, manganeso, plomo (tablas, gráficos y distribución espacial) - Comparación con norma NCh 409 (agua potable) - Comparación con norma NCh 1333 (agua riego) • Clasificación de calidad de aguas: <ul style="list-style-type: none"> - Caracterización de posibles contaminantes de origen natural 					

- Caracterización de posibles contaminantes de origen antrópico
- Parámetros locales por acuíferos: hierro, manganeso, plomo
- Determinación de índice de calidad por APR (año 2016)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26 Ficha Resumen de Documento Referencia 25.

TIPO DE INFORMACIÓN	Presentación							
TÍTULO	Plan de embalses y otras obras de riego							
AÑO	2018							
ELABORADO POR	División de Riego, Dirección de Obras Hidráulicas (DOH)							
AUTOR(ES)	Ministerio de Obras Públicas (MOP)							
LINK DESCARGA	https://www.camara.cl/ [accedido el 05 sep. 2019]							
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)				
	•							
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)					
	Todas	Todas	Todas					
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC			
	•							
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN								
Presentar las características, el estado de ejecución y la proyección de embalses y otras obras de riego en Chile.								
RESULTADOS DE INTERÉS								
<ul style="list-style-type: none"> • Plan de embalses para la región de Coquimbo: <ul style="list-style-type: none"> - Resumen del estado del proyecto embalse Murallas Viejas en cuenca río Limarí: diseño en desarrollo; - Resumen del estado del proyecto embalse La Tranca en cuenca río Limarí: reformulación del proyecto (factibilidad terminada); - Resumen del estado del proyecto embalse Canelillo en cuenca río Limarí: factibilidad terminada. 								
REGIÓN	CUENCA	PROYECTO	VOLUMEN [Hm ³]	BENEFICIOS Superficie [ha] N° Predios		INVERSIÓN TOTAL MM US\$	POTENCIAL DE GENERACIÓN [MW]	ETAPA ACTUAL
Coquimbo	Río Limarí	Valle Hermoso	20	1.500	291	86	1	En ejecución
		Murallas Viejas	50	3.250	279	130	1	Diseño
		La Tranca	46	3.500	432	183	2	Factibilidad
	Río Choapa	Rapel	14	2.740	940	112	NO	Factibilidad
		Canelillo	170	11.000	1.200	294	Sí	Factibilidad
		Alto Choapa (1)	-	-	-	-	-	Perfil

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27 Ficha Resumen de Documento Referencia 26.

TIPO DE INFORMACIÓN	Publicación Iniciativa				
TÍTULO	Radiografía del Agua. Brecha y Riesgo Hídrico en Chile				
AÑO	2018				
ELABORADO POR	Fundación Chile				
AUTOR(ES)	Fundación Chile				
LINK DESCARGA	https://www.escenarioshidricos.cl/ [accedido el 03 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
	•				
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Todas	Todas	Todas		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•			•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
<p>Generar un levantamiento de indicadores en el territorio que den cuenta de la situación actual y tendencia en el tiempo del recurso hídrico en Chile, con énfasis en conocer dos aspectos: la brecha hídrica (relación entre demanda potencial de agua y la oferta hídrica disponible) y el riesgo hídrico (posibilidad de que ocurra un daño social, ambiental y/o económico en un territorio y periodo de tiempo determinado, derivado de la cantidad y calidad de agua disponible para su uso).</p>					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Descripción situación global y chilena: distribución y calidad. • Brecha Hídrica: <ul style="list-style-type: none"> - Definición. Índice de Escasez Hídrica (categorización). Esquema Brecha Hídrica. - Oferta Hídrica referencial (definición). - Demanda Hídrica (definición): a) por DAA, b) por consumo (demandas) y c) por captación. - Resultados: <ul style="list-style-type: none"> ○ Oferta Hídrica: Figura nivel nacional, valores para Zona Norte; ○ Demanda Hídrica: Tabla a escala regional; Figuras nivel nacional Huella Hídrica. ○ Análisis Brecha: Figura a escala cuenca (Elqui, Limarí, Choapa). • Riesgo Hídrico: <ul style="list-style-type: none"> - Definición y características. - Déficit Hídrico: Definición. Índice SPEI, Niveles de pozos, Tendencia de caudales, Glaciares. - Excesos de agua: Inundaciones, Aluviones, Tsunamis. - Calidad de agua: Definición. Índice ICAS. - Resultados: <ul style="list-style-type: none"> ○ Déficit Hídrico: Resultados por zona. Figura tendencias para: precipitación, evapotranspiración, SPEI últimos 15 años, niveles de 					

pozos, caudales a escala zonal (Figura, variación de glaciares (Figura y Tabla).

