



DEPTO. CONSERVACIÓN Y  
PROTECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS  
PROCESO N° 12368233

**MINUTA:** DCPRH N° 24/  
**MAT.:** Seguimiento de la calidad del agua subterránea año 2018 – Pozos APR región del Libertador Bernardo O’Higgins.

**SANTIAGO, 28 de septiembre de 2018**

## 1. Introducción

La Dirección General de Aguas (DGA), como organismo promotor de la gestión y administración del recurso hídrico tiene dentro de sus funciones las siguientes: 1) Planificar el desarrollo del recurso en las fuentes naturales, con el fin de formular recomendaciones para su aprovechamiento; 2) Investigar y medir el recurso y monitorear tanto su cantidad como calidad en atención a la conservación y protección de las aguas (Código de Aguas. Art. 299. Atribuciones y Funciones).

Para cumplir con estas funciones la DGA mantiene una red de control de cantidad, niveles y calidad de las aguas tanto superficiales como subterráneas en cada cuenca u hoyo hidrográfica, la información generada es pública y de libre acceso a quien la solicite (Código de Aguas. Art .129 bis 3). La administración de la red de cantidad y niveles se encuentra a cargo de la División de Hidrología, mientras que las redes de calidad son administradas por el Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos (DCPRH). Las redes de calidad de la DGA se extienden sobre los recursos superficiales (ríos y lagos) y sobre los subterráneos, cuyo objetivo es *generar información sistemática y pública que caracterice la calidad de los recursos hídricos para su conservación y protección.*

En lo concreto, la calidad de un agua se define de acuerdo al uso al que se destine (consumo humano, riego, contacto directo, vida acuática, industrial, etc.), dependiendo del uso un agua debe cumplir ciertos requisitos que se evalúan a través de las concentraciones, presencias y formas de los elementos, compuestos, u organismos presentes (o no) en solución.

La DGA trabaja constantemente en el conocimiento de la calidad de las aguas del país para ello cuenta con un Laboratorio Ambiental (LADGA), hidromensores de las Direcciones Regionales y Provinciales, y en el desarrollo de las redes de monitoreo de calidad. En la actualidad la DGA cuenta con 423 estaciones de monitoreo en ríos además de 69 estaciones de monitoreo en cuerpos lacustres, alcanzando un nivel de funcionamiento y autonomía que permite destinar esfuerzos en fortalecer la red de calidad de aguas subterráneas, que hasta el año 2015 contaba con aproximadamente 57 estaciones.

Ante el panorama antes descrito la DGA decide avanzar en el desarrollo de la red subterránea de calidad de aguas y realiza un estudio denominado “Diagnóstico y desafíos de la red de calidad de

aguas subterráneas” (Dirección General de Aguas (DGA), 2017), donde se hace un análisis de la red y se plantea un conjunto de desafíos en el corto y mediano plazo para su optimización (Dirección General de Aguas (DGA), 2017). El diagnóstico se realizó sobre la situación al año 2015, se evaluó un conjunto de aspectos técnicos y económicos en miras de identificar temáticas prioritarias de acción, dentro de los cuales se destaca el desafío de densificar la red. Respecto a esto, se propone e implementa una metodología para cuantificar el déficit teórico de pozos de monitoreo a escala regional y por acuífero. Con los resultados obtenidos para las 9 regiones con acuíferos delimitados<sup>1</sup> se estimó un déficit teórico de 1140 pozos (17 veces el tamaño de la red en el año 2015), el cual derivó en la propuesta de metas y líneas de acción al año 2018 asociadas a 3 objetivos estratégicos, a saber: I. Mejorar la cobertura espacial de la Red en 600 pozos adicionales; II Optimizar la operatividad de la Red; y III. Sustentar técnicamente la interpretación de los datos generados por la Red.

Con nuevos lineamientos que orientan el desarrollo de la actual red de calidad de aguas subterráneas, particularmente el de densificar la red, se realizan diagnósticos de la calidad en distintas regiones utilizando los pozos de agua potable rural (APR). Se decide estudiar la calidad de agua en estos pozos porque: 1) Cuentan con infraestructura para extraer agua fácilmente (todos poseen bomba); 2) se encuentran en constante funcionamiento y por tanto el agua estudiada es representativa del acuífero del cual se extrae; 3) porque no presentan problemas de acceso (no se encuentran usualmente en áreas de uso privado), y 4) los resultados obtenidos son reportados a los comités de APR dando un valor social a los resultados.

