

PLAN REGIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Secretaría Regional
Ministerial de Agricultura
Región de O'Higgins.

Elaborado con la Colaboración
y Apoyo de la Mesa Regional
de Recursos Hídricos

Región de O'Higgins

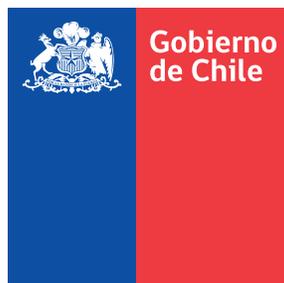
AÑOS
2020
2029



Gobierno
de Chile

Plan Regional de Recursos Hídricos

**Región de O'Higgins
Años 2020-2029**





Agradecimientos

Sr. Joaquín Arriagada Mujica

Seremi de Agricultura O'Higgins

Sr. Moisés Saravia Ruiz

Seremi de Obras Públicas O'Higgins

Sr. Daniela Zavando Matamala

Seremi de Salud

Sr. Juan García González

Director regional Indap

Sr. Marcelo Cerda Castillo

Director regional Conaf

Sr. José Miguel Goycoolea

Director regional Dirección General de Aguas

Sr. Norberto Candia Soto

Director regional Dirección de Obras Hidráulicas

Sr. Juan José Retamales

Coordinador regional
Comisión Nacional de Riego

Sr. Patricio Crespo

Presidente Federación de Juntas de Vigilancia
de los Ríos y Esteros de O'Higgins

Sra. Graciela Correa

Gerente Federación de Juntas de Vigilancia de
los Ríos y Esteros de O'Higgins

Sr. Francisco Duboy

Presidente ASPROEX

Sr. Jorge Valenzuela

Presidente FEDEFRUTA

Sr. Carlos Núñez

Presidente del CAR

Sr. Manuel Puga

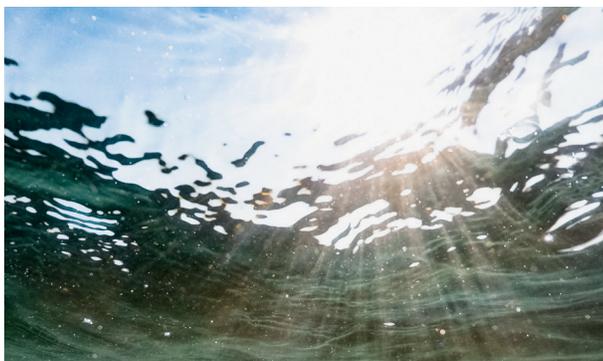
Presidente FRUSEXTA

Sr. Álvaro Alegría

Gerente HORTICRECE

Sra. Sofía Felmer Echeverría

Directora Regional INIA



Sr. Antonio Muñoz

Director Regional SERNAGEOMIN

Sr. Víctor Peña

Rep. Seremi de Salud O'Higgins

Sr. José Ignacio Urrutia

Subsecretaría de Desarrollo Regional

Sra. Alejandra Riquelme

Directora Regional de ONEMI

Sra. Lisette Bosshard Peña

Profesional de apoyo Seremi de Agricultura O'Higgins

Sr. Marcelo Fuentes

Profesional de apoyo INDAP O'Higgins

Sr. Roberto Castro

Consultor IICA Chile

Sr. Manuel Pinto

Director Instituto de Agronomía y Veterinaria UOH

Sr. Mario Vilches Alcaíno

Periodista Seremi de Agricultura O'Higgins

Instituciones Colaboradoras

- Seremi de Agricultura O'Higgins
- CONAF
- INDAP
- SERNAGOMIN
- ONEMI
- SUBDERE
- Federación de Juntas de Vigilancia de los Ríos y Esteros de la Región de O'Higgins
- Federación de Asociaciones de Agricultores Cachapoal
- ASPROEX
- HORTICRECE
- INIA
- IICA
- UOH

Índice

INTRODUCCIÓN	8
1. CARACTERIZACIÓN TERRITORIAL	12
I. División Político Administrativa	12
II. Aspectos Geo-demográficos y Demográficos	13
III. Perfil de Productores	13
IV. Cultivos	14
V. Frutales	15
VI. Superficie bajo riego	16
2. CAMBIO CLIMÁTICO	20
I. Déficit de precipitaciones	21
II. Disminución de caudales a septiembre 2019	21
III. Situación de los embalses de la región y país	22
IV. Porcentaje de llenado de embalses a nivel nacional	22
V. Caudales medios anuales principales cuencas de Chile	23
VI. Porcentaje de variación de precipitaciones principales cuencas de Chile	23
VII. Aguas subterráneas: Subsuperficiales	24
VIII. Cobertura de nieve en cordillera	26
X. Situación de las aguas superficiales de la Región de O'Higgins	27
XI. Territorio bajo la jurisdicción de las juntas de vigilancia	27
XII. Nivel de fluctuación de los acuíferos en la Región de O'Higgins	30
XIII. Estado de los glaciales	31
XIV. Precipitaciones representativas de la Precordillera Andina Región de O'Higgins	34
3. CUENCAS DE LA REGIÓN DE O'HIGGINS	36
I. Sub-cuenca del Río Maipo	36
I.1. Peuco	36
I.2 Estero Codegua	37
I.3 Embalse Codegua	37
I.4 Emplazamiento del embalse Codegua	37
II. Cuenca del Río Rapel	38
II.1 Sub-cuenca del Río Cachapoal	38
II.2 Río Cachapoal	38
II.3 Primera Sección del Río Cachapoal	39
II.4 Segunda Sección Río Cachapoal	39
2.6 Desafío	41
2.5 Tercera Sección del Río Cachapoal	41
3. Río Claro de Rengo	42
3.1 Estero Zamorano	43
3.2 Estero Guacargüe, Canal Silvano, esteros menores Quinta de Tilcoco	44
4. Sub-cuenca del Río Tinguiririca	44
4.1 Río Tinguiririca	45

4.2 Estero Puquillay	45
4.3 Estero Chimbarongo	46
4.4 Estero las Toscas	47
4. ACUÍFEROS DE LA REGIÓN DE O'HIGGINS	50
1. Situación de los acuíferos en la región	53
2. Situación regional de las aguas subterráneas (2019)	54
3. Desafíos	55
V. SECANO COSTERO	58
1. Disponibilidad del recurso hídrico en la Región de O'Higgins	59
6. PLAN ESTRATÉGICO 2020-2029	64
1. Objetivo general	64
2. Objetivos específicos	64
3. Iniciativas	65
I. Plan de recarga de acuíferos subterráneos	65
II. Mitigación de la sequía	65
III. Constitución de derechos de agua provisionales con cargo a la recarga de acuíferos	66
IV. Constitución de comunidades de aguas subterráneas	66
V. Digitalización	67
VI. Educación	67
VII. Innovación	67
VIII. Legal	68
IX. Fortalecimiento de DGA	68
X. Limitación de subdivisiones de 5.000 mts	68
XI. Transferencia de recursos GORE a INDAP, CNR, CORFO, DOH, DGA	68
XII. Formación de capital humano	69
XIII. Avanzar en Calidad de aguas	69
XIV. Nuevas fuentes de agua	69
XV. Estudios	69
XV. Fomentar la creación de juntas de vigilancia y OUA	69
XVI. Plan de acción valorado	70
7. ANEXO TÉCNICO	74
1. Paredes moldeadas	74
2. Geofísica regional aéreo	74
3. Precisiones técnicas sobre la recarga de acuíferos	75
I. Acuíferos	75
II. Tratamiento de aguas residuales	77

Introducción

La crisis hídrica que actualmente afecta a la zona central de Chile, ha obligado al gobierno a decretar emergencia agrícola y zona de escasez hídrica en las regiones de O'Higgins, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y Maule. La medida de declarar emergencia y zona de escasez permitirá aportar recursos frescos a la región e implementar medidas transitorias y definitivas que permitan enfrentar la sequía más grande del último siglo.

La Región de O'Higgins registra un déficit de precipitaciones cercano al 75% y un déficit de nieve superior al 70%, mencionar además que se registra un retroceso de los glaciales cercano a un 5% anual.

La sostenida disminución de precipitaciones evidencia una realidad diferente en cuanto a la disponibilidad de agua para el riego y otros usos, lo que provoca una creciente competencia por el uso del agua en las diferentes sub-cuencas de la Región de O'Higgins. donde conviven diversos actores que utilizan el recurso hídrico (agua potable, saneamiento, uso agropecuario, minería, hidroeléctricas, industrial, entre otros). Esta nueva realidad obliga a innovar en el uso de tecnología de última generación en el sector agropecuario "Smart-Agriculture", que nos permita entre otras cosas un uso más eficiente del recurso hídrico y de los sistemas de riego tecnificado. Cabe mencionar que la región tiene sólo un 30% de la superficie cultivable bajo riego tecnificado, esto quiere decir

que el 70% de la superficie de riego se irriga por sistemas gravitacionales altamente ineficientes.

Por otra parte, los objetivos de desarrollo sostenible al 2030 establecidos en el 2000, por la ONU para poner fin a la pobreza al 2030, en el Objetivo N°6 establece que "la escasez de recursos hídricos, junto con la mala calidad del agua y el saneamiento inadecuado repercuten en la seguridad alimentaria, los medios de subsistencia y la oportunidad de educación para las familias pobres en todo el mundo". De aquí el desafío más allá de la emergencia actual de poder mejorar el acceso al agua potable, implementar sistemas modernos de saneamiento y re-uso de aguas grises y negras, mejorar la eficiencia del uso del recurso hídrico en la agricultura y la minería y construir obras que permitan mejorar la disponibilidad del recurso. Sin duda, es imprescindible considerar una nueva gobernanza del recurso hídrico que permita la gestión integrada de los recursos hídricos considerando la protección del bosque nativo en altura y formas de producción más sostenibles y amigables con el medio ambiente.

Cabe destacar que, la Región de O'Higgins tiene gran superficie de acuíferos subterráneos que pueden ser recargados con las aguas que en un 50% por ciento van a dar al mar, para el posterior uso de éstas, en la temporada de alta demanda hídrica. Esta solución es de bajo costo y rápida implementación por lo que se visualiza como una alternativa de emergencia

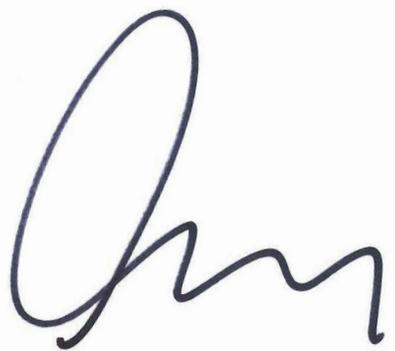
viable para la región. Es importante destacar que las tecnologías para recarga de acuíferos subterráneos han sido probadas con éxito en muchas partes del mundo. Es así como se evidencia la urgente necesidad de invertir en estudios y en la construcción de la infraestructura necesaria para infiltrar los acuíferos, implementando macro norias y/o muros moldeados que permitan la elevación de las napas freáticas dependiendo de las condiciones geomorfológicas territoriales.

El Gobierno del Presidente Sebastián Piñera en su compromiso con el desarrollo sostenible del país y de las regiones, han implementado un plan de construcción de embalses al 2030, encontrándose dos embalses priorizados para la región: Embalse Bollenar (prioridad 15) y Embalse Codegua (prioridad 22), ambos en estudio de factibilidad y diseño.

Es importante mencionar que el Embalse Codegua, podría construirse en dos etapas, existiendo ya el estudio de factibilidad y diseño terminados para la primera etapa que puede embalsar 9 millones de metros cúbicos, solucionando en gran parte el problema de sequía.

El Intendente Regional Sr. Juan Masferrer, consciente de que el plan de construcción de embalses es una solución de mediano y largo plazo, y que en la región se requieren soluciones urgentes para enfrentar la peor sequía desde que se tiene registro,

convocó a una mesa de trabajo público-privada, liderada por este SEREMI de Agricultura, Sr. Joaquín Arriagada Mujica, para elaborar un plan de acción de contingencia que oriente la asignación de recursos para ir dando solución efectiva y rápida a la grave situación que debe enfrentar las región. Es así como con la participación público-privada nace el presente plan de inversión. En forma paralela se ha trabajado en una propuesta para establecer un Consorcio Tecnológico Estratégico del Agua en la Región de O'Higgins con propuestas de solución de mediano y largo plazo con la concurrencia de la academia, juntas de vigilancia, organismos internacionales, centros de investigación y sector público.



Joaquín Arriagada Mujica
Secretario Regional Ministerial de Agricultura
Región de O'Higgins



1

CARACTERIZACIÓN
TERRITORIAL

1. CARACTERIZACIÓN TERRITORIAL

I. División Político Administrativa



Provincia de Cachapoal

Comunas: Mostazal, Graneros, Codegua, Rancagua, Machalí, Las Cabras, Coltauco, Doñihue, Olivar, Coinco, Requinoa, Peumo, Quinta de Tilcoco, Pichidegua, San Vicente, Malloa y Rengo.

Provincia de Colchagua

Comunas: San Fernando, Chépica, Chimbarongo, Lolol, Nancagua, Palmilla, Peralillo, Placilla, Pumanque y Santa Cruz.

Provincia de Cardenal Caro

Comunas: Navidad, Litueche, La Estrella, Pichilemu, Marchigüe y Paredones.

II. Aspectos Geo-demográficos y Demográficos

La Región del Libertador Bernardo O'Higgins (VI), cuya capital es Rancagua, abarca una superficie de 16.387,0 kilómetros cuadrados, representando el 2,2% del territorio nacional. Cifras del Censo 2017, indican que la población alcanza los 914.555 habitantes (453.710 hombres y 460.845 mujeres). Su clima es de carácter templado de tipo mediterráneo (con lluvias invernales), aunque es posible establecer algunas diferencias de mar a cordillera y de norte a sur, manifestadas en aumento de las precipitaciones debido al ascenso gradual del relieve y avance en latitud. Esto permite la existencia de una vegetación que necesita de tal clima para sobrevivir.

Superficie (Km2)	% Superficie Nacional*	Población (hab.)	% Población Nacional	Superficie (Km2)	Densidad (hab./km2)	Mujeres/Hombres (%)	Ruralidad (2014) (%)
16.386,0	2,2	914.555	5,2	16.386,0	55,8	50,4 / 49,6	28,2

*No se considera en el cálculo el Territorio Antártico Chileno
Elaborado por ODEPA con información INE

III. Perfil de Productores

Si bien en la Región de O'Higgins predomina la existencia de explotaciones con un tamaño inferior a 20 ha, que concentra el 76,0% del total de las explotaciones, esto equivale únicamente al 5,69% del total de la superficie explotada. Caso contrario ocurre en explotaciones de más de 100 ha, donde el número de explotaciones representa el 6,8% del total de estas, pero inversamente explica el 82,38% de la superficie explotada. Por su parte, las explotaciones de 20 a 50 ha representan el 11,5% del total de explotaciones y el 5,67% de la superficie. Finalmente, las explotaciones con 50 a 100 ha explican el 5,7% del total de estas y el 6,27% de la superficie.

Región de O'Higgins	Estrato de Tamaño	Número de Explotaciones	Superficie de explotaciones (ha)
	0 < 20	19.182	91.525,4
> 20 > 50	2.914	91.142,4	
> 50 < 100	91.525	100.843,9	
100 y más	1.715	1.326.002,3	
Total Región		115.336	2.433.247

IV. Cultivos

La Región de O'Higgins abarca el 8,2% de la superficie nacional dedicada a rubros silvo-agropecuarios, según información del Censo Agropecuario y Forestal de 2007. Sus usos principales corresponden a **plantaciones forestales (38,8%)**, **frutales (21,5%)**, **cereales (15,6%)**, **viñas y parronales (9,9%)**. Estos cuatro usos concentran el **85,8% de los suelos silvo-agropecuarios de la región.**

38,8%

Plantaciones forestales

21,5%

Frutales

15,6%

Cereales

9,9%

Viñas y parronales



Superficie regional por rubro silvoagropecuario

Rubro	Región (ha)	Cultivo/Región	País (ha)	Región/País
Plantaciones forestales	141.023,0	38,8%	2.706.038,8	5,2%
Frutales	78.275,6	21,5%	310.046,5	25,2%
Cereales	56.627,2	15,6%	480.602,6	11,8%
Viñas y parronales	35.876,4	9,9%	130.440,8	27,5%
Forrajeras	17.232,2	4,7%	513.190,8	3,4%
Hortalizas	13.134,3	3,6%	95.953,7	13,7%
Semilleros y almácigos	11.935,2	3,3%	42.511,1	28,1%
Cultivos industriales	5.295,2	1,5%	69.998,0	7,6%
Leguminosas y tubérculos	3.636,9	1,0%	71.389,6	5,1%
Viveros	419,8	0,1%	3.103,1	13,5%
Huertos caseros	262,5	0,1%	16.138,2	1,6%
Flores	117,0	0,0%	2.176,4	5,4%
Totales	363.835,2	100,0%	4.441.589,7	8,2%

Fuente: Elaborado por Odepa a partir de información del VII Censo Nacional Agropecuarios y Forestal: Odepa - INE, 2007.