- Excesos de agua: Figuras a nivel nacional por comuna para: eventos totales, inundaciones, aluviones, tsunamis.
- Calidad de agua: Figuras para: parámetros por región, ICAS nacional por temporada (2011 - 2016).

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28 Ficha Resumen de Documento Referencia 27.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Diagnóstico nacional de organizaciones de usuarios. SIT N° 422				
AÑO	2018				
ELABORADO POR	Laboratorio de Análisis Territorial (LAT), Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 04 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
	•				
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Todas	Todas	Todas		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
				•	•
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
<p>Actualizar y sistematizar la información en materia de Organizaciones de Usuarios (OU) a nivel nacional, disponible en la Dirección General de Aguas (DGA), la Comisión Nacional de Riego (CNR), el Servicio Agrícola Ganadero (SAG), en las mismas OU y otras fuentes de información formal y fiable, principalmente, en cuanto al número existente, los caudales asociados a derechos aprovechamiento y usos susceptibles de regularizar bajo su administración, el nivel de perfeccionamiento de dichos derechos, su grado de formalización, y desarrollo de capacidades técnicas y organizacionales.</p>					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Base de datos OU y poblamiento - Metodología y resultados: <ul style="list-style-type: none"> - Para cada OU incorporada a la base de datos se entregan datos de: cuenca, subcuenca, cauce natural, región principal, región secundaria, provincia principal, nombre canal, canal derivado, canal subderivado, número de usuarios, situación legal y caudal a repartir en acciones y/o volumen de agua por unidad de tiempo - Base de Datos de Poblamiento: <ul style="list-style-type: none"> ○ Figura de años y cantidad OU a nivel nacional por comuna; ○ Figura y tabla de levantamiento de bocatomas a nivel nacional por comuna; ○ Información de equivalencias acción-caudal (Hiasco); ○ Apéndice y archivo digital con listado de JV, AC, CA, índice de canal e índice de bocatomas, por cuenca. ○ En los Apéndices XIII.2.F, XIII.2.G y XIII.2.H se entregan tablas de resumen de los principales datos de JV, AC y CA (incluyen listas de contactos, directorios, etc.). • Áreas de Jurisdicción: 					

- Determinación del área de jurisdicción de las JV, AC y CAS (figuras por región y listado en Apéndice).
- Grado de perfeccionamiento y regularización de DAA:
 - Espacialización de DAA: criterios y correcciones (Informe y Apéndice digital);
 - Estimación de grado: datos de JV y CAS con información sobre: n° acciones, caudales, usuarios, n° DAA (Informe y Apéndice con listados);
 - Estimación de n° de usuarios y caudales susceptibles de regularizar en relación al número de titulares del RPDAAs por JV y CAS en Copiapó, Huasco (Informe y listado en Apéndice).
- Análisis crítico:
 - Situación, problemas y requerimientos de JV, AC y CA;
 - Metodología de entrevista y talleres con OU.
 - Identificación y validación del modelo (metodología cualitativa)
- GeoDataBase proyecto: información del proyecto, obras hidráulicas, carta base.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29 Ficha Resumen de Documento Referencia 28.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Análisis de requerimientos de largo plazo en infraestructura hídrica. Etapa II				
AÑO	2018				
ELABORADO POR	INECON				
AUTOR(ES)	Ministerio de Obras Públicas (MOP)				
LINK DESCARGA	https://www.repositoriodirplan.cl/ [accedido el 11 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Desde Arica y Parinacota hasta la región del Biobío	Todas las correspondientes a las cuencas mencionadas	Lluta, San José, Salado, Copiapó, Huasco, Elqui, Limarí, Choapa, Petorca, La Ligua, Aconcagua, Maipo, Rapel, Maule, Bío-Bío		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•			•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Ajustar las proyecciones y evaluaciones de los programas y proyectos (identificados en forma referencial en Anexo 1 de los Términos de Referencia del estudio), según cuatro horizontes de realización para los años 2020, 2025, 2030 y 2035, dentro de los posibles marcos presupuestarios y conforme a distintos escenarios de crecimiento.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de iniciativas y análisis prospectivo: <ul style="list-style-type: none"> - Análisis de requerimientos de largo plazo en infraestructura hídrica: Listado de iniciativas. - Análisis de la información de la COMICIVYT para el periodo 2015-2022. - Revisión de la iniciativa del plan nacional de grandes embalses. • Análisis actualizado de costos y beneficios: <ul style="list-style-type: none"> - Actualización de beneficios, costos, rentabilidades e identificación de las partidas relevantes Periodo 2007- 2015. • Ordenación de los proyectos de riego con evaluaciones actualizadas en base a criterios de rentabilidad (VAN o IVAN) y de su momento óptimo de inversión. • Proyección de la inversión de recursos MOP y sus Direcciones, frente a diferentes escenarios de crecimiento del PIB y de participación del MOP. • Cartera de inversiones y proyectos priorizada: Metodología, criterios y resultados. • SIG: Proyectos priorizados, macrozonas y cartografía base. • Anexos: 					