Las regiones donde se realizaron los diagnósticos de calidad de agua fueron en Libertador Bernardo O’Higgins, Valparaíso, Metropolitana y Coquimbo, resultando las siguientes publicaciones: Diagnóstico de la calidad de las aguas subterráneas de la Región Lib. Bernardo O’Higgins” (S.D.T. N°368 de 2015 y S.D.T N°383 de 2016); “Diagnóstico de la calidad de las aguas subterráneas en la región Metropolitana – Complementario Diagnóstico Plan Maestro de Recursos Hídricos Región Metropolitana de Santiago” (S.D.T. N° 390 de 2016); “Diagnóstico de la calidad de las aguas subterráneas de la región de Valparaíso” (S.D.T. N° 382 de 2016); “Diagnóstico de la calidad de las aguas subterráneas de la región de Coquimbo” (S.D.T. N° 397 de 2017)<sup>2</sup>; y Diagnóstico de las aguas subterráneas región del Maule (SDT N°409/2018). Estos diagnósticos no sólo permitieron levantar información de línea de base de calidad de agua y difundirla, sino que además contribuyeron con la densificación de la red pues a estos pozos se les asignó un código BNA<sup>3</sup>, el cual permite almacenar la información de calidad de los seguimientos que se realicen. A la fecha de emisión de este documento se han codificado 483 pozos APR y se han realizado cuatro

---

<sup>1</sup> A la fecha de elaboración del Diagnóstico y desafíos de la red de calidad de aguas subterráneas 9 regiones contaban con delimitación de acuíferos, a mencionar: Arica y Parinacota, Tarapacá, II, Copiapó, Coquimbo, Valparaíso, Libertador Bernardo O’Higgins y Maule.

<sup>2</sup> Los diagnósticos de calidad de agua realizados se encuentran disponibles en el catálogo bibliográfico de la DGA (<http://sad.dga.cl/>) ingresando el S.D.T.

<sup>3</sup> Corresponde al código único que tiene cada estación de monitoreo de la DGA en la cual se representa la cuenca, subcuenca y sub-subcuenca donde se emplaza la estación. Este código proviene del Sistema Banco Nacional de Aguas, una base de datos orientada al almacenamiento, procesamiento y difusión de estadística hidrometeorológica y de calidad de aguas proporcionada por las estaciones de monitoreo DGA a lo largo del país.

informes de seguimientos de la calidad; región de Coquimbo (Minuta N°19/2018), región de Valparaíso (Minuta N°37/2017 y N°22/2018), y región del Libertador Bernardo O'Higgins (Minuta N°20/2017)<sup>4</sup>.

En el caso particular del “Diagnóstico de la calidad de las aguas subterráneas de la región del Libertador Bernardo O'Higgins”<sup>5</sup> (2015) se utilizó la infraestructura instalada de 70 pozos APR para analizar la calidad del agua proveniente del acuífero previo a cualquier tratamiento, representativos de 12 sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común (SHAC)<sup>6</sup>. En esa oportunidad destacaron ciertos sectores acuíferos cuya calidad del agua se había visto mermada, ya sea en su potencial uso potable y/o de riego, entregándose como recomendación el realizar un seguimiento. Por esto, la DGA realizó durante el año 2016 un seguimiento a estos sectores acuíferos lo cual quedó reflejado en la Minuta DCPRH N°20/2017, y nuevamente el año 2017 se realizaron nuevos muestreos de esos sectores acuíferos, considerando para el último seguimiento 27 pozos APR, integrándose la nueva información a la previamente obtenida.

## 2. Objetivos

El objetivo del presente documento es analizar los resultados del seguimiento a la calidad del agua de las fuentes de pozos APR de la región del Libertador Bernardo O'Higgins de las muestras tomadas durante los años 2014 al 2017. Identificar su calidad respecto al uso potable y en riego comparando con las normas NCh 409/05 y NCh 1333/78, y determinar el Índice de calidad general aplicado en el estudio “Diagnóstico de la calidad de las aguas subterráneas de la región del Libertador Bernardo O'Higgins”.