V. Frutales

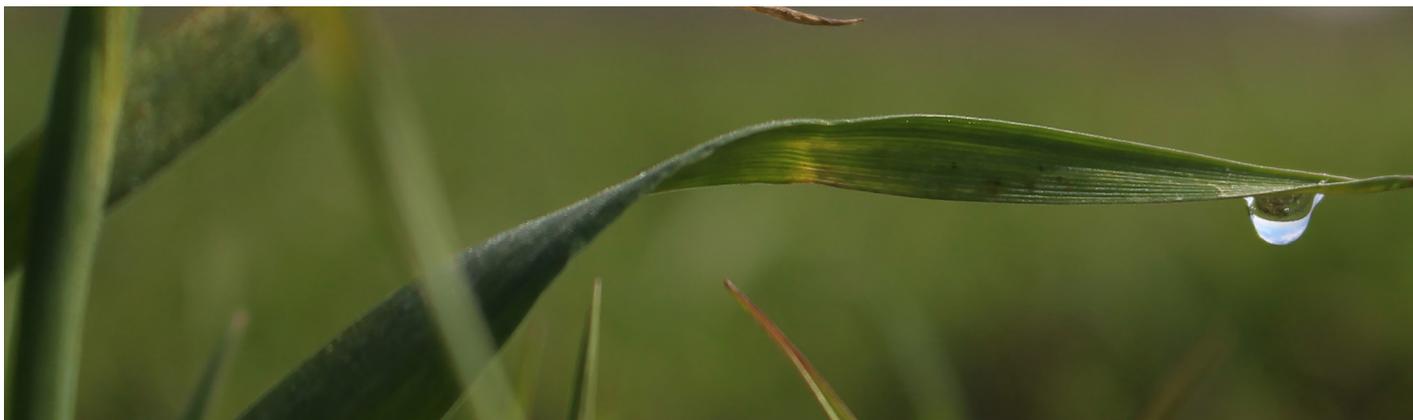
La tabla de superficie frutal regional por especie muestra las principales especies frutales plantadas en la Región de O'Higgins, en orden de importancia según magnitud de su superficie en relación a la superficie de cada especie a nivel regional. A nivel nacional, y con excepción del palto, todas las demás especies muestran una incidencia por sobre dos dígitos. Entre estos, cabe resaltar la importancia de ciruelo europeo, nectarino, peral europeo, duraznero para consumo fresco, ciruelo japonés y duraznero tipo conservero. El manzano es una especie de gran importancia a nivel regional, ya que, si se considera la suma de la superficie cultivada de manzanas verdes y rojas, el total alcanza el segundo cultivo de mayor superficie plantada a nivel regional. Por otra parte, el 69,4% de la superficie frutal de la región se encuentra en la provincia de Cachapoal. Las comunas con más alta incidencia de superficie frutícola en esta provincia son Rengo, Requínoa y San Vicente. Otro 25,2% de la superficie frutal regional se ubica en la Provincia de Colchagua. Las comunas de alta incidencia son San Fernando y Chimbarongo. El restante 2,6% de superficie se localiza en la Provincia de Cardenal Caro, con cerca del 74% de ella cultivado en las comunas de Marchigüe y La Estrella.



Superficie regional frutícola por especie

Rubro	Región (ha)	Cultivo/Región	País (ha)	Región/País
Uva de mesa	16.941,6	21,6%	62.462,6	27,1%
Ciruelo europeo	7.335,4	9,4%	12.169,3	60,3%
Manzano rojo	9.911,3	8,8%	28.383,6	24,3%
Duraznero tipo conservero	5.020,9	6,4%	10.383,6	48,0%
Cerezo	4.204,1	5,4%	13.386,5	30,9%
Manzano verde	3.763,6	4,8%	9.029,1	41,7%
Naranja	3.618,9	4,6%	9.290,6	38,9%
Peral europeo	3.581,9	4,6%	6.625,0	54,1%
Ciruelo japonés	3.300,3	4,2%	6.878,4	48,0%
Duraznero consumo fresco	3.211,5	4,1%	6.496,0	49,4%
Nectarino	3.137,3	4,0%	5.314,0	59,0%
Kiwi	3.051,0	3,9%	9.957,4	30,6%
Palto	2.953,7	3,8%	39.887,5	7,4%
Otros	11.244,7	14,4%	89.582,7	12,6%
Total	78.275,6	100,0%	310.046,5	25,2%

Fuente: Elaborado por Odepa a partir de información del VII Censo Nacional Agropecuarios y Forestal: Odepa - INE, 2007.



VI. Superficie bajo riego

Provincia	Total Regado
Cachapoal	122.780,3
Colchagua	82.457,2
Cardenal Caro	7.920,2
Total	213.175,7

Fuente: Elaborado por Odepa a partir de información del VII Censo Nacional Agropecuarios y Forestal: Odepa - INE, 2007.

Cuenca río Rapel

Federación JV VI Región	Cuenca Rapel Riego	Cuenca Rapel Embalses
195.000 ha Riego	213.000 ha riego	Convento Viejo: 237 Hm3
11 J. de Vigilancia	3 provincias	Los Cristales: 8 Hm3
	27 comunas	Rapel: 695 Hm3

Distribución titulares de derechos de agua					
Rango HRB	% Regantes	Nº regantes	ha	% superficie	Promedio ha regante
0 a 12	80%	25.290	64.680	33,2%	2,6
12 a 48	15%	2.800	58.800	30,1%	21,0
más de 48	5%	910	71.520	36,7%	78,6
	100%	29.000	195.000	100%	6,72

Gestión de las OUA:

- 189 Asociaciones y comunidades de aguas.
- 945 directivos de OUA.
- \$8.000.000.000 presupuesto anual canales.
- \$40.000 por ha
- 1.000 ha prom. por OUA - 6,7 ha usuario.
- 156 usuarios promedio OUA.



Superficie con riego por provincia y sistema de riego (ha)

Provincia	Tendido	Surco	Otro Tradicional	Aspersión tradicional	Carrete o pivote	Goteo o cinta	Micro aspersión y microjet
Cachapoal	24.247,3	65.163,9	2.192,5	532,1	128,6	27.113,1	3.402,8
Colchagua	24.032,0	36.731,1	357,9	253,1	577,4	18.671,1	1.852,5
Cardenal Caro	357,7	645,9	37,3	369,8	951,9	5.511,1	46,4
Región	48.637,0	102.540,9	2.587,7	1.155,0	1.657,9	51.295,4	5.301,7

Fuente: Elaborado por Odepa a partir de información del VII Censo Nacional Agropecuarios y Forestal: Odepa - INE, 2007.

De las cifras básicas respecto a los sistemas de riego en la región es significativo señalar que aproximadamente 150 mil hectáreas se encuentran gestionadas con riego por surco y tendido, lo que representa el 92% de la superficie bajo riego.

Sin embargo el bajo grado de tecnificación hace que en origen ya se pierda aproximadamente un 30% del agua de riego disponible, por lo tanto, es urgente apuntar a un programa de conversión hídrica que apunte a la tecnificación y al mismo tiempo reduzca el mal uso de los actuales equipos de riego tecnificado, lo que se debe conectar también con programas de asociatividad, capacitación campesina y formación de extensionistas campesinos que puedan apoyar el logro de la eficiencia hídrica de los propios agricultores. En esta línea es relevante la implementación de un FAB-LAB para la agricultura abierto a la comunidad agrícola con el desarrollo de aplicaciones inteligentes a partir de la creación de plataformas digitales que entreguen datos vía celulares directamente a los agricultores para la gestión predial, no sólo de demanda de agua para sus cultivos y periodicidad de riego, sino también información complementaria para el aumento de la productividad y de los ingresos monetarios avanzando en la línea de la implementación de modelos bioeconómicos.

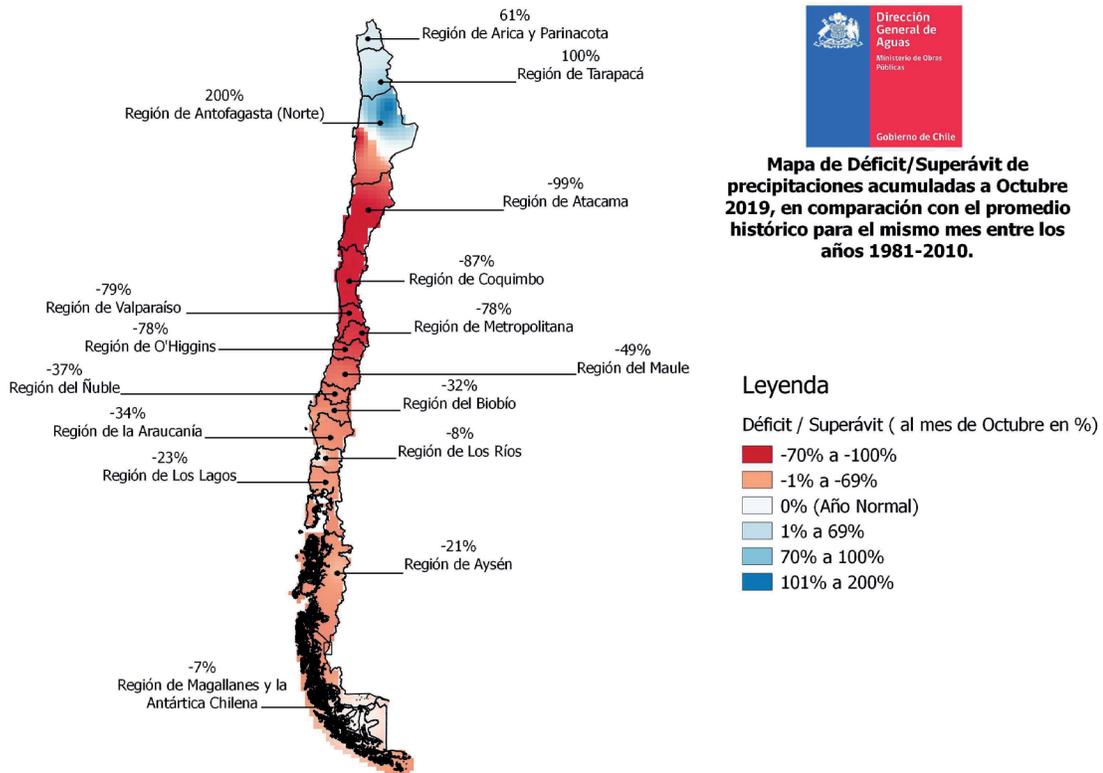


2

CAMBIO
CLIMÁTICO

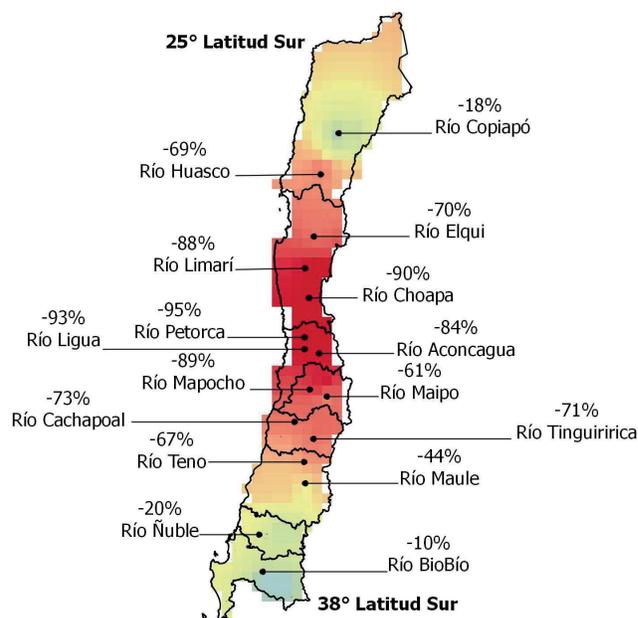
2. CAMBIO CLIMÁTICO

Chile y la Región de O'Higgins enfrentan un creciente desbalance hídrico, acentuado por la actual tendencia de disminución de precipitaciones en gran parte de su territorio.



En este punto es relevante mencionar que en la región hay ausencia de medición de volumetría de nieve anual en la Cordillera Andina, cuestión que está directamente relacionada con los caudales disponibles y la disponibilidad de éstos para la agricultura, información que permite al mismo tiempo monitorear el aporte de los glaciares (velocidad de derretimiento y retroceso de los mismos), se plantea la instalación de instrumentos de medición, que entregará datos puntuales que deben ser necesariamente complementados con una metodología de cuantificación basada en datos satelitales (MODIS y OLI) y los modelos de deshielo, Snowmelt Runoff Model (SRM), desarrollado por Martinec y colaboradores, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), para pronosticar el flujo superficial diario proveniente del deshielo andino, usando como variables de entrada la temperatura, la precipitación y la superficie cubierta de nieve.

Este modelo ha sido validado en la zona norte de Chile. Esto permite tener una cuantificación de la totalidad de la cordillera, metodología que IICA puede implementar y disponer de un centro de pronósticos regional. Lo anterior sería parte de la implementación del FAB-LAB para la región. (Como parte del plan de gestión para la mitigación del cambio climático para la Región de O'Higgins).



Mapa de Variación de Caudales para el mes de Octubre 2019 con respecto al promedio histórico de Octubre en el período 1981-2010.

Leyenda

Niveles de Variación de Caudales

- -81% a -99%
- -46% a -80%
- -31% a -45%
- -10% a -30%
- 1% a -9%

I. Déficit de Precipitaciones

El déficit acumulado de precipitaciones a septiembre 2019 en la Región de O'Higgins el déficit llega a un 77%.

II. Disminución de Caudales a Septiembre 2019

La Región de O'Higgins presenta una disminución de sus caudales de un 72% en el río Cachapoal y de un 59% en el río Tinguiririca, siendo los dos principales cauces de agua superficial, que proveen aguas para el riego directo de sus usuarios y para el abastecimiento indirecto de un sin número de ríos, esteros y cauces menores del valle, así como para la recarga natural de las napas subterráneas.

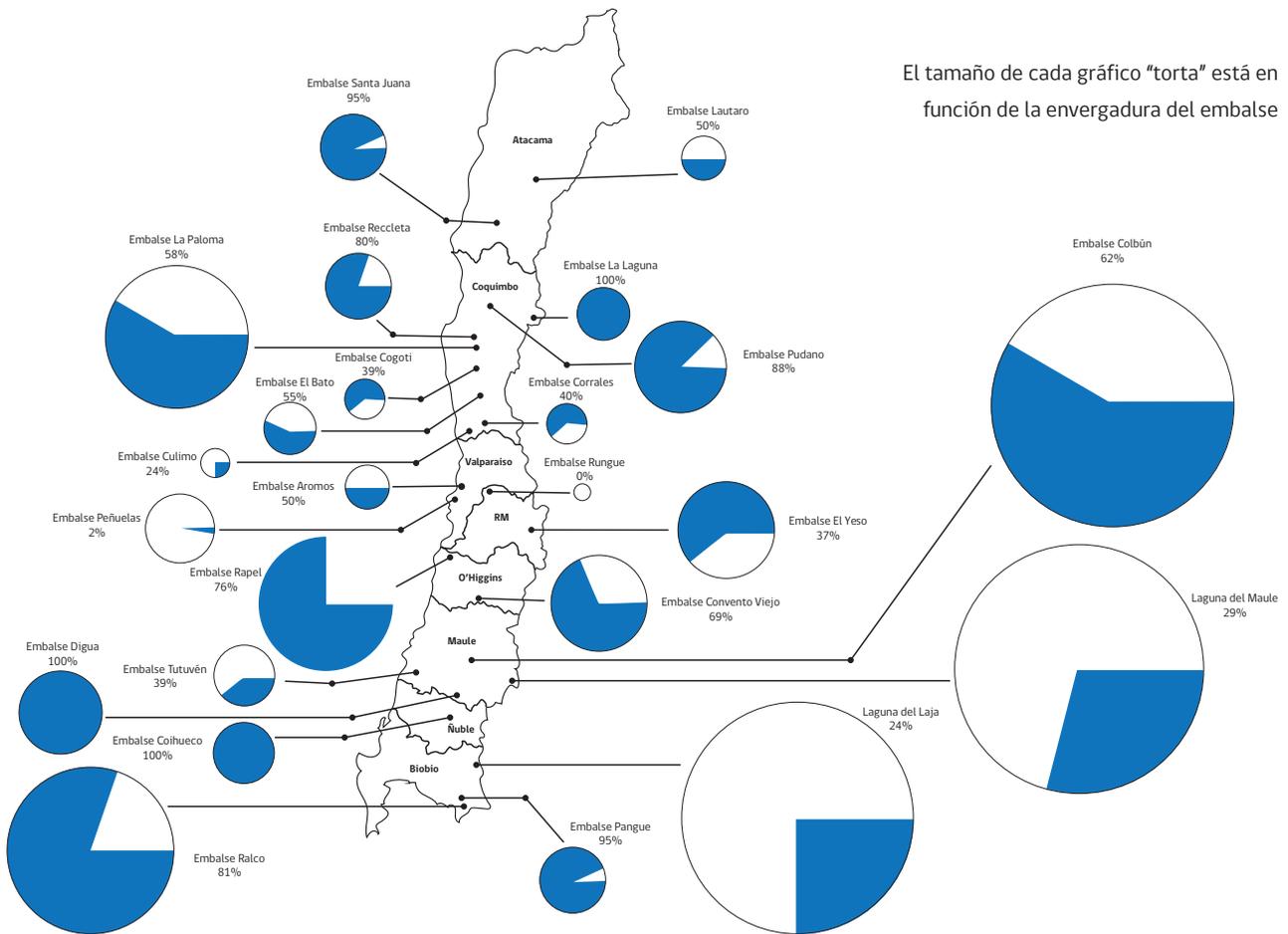
III. Situación de los embalses de la región y país

En la Región de O'Higgins los dos embalses, Convento Viejo y Rapel, no se llenaron en la presente temporada, la situación al mes de septiembre 2019 era la siguiente: Embalse Rapel con 3/4 de su capacidad de llenado y Convento Viejo con 2/3 de su capacidad total.