- Listado de proyectos priorizados, actualización de beneficios agropecuarios, fichas de catastros de embalses, planilla de actualización de costos e indicadores económicos, listado de asistentes a reuniones y actas, álbum de planos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30 Ficha Resumen de Documento Referencia 29.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Actualización del Balance Hídrico Nacional, Parte II: Aplicación de la metodología de actualización del balance hídrico nacional en las cuencas de las macrozonas norte y centro				
AÑO	2018				
ELABORADO POR	Fundación para la Transferencia Tecnológica - Pontificia Universidad Católica de Chile				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	-				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
		•			
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Maule.	Las asociadas a cada cuenca	Lluta, San José, Salar de Bellavista, Loa, Copiapó, Huasco, Elqui, Limarí, Choapa, Petorca, Ligua, Aconcagua, Maipo, Rapel, Mataquito y Maule.		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
		•		•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Aplicar la metodología desarrollada en el proyecto de actualización del balance hídrico nacional (DGA, 2017) en las cuencas de las macrozonas Norte y Centro.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Modificación de metodología presentada en DGA (2017): <ul style="list-style-type: none"> - Se cambia modelo de optimización global. - Se desestima uso de modelo NOAH-MP. - Se obtiene aporte de cada glaciar individual. - Se revisan técnicas de estimación de parámetros no controladas mediante estimación según valores de la literatura o a través de técnicas de transferencia de parámetros (proximidad espacial, similitud física y/o climática y clasificación de pixeles). • Cambios en las forzantes meteorológicas: <ul style="list-style-type: none"> - Se reevalúan las forzantes de precipitación y temperatura, lo que da origen a un nuevo producto para ambas variables. - Se genera un producto de humedad relativa. 					

- Se utilizan productos satelitales y se utiliza set de datos ERA5 por contar con una grilla más fina respecto a lo utilizado en DGA (2017).
- Cambios en impactos de cambio climático.
- Generación de proyecto SIG compatible con ArcGIS v10.2 que contiene capas asociadas a resultados obtenidos.

Resultados:

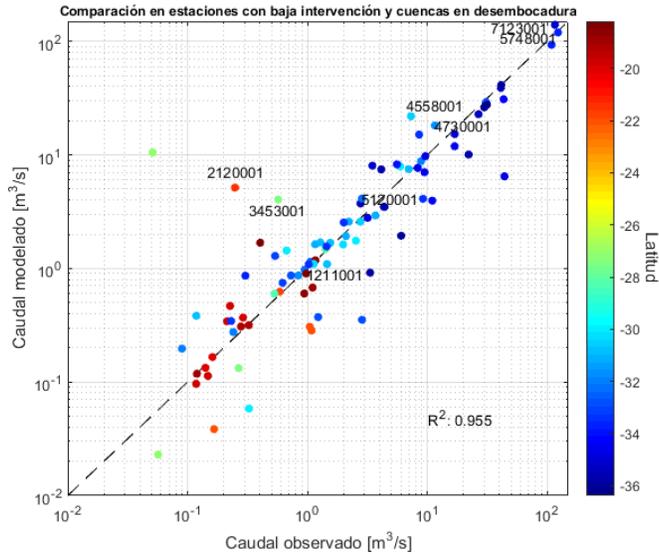


Figura 9: Comparación entre el caudal medio observado y el modelado por VIC (incorpora demanda de riego) en cuencas con bajo índice de intervención según CAMELS-CL.