## 3. Metodología

La metodología de muestreo para la campaña de 2017 corresponde a la misma empleada en el “Diagnóstico de la calidad de aguas subterráneas de la región del Libertador Bernardo O'Higgins” realizada durante el año 2014 y 2015.

Respecto al procesamiento de datos, se reúne la información de los análisis fisicoquímicos<sup>7</sup> de las fuentes de los pozos APR de los cuales se hizo el seguimiento (Figura 1) y se evalúa la calidad del agua utilizando como criterio el potencial de uso potable del agua, establecido por la NCh 409/05, y el uso en riego establecido por la NCh 1333/78. La comparación con la NCh 409/05 es sólo referencial pues el uso potable del agua como tal es fiscalizable sólo en la red de distribución, posterior a un tratamiento del agua.

---

<sup>4</sup> Las minutas pueden ser consultadas en el catálogo bibliográfico de la DGA: <http://sad.dga.cl/>

<sup>5</sup> Diagnóstico de la calidad de aguas subterráneas de la región del Libertador Bernardo O'Higgins S.D.T. N°368-2015 y 383-2016.

<sup>6</sup> Un SHAC es un acuífero o parte de un acuífero, cuyas características hidrológicas espaciales y temporales permiten una delimitación para efectos de su evaluación hidrogeológica o gestión de forma independiente (Dirección General de Aguas, 2013).

<sup>7</sup> Las metodologías analíticas, límites de detección de cada técnica y los laboratorios que realizaron los análisis se detallan en la Tabla 12 del Anexo.

Es necesario destacar que entre las fuentes APR señaladas en la Tabla 1 se encuentran las fuentes ya incluidas en la red de monitoreo de calidad de agua subterránea de la DGA, las cuales presentan una frecuencia de monitoreo semestral (otoño y primavera), y por tanto tienen más campañas que las demás fuentes APR.

Posterior a este análisis se calcula e interpreta el Índice de calidad general, detallado en la sección Índice de calidad.

**Tabla 1.** Ubicación de las fuentes de de APR donde se realiza el seguimiento de calidad y la cantidad de campañas en periodo (2014-2017) por cada fuente de APR.

N°	Nombre Pozo	Provincia	Comuna	Acuífero	Sector Acuífero	Este (wgs84 H19)	Norte (wgs84 H19)	N° Campañas *
1	Los Romos	Cachapoal	Pichidegua	Cachapoal	Peumo-Pichidegua-Las Cabras	285000	6198406	4
2	Cabaña Blanca	Cachapoal	Las Cabras	Cachapoal	Peumo-Pichidegua-Las Cabras	284765	6203759	4
3	Patagual 2	Cachapoal	Pichidegua	Cachapoal	Peumo-Pichidegua-Las Cabras	281762	6200797	4
4	Pataguas orilla	Cachapoal	Pichidegua	Cachapoal	Peumo-Pichidegua-Las Cabras	284479	6200894	4
5	Las Arañas	Colchagua	Chépica	Tinguiririca	Tinguiririca superior	294709	6156262	4
6	San Antonio el Cuadro	Colchagua	Chépica	Tinguiririca	Tinguiririca superior	295237	6152416	4
7	Cooperativa Auquinco	Colchagua	Chépica	Tinguiririca	Tinguiririca superior	298872	6151024	6
8	Nenquén el Tambo La Puerta	Colchagua	Santa Cruz	Tinguiririca	Tinguiririca superior	282358	6167281	6
9	El Barco	Colchagua	Peralillo	Tinguiririca	Tinguiririca inferior	279576	6183680	3
10	La Arboleda Valle Hermoso	Colchagua	Palmilla	Tinguiririca	Tinguiririca inferior	285941	6178213	6
11	El Niche	Cachapoal	San Vicente	Cachapoal	Pelequen-Malloa-San Vicente de Tagua Tagua	300725	6186616	6
12	Juan Nuñez Valenzuela Ltda. Planta N2	Cachapoal	San Vicente	Cachapoal	Pelequen-Malloa-San Vicente de Tagua Tagua	304368	6186807	6
13	Los Maitenes Tagua Tagua	Cachapoal	San Vicente	Cachapoal	Pelequen-Malloa-San Vicente de Tagua Tagua	306194	6185139	6
14	Pencahue bajo	Cachapoal	San Vicente	Cachapoal	Pelequen-Malloa-San Vicente de Tagua Tagua	301670	6188024	6
15	San Juan de la Sierra	Colchagua	Chimbarongo	Tinguiririca	Chimbarongo	323168	6158699	1
16	Quicharco	Colchagua	Chimbarongo	Tinguiririca	Chimbarongo	324371	6160863	1
17	Paredones	Cardenal Caro	Paredones	Paredones	Estero Paredones	233602	6162296	3
18	La Estacada	Cachapoal	Quinta de Tilcoco	Cachapoal	Requinoa-Rosario-Rengo-Quinta Tilcoco	313394	6194994	2
19	El Carmen bajo	Cachapoal	Codegua	Cachapoal	Graneros-Rancagua	347696	6227480	3
20	Idahue	Cachapoal	Coltauco	Cachapoal	Doñihue-Coinco-Coltauco	303480	6200527	6
21	Idahue de San Vicente	Cachapoal	San Vicente	Cachapoal	Laguna San Vicente	298591	6182507	6
22	Rigolemu cuenca los Maquis	Cachapoal	Malloa	Tinguiririca	San Fernando	324870	6182492	1
23	La Lajuela-Panama-Los Maitenes-La Zona	Colchagua	Santa Cruz	Nilahue	Estero Lolol	274000	6159855	1
24	Ranguil	Cachapoal	Lolol	Nilahue	Nilahue antes de Quiahue	261298	6144161	1