Estos bajos niveles de llenado impiden el uso normal de ambos. Rapel ha dejado de generar en primavera y verano, Convento Viejo se ve limitado en su capacidad de abastecer las demandas de riego de la temporada 2019-2020.

IV. Porcentaje de llenado de embalses a nivel nacional

Mapa de proporción de acumulación de agua en embalses de Chile a septiembre 2019 respecto a sus capacidades máximas totales



Fuente: Dirección general de aguas, DGA, Ministerio de Obras Públicas.

Disponibilidad de excedentes

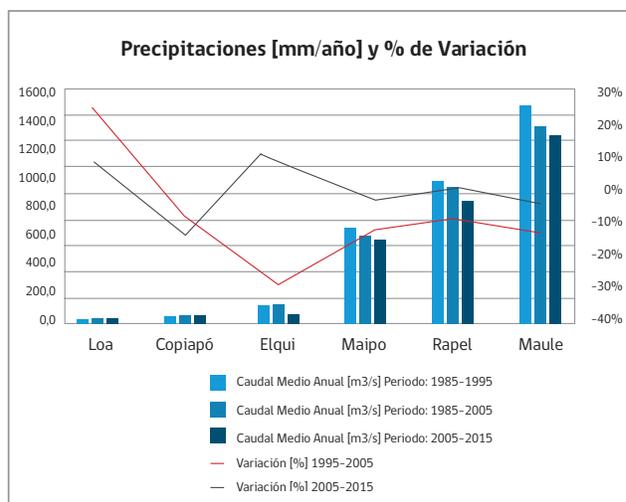
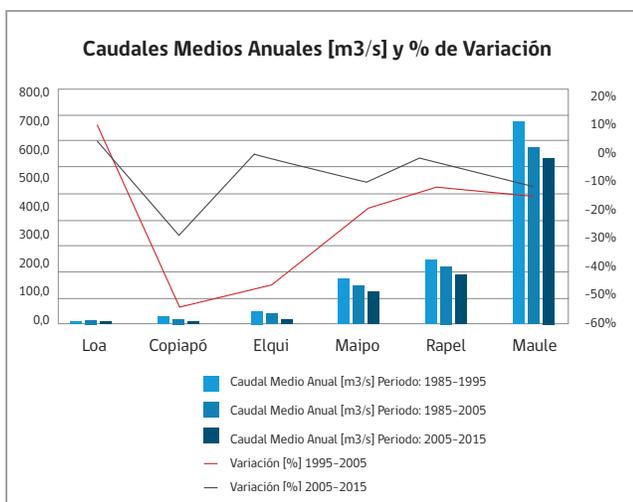
Cauces Naturales	Excedentes Invierno	Embalses	Hm3	Apoyo	Apoyo	Apoyo	Apoyo	Apoyo
Río Cachapoal	336	Cayanas	100	3 secc. Cachapoal	Estero Cadenas	2º Claro	Zamorano	Codeco
Río Claro	72	Bollenar	37	1º secc. Claro	Acuíferos			
Río Tinguiririca	174	Convento Viejo	65	Secc. media Tinguiririca	Zamorano			
E. Chimbarongo	123	Convento Viejo	302	Chimbarongo	Las Toscas y otros	Marchigüe	Peralillo	Tinguiririca

Convento Viejo	Hm3	Incremento Hm3
Cota 268 msnm	237	
Cota 269 msnm	268	31
Cota 270 msnm	302	65

Atención: La sección media y baja. Tinguiririca tiene 5442 cc y 10.000 ha

V. Caudales Medios Anuales Principales Cuencas de Chile

VI. Porcentaje de Variación de Precipitaciones principales Cuencas de Chile





VII. Aguas Subterráneas: Subsuperficiales

Aguas Subsuperficiales

Diagnóstico: Zona alta y media con niveles estáticos normales.

Opciones: Decreto de Escasez permite explotación sin necesidad de constituir derechos, mediante la excavación de norias-zanjas superficiales para mitigar la sequía, tanto a nivel individual **como de las OUA para beneficio del colectivo.**

- Útil práctica usada en 1968 y 1998

Aguas Subterráneas: Profundas

Diagnóstico: Zona **alta y media** de los valles con niveles estáticos y dinámicos estables (DGA).

Zona **pre costera** con signos de agotamiento.
Zona costera con agotamiento en sectores.

Opciones: Para la transición se puede explotar las zonas alta y media (descargar para recargar) con recarga natural bonificada:

- 1.- **Promover recarga natural compensada** con autorización de extracción de un porcentaje. En otoño e invierno las OUA recargan en forma natural las napas, exponiendo sus aguas invernales sobre sus terrenos y la red de canales. Estos caudales se miden en bocatomas y se autoriza extraer una fracción con pozos profundos en beneficio del colectivo, distribuida por la red de canales, **beneficiando a chicos, medianos y grandes.**
- 2.- **Mediante swaps de agua, liberar aguas superficiales de las zonas alta y media de los valles para dotar zonas pre costeras. Estos pagan a los de arriba el sobre costo del bombeo.**
- 3.- Costo bombeo 1/3 del costo del m³ del ECV, con agua puesta en el terreno (sin pérdidas por conducción).



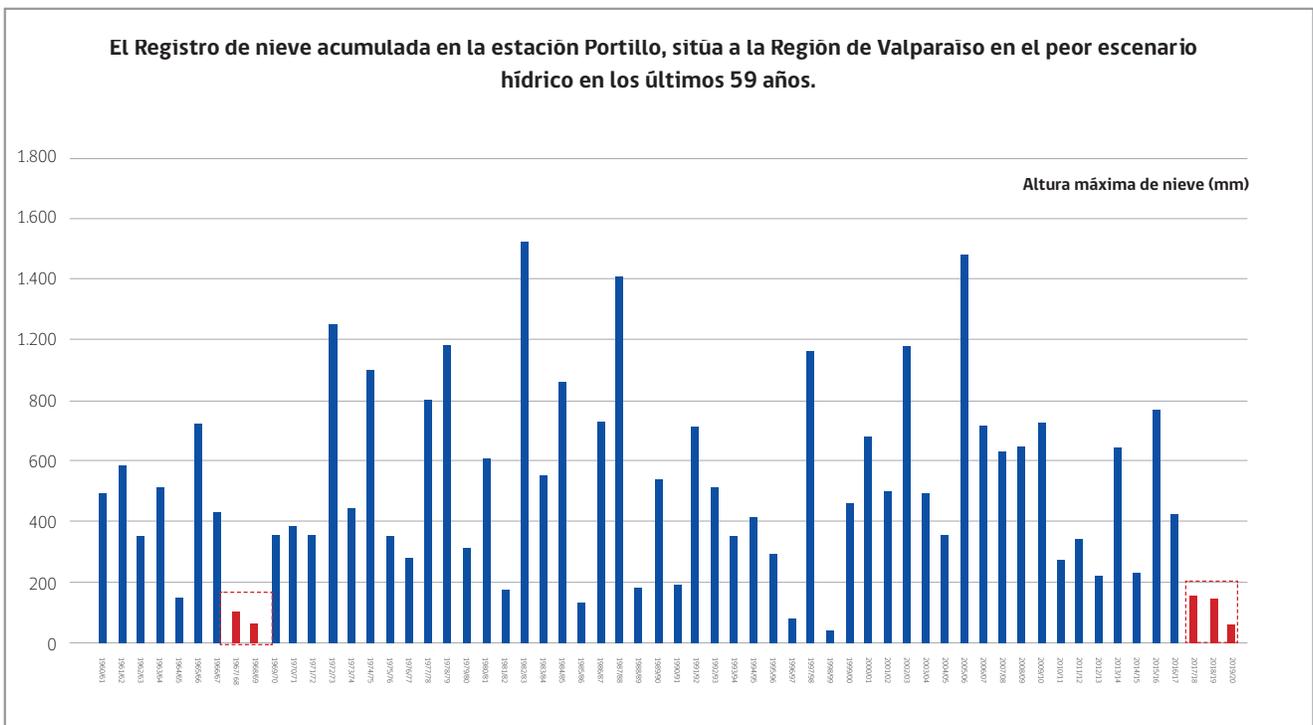
Acciones por concretar

- **Conocer comportamiento y sectorizar los acuíferos para poder hacer un uso racional y sustentable.**
 - **Traer especialistas del exterior.**
 - **Formalizar las extracciones ilegales: Ley del mono.** (Región de O'Higgins 6500 pozos formales y muchos informales). Imponer caudalímetros e información en línea de extracciones y niveles.
 - **Constituir la captación de aguas subterráneas (CAS)** imponiendo su fusión con las juntas de vigilancia para manejo integrado de las aguas superficiales y subterráneas.
 - **Levantar las restricciones** donde proceda.
 - **Alzar las napas con represas subterráneas en zonas costeras. Costo 1/10 de embalses. Rápida implementación.**
-

VIII. Cobertura de nieve en cordillera

El gráfico muestra la superficie cubierta con nieve en septiembre 2019 Región de Valparaíso. **Cabe indicar que la Región de O'Higgins no cuenta con estaciones de medición de nieve en la cordillera operadas por la DGA**, por lo que todos los pronósticos se realizan con la medición realizada en la Cuenca del Maipo y del Maule, sólo existe información aportada voluntariamente por la empresas Mineras e Hidroeléctricas establecidas en la Cuenca del río Cachapoal y Tinguiririca, siendo urgente establecer estaciones de Medición Nival en la alta cordillera de la Región que permitan cuantificar la oferta de agua disponibles para cada temporada para que los usuarios puedan tomar decisiones de producción en función de esa disponibilidad.

IX. Registro de nieve acumulada en cordillera principales cuencas de Chile



X. Situación de las aguas superficiales de la Región de O'Higgins

Juntas de vigilancia de ríos y esteros de la región (Rapel y Maipo)

Junta de Vigilancia Río Peuco	5.000 ha
Asociación de Canalistas Ribera Sur - JV Estero Codegua	600
Junta de Vigilancia Río Cachapoal 1ª sección y sus afluentes	48.900
Junta de Vigilancia Río Cachapoal 2ª sección y sus afluentes	19.500
Junta de Vigilancia Río Cachapoal 3ª sección	26.000
Junta de Vigilancia Río Claro 1ª sección	9.200
Asociación de Canalistas Canal Silvano	5.500
Junta de Vigilancia Estero Zamorano	9.600
Junta de Vigilancia Río Tinguiririca 1ª sección y sus afluentes	48.000
Junta de Vigilancia Estero Puquillay	1.200
Junta de Vigilancia Estero Chimbarongo y sus afluentes	27.000

Fuente: Federación de Juntas de Vigilancia de los Ríos y estero de O'Higgins

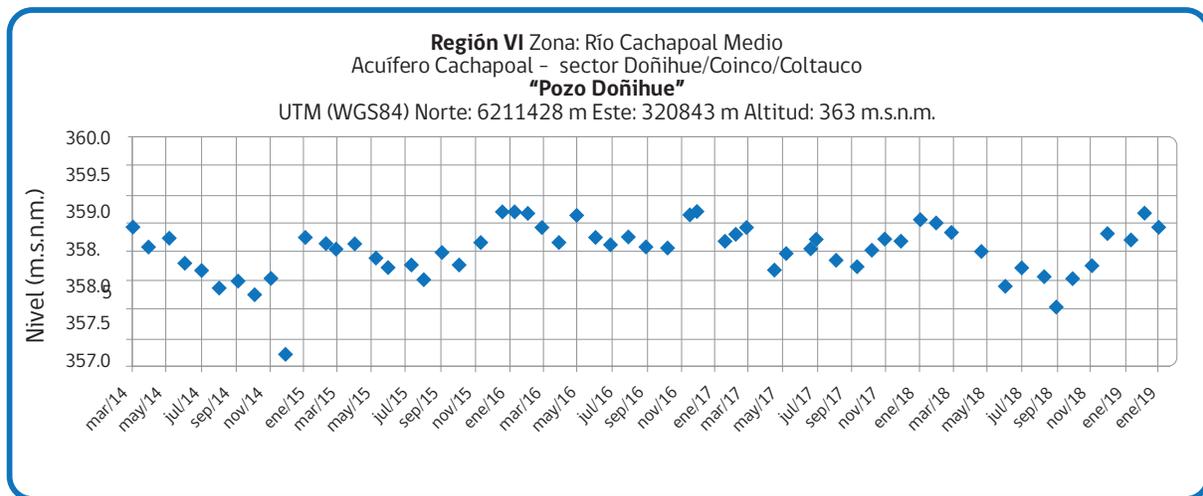
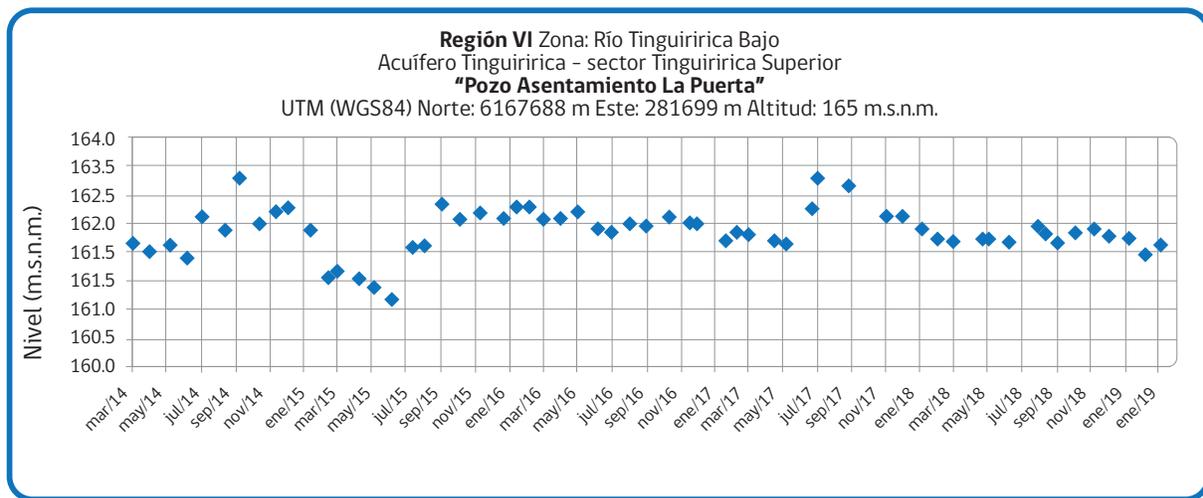
XI. Territorio bajo la jurisdicción de las Juntas de Vigilancia

El siguiente mapa evidencia la jurisdicción de las Juntas de Vigilancia en el territorio y la superficie de la región cubierta por acuíferos subterráneos, queda en evidencia que la disponibilidad de agua subterránea en la región es mayor que la superficial, por lo que es urgente avanzar en constituir las organizaciones de aguas subterráneas (CAS) y avanzar con urgencia en una gobernanza que permita el manejo integrado de los Recursos Hídricos, invertir en conocimiento, medición e infraestructura para la recarga de acuíferos y para la extracción asociativa, desburocratizar y fortalecer a la DGA.