Tabla 37: Flujos estimados por VIC (Q y ET) y de manera externa (Riego, Glaciar y EP) para las principales cuencas DARH (DGA-CIREN, 2014). Pp: Precipitación, Q: Escorrentía, ET: Evapotranspiración, ETP: Evapotranspiración potencial, T: Temperatura. Promedios obtenidos entre 01/04/1985 y 31/03/2015. El error de cierre se calcula como $(Pp-Q-ET)/Pp$.

ID DARH	Nombre	Pp	Q (VIC)	ET (VIC)	ET (Riego)	Q (Glaciar)	Recarga (VIC)	ETP (VIC)	ETP Hargreaves	T	Error
		[mm/año]									[°C]
305	Río Copiapó	34,3	7,9	24,7	7,5	0,0	7,5	1918	1439	12,5	5%
307	Río Huasco	65,3	23,5	41,7	7,3	0,0	21,4	1816	1429	12,9	0%
403	Río Elqui	99,8	57,2	43,1	16,2	0,0	54,3	1717	1300	11,3	-1%
405	Río Limarí	160,9	87,7	74,1	57,9	0,0	83,5	1614	1360	12,8	-1%
407	Río Choapa	243,6	93,4	151,0	16,5	0,0	91,9	1640	1361	12,5	0%
503	Río Aconcagua	380,2	227,7	153,2	116,8	9,9	223,5	1453	1327	11,9	0%

Variación anual promedio

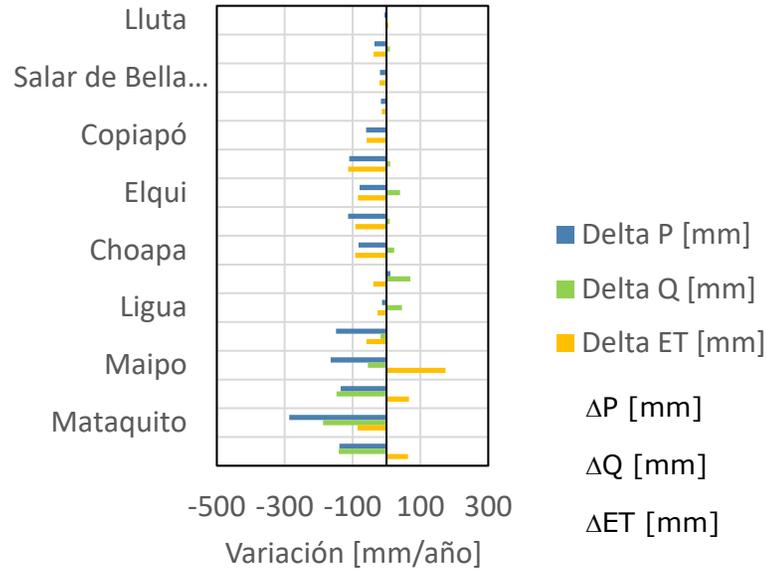


Figura 1: Comparación de los distintos componentes del balance hídrico entre los periodos temporales (1950-1980) y (1985-2015). Valores negativos indican menor flujo en el periodo temporal más reciente (1985-2015) y valores positivos indican incremento.