N°	Nombre Pozo	Provincia	Comuna	Acuífero	Sector Acuífero	Este (wgs84 H19)	Norte (wgs84 H19)	N° Campañas *
25	El Membrillo Los Trichahues	Cachapoal	Lolol	Nilahue	Estero Quiahue	261317	6144152	1
26	Hacienda Lolol	Cachapoal	Lolol	Nilahue	Estero Lolol	261847	6155980	1
27	Cutemu La Quebrada	Cardenal Caro	Paredones	San Pedro	Estero San Pedro	238580	6147852	1

\*Las fuentes APR que poseen 6 campañas de monitoreo corresponden a aquellas ya incluidas en el monitoreo semestral de la red de calidad de aguas subterráneas de la DGA<sup>8</sup>.

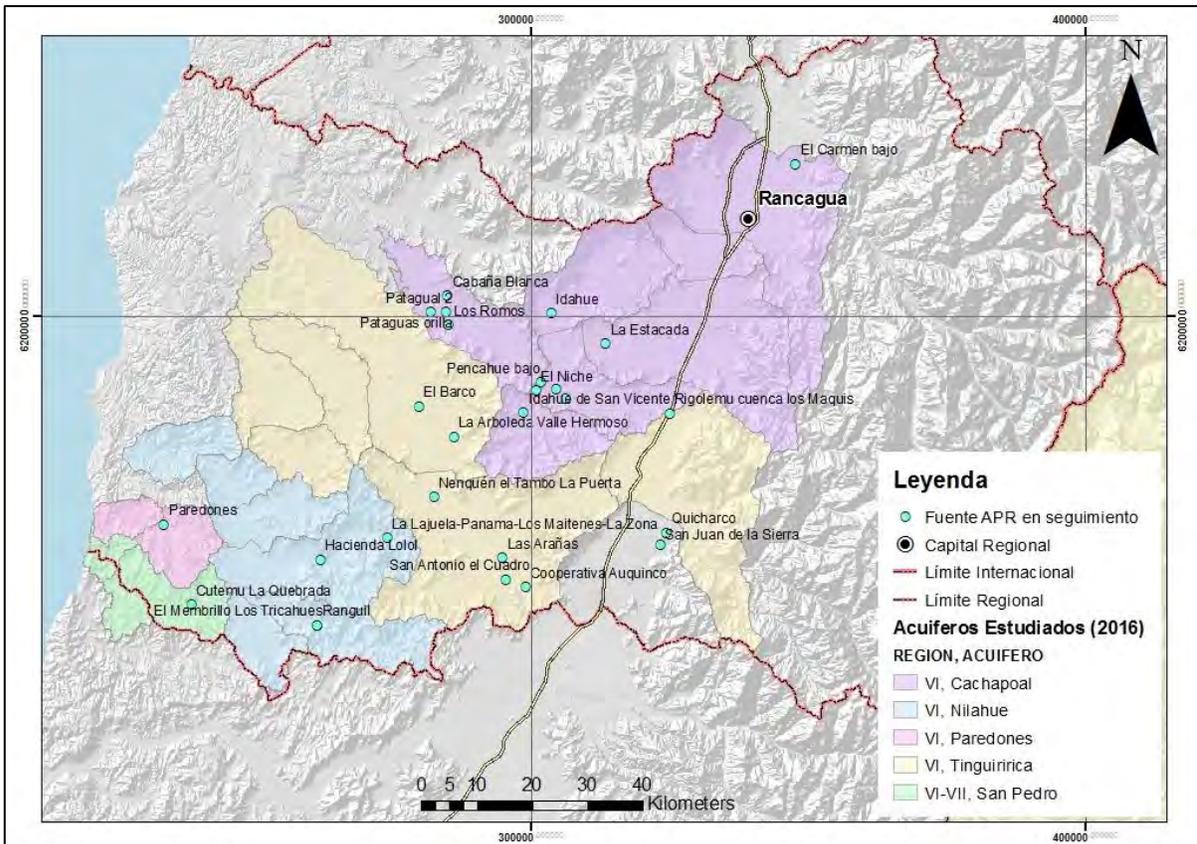


Figura 1. Ubicación de pozos APR en seguimiento de la región del Libertador Bernardo O'Higgins, 2017.

## 4. Resultados

### 4.1. Parámetros de terreno

La **conductividad específica**<sup>9</sup> es un parámetro medido en terreno que se utiliza, entre otros fines, para estimar los sólidos disueltos totales y la capacidad de una solución acuosa para resistir el

<sup>8</sup> Minuta N°44/2017 "Programación de muestreo para el año 2018 correspondiente a la Red Rutinaria de Calidad de Aguas Superficial, Subterránea y Normas Secundarias de Calidad de Aguas."

transporte de corriente. El transporte de corriente por una solución se encuentra asociado a la disolución de sales como iones, su concentración total, movilidad, valencia y temperatura a la que se efectúa la medición, esto es mientras más pura es el agua (menor contenido de sales) más resistencia a transportar corriente tiene, por el contrario, mientras más sales disueltas posee una solución (menos pura es el agua) menos resistencia tiene a conducir corriente (Chang & Goldsby, 2016); (Wetzel, 2001). El valor de este parámetro es una información muy relevante pues permite realizar balances iónicos que ayudan a establecer desviaciones en un análisis químico, pudiendo detectar resultados no representativos de una muestra (Postma & Apello, 2013).