XII. Nivel de fluctuación de los acuíferos en la Región de O'Higgins

Refuerza el anterior gráfico que muestra el comportamiento de los acuíferos que no ha sufrido variaciones en el tiempo, según informa la DGA:

En la Región de O'Higgins los acuíferos mantienen niveles y fluctuaciones que están dentro de lo normal, sin una tendencia claramente definida

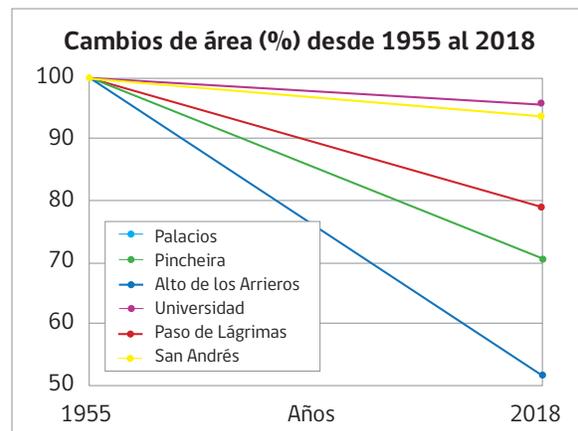
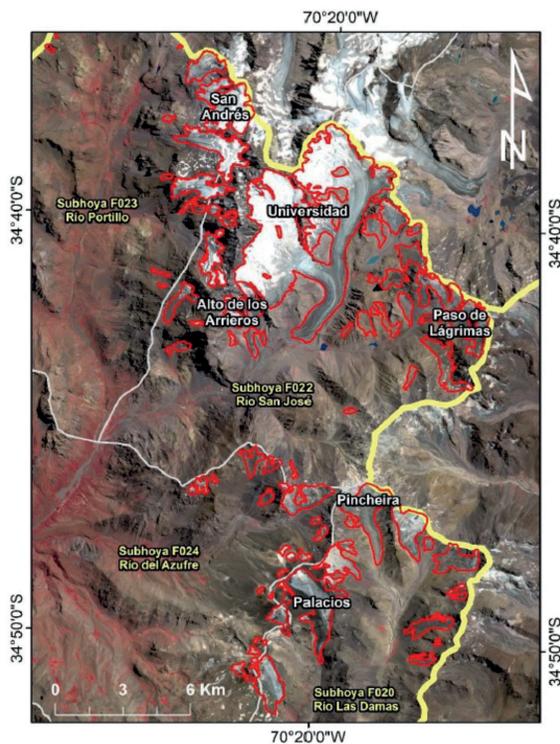


Fuente: DGA. 2019.

XIII. Estado de los Glaciares

La pérdida de masa de los Glaciares de nuestra región es preocupante, más si se constata que el nivel de la isoterma va al alza, lo que significa que las reservas de aguas superficiales serán cada vez menores y por lo tanto el manejo de las aguas subterráneas y su recarga serán vitales para asegurar la futura disponibilidad del recurso hídrico.

Evolución de glaciares de mayor extensión areal en el Río Tinguiririca



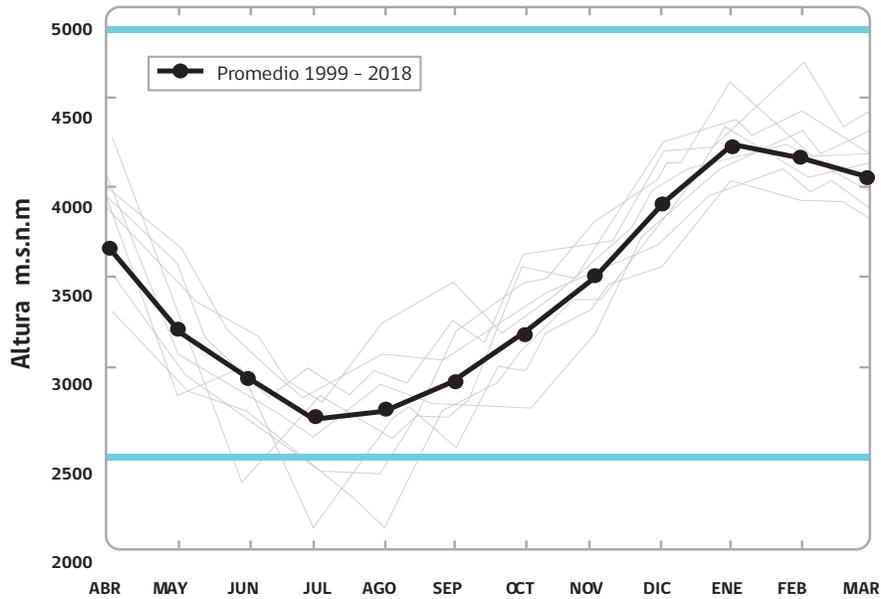
Se observa una disminución en todos los glaciares, destacando los glaciares Alto de los Arrieros, Pincheira y Paso de Lágrimas, con reducciones de 49%, 30% y 21%, respectivamente.

Tinguiririca: 122 glaciares, G. Universidad: Ocupa el 31,44% del área (el resto muy pequeño), pérdida entre 1955 y 2018: 17% de su masa.

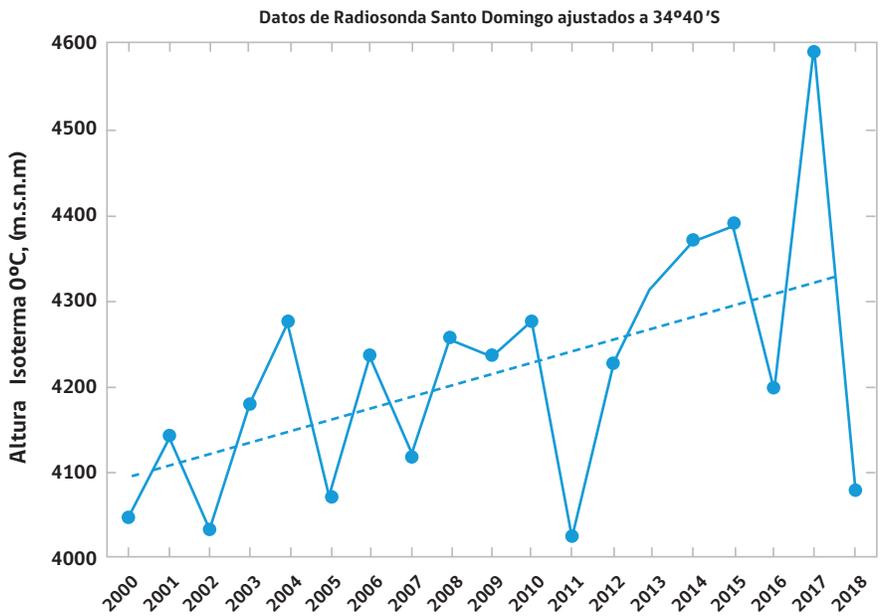


Aumento de altura de isoterma de 0°C

Ciclo anual altura isoterma 0°C



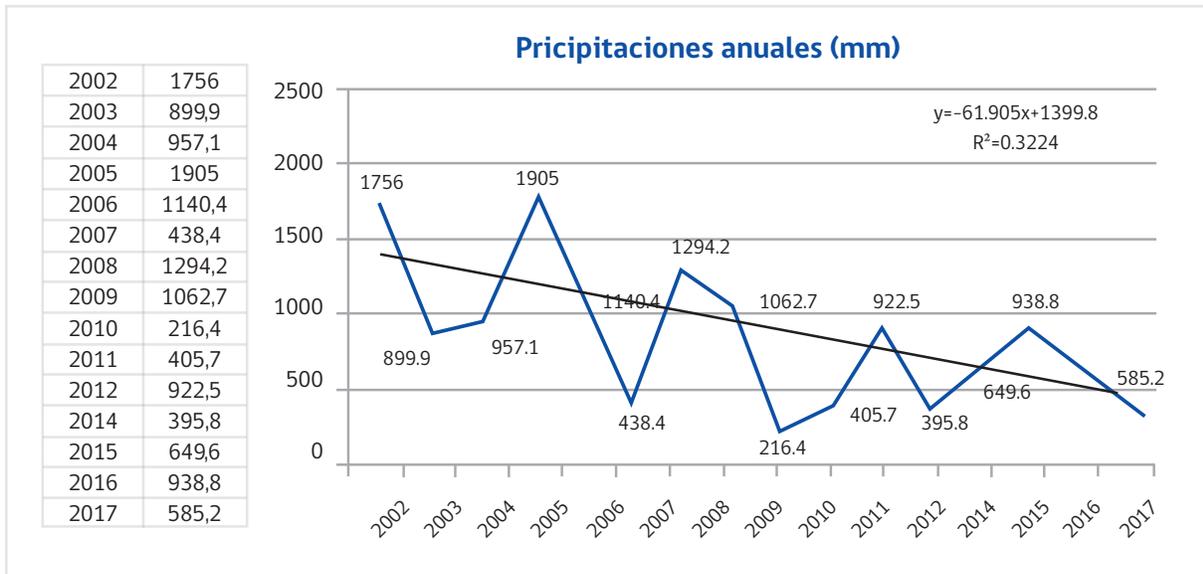
Tendencia de isoterma 0°C sobre "Glaciar Universidad"



Fuente: Federación de Juntas de Vigilancia de Ríos y Esteros de O'Higgins

XIV. Precipitaciones representativas de la precordillera andina Región de O'Higgins

La data correspondiente a la estación Pangal es la siguiente (Figura N°1):

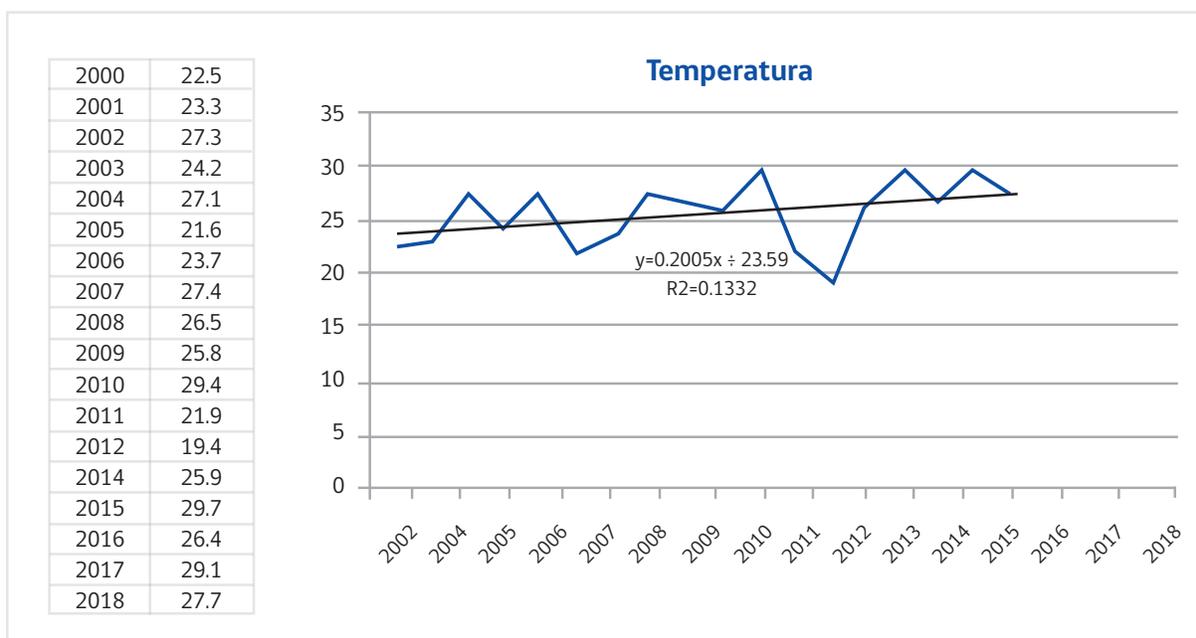


Fed Figura N°1: Datos de precipitación anual entre los años 2002 y 2017 (Estación Pangal, DGA). Fuente: Procesamiento de datos Castro et al, 2018 .

Tal como se aprecia en el gráfico, la tendencia general de la precipitación es a la disminución entre el año 2002 hasta el año 2017, en términos absolutos se pasa de 1756 mm/anuales en el año 2002 a 585,2 mm/anuales en el año 2017.

Temperatura

El mismo estudio (Castro et al, 2018) a partir de datos termales del satélite Landsat 8 estimó el promedio de temperatura para la Precordillera Andina en los meses de marzo, obteniendo como resultado los que se indica en la Figura N°2.



Fed Figura N°2: Temperaturas promedio de la Precordillera andina para los meses de marzo.

La tendencia de la temperatura entre el año 2000 y 2018 es levemente positiva, definida por una pendiente de 2%, lo que implica un aumento de 24 a 27 grados en el período 2000-2018.

Se configura de esta manera, junto con los valores de precipitación, la tendencia del cambio climático para la región.



3

CUENCAS DE
LA REGIÓN DE
O'HIGGINS

3. CUENCAS DE LA REGIÓN DE O'HIGGINS

La Región de O'Higgins. es regada superficialmente por dos cuencas, la del Maipo en la zona norte de la región, Río Peuco y Estero Codegua; y por la Cuenca del Rapel vía las Sub-Cuencas del Cachapoal, Claro de Rengo, Tinguiririca, Chimbarongo, Estero Zamorano.

Además, de un sin número de quebradas y pequeños esteros de cuencas pluviales y vertientes que permiten el riego de la zona céntrica y costera de la región.

La zona sur de la región recibe aportes del río Teno, que confluyen junto con las aguas del Estero Chimbarongo en el Embalse Convento Viejo.

I. Sub-cuenca del Río Maipo

I.1. Peuco

2.500 hectáreas agrícolas. Disponibilidad para riego **de 1.500 ha**, actualmente en riesgo.

Principales problemas del Río Peuco

1. Dispone de aguas principalmente en primavera, lo que reduce las opciones de producción agrícola.
2. Unificación de bocatomas en un solo punto para abastecer a los canales de ambas riberas, implica traslado alternativo de bocatomas y trazado de canales matrices unificados para captar las escasas aguas disponibles y reducir las pérdidas de trayecto en el cauce.
3. Tranque Picarquín: Muro fracturado por terremotos de 1987 y 27F de 2010, estudio de reparación CNR. Llenado en un 60% de su capacidad por riesgo de ruptura de muro. Existe resolución DOH.
4. Requiere mejorar la conducción por pérdidas en trayecto y renovación de marcos partidores.
5. Requiere soluciones para peraltar el nivel de aguas del tipo pared moldeada en sector de bocatomas para aminorar la pérdida por infiltración en el río.

I.2 Estero Codegua

2500 hectáreas agrícolas y disponibilidad para riego de **1.000 ha**

Principales Problemas

1. Sin embalse de cabecera.
2. Requiere mejorar la conducción por pérdidas en trayecto y renovación de marcos partidores.
3. Extracción ilegal de áridos en el río.
4. Bajo porcentaje de tecnificación del riego.
5. Regularización de derechos de agua y fortalecimiento OUA ribera norte.
6. Falta de obras de protección riberas.
7. APR Codegua.