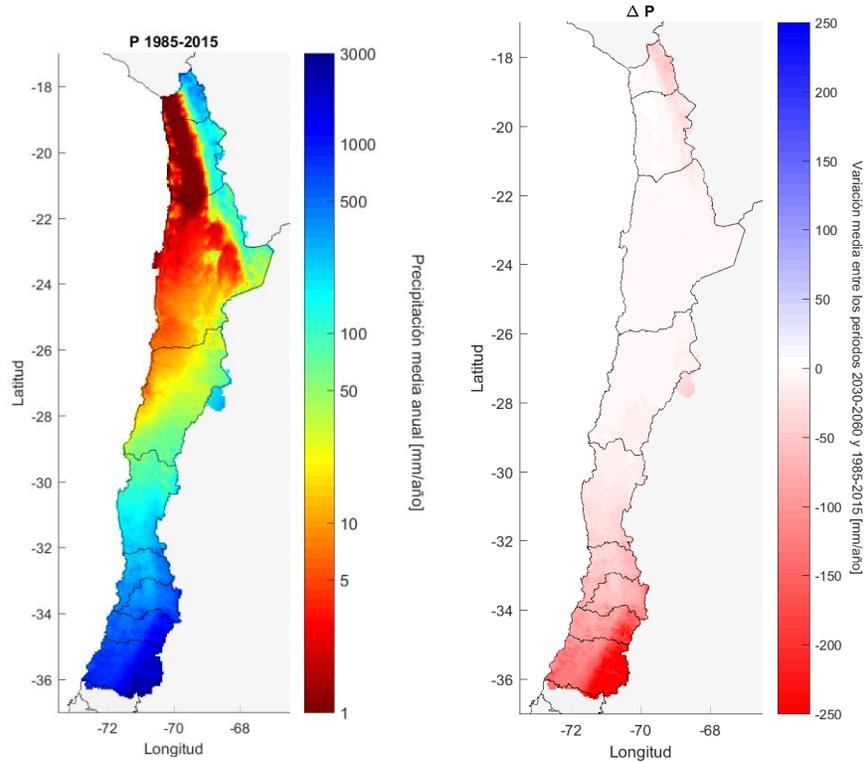


Figura 16: Promedio entre los cuatro modelos de cambio climático considerados (GCMs) de la variación de la precipitación media anual entre los periodos 2030-2060 y 1985-2015.

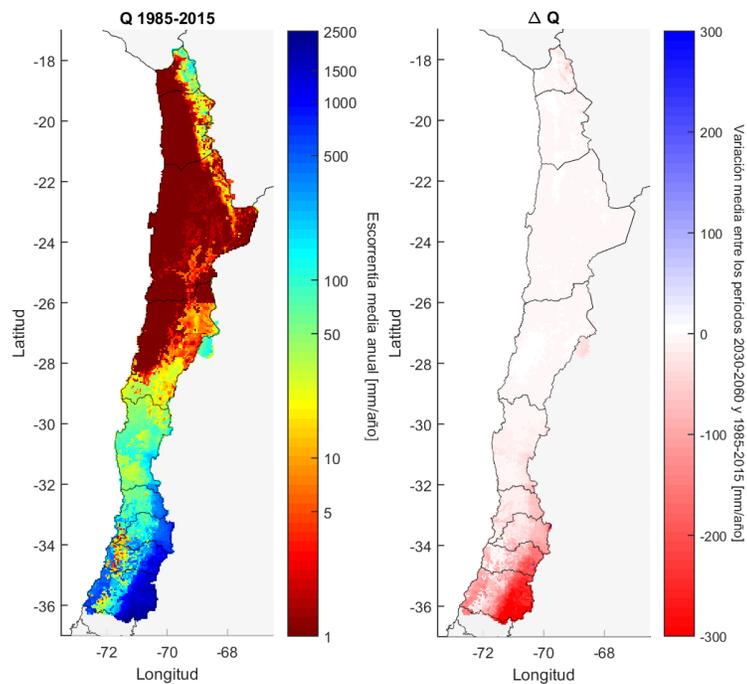


Figura 17: Promedio entre los cuatro modelos de cambio climático considerados (GCMs) de la variación de la escorrentía natural según VIC entre los periodos 2030-2060 y 1985-2015.