Los resultados indican que la conductividad específica se encontró entre los 148 y 1042  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la mayoría de los SHAC durante los años 2014 a 2017, no identificándose aumentos de los valores en el tiempo ni alguna agrupación espacial de los valores más altos. Se destaca que los SHAC con los menores valores de conductividad específica fueron Estero Paredones (APR Paredones), Estero San Pedro (APR Catemu la Quebrada), y San Fernando (APR Rigolemu cuenca los Maquis). En los últimos 3 SHAC mencionados la observación se basa en el único dato obtenido para el 2017, por lo tanto no representaría necesariamente la calidad predominante del agua respecto a la conductividad específica.

A continuación se estableció un análisis basado en la calidad del agua respecto a su uso en riego considerando la conductividad específica y las recomendaciones establecidas en la NCh 1333/78.

En la Tabla 2 se observan 5 SHAC donde el agua se caracteriza por presentar una mezcla de calidades respecto a la conductividad, observándose: 1). Un agua con la cual generalmente no se observarán efectos perjudiciales ( $<750 \mu\text{S}/\text{cm}$ ); 2). Un agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles ( $750 < c \leq 1500 \mu\text{S}/\text{cm}$ ); y 3). Un agua que puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos ( $1500 < c \leq 3000 \mu\text{S}/\text{cm}$ ). Estas mezclas ocurren en los SHAC Tinguiririca Superior, Tinguiririca Inferior, Pelequén-Malloa-San Vicente de Tagua Tagua, Requinoa-Rosario-Rengo-Quinta Tilcoco y Doñihue-Coinco-Coltauco.