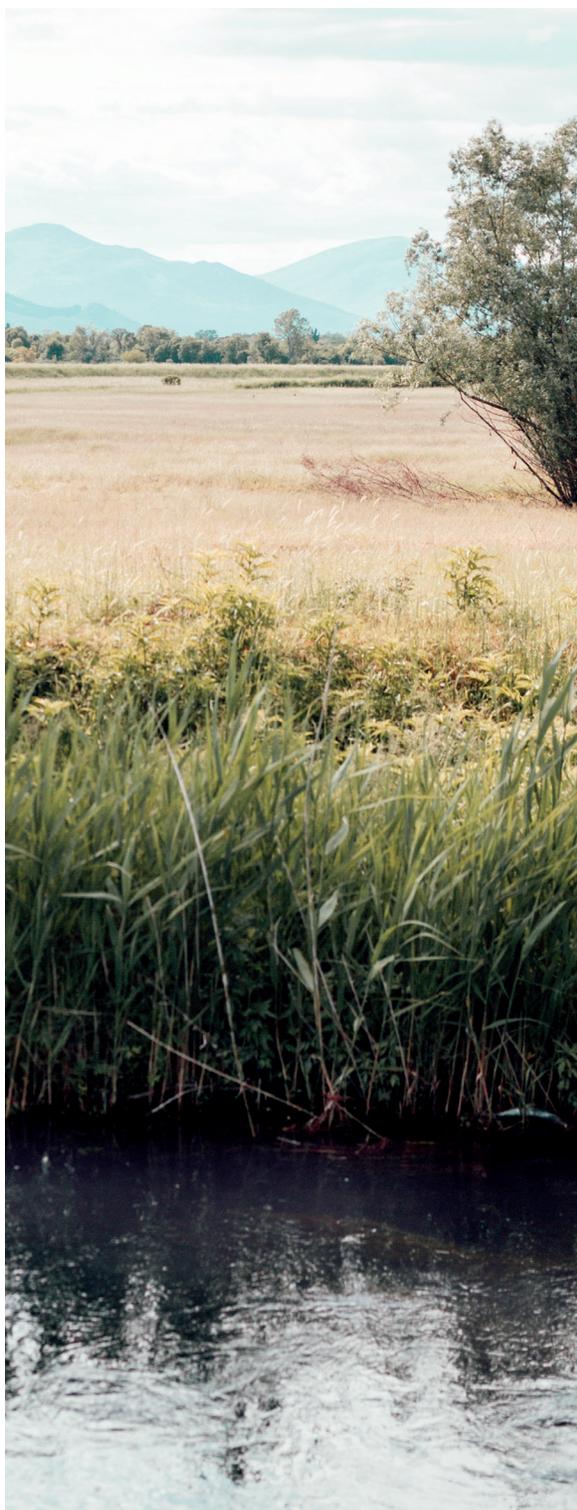
I.3 Embalse Codegua

En la imagen se ilustra la ubicación de dicho proyecto de embalse.

I.4 Emplazamiento del Embalse Codegua

El estudio del Embalse Codegua, como alternativa de solución al déficit hídrico presente en el sistema de riego del Estero Codegua, fue abordado por la Comisión Nacional de Riego en el año 2015 a nivel de prefactibilidad. Entre las conclusiones del estudio, se evalúa positivamente la factibilidad técnica de construir un embalse en la cabecera del estero, siendo el tamaño asociado a la inversión más rentable de un embalse de capacidad total de 17,5 hm³.





II. Cuenca del Río Rapel

La cuenca del Río Rapel, que se extiende de cordillera a mar, se encuentra ubicada aproximadamente entre los 34° y 35° de latitud sur y entre los 70° y 72° de longitud oeste. La zona baja de la cuenca queda comprendida entre su desembocadura y la desembocadura de los ríos Cachapoal y Tinguiririca en el Embalse Rapel. Presenta un régimen hidrológico de alimentación mixta, o nivo-pluvial. En sus zonas alta y media es de régimen marcadamente nival, presentando un gran aumento de caudal en los meses de primavera producto de los deshielos cordilleranos, mientras que la parte baja se caracteriza por presentar un régimen pluvial, por lo cual presenta crecidas asociadas directamente con las precipitaciones. Su superficie comprende aproximadamente 13.662 km². Sus principales afluentes son el Río Cachapoal y el Río Tinguiririca. Ambos desembocan en el Embalse Rapel.

II.1 Sub-cuenca del Río Cachapoal

El Río Cachapoal, comprende una superficie aproximada de 7.155 km², siendo sus principales afluentes en la parte alta de la cuenca, son el Río Pangal, por la ribera derecha, y los ríos de Los Cipreses, Cortaderal y Las Leñas, por la ribera izquierda. Por la parte media de la cuenca se une el Estero Las Cadena por ribera derecha, y el río Claro y estero Zamorano por la ribera izquierda.

II.2 Río Cachapoal

Nace en la Cordillera de los Andes sector del volcán Overo, pico del Barroso y nevado de los Piuquenes. El Cachapoal es depositario, en el

sector cordillerano, de las aguas de los ríos Las Leñas, Cortaderal, Los Cipreses y del río Pangal (que da origen a la central hidroeléctrica del mismo nombre que abastece a la mina de El Teniente). Cerca del pueblo de Coya, el Cachapoal recibe por su ribera norte al río Coya y enseguida dobla bruscamente al suroeste, por donde se encuentran las centrales hidroeléctricas Sauzal (construida en 1948) y Sauzalito (1959). Además en el sector se han contruido en la última década tres centrales hidroeléctricas más, uniéndose luego el río Claro de Cauquenes, que viene desde el sudeste. En la depresión intermedia recibe aguas de los esteros Los Leones y La Cadena, del río Claro de Rengo, su principal afluente, y de los esteros Idahue, Zamorano y Antivero. En su curso inferior existen obras de regadío, principalmente en su desembocadura en el río Tinguiririca para formar el Embalse Rapel.

Si bien el régimen hidrológico de la zona intermedia es netamente pluvial, el de los ríos que nacen en la alta cordillera, como el Cachapoal, es de régimen pluvionival, donde el agua proveniente del deshielo se utiliza en riego por lo que la onda estacional de deshielo se amortigua e incluso en algunos años secos, la onda de deshielo no se aprecia a la salida de la zona. (Fte. CSIRO).

El Río Cachapoal se encuentra dividido en tres secciones, las cuales cuentan con sus respectivas juntas de vigilancia. La junta de vigilancia de la primera sección abarca desde el nacimiento del río Cachapoal hasta el sector Punta de Cortés, aguas arriba de la confluencia con el estero La Cadena y presenta doce canales, cinco de ellos localizados por la ribera sur y siete por la ribera norte del cauce.

II.3 Primera Sección del Río Cachapoal

48.000 ha de riego, minería, sanitaria y centrales hidroeléctricas en el sector cordillerano.

Principales problemas del Río Cachapoal

1. Falta avanzar en trabajos de protección de riberas.
2. La extracción de áridos constituye un problema porque generalmente se cae en la extracción ilegal con fuertes consecuencias en la conducción del cauce del río, inundaciones de riberas.
3. Mantiene obras de captación, descarga, aforo y telemetría de sus canales.

II.4 Segunda Sección Río Cachapoal

La Junta de Vigilancia de la Tercera Sección, comprende desde la confluencia con el estero Purén o Idahue hasta la junta con el río Tinguiririca. Sus principales afluentes son el Estero Zamorano y Río Claro (Rengo). Esta sección cuenta con ocho canales cinco de ellos se localizan por la ribera sur y tres por la ribera norte.

24.000 ha de riego

1. Requiere almacenamiento de aguas superficiales por disponer de sectores con acuíferos de mala disponibilidad.
2. Falta inversión en infraestructura de distribución en casi todos los canales, así como aumento de la tecnificación y la recuperación de pequeñas obras de acumulación para la regulación del riego en ciertos sectores.
3. Monitoreo y mejoramiento APR.



Principales Problemas del Río Cachapoal

1. No cuenta con embalse de cabecera, propuesta del embalse Las Cayanas no tiene factibilidad de derechos de agua, los derechos fueron de Codelco El Teniente y recientemente vendidos a Pacific Hydro.
2. Convivencia de diversos usos: Mineras e hidroeléctricas, sanitarias, agua potable.
3. Disponibilidad del recurso, genera conflictos con la segunda sección que tiene mayoritariamente derechos de derrames.
4. Calidad de agua.
5. Conflictos ambientales.

2.6 Desafío

Implementación de sistemas de re-uso de aguas grises y negras, tanto provenientes de las plantas de tratamiento sanitario como del uso industrial y minero, para el riego, minería y otros usos.

2.5 Tercera Sección del Río Cachapoal

La Junta de Vigilancia de la Segunda Sección tiene su jurisdicción desde el sector Punta de Cortés hasta aguas abajo de la confluencia entre el estero Purén o Idahue con el río Cachapoal. Esta sección cuenta con trece canales, seis de ellos se localizan por la ribera norte, cuatro en la ribera sur y tres de ellos en el estero La Cadena. Cabe destacar que en período estival el estero La Cadena es el principal aporte de agua en este tramo.

19.200 ha de riego

1. Deficitaria de caudales en el primer tramo, se abastece principalmente de derrame del estero La Cadena y de la primera sección.
2. Alimenta por derrames a diversos esteros menores que se han visto afectados por la inexistencia de sobrantes.
3. Requiere soluciones que den seguridad de abastecimiento, por la vía de embalses o programas permanentes de recarga y extracción de aguas subterráneas para complementar los caudales superficiales.
4. Mantiene obras de captación, descarga, aforo y telemetría de sus canales.
5. La extracción de áridos constituye un problema porque generalmente se cae en la extracción ilegal con fuertes consecuencias en la conducción del cauce del río, inundaciones de riberas.
6. Monitoreo y mejoramiento APR.
7. Calidad de aguas del estero La Cadena.

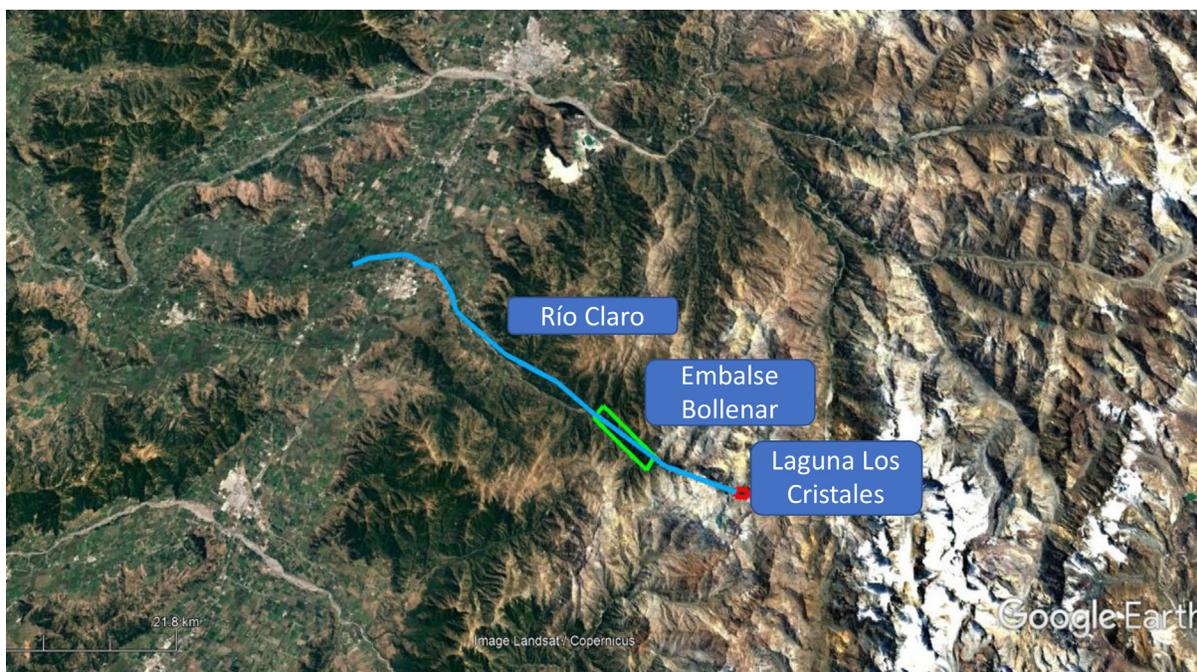
La Junta de Vigilancia de la Segunda Sección tiene su jurisdicción desde el sector Punta de Cortés hasta aguas abajo de la confluencia entre el estero Purén o Idahue con el río Cachapoal.

3. Río Claro de Rengo

Por su parte el Río Claro se encuentra dividido en dos secciones, la primera de ellas organizada en junta de vigilancia y su jurisdicción comprende desde la cordillera hasta la unión con el estero Tipaume. En la parte alta de la cuenca existe un embalse de 7 millones de m³ de capacidad, denominado Laguna Los Cristales, que permite regular todos los años en período estival, la entrega de recursos entre los 23 canales que se localizan en el tramo.

9.336 ha de riego

La sequía de 1968 produjo verdaderos estragos, tanto en la producción como en el nivel de vida de las personas. Las autoridades de aquella época, con muchas visión de futuro, acordaron bajo un convenio en conjunto con la República de Alemania, la construcción del Embalse Laguna Los Cristales y sus obras complementarias, (unificación de bocatomas y batería de 20 pozos profundos). Luego de realizado el proyecto y sus obras, se aseguró el riego en el valle durante el período de verano (enero - marzo), con una meta de hasta 1.500 ha de cultivos permanentes, a 20 años plazo, dando nuevas y mejores posibilidades de desarrollo agrícola que se pueden observar en el progreso alcanzado por la comuna, tanto en el sector productivo, servicios y en el nivel de vida de los habitantes, cumpliendo con creces las expectativas de



los gestores de este proyecto, tanto en lo social como en lo económico. No obstante, cabe señalar que este gran avance de la explotación agrícola, sumada a la tecnología avanzada aplicada por los usuarios y complementada por la agroindustria de la zona, ha permitido detectar una nueva necesidad de un mayor recurso hídrico, que se está enfrentando con varios proyectos orientados a ser más eficientes en el uso del agua para riego. El principal desafío es lograr la construcción del Embalse Bollenar. Las características principales tratan de un embalse de 33 Hm³ con una altura de presa de 33 metros y una zona de inundación de 90 ha. La superficie proyectada de riego por el embalse es de 5.900 ha con un 85% de seguridad de riego.

En el curso alto del río existe un embalse, ubicado en la Laguna de Los Cristales, en pleno corazón precordillerano, permite almacenar 10 millones m³, proveyendo a la comuna de Rengo e indirectamente a Malloa, Quinta de Tilcoco y San Vicente de Tagua Tagua.

Se prevé para los próximos años la construcción del embalse Bollenar en la primera sección del río, con el objeto de regular los recursos hídricos y mejorar la seguridad de riego a la primera sección.

La segunda sección no se encuentra organizada como junta de vigilancia, sin embargo, su jurisdicción va desde aguas abajo de la junta con el estero, hasta la junta entre el río Claro y el río Cachapoal. Sus principales aportes provienen de derrames generados en terrenos que se riegan por la ribera sur del río Cachapoal y de vertientes que afloran en el trayecto de su cauce.

3.1 Estero Zamorano

El principal aporte del estero Zamorano proviene de aguas de derrames que se generan en la zona alta regada por el río Tinguiririca (ribera norte) y por derrames provenientes de los sectores de la comuna de Malloa que se riegan con el río Claro.

Se encuentra organizado en junta de vigilancia y su jurisdicción va desde la confluencia entre el estero Zamorano con el estero La Trucha, hasta la junta con el río Cachapoal. Cuenta con ocho canales, cinco de ellos localizados por la ribera sur y tres de ellos por la ribera norte.

10.000 ha de riego

Principales Problemas del Estero Zamorano

1. El Estero Zamorano se alimenta de derrames de los esteros Rigolemu y Huinico por el norte y Antivero por el sur, afluentes de escasísima dotación en verano. Dispone de 2 m³/s del río Claro, segunda sección, los que se constituyen en su única fuente constante de abastecimiento, constituyéndose probablemente en el sector agrícola de mayor riesgo en el corto plazo.
2. Requiere de soluciones de alta inversión como embalse, tranques de cabecera y, especialmente de paredes moldeadas que permitan recargar las napas y peraltar los niveles de agua para disponer de ellos en temporada complementando los escasos caudales de riego.



3.2 Estero Guacargüe, Canal Silvano, esteros menores Quinta de Tilcoco

1. Se trata de cauces que se abastecen principalmente de afloramientos acuíferos y derrames menores.
2. La falta de precipitaciones y consecuente falta de recarga natural ha ocasionado que algunos sectores se encuentren en alto riesgo.
3. Se requiere acompañar con programas de diagnóstico y fortalecimiento de las OUA.

Principales Problemas del Río Claro de Rengo:

1. Hay zonas que sufren desbordes: Canal el Peñón, Pedregal, Población.
2. Han existido mesas de trabajo integradas por el municipio, Carabineros, Essbio, Aguas Andinas, para resolución de problemas. Se constituyó con fechas 15 de octubre la primera Mesa Municipal del Agua.
3. La junta de vigilancia trabajó una propuesta de modelo para la gestión de la calidad del agua.
4. Extracción ilegal áridos.
5. Hay problemas con los motoristas que usan el muro del Embalse Laguna los Cristales, carretera, provocándole daño.
6. Extracción de aguas subterráneas de empresas secan pozos aledaños. Agua Mineral Vital Chanqueahue.

4. Sub-cuenca del Río Tinguiririca

El Río Tinguiririca, comprende una superficie aproximada de 5.012 km², siendo sus principales afluentes los ríos Dama, Azufre y Claro, por la parte alta y el estero Chimbarongo por la parte baja.