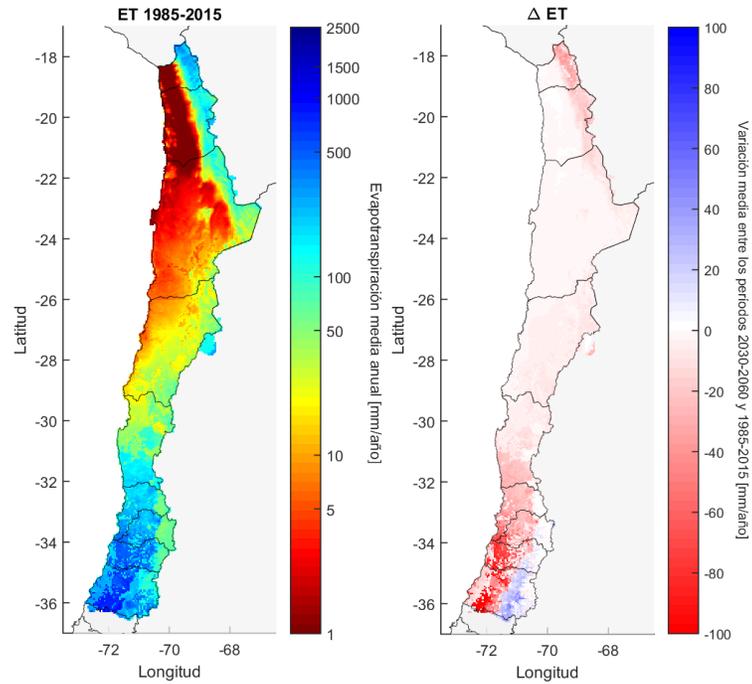


Figura 18: Promedio entre los cuatro modelos de cambio climático considerados (GCMs) de la variación de la evapotranspiración natural según VIC (no considera el efecto del riego) entre los períodos 2030-2060 y 1985-2015.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31 Ficha Resumen de Documento Referencia 30.

TIPO DE INFORMACIÓN	Minuta Técnica				
TÍTULO	Seguimiento de la calidad del agua subterránea – Pozos APR región de Coquimbo.				
AÑO	2018				
ELABORADO POR	Departamento de Conservación y protección de recursos hídricos (DCPRH)				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 25 nov 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
			•		
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Coquimbo	Elqui, Limarí, Choapa	Los Choros, Elqui, Costeras entre río Elqui y río Limarí, Limarí, Choapa		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•			•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
<p>Analizar los resultados del seguimiento a la calidad del agua de las fuentes de pozos APR de la región de Coquimbo de las muestras tomadas durante los años 2016 y 2017. Identificar su calidad respecto al uso potable y en riego comparando con las normas NCh 409/05 y NCh 1333/78, y determinar el Índice de calidad general aplicado en el estudio "Diagnóstico de la calidad de las aguas subterráneas de la región de Coquimbo" (DGA-DCPRH, 2017).</p>					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Parámetros de terreno: <ul style="list-style-type: none"> - Parámetros calidad de agua: conductividad eléctrica, temperatura, pH, potencial de reducción y sólidos disueltos totales. - Parámetros físicos: nivel dinámico y estático del agua; y profundidad del pozo en los APR. - Macroelementos: cloruro, sulfato; bicarbonato, sodio, calcio, magnesio, alcalinidad total, sodio porcentual. (Tabla de resultados y diagramas de Piper, campañas 2016 – 2017). - Nutrientes: nitrato, amonio y ortofosfato (tabla de resultados). - Microelementos: arsénico, cobre, hierro, manganeso, plomo, selenio, zinc (tabla de resultados). • Índice de Calidad (IC): <ul style="list-style-type: none"> - IC individual por parámetro. - Evolución temporal de los IC general de aguas de los años 2016 – 2017, temporada de invierno. 					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32 Ficha Resumen de Documento Referencia 31.