En el SHAC Tinguiririca Inferior tanto la fuente APR El Barco como la fuente Arboleda Valle Hermoso presentaron las calidades 1 y 2 antes descritas en el periodo de monitoreo. Al no observarse una diferencia importante entre los valores de conductividad, se asume que correspondería a una variación natural de la calidad. Una situación similar a la descrita ocurre en el SHAC Pelequén-Malloa-San Vicente de Tagua Tagua, particularmente en las fuentes APR El Niche, Juan Nuñez Planta N°2 y Los Maitenes de Tagua Tagua, donde las calidades varían de un año a otro sin diferencias notables de valores, esto no ocurre en la fuente APR Pencahue Bajo donde los valores de conductividad específica se encontraron en todas las campañas en la calidad menos favorable descrita, es decir calidad 2. El SHAC Requinoa-Rosario-Rengo-Quinta Tilcoco en su fuente APR La Estacada presentó una calidad 3 en primavera de 2014 y una calidad 1 en invierno

---

<sup>9</sup> Si bien el valor de este parámetro se toma en terreno, es decir a la temperatura *in situ* de la muestra, este se lleva o corrige hacia una temperatura de 25°C (valor definido como estándar) para así poder compararlo con el de otras muestras (Wetzel, 2001). Por este motivo la conductividad eléctrica es referida como conductividad específica.

2017, y el SHAC Doñihue-Coinco-Coltauco en su fuente APR Idahue indicó una calidad 3 en primavera 2014, primavera 2015, otoño 2016 y primavera 2017, y una calidad 1 en primavera 2016 y primavera 2017 (Tabla 2).

En el SHAC Tinguiririca Superior se observa que la calidad respecto a la conductividad específica se inclina a ser la de un agua con la cual generalmente no se observarán efectos perjudiciales en su uso (<750 uS/cm) pues las fuentes APR Las Arañas, San Antonio el Cuadro y Cooperativa Auquinco presentan valores de conductividad en esta categoría. Sin embargo la fuente APR Nenquén-El Tambo-La Puerta presentó una mezcla de tres calidades, incluyendo la calidad 1, 2 y 3 (Tabla 2).

**La concentración de sólidos disueltos totales (SDT)** es considerado un parámetro de terreno pues puede estimarse a través de la conductividad, estando íntimamente relacionados. El principal efecto de un aumento de los sólidos disueltos totales en un agua es el aumentar la conductividad eléctrica y las tasas de corrosión pues representa el contenido total de sales en una solución (Wetzel, 2001).

Respecto a la NCh 1333/78 para uso en riego, el contenido de sólidos disueltos totales indicaría que en los SHAC Peumo-Pichidegua-Las Cabras (APR Los Romos invierno 2017, APR Cabaña Blanca primavera 2014 a primavera 2017, APR Patagual N°2 primavera 2014 y primavera 2017, y APR Pataguas Orilla primavera 2014, invierno 2016 y primavera 2017), Tinguiririca Inferior (APR El Barco primavera 2014, invierno 2016 e invierno 2017; APR La Arboleda Valle Hermoso primavera 2014), Pelequén-Malloa-San Vicente de Tagua Tagua (APR Juan Nuñez Valenzuela Ltda Planta N°2 otoño 2016; APR Pencahue Bajo primavera 2014 y otoño 2016), Requinoa-Rosario-Rengo-Quinta Tilcoco (APR La Estacada primavera 2014 e invierno 2017) el uso de esta agua pudo tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles ( $500 < s \leq 1000$  mg/L). Esta situación no habría ocurrido en los SHAC restantes durante el periodo de muestreo abarcado pues la calidad de las aguas corresponde a aquella donde no se observarán efectos perjudiciales ( $s \leq 500$  mg/L) (Tabla 2).

Respecto a la NCh 409/05 para uso potable del agua, no se observan SHAC que hayan superado la recomendación respecto a los sólidos disueltos totales (>1500 mg/L) (Tabla 2).