4.1 Río Tinguiririca

El Río Tinguiririca se encuentra dividido en dos secciones, estando solo la primera sección organizada en junta de vigilancia. Su jurisdicción va desde el canal Los Briones hasta la confluencia del río Tinguiririca con el estero Chimbarongo. En el tramo existen 67 canales, entre los cuales se divide el recurso.

45.000 ha de riego

La zona intermedia de la región tiene un régimen netamente pluvial, sin embargo, el régimen de los ríos que nacen en la alta cordillera, como el Tinguiririca, es de régimen pluvio-nival, al igual que la primera sección del río Cachapoal (Fte. CSIRO).

Principales Problemas

1. Al igual que todos los cauces superficiales de la región, después de 11 años consecutivos de sequía, y ante la falta de precipitaciones lluvia y nieve, el río Tinguiririca se encuentra con caudales de un 25% respecto de un año normal, lo que dificulta la distribución de las aguas en los 62 canales con 41 bocatomas en más de 60 km de río.
2. Requiere sistemas de monitoreo en cordillera que permitan anticiparse en las decisiones de siembra, fórmulas de almacenamiento de aguas en la parte alta, ya sea embalses o paredes moldeadas que permitan peraltar las napas y consumir aguas en temporada para suplir la falta de aguas superficiales.

3. Vía trasvases, el Tinguiririca podría aportar aguas de invierno al embalse Convento Viejo y retirar aguas en temporada para dar seguridad de riego a la zona media y baja de la primera sección.
4. Se requiere analizar la situación de reservas de DAA de la DOH para almacenar en invierno en Convento Viejo.
5. Se requiere manejar el cauce del río en invierno para efectuar recarga natural en el lecho del río y extraer en verano por la vía se pozos asociados a canales de riego, administrados por las OUA y controlados por la DGA y la junta de vigilancia.

4.2 Estero Puquillay

1.200 ha de riego

Principales problemas

1. Requiere tranques de cabecera y gestión de sus acuíferos por la vía de recargar aguas en invierno y ocuparlas en verano para dar seguridad de riego.



4.3 Estero Chimbarongo

El estero Chimbarongo se encuentra organizado en junta de vigilancia y su jurisdicción va desde el pueblo de Morza hasta la confluencia con el río Tinguiririca. Los principales aportes del estero Chimbarongo provienen de los esteros Arrayanes y Pidihuinco que corresponden a cauces cordilleranos, mientras que más abajo recibe gran aporte producto de recuperaciones, afloramientos y derrames generados por el riego en la zona alta del Río Tinguiririca.

Actualmente los caudales son regulados a través del Embalse Convento Viejo, hasta donde llegan las aguas provenientes del estero Chimbarongo y del Río Teno (Región del Maule), a través del canal Teno - Chimbarongo, cuyos derechos pertenecen a Endesa, para la central Rapel. El embalse permite entregar el recurso con una mayor capacidad y estabilidad de riego. Su capacidad es de aproximadamente 237 millones de m³.

30.000 ha de riego

Principales problemas

1. Estero altamente deficitario, requiere almacenar aguas de invierno aprovechando la infraestructura existente, por la vía de aumentar la cota de llenado del embalse Convento Viejo.
2. Solución que permitiría a la concesionaria del embalse disponer de la capacidad actual del embalse para cumplir sus compromisos y se mejoraría la seguridad de riego del valle.
3. Requiere un manejo integrado de las aguas superficiales y subterráneas, dado que en vastos sectores se dispone de aguas subterráneas poco profundas a las que se les podría dar un uso adecuado, dado que muchas veces deben ser drenadas para no afectar cultivos. Ese manejo permitiría a su vez, recargar el acuífero.
4. Faltan obras y tecnología de distribución variable, que permitan captar aguas propias y aguas compradas al embalse simultáneamente.
5. Ampliación del Embalse Convento Viejo.
6. Objetivo: Mejorar la Cobertura en la zona de influencia.

Sector sur: Ampliación Embalse Convento Viejo para mejorar cobertura en zona de influencia:

Gestión de excedentes del Tinguiririca derivados al Embalse Convento Viejo.

1. Apoyo al valle central de Colchagua y sector Las Toscas y esteros menores.
2. Dotación a la zona Lolol y Pumanque.
3. Dotación a la zona pre costera en Marchigüe.
4. **Apoyo a sector medio y bajo del río Tinguiririca (10.000 ha).**

Los aportes desde Embalse Convento Viejo a la parte media del Tinguiririca (10.000 ha) liberarían aguas para llevar hacia el Zamorano vía Estero Antivero.

- Subir nivel embalse en 2 metros a cota 270 msnm: Aumenta en 63 HM3.
- Atención a la construcción de un embalse en el río Teno, que limitará los actuales aportes al embalse Convento Viejo.
- Supone resolver conflicto con Enel por los derechos de la DOH en Tinguiririca (208 Hm3).

4.4 Estero las Toscas

7.000 ha de riego del Estero Las Toscas y 4.000 ha de Esteros menores.

Principales problemas:

1. En el valle bajo cota del Embalse Convento Viejo existen una serie de esteros menores que se abastecen únicamente de derrames de la parte alta del valle, dada esa condición, se dispone de suelos agrícolas no utilizados o regados únicamente por medio de pozos. La solución para esos sectores es aumentar la capacidad de almacenamiento del embalse Convento Viejo, para lo cual existen diversas fórmulas y estudiadas, que podrían implementarse.
2. Faltan infraestructura de captación, descarga, aforo, telemetría, obras y tecnología de distribución variable, que permitan captar aguas propias y aguas compradas al embalse simultáneamente.



4

ACUÍFEROS DE LA REGIÓN DE O'HIGGINS

4. ACUÍFEROS DE LA REGIÓN DE O'HIGGINS

La Dirección General de Aguas (DGA), para su análisis de disponibilidad del recurso hídrico y el otorgamiento de derechos de agua, realizó un diagnóstico de la red de monitoreo de niveles en la región, dado que ahí se ubican importantes acuíferos asociados a los ríos Cachapoal, Tinguiririca y Nilahue, que le confieren interesantes perspectivas de explotación, como por ubicarse allí un creciente desarrollo poblacional y un progresivo avance industrial y agrícola.

En la región se describen 49 acuíferos, de los cuales 16 se encuentran abiertos para la constitución de derechos definitivos (principalmente en sectores costeros), 20 en el valle regado con alto potencial agrícola y el resto se encuentran con restricción de entrega de derechos, pero abiertos. 13 se encuentran totalmente cerrados para el otorgamiento de nuevos derechos.

Sin embargo, es urgente realizar nuevos estudios de disponibilidad de recurso y de balance hídrico para determinar el estado real de los acuíferos y de la posibilidad de recarga de los mismos, en este sentido, es urgente evaluar la necesidad de recursos regionales para avanzar en estas materias y asegurar así la disponibilidad de agua para los sistemas de agua potable rural y otros usos.

La red actual de monitoreo de niveles fue diseñada por Álamos y Peralta en 1987 y cuenta con 78 puntos de control. Esta presenta buena distribución, contemplando las zonas de recarga y descarga, y donde está la mayor concentración de derechos otorgados. No obstante, dado el incremento de la demanda por este recurso, existen varios sectores declarados por la DGA como zonas de restricción para constituir nuevos derechos de agua y donde actualmente es necesario tener un mejor conocimiento del comportamiento del nivel de agua subterráneo. Analizando la representatividad de los puntos de control respecto al acuífero, al grado de explotación, la longitud y la calidad de los registros y la accesibilidad a éstos, se propuso modificar la distribución de los puntos de control, eliminando 15 puntos y agregando

otros 16, lo cual resulta en una variación de 78 a 79 captaciones de monitoreo. Dentro de las recomendaciones, se puede mencionar el de poder gestionar la información o mejorar la coordinación con los propietarios de las captaciones, cuyo acceso al recinto presente dificultades esporádicas para medir su nivel, especialmente los de agua potable.

Entre las atribuciones y funciones de la Dirección General de Aguas entregadas por el Código de Aguas, en el artículo 299 letra a, se encuentra la planificación del desarrollo del recurso de las fuentes naturales, con el fin de formular recomendaciones para su aprovechamiento, por lo que la DGA ha permanecido en el estudio continuo de las fuentes de agua a fin de que sean aprovechadas de manera sustentable.

De esta manera, y dadas las diferencias existentes entre la zona norte del país, donde la mayor disponibilidad del recurso hídrico correspondía a aguas subterráneas, mientras que en el centro y sur del país la mayor disponibilidad del recurso hídrico se obtenía de aguas superficiales, es que estos estudios se centraron en un inicio principalmente en la hidrogeología para zona norte y hacia el centro y sur del país, dichos estudios se basaron principalmente en la hidrología de las aguas superficiales.

Sin embargo, con el tiempo, la demanda sobre aguas subterráneas en las regiones del centro del país se intensificaron por distintas razones, entre ellas, aumento de superficies con potencial agrícola, las variaciones que sufren los caudales superficiales, garantizar calidad de aguas, etc.

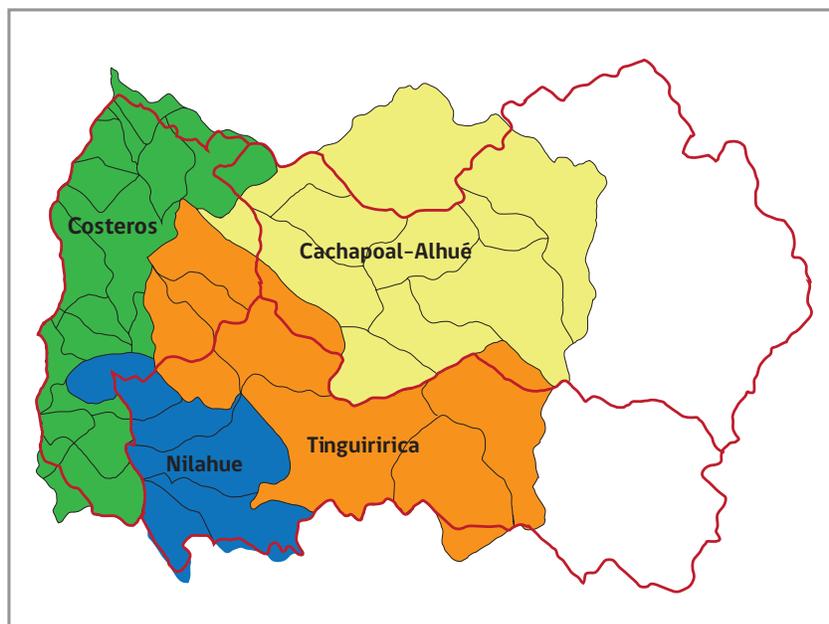
Es así como en el año 2006, se definió una serie de sectores hidrogeológicos de interés asociados a los valles de Alhué, Cachapoal y Tinguiririca, en base a criterios hidrogeológicos, hidrológicos, geomorfológicos y de modelación numérica.

Posteriormente en el año 2011 se inician los estudios de la cuenca del estero Nilahue y acuíferos de cuencas costeras, y en el año 2017 estudios preliminares de los sectores altos de las cuencas del Río Rapel.



El mapa siguiente muestra la delimitación de los acuíferos Cachapoal-Alhué, Tinguiririca, Nilahue y Costeros, los cuales a su vez se dividen en unidades más pequeñas, correspondientes a sectores.

En el cuadro siguiente se pueden observar los acuíferos de la Región del Libertador Bernardo.



Acuíferos de la Región de O'Higgins

Cabe señalar que de dichos estudios, se obtuvieron resultados de balances de flujo, donde se analizó la interacción río - acuífero para cada uno de los sectores definidos, así como una serie de criterios cuantitativos para la determinación de un caudal de explotación sustentable o demanda máxima posible de extraer de cada uno de los sectores.

La evaluación de los distintos escenarios de demanda, se realizó con un horizonte de 50 años, el que se planteó siguiendo el patrón de demanda histórica del sector correspondiente. En base a estos escenarios, se analizó para cada sector, cuál era el caudal máximo que se podía extraer, cumpliendo los criterios cuantitativos establecidos.

Es importante indicar que para obtener mayor precisión en estos balances, estos estudios deben generarse sobre la base de estudios más acabados que contengan investigaciones geofísicas, hidrogeológicas y modelos de simulación entre otros. Pero ello implica una mayor inversión, que actualmente con los recursos que se destinan a la Dirección General de Aguas, no es posible llevarlos a cabo.

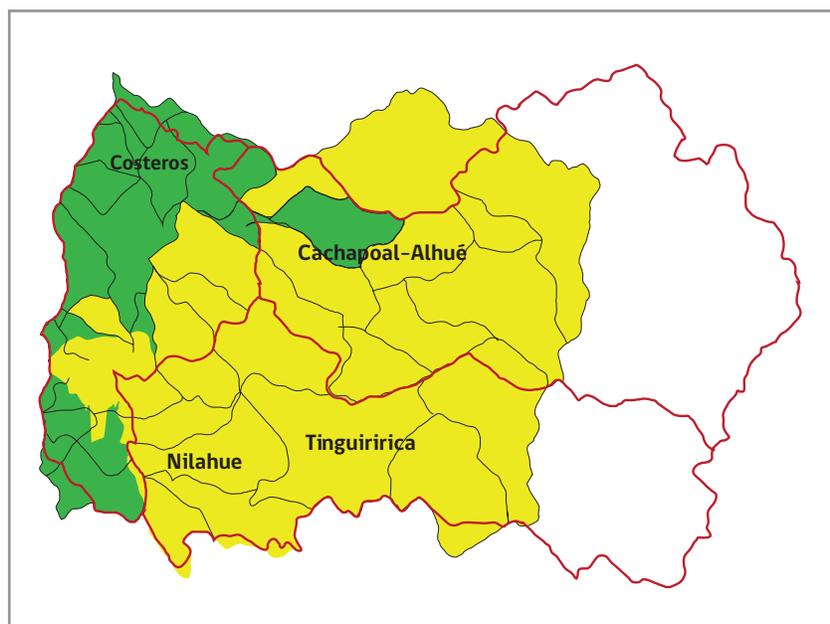
1. Situación de los acuíferos en la región

Del artículo 65 del Código del Aguas se desprende que la Dirección General de Aguas podrá declarar áreas de restricción a aquellos sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común en los que exista el riesgo de grave disminución de un determinado acuífero, con el consiguiente perjuicio de derechos de terceros ya establecidos en él.

De este modo cuando los antecedentes sobre la explotación de un acuífero demuestren la conveniencia de declarar área de restricción, la Dirección General de Aguas deberá decretarlo, dando así origen a una comunidad de aguas formada por todos los usuarios de aguas subterráneas comprendidas en él.

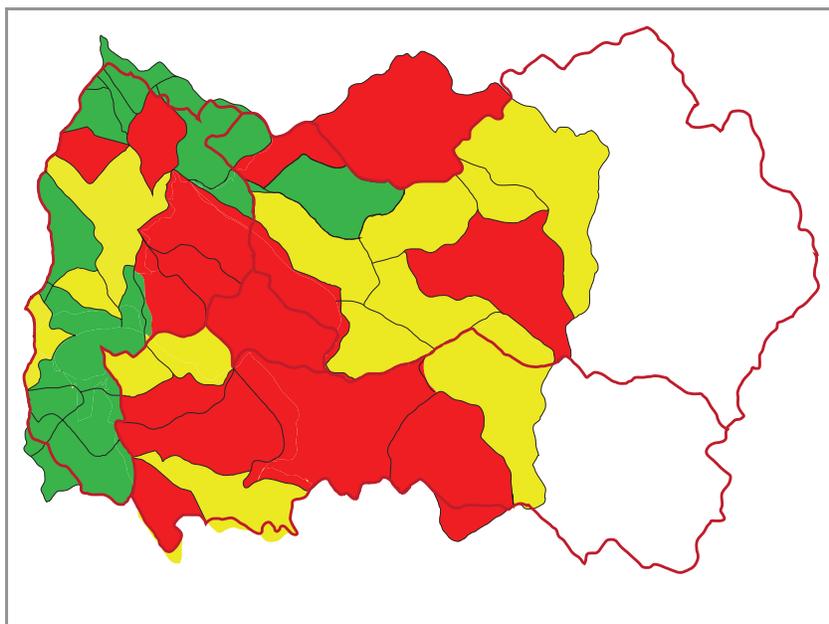
Dentro del contexto anterior, actualmente gran parte de los acuíferos de la región se encuentran declarados como áreas de restricción, lo que faculta a la DGA a otorgar en dichos sectores solo derechos a aprovechamiento de aguas subterráneas en calidad de provisiones, en conformidad al artículo 66 del Código de Aguas.