TIPO DE INFORMACIÓN	Publicación Iniciativa				
TÍTULO	Transición Hídrica. El Futuro del Agua en Chile				
AÑO	2019				
ELABORADO POR	Fundación Chile				
AUTOR(ES)	Fundación Chile				
LINK DESCARGA	https://www.escenarioshidricos.cl/ [accedido el 03 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Atacama, Valparaíso, Metropolitana, Maule, Biobío, Aysén	Correspondientes a las cuencas de Copiapó, Aconcagua, Maipo, Maule, Lebu, Baker	Copiapó, Aconcagua, Maipo, Maule, Lebu, Baker		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•			•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Proponer nuevas formas de gestión de agua en Chile de acuerdo a 4 ejes estratégicos: 1) gestión e institucionalidad del agua, 2) conservación y protección de ecosistemas hídricos, 3) eficiencia y uso estratégico del recurso y, 4) migración e incorporación de nuevas fuentes de agua, a corto, medio y largo plazo, aplicado a las cuencas de los ríos Copiapó, Aconcagua, Maipo, Maule, Lebu y Baker.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Esquemas conceptuales sobre escenarios futuros tendencial vs sustentable (horizonte 2030-2050). • Ejes (4) de la transición hídrica y ejemplos de medidas, acciones y soluciones (MAS). • Análisis de costos de inversión, regulatorio, ambiental, social de MAS. 					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33 Ficha Resumen de Documento Referencia 32.

TIPO DE INFORMACIÓN	Publicación Iniciativa				
TÍTULO	Transición Hídrica: El Futuro del Agua en Chile. Portafolio de Medidas, Acciones y Soluciones MAS Seguridad Hídrica				
AÑO	2019				
ELABORADO POR	Fundación Chile				
AUTOR(ES)	Fundación Chile				
LINK DESCARGA	https://www.escenarioshidricos.cl/ [accedido el 03 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
	•				
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Todas	Todas	Todas		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•				
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Mostrar la existencia de un abanico de medidas, acciones y soluciones (MAS) para reducir la brecha hídrica y mitigar el riesgo hídrico, abordándolos desde 4 ejes: 1) gestión e institucionalidad del agua, 2) conservación y protección de ecosistemas hídricos, 3) eficiencia y uso estratégico del recurso y, 4) migración e incorporación de nuevas fuentes de agua.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • 212 Fichas de medidas, acciones y soluciones por ejes estratégicos, de acuerdo a lo señalado en la publicación "Transición Hídrica. El Futuro del Agua en Chile", caracterizadas en cuanto a sus beneficios, limitaciones, impactos sociales y medioambientales, costos de inversión referenciales y ejemplos de su aplicación. 					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34 Ficha Resumen de Documento Referencia 33.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Desarrollo de Herramienta para el Análisis de Gestión en el marco del Plan Nacional de Recursos Hídricos				
AÑO	2019				
ELABORADO POR	DICTUC S.A. – Stockholm Environment Institute (SEI)				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	-				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
		•			
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Atacama, Coquimbo y Valparaíso	Las asociadas a cada cuenca	Copiapó, Limarí, Choapa, Petorca y Ligua.		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
		•	•	•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Desarrollar un modelo operacional en la plataforma WEAP para 5 cuencas nacionales (Copiapó, Limarí, Choapa, Petorca y Ligua), integrando los modelos subterráneos MODFLOW a los superficiales.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Descripción detallada del funcionamiento de WEAP y MODFLOW, además de explicación de tipos de acople WEAP/MODFLOW. • Descripción detallada de las bases de operación de los modelos de cada cuenca en WEAP y MODFLOW por separado. • Descripción detallada del proceso de acople de modelos WEAP y MODFLOW, cuyas etapas principales son las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> - Preparación modelo MODFLOW en forma nativa. - Preparación modelo WEAP para el acople. - Generación de archivo de "enlace" entre modelos. - Vinculación de elementos WEAP al archivo "enlace" (unidades hidrológicas, coberturas de suelo, agua subterránea, ríos y sitios de demanda). - Vinculación modelo MODFLOW a modelo WEAP. - Establecimiento de capa de bombeo. - Calibración y validación. • Análisis del Balance Hídrico Nacional que fue usado como fuente de información base para el desarrollo del Plan Estratégico en las cuencas seleccionadas, donde se comparó las simulaciones de recarga (en mm/año) obtenida de los modelos WEAP, MODFLOW y VIC (utilizado en el Balance Hídrico Nacional): 					

Cuenca	Choapa
Periodo (paso de tiempo)	1990-2015 (anual)
Modelo	Recarga (mm/año)
WEAP	6,7
MODFLOW	5,2
VIC	88,8

- Descripción de utilización de los resultados de los modelos del Balance para suplir la eventual falta de información hidrológica en alguna de las cuencas en estudio.

Fuente: Elaboración propia.