**Respecto al pH**, los valores obtenidos en las campañas del 2014 al 2017 para la mayoría de los SHAC se ubicaron entre rangos moderadamente ácidos (4 – 6,5 unidades) y moderadamente alcalinos (7,8-9,0 unidades), sin embargo la mayoría de los registros se concentró en rangos más bien neutros (6,5-7,8 unidades) (Hounslow, 1995) (Tabla 2). No obstante lo señalado, se observa que en general calidad del agua es adecuada para su uso en riego (NCh 1333/78) y en la mayoría de los SHAC sería adecuada para su uso potable (NCh 409/05), sin identificarse cambios abruptos que indiquen una perturbación química.

**Tabla 2.** Resultados de terreno de calidad de agua (conductividad específica, temperatura, pH, potencial de reducción y sólidos disueltos totales) y de los pozos (nivel dinámico (ND) y estático (NE) del agua, y profundidad del pozo) en las fuentes de los APR de la región del Libertador Bernardo O'Higgins.

Nombre Pozo	Fecha Muestreo	Cond. Específica (uS/cm)	Tem p. (°C)	pH (Unidades)	Pot. Redox (mV)	SDT* (mg/L)	NE (m)	ND (m)	Prof. Pozo (m)
-------------	----------------	--------------------------	-------------	---------------	-----------------	-------------	--------	--------	----------------

Nombre Pozo	Fecha Muestreo	Cond. Específica (uS/cm)	Tem p. (°C)	pH (Unidades)	Pot. Redox (mV)	SDT* (mg/L)	NE (m)	ND (m)	Prof. Pozo (m)
Los Romos	22/10/2014	864	18,68	6,71	S.I.	S.I.	2,29	S.I.	37
	02/11/2015	740	17,50	7,10	253	416	2,25	3,68	37
	28/08/2016	843	16,80	<b>6,34</b>	793	450	3,08	3,08	40
	30/08/2017	829	16,80	7,02	643	646	2,56	S.I.	40
Cabaña Blanca	22/10/2014	1092	18,11	7,05	S.I.	601	7,10	8,8	35
	27/10/2015	980	17,50	7,05	220	508	7,2	8,4	35
	29/08/2016	1045	15,60	6,65	155	703	6,90	8,28	36
	30/10/2017	1078	16,40	6,95	126	776	6,89	8,11	36
Patagual 2	22/10/2014	959	18,24	6,85	S.I.	527	3	6	36
	27/10/2015	867	18,20	7,03	253	467	1,79	5,8	36
	29/08/2016	919	17,40	6,55	253	296	2,23	6,65	36
	30/08/2017	929	17,30	7,07	192	720	2,26	6,37	36
Pataguas orilla	22/10/2014	958	18,06	7,02	S.I.	527	4,54	S.I.	30
	27/10/2015	840	17,90	7,06	617	449	4,8	5,8	30
	29/08/2016	894	16,20	<b>6,45</b>	338	631	5,15	6,16	28
	30/10/2017	829	16,80	7,02	187	693	5,12	5,94	28
Las Arañas	21/10/2014	424	17,14	6,89	S.I.	233	1,97	S.I.	40
	30/10/2015	402	16,70	7,26	328	222	1,75	7,5	40
	31/08/2016	423	15,90	6,78	144	280	2,12	8	40
	12/10/2017	263	16,00	6,89	92	330	2,57	8,11	40
San Antonio el Cuadro	21/10/2014	478	17,79	6,87	S.I.	263	13,45	S.I.	40
	30/10/2015	476	18,90	6,90	422	259	1,79	12,79	40
	31/08/2016	505	14,50	6,90	217	284	13,41	1,91	40
	12/10/2017	490	17,30	6,81	119	387	1,94	4,0	60
Cooperativa Auquinco	21/10/2014	461	16,81	7,05	S.I.	254	3,5	3,8	50
	30/10/2015	461	17,00	7,50	642	232	4,21	2,7	50
	23/05/2016	510	13,74	7,80	S.I.	281	S.I.	S.I.	S.I.
	10/11/2016	490	18,36	<b>6,02</b>	S.I.	270	S.I.	S.I.	S.I.
	03/04/2017	463	17,93	<b>6,49</b>	S.I.	255	S.I.	S.I.	S.I.
	15/12/2017	490	17,58	7,12	S.I.	270	S.I.	S.I.	S.I.
Nenquén El Tambo La Puerta	23/10/2014	2034	18,14	6,64	S.I.	1119	3,91	6,12	60
	03/11/2015	657	17,80	7,02	227	363	5,12	6,23	60
	23/05/2016	787	17,80	7,36	S.I.	433	S.I.	S.I.	S.I.
	08/11/2016	761	19,48	<b>5,93</b>	S.I.	419	S.I.	S.I.	S.I.
	03/04/2017	747	18,14	6,86	S.I.	411	S.I.	S.I.	S.I.
	13/12/2017	792	18,37	6,93	S.I.	436	S.I.	S.I.	S.I.
El Barco	23/10/2014	1385	19,33	6,68	31	762	2,0	5,17	80
	06/11/2015	651	17,50	7,40	404	364	1,85	5,05	40
	30/08/2016	702	18,00	6,70	194	501	1,84	4,85	40
	04/09/2017	759	13,90	7,49	200	548	S.I.	S.I.	40
La Arboleda Valle Hermoso	23/10/2014	1150	19,29	7,80	S.I.	633	3,02	4,74	60
	06/11/2015	1050	17,20	7,10	238	264	3,02	5,13	S.I.
	23/05/2016	E.M	18,06	7,55	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	08/11/2016	532	25,21	6,70	S.I.	293	S.I.	S.I.	S.I.
	03/04/2017	564	18,63	7,10	S.I.	310	S.I.	S.I.	S.I.
	14/12/2017	576	18,45	7,42	S.I.	317	S.I.	S.I.	S.I.
El Niche	15/10/2014	683	19,00	6,75	S.I.	376	7,3	S.I.	12
	28/10/2015	515	19,00	7,14	552	246	6,78	6,79	14