El mapa siguiente muestra la situación de los sectores acuíferos en el año 2013: En amarillo se observan los sectores acuíferos declarados como área de restricción con disponibilidad solo para derechos en carácter de provisional y en verde los sectores abiertos para derechos de aprovechamiento en carácter de definitivos.



Situación regional aguas subterráneas al año 2013

Por su parte, el mapa siguiente muestra la situación de los sectores acuíferos en el año 2019, donde en amarillo se observan los sectores acuíferos declarados como área de restricción, en verde los sectores abiertos para derechos de aprovechamiento en carácter de definitivos, y en rojo los sectores en los que actualmente no existe disponibilidad para la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas, encontrándose en vías de declaración de áreas de prohibición, en conformidad a lo establecido en el artículo 63 del Código de Aguas.



Situación regional aguas subterráneas al año 2019

2. Situación regional de las aguas subterráneas (2019)

Lo anterior demuestra la necesidad y urgencia de realizar nuevos estudios de disponibilidad de recursos y de balance hídrico que permita aplicar herramientas tales como la recarga artificial de acuíferos, incorporada mediante la Ley 20.017 que modificó el Código de Aguas en el año 2005.

A partir de 2018, se facultó a la DGA para exigir la instalación de sistemas de control de extracciones; durante 2019 se ha desarrollado y se espera dar comienzo a su implementación, iniciando en Petorca, y luego siguiendo con el resto de la regiones, lo que constituye sin duda un desafío para los Gobiernos Regionales que tienen la facultad de destinar recursos para avanzar más rápido en la implementación de las redes de monitoreo a nivel regional.

La DGA espera al 2021 integrar la red hidrométrica nacional con el Sistema de Monitoreo de Extracciones Efectivas.

En este punto es relevante hacer mención a la identificación de recursos hídricos del subsuelo mediante metodologías geofísicas, que tiene un valor alto para ser implementado en toda la región y sus resultados en relación al costo se hacen posible como datos de validación de una metodología de espacialización previa de zonas potenciales de agua subterránea (ZPA). IICA junto con la Universidad de O'Higgins tienen un proyecto desarrollado para presentar a financiamiento como complemento de este plan de acción.

Otro punto de interés es, el desarrollo de estudios de “Balance Hídrico” para la pequeña agricultura (98% región). Este último tema, está siendo desarrollado por IICA, en las regiones de la Araucanía y Coquimbo.

3. Desafíos

1. Medir (sistema de monitoreo de extracciones efectivas).
2. Modelar y Planificar (Planes Estratégicos de Recursos Hídricos).
3. Incorporar nuevas tecnologías a la gestión DGA.
4. Publicar y difundir (observatorio).
5. Actualizar regulación.
6. Cerrar brechas de información y conocimiento .
7. Establecer Planes Estratégicos de Recursos Hídricos (PERH) para la toma de decisiones: anticipar y solucionar problemas.
8. Actual Código de Aguas solo entrega herramientas para gestión de situaciones puntuales de sequía (decretos de escasez) por lo que es urgente avanzar en la modernización del mismo con presupuestos asociados.
9. Avanzar en el diseño de instrumentos para lidiar con sequía estructural y construir una región más resiliente al cambio climático, y con menos conflictividad social en torno al agua.



5

SECANO
COSTERO

5. SECANO COSTERO

La compleja situación actual del secano costero por la falta de precipitaciones obliga a efectuar una gestión eficiente de sus acuíferos y a buscar nuevas fuentes de agua, tanto para soluciones locales, como recolección de aguas lluvia, atrapa nieblas, captura de agua del aire y, soluciones globales y complementarias a la gestión de acuíferos como la desalación de agua de mar.

Además, es urgente considerar planes y programas complementarios de manejo de suelos y manejo de erosión dado que el suelo bien manejado se constituye en el principal captador y conservador de agua.

Por lo tanto, los programas SIRSD-S son un instrumento relevante para avanzar en este sentido, el aporte GORE a este instrumento de fomento ha sido relevante y debiera mantenerse en el tiempo.

Además, se debe lograr una planificación territorial con miras a establecer áreas de protección de cuencas sub-cuencas y micro-cuencas del secano para establecer los puntos claves para la re-forestación con las especies adecuadas, CONAF e INIA deberán tener un rol gravitante en esta materia.

La Región de O'Higgins vierte entre el 35% -55% de caudal anual en el mar, respetando el caudal ecológico, estas aguas pueden ser embalsadas en forma subterránea o superficial o infiltradas para su uso en las épocas de más demanda o escasez.

1. Disponibilidad del recurso hídrico en la Región de O'Higgins

Disponibilidad invierno y verano										
Temporadas										
Cauce natural	Períodos	sept a marzo		abril a agosto		Normal	Últimos 5 años	Último año		
		Hm3	S/PN %	Hm3	S/PN %					
Estero Chimbarongo	Promedio 1981-2010	490,91		405,01		895,9			E.Convento Viejo	
	Promedio 2014-2018	224,96	-54%	159,97	-61%		384,9		Almacena	50 Hm3
	Temp 2018-2019	228,21	-54%	122,75	-70%			351,0	Almacena	50 Hm3
	Temp 2019-2020			77,17	-81%					
Estero Zamorano	Promedio 1981-2010	177,88		347,02		524,9				
	Promedio 2014-2018	135,45	-24%	144,22	-58%		279,7			
	Temp 2018-2019	74,57	-58%	140,28	-60%			214,9		
Río Cachapoal	Promedio 1981-2010	1.947,77		736,27		2.684,0				
	Promedio 2014-2018	1.471,40	-24%	491,96	-33%		1.963,4			
	Temp 2018-2019	1.161,59	-40%	335,95	-54%			1.497,5		
	Temp 2019-2020			261,86	-64%					
Río Claro	Promedio 1981-2010	165,16		118,09		283,2			Los Cristales	
	Promedio 2014-2018	101,76	-38%	71,55	-39%		173,3		Almacena	8 Hm3
	Temp 2018-2019	69,69	-58%	19,08	-84%			88,8	Almacena	8 Hm3
	Temp 2019-2020			11,45	-90%					
Río Tinguiririca	Promedio 1981-2010	1232,13		434,54		1.666,7				
	Promedio 2014-2018	956,55	-22%	327,47	-25%		1.284,0			
	Temp 2018-2019	675,06	-45%	174,00	-60%					
	Temp 2019-2020			157,40	-64%			849,1		
						6.054,8	4.085,3	3.001,2		
						100%	67,47%	49,57%	En 2018-2019:	
							-32,53%	-50,43%	Pérdida caudal anual	



Disponibilidad y usos de agua								
Regiones	Usos			Total		Vertido al mar		Total Disponible
	Agrícola	Agua Potable	Minería	Utilizado	Uso	Vol	Del total	
	Hm3/año	Hm3/año	Hm3/año	Hm3/año	%	Hm3/año	%	
XV, I y II	386	73	222	681	86%	112	14%	793
III y IV	1.237	57	101	1.395	79%	371	21%	1.766
V, VI y RM	7.025	752	144	7.921	50%	7.849	50%	15.770
VII, VIII y IX	7.803	184	0	7.987	10%	73.570	90%	81.557
Total Hm3 año	16.451	1.066	467	17.984		81.902		99.886
Utilización	91%	6%	3%	100%	18%			
Total disponible							82%	100%

Agua potable Región de O'Higgins
Consumo regional: 72 Hm3/año (agua subterránea) (1,76%)
Reserva regional: 4.085 Hm3/año agua superficial (promedio últimos 5 años)

Fuente: CCHC

Tasas de riego de uso racional y beneficioso	Tasa unidad estándar	1 lt/seg/ha	15.000 m3 temporada
	Tasa prevalenciente	0,8 lt/seg/ha	12.000 m3 temporada
	Tasa límite (JVECh)	0,7 lt/seg/ha	10.500 m3 temporada

Fuente: Federación de Juntas de Vigilancia de O'Higgins.

Ríos: Diagnóstico dotaciones última temporada							
	Balance Temporada Invierno				Balance Temporada Invierno		
Cachapoal 1ºs	945	716	229	Cachapoal 1ºs	945	573	372
Cachapoal 2ºs	169	212	-43	Cachapoal 2ºs	169	169	0
Cachapoal 3ºs	360	360	0	Cachapoal 3ºs	360	288	72
Claro	92	140	-48	Claro	92	112	-20
Tinguiririca	580	724	-144	Tinguiririca	580	580	0
Totales	2.146	2.152	-6	Totales	2.146	1.722	424
Cachapoal	186	336		Cachapoal	444	336	
Claro	-48	19	E. Bollenar 37 Hm3	Claro	-20	19	
Tinguiririca	-144	174		Tinguiririca	0	174	

Nota: Derrames Río Cachapoal 1º sección van:
Al sur: 0 2ºs R. Claro, E. Zamorano y Quinta de Tilcoco.
Al norte: E. La Cadena y otros menores de la 2º sección.

Fuente: Federación de Juntas de Vigilancia



6

PLAN ESTRATÉGICO
2020-2029

6. PLAN ESTRATÉGICO 2020-2029

Establecer un plan de manejo de recursos hídricos para focalizar la inversión, avanzar en mejoras estructurales y procesales para afrontar la sequía y cambio climático que considere las siguientes características inherentes:

1. Integración, mediante la planificación conjunta, de los sectores implicados.
2. Descentralización, así como planificación e implementación participativa.
3. Sinergias entre la respuesta a la sequía de desarrollo a largo plazo y la de emergencia a corto plazo.
4. Priorización de las medidas de mitigación y respuesta.
5. Acciones puntuales y específicas para cada localidad a corto y medio plazo, antes, durante y después de la sequía.
6. Adaptación al cambio climático a través de la creación de resiliencia.
7. Sostenibilidad de los recursos naturales y de la protección ambiental.
8. Construcción sobre lo que ya existe, utilizando las herramientas y prácticas relevantes existentes para los distintos sub-sectores (cultivos, tierra, agua, producción animal, pesca, silvicultura, etc.).

9. Prioridades de la cooperación público-privada Región de O'Higgins.

1. Avanzar en un plan de embalses, grandes, medianos y chicos.
2. Avanzar en el conocimiento de los 49 acuíferos subterráneos que existen en la región.
3. Programa regional de gestión de recargas de acuíferos.
4. Avanzar en la planificación de la integración del manejo de los recursos hídricos de la cuenca del Rapel. FAB-LAB para la agricultura.
5. Estudios de balance hídrico para la pequeña agricultura.

1. Objetivo General

Elaborar un plan regional del manejo hídrico frente a la necesidad de planificar el aprovechamiento y operación del recurso en vistas a satisfacer las múltiples necesidades de la población.

2. Objetivos Específicos

- Planificación estratégica de las obras y gestiones que, a realizar durante los próximos años en función del agua, con énfasis en la recarga de acuíferos subterráneos y uso de tecnologías para el riego.
- Proyectar una línea de inversión pública valorada para enfrentar la sequía a corto, mediano y largo plazo.
- Establecer prioridades urgentes para el manejo integrado de recursos hídricos (superficiales y subterráneos).
- Invertir en el conocimiento y desarrollo de nuevas fuentes de agua.
- Establecer un plan de recarga natural y artificial de los acuíferos, como fuentes de almacenamiento de los recursos hídricos de la región.

3. Iniciativas

I. Plan de recarga de acuíferos subterráneos

Durante el mes de septiembre de 2019, se decretó emergencia agrícola por la mega sequía en la Región de O'Higgins y durante el mes de octubre de 2019 se decretó la escasez hídrica del Ministerio de Obras Públicas, lo que habilita herramientas transitorias y otras permanentes para enfrentar la sequía, entre ellas permitió iniciar el programa piloto de recarga de acuíferos subterráneos.

El "Plan de Recarga Artificial de Acuíferos" será ejecutado por la Comisión Nacional de Riego y contempla un estudio para evaluar y monitorear esta experiencia inicialmente en la segunda sección del Río Cachapoal.

El ministro Walker, por su parte, explicó que **"estamos enfrentando la sequía más grande de la historia de Chile y por eso, es necesario enfocarnos en dar seguridad de riego a tantos agricultores, sobre todo de las regiones del centro sur del país, que son las que más necesitan recursos hídricos para mantener la producción y exportación de frutas con normalidad"**.

El secretario de Estado agregó que este plan usa una técnica de infiltración de acuíferos para recargar las napas subterráneas, con el objeto de mejorar los rendimientos de los pozos y así mejorar la capacidad de riego.

II. Mitigación de la sequía

Esta iniciativa piloto representará una inversión de la CNR de 238 millones de pesos y permitirá, a partir de la experiencia en el Río Cachapoal, generar conocimientos específicos en el diseño y operación de este tipo de obras, en apoyo al desarrollo de proyectos de infiltración futuros, que mejoren la disponibilidad del recurso hídrico para el riego.

Adicionalmente, a este estudio se creó una mesa participativa con los servicios públicos relacionados con este tipo de proyectos, como: CNR, DGA, MDS, INDAP y CORFO, además, de disponer recursos de la Ley de Fomento al Riego (Ley N°18.450) para bonificar obras de infiltración, que permitan almacenar agua en los acuíferos.

Durante la actividad, que se realizó en la Escuela Agrícola San Vicente de Paul en Coltauco, el ministro Moreno informó también que firmó un nuevo Decreto de Escasez Hídrica para las 33 comunas de la Región de O'Higgins con el objetivo de reducir los daños que la sequía pueda ocasionar en la población.

Esto considera las 33 comunas de la región y tiene como objetivo reducir los daños que la sequía pueda ocasionar en la población. A la fecha, hay 14 decretos de escasez hídrica que se aplican en 126 comunas de las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y del Maule.

III. Constitución de derechos de agua provisionales con cargo a la recarga de acuíferos

La propuesta regional apunta a desburocratizar la facultad legal establecida en el artículo 67 del Código de Aguas, consistente en que la DGA otorgue derechos provisionales a quienes ejecuten obras de recarga de acuíferos, mientras estas se mantengan. Si bien dicha facultad existe desde el año 2005, el desconocimiento técnico en la materia, y el elevado estándar aplicable a este tipo de autorizaciones ha hecho que nunca se haya aplicado, lo que genera desinterés en materializar este tipo de proyectos por parte de los privados.

Así, se propone efectuar las reuniones técnicas con el nivel central de la DGA, de manera de consensuar los requisitos técnicos que permitan la constitución de derechos provisionales para así fomentar este tipo de obras, clave para el desarrollo de la región.

IV. Constitución de comunidades de aguas subterráneas

La importancia cada vez más creciente de las aguas subterráneas, exige que su extracción conjunta sea organizada, de manera similar a la que existe en aguas superficiales. Así, se propone establecer incentivos concretos para la constitución de comunidades de aguas subterráneas, lo que permitirá una explotación sustentable en los sectores regulados. Con ello se evita la competencia individual entre los distintos usuarios de aguas subterráneas, lográndose establecer medidas concretas de restricción que favorecerán la optimización de inversiones de manera conjunta.

La propuesta regional consiste en definir una adecuada coordinación entre los distintos entes públicos (CNR, INDAP y DGA principalmente), para ir constituyendo dichas comunidades de aguas en los distintos sectores acuíferos, partiendo por aquellos en los que existan un uso más intensivo. Se propone tentativamente una meta de constitución de 2 comunidades de aguas subterráneas por año.

V. Digitalización

1. Medición de extracciones efectivas en línea, de las extracciones reales de acuíferos subterráneos, pozos productivos y APR (establecer planes de contingencia).
2. Medición de caudales, monitoreo por telemetría.
3. Medición de reservas de nieve en cordillera (mejores pronósticos y control de riesgos).
4. Monitoreo de glaciares.
5. Control de extracción de áridos.
6. Sistemas de disponibilidad de información en línea, modernización de plataformas internet de la DGA.
7. Monitoreo de uso de agua en los diferentes cultivos (establecer sistemas de monitoreo de requerimientos hídricos de los diferentes cultivos mediante el uso de alta tecnología que permitan mejorar la eficiencia del uso del recurso hídrico).
8. Observatorio del recurso hídrico.
9. Levantamientos aéreos de alta resolución para mediciones de magnetismo y espectrometría para determinar las propiedades del subsuelo en cuanto a la determinación de recursos hidrogeológicos disponibles (reevaluación de disponibilidad de recursos hídricos subterráneos).
10. Balances hídricos.
11. Estudio del comportamiento de los diferentes tipos de suelos para la determinación de los diferentes puntos de recarga de acuíferos.
12. Estudios para puntos de construcción de embalses subterráneos.
13. Nuevas fuentes de agua.
14. Estudio de factibilidad proyecto captación agua río Rapel para el riego de Navidad, La Estrella y APR Navidad.

VI. Educación

1. Cultura del agua.
2. Formación de capital humano.
3. Sistema de inversiones públicas (APR, juntas de vigilancia, organizaciones de usuarios de aguas).
4. Fomento al riego (instrumentos para la tecnificación).
5. Fortalecimiento y constitución de organizaciones y comunidades de aguas subterráneas y superficiales. Constitución de una junta de vigilancia al año.

VII. Innovación

1. Gobernanza para el manejo integrado de los recursos hídricos, aguas subterráneas y superficiales.
2. "Smart Agriculture".
3. Fab-LAB para la agricultura.
4. Nueva tecnología para el riego.
5. Sistemas de uso y re-uso de aguas grises y negras.
6. Saneamiento de aguas.
7. Técnicas de cultivo y manejo de suelos.
8. Desalinización de agua.
9. Herramientas de gestión y gestión de la información.
10. Fomento de las energías renovables.

VIII. Legal

1. Asesoría legal permanente en mesas de trabajo público privadas para avanzar en las propuestas de proyectos.
2. Reuniones técnicas con el nivel central de la DGA con el objetivo de consensuar los requisitos técnicos que permitan la constitución de derechos provisionales provenientes de la recarga de acuíferos. Desburocratizar facultad legal contenida en el art. 67 del Código de Aguas, otorgamiento de los derechos provisionales a quienes ejecuten obras de recargas de acuíferos, mientras éstas se mantengan (2005).

IX. Fortalecimiento de DGA

Con el objetivo de agilizar la gestión de la DGA en su coordinación con las organizaciones de usuarios de agua y servicios públicos relacionados, como INDAP, se propone fortalecer a la DGA con un profesional financiado por el GORE por 10 años para crear la Unidad Regional de Organizaciones de Usuarios de Aguas, con el objetivo de acelerar la formalización y creación de nuevas OUA's y juntas de vigilancia. Acelerar el proceso de constitución de las organizaciones.

X. Limitación de Subdivisiones de 5.000 mts

Reuniones con parlamentarios para la presentación de la propuesta de modificación de Ley 3.516, aumentando la superficie mínima de subdivisión a 3 hectáreas. Con el objetivo de disminuir la presión sobre aguas superficiales y acuíferos. (Perforación de pozos de uso doméstico).

XI. Transferencia de Recursos GORE a INDAP, CNR, CORFO, DOH.DGA

Con el objetivo de acelerar la inversión en infraestructura moderna para captación, distribución, acumulación, monitoreo, medición, plataformas de monitoreo en línea, tecnificación, sistemas de alta tecnología para el uso del agua y sistemas productivos innovadores de alta eficiencia en el uso del agua, así como también para el saneamiento, mejoramiento de la calidad del agua y reuso de aguas negras y grises y/ o recirculación del recurso hídrico, desalinización, es necesario disponer un plan de transferencia de recursos mediante convenio de programación a 10 años para avanzar en el uso eficiente del agua.

Así mismo debe existir un compromiso de búsqueda de apoyo de recursos externos, como los del Banco Mundial, para establecer un programa piloto regional para el reuso y desalinización de agua con plantas piloto en la región que permitan mejorar la calidad de vida de los habitantes rurales de las zonas más afectadas por la sequía.

La transferencia de recursos para el riego a INDAP y CNR para concursos de riego de medianos y pequeños agricultores ha sido muy exitosa por lo que debiera mantenerse en el tiempo con un horizonte de inversión de mediano plazo. Estas líneas de trabajo han permitido responder de forma eficaz frente a las contingencias climáticas por sequía.

XII. Formación de Capital Humano

Es indispensable que la región invierta en la formación de capital social en recursos hídricos, nuevas tecnologías de agricultura de precisión y riego, gobernanza de recurso hídrico y gestión de éstos. Además de promover giras de captura tecnológica y formativa con otros países más avanzados en estas materias, para lograr promover una adopción tecnológica acelerada para provocar los cambios necesarios. En este sentido se pueden firmar convenios con organismos internacionales, otros países como Israel, Australia u otros. Lograr acuerdo de cooperación internacional SUR-SUR, todos desafíos concretos para el GORE.

XIII. Avanzar en Calidad de Aguas

Implementar sistemas de tratamiento de aguas para eliminar, reducir, la presencia de coliformes y metales pesados.

XIV. Nuevas Fuentes de Agua

Implementar plantas de reuso de aguas grises y negras, y desalinización de aguas con uso de energías renovables.

Desalinización de agua de mar como solución al abastecimiento de agua dulce en el secano costero e interior.

Captura de agua del aire, captura de agua de niebla. Manejo de suelo, Kee-Line.

Estudios de calidad de agua, tratamiento osmosis inversa para la recarga de acuíferos.

XV. Estudios

Recientes proyectos de investigación en la región han permitido dimensionar la gran cantidad de diagnósticos, estudios, proyectos y programas referidos a los recursos hídricos, llegando a una cifra en torno a 300 estudios de la más diversa índole e incluso repetitividad, que no necesariamente se han traducido en obras o propuestas de interés para la inversión en soluciones de abastecimiento y/o calidad de las aguas. La acuciante sequía, obliga a pensar soluciones técnicamente factibles, con cortos periodos de estudio y pronta puesta en marcha. Para ello, cobra relevancia el disponer de asesoría especializada y de instrumentos de financiamiento dúctiles que pongan el foco en soluciones técnicas, seguras y sustentables, que permitan rápidamente poner en marchas múltiples soluciones en los diversos territorios y para las diversas necesidades que ya han comenzado a plasmarse en la región y que podrían cambiar drásticamente la calidad de vida de los habitantes y la fisonomía de los territorios.

El plan propone estudios que permitan desarrollar inversiones y obras que aseguren la pronta entrada en operación de las soluciones que se propongan y que el sistema público pueda administrar, conocer y medir los efectos de estas soluciones por la necesaria implementación de sistemas de control y digitalización de la información, tanto para su control como para la toma de decisiones.

XV. Fomentar la creación de Juntas de Vigilancia y OUA

Existen muchos cauces naturales, en los que no existen entidades que velen por la administración del recurso hídrico. Lo anterior genera conflictos entre los distintos titulares de derechos de agua, primando en muchos casos la situación de facto de quien se encuentra aguas arriba, en desmedro de los titulares que se encuentran aguas abajo o a cierre de cuenca.

XVI. Plan de acción valorado

Iniciativa de Inversión Priorizadas	M\$ Estudio
APR	183.000
Adquirir e instalar equipos de monitoreo de pozos con transmisión remota	
Profundización de pozos y norias, construcción de macro-norias pequeños agricultores	100.000
Catastro pozos existentes no inscritos en CPA	150.000
Adquisición e instalación equipos de medición de nieve en alta cordillera y de caudales con transmisión en línea	
Determinación de recursos hidrológicos del sub-suelo, geofísica aérea regional	500.000
Instalación FAB-LAB para la Agricultura y transferencia	
Contratación para administrar el programa de inversiones, secretaria ejecutiva de la mesa regional del Agua	
Contratación de profesional para administrar de la red de monitoreo de alta montaña, caudales, pozos, modelos hidrológicos y de pronósticos, modelos de simulación y gobernanza, sistemas de información y otras herramientas	
Formación de capital humano y giras tecnológicas	
Fab-LAB para la agricultura (etapa I)	
Ley 18.450 de riego para OUA, obras de admisión, descarga, aforo, telemetría, motorización de compuertas, distribución, unificación, tranques, recargas de acuíferos	19.000.000
Tecnificación riego para pequeños agricultores perfil INDAP y AFC	200.000
Calificar y estudiar acuíferos de la región, explotación, recarga, balance hídrico embalses (Codegua, Boyenar, Las Cayanas)	2.000.000
Manejo de cauces en invierno para recarga de napas subterráneas	
Construcción de paredes moldeadas para peraltamiento de napas (embalses subterráneos)	
Estudio y construcción de macronorias, paredes moldeadas para agricultura del secano	300.000
Contratación profesional para efectuar campañas de control volumétrico, modelamiento, supervisar los sistemas de recarga, mediciones y gestión de acuíferos, elaborar planes de acción y contingencia	
Estudio y construcción obras de recarga de acuíferos y pozos para extracción de aguas recargadas	500.000
Constitución de comunidades de aguas subterráneas	1.000.000
Limpieza de esteros y cauces menores	
Estudios relacionados con riego e innovación, Consorcio Tecnológico del Agua	1.200.000
Sistemas de Limpieza de aguas de coliformes y metales pesados, saneamiento de aguas y reuso de aguas grises y negras para el riego con uso de energías renovables	
Total	9.933.000*

M\$ Ejecución	Etapas Actual	Fuente de Financiamiento	Plazo
1.900.000	S/I	DOH-SUBDERE	2010-2021
500.000	Proyectado	DGA-GORE	2020-2023
1.000.000	Proyectado	GORE-CNR	2020-2022
	Proyectado	DGA-GORE	2020-2022
700.000	Estudio	DGA-GORE	2020-2022
	Proyectado	SERNAGEOMIN-GORE	2020
750.000	Proyectado	IICA-UOH-GORE	2020-2022
180.000	Proyectado	MINAGRI	2020-2029
2.400.000	Proyectado	MOP (DGA)-GORE	2020-2029
300.000	Proyectado	CORFO-FIA-GORE	2020-2022
650.000	Proyectado	GROE-IICA	2020-2027
19.000.000	Proyectado	CNR-GORE	2020-2029
2.000.000	Ejecución	INDAP-CNR	2020-2024
120.000.000 (Asignación de fondos sectoriales MOP)	Factibilidad	DOH-GORE -USUARIOS (DFL 1123)	2020-2025
5.000.000	Proyectado	CNR-DOH	2020-2027
180.000	Proyectado	MINAGRI	2021-2027
3.000.000	Proyectado	CNR-GORE	2020-2027
240.000	Proyectado	MINERÍA-SERNAGEMIN-GORE	2020-2029
5.000.000	Ejecución	CNR-DOH-GORE-USUARIOS	2020-2026
	Proyectado	CNR-GORE	2020-2027
500.000	Ejecución	DOH-GORE-USUARIOS (DFL 1123)	2020-2023
	Ejecución	CORFO-FIC	2020-2023
5.000.000	Proyectado	GORE-CORFO	2020-2027
165.300.000*	*Fuentes de Financiamiento: 1. Financiamiento recursos públicos Regionales y Sectoriales 2. Financiamiento privado 3. Aportes no pecuniarios en medidas y procedimientos, conocimientos institutos de investigación, universidades, sector público y privado 4. Difusión y capacitación 5. Cooperación Internacional 6.CORFO		



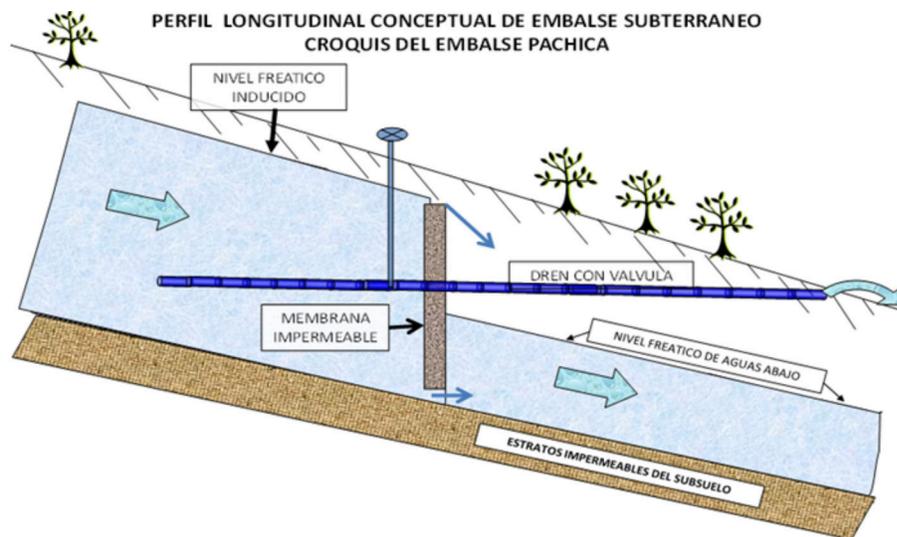
7

ANEXO TÉCNICO

7. ANEXO TÉCNICO

1. Paredes moldeadas

Concretamente, aquí se plantea el uso para Chile de una solución hídrica muy probada en varios países (India; Japón; USA; Israel; Brasil; México; África; Turquía, etc), con grandes ventajas respecto a otras soluciones, tales como grandes y costosas obras para embalsamientos de superficie. Se trata de la recarga de acuíferos, especialmente en los estratos superiores del subsuelo sin llegar a la colmatación, empleando pantallas impermeables verticales y transversales al flujo del agua subterránea, en complemento con drenes, pozos y macronorias, para controlar los niveles superiores peraltados de saturación, y para descargar el agua regulada hacia los puntos cercanos de demanda hídrica.



2. Geofísica regional aéreo

En lo concerniente a los levantamientos aéreos de alta resolución para mediciones de magnetismo y de espectrometría terrestre de rayos gamma (uranio, torio y potasio). Esto se realiza con equipos instalados en un avión, que realiza sobrevuelos a unos 150 metros de altura, en trayectorias de 500 metros entre líneas de vuelo. Con esta técnica es posible determinar propiedades del subsuelo, referidas a recursos mineros, hidrogeológicos y geotérmicos.

Los resultados se presentan y se ponen a disposición de interesados en forma de cartografía escala 1:100.000, ya sea en formato papel o digital, y de banco de datos digitales. La información generada es de gran utilidad para apoyar la realización de cartografía geológica básica y geoquímica, y aportan a la generación de nuevos blancos de exploración minera e hídrica.

Un acuífero es un perfil de suelo poroso que almacena y transmite agua. Almacena en los poros y transmite de acuerdo con la pendiente existente. El agua no queda estática, sino que tiene una pequeña velocidad de escurrimiento. Esa velocidad es mayor en la zona precordillerana y en la medida que esa agua escurre hacia el oeste, donde las pendientes son menores, esa velocidad es menor, ya que llega a zonas llanas. Concretamente, debajo de nuestros pies siempre hay agua. A diferentes profundidades, pero siempre hay. En el deshielo, el agua escurre por cauces principales y secundarios a través de cuencas imbríferas, que se transforman en grandes ríos, como el Tinguiririca, Cachapoal y río Claro. Es en ese escurrimiento que se produce la infiltración y da origen a los acuíferos. Es como si fuera un embalse de agua subterráneo.

La infiltración de napas subterráneas, o recarga artificial de acuíferos, es el proceso por el cual se introduce artificialmente agua en el acuífero, para entre otras cosas, incrementar la disponibilidad y/o mejorar la calidad de las aguas subterráneas.



3. Tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de las aguas residuales es un aspecto esencial para evitar la contaminación ambiental y afortunadamente existe ya una legislación que prevé su tratamiento. Donde existe una red de saneamiento, cada edificación vierte en ella sus aguas residuales que son transportadas a una estación depuradora de aguas residuales (EDAR). En edificaciones sin conexión a la red de saneamiento se instalaban fosas sépticas donde se almacenaban las aguas y luego habría que drenarlas o hacer una nueva fosa. Estas actuaciones están prohibidas porque provocaban filtraciones a los acuíferos y los contaminan. En la actualidad se exige en estos casos un tratamiento de las aguas para luego poder verterlas con una calidad adecuada.

Dependiendo del espacio requerido para los sistemas de tratamiento podemos dividirlos en:

1. **Sistemas compactos:** Requieren menor espacio pero a cambio, suelen requerir gastos energéticos. Son los más utilizados en grandes poblaciones, y en general donde se disponga de poco espacio. Es necesario un control constante y personal especializado. En esta categoría, pero a una escala mucho menor se situarían los sistemas de tratamiento para viviendas y edificaciones. Son sistemas enterrados de fácil instalación que ha sustituido a las fosas sépticas y que ofrecen un adecuado tratamiento.
2. **Depuradoras biológicas:** No requieren un gasto energético. Constan de un primer compartimento (habitualmente denominado decantador digestor) donde se produce la sedimentación de los sólidos y una degradación de materia orgánica vía anaeróbica (en ausencia de oxígeno). En un segundo compartimento las aguas se vierten sobre un filtro biológico donde las bacterias llevan a cabo una degradación aerobia (con elevadas concentraciones de oxígeno en agua) de la materia orgánica.