Nombre Pozo	Fecha Muestreo	Cond. Específica (uS/cm)	Tem p. (°C)	pH (Unidades)	Pot. Redox (mV)	SDT* (mg/L)	NE (m)	ND (m)	Prof. Pozo (m)
	26/05/2016	874	16,16	7,81	S.I.	481	S.I.	S.I.	S.I.
	11/11/2016	474	18,43	7,42	S.I.	261	S.I.	S.I.	S.I.
	04/04/2017	493	21,81	7,82	S.I.	271	S.I.	S.I.	S.I.
	12/12/2017	512	18,37	8,06	S.I.	282	S.I.	S.I.	S.I.
Juan Nuñez Valenzuela Ltda Planta N2	15/10/2014	640	18,24	6,80	S.I.	352	2,8	4,9	40
	02/11/2015	478	17,00	7,40	310	261	3,03	5,46	40
	26/05/2016	1243	17,16	7,93	S.I.	684	S.I.	S.I.	S.I.
	11/11/2016	500	18,08	6,84	S.I.	275	S.I.	S.I.	S.I.
	04/04/2017	507	18,51	7,70	S.I.	259	S.I.	S.I.	S.I.
	12/12/2017	538	17,61	7,43	S.I.	274	S.I.	S.I.	S.I.
Los Maitenes Tagua Tagua	15/10/2014	817	17,79	6,83	S.I.	449	3,6	5	54
	28/10/2015	620	17,90	7,01	340	326	3,48	4,4	54
	26/05/2016	656	17,08	6,76	S.I.	361	S.I.	S.I.	S.I.
	11/11/2016	659	17,38	6,31	S.I.	362	S.I.	S.I.	S.I.
	04/04/2017	657	17,31	6,92	S.I.	361	S.I.	S.I.	S.I.
	12/12/2017	688	17,78	7,58	S.I.	378	S.I.	S.I.	S.I.
Pencahue bajo	15/10/2014	1090	16,98	6,73	S.I.	600	4,0	5,7	30
	28/10/2015	774	16,80	6,98	239	412	3,9	5,12	30
	11/04/2016	1163	17,54	7,43	S.I.	640	S.I.	S.I.	S.I.
	11/11/2016	830	17,12	6,58	S.I.	457	S.I.	S.I.	S.I.
	04/04/2017	818	18,03	7,10	S.I.	450	S.I.	S.I.	S.I.
	12/12/2017	897	16,93	7,77	S.I.	493	S.I.	S.I.	S.I.
San Juan de la Sierra	13/09/2017	721	15,49	7,52	67	281	37,11	38,25	86
Quicharco	16/11/2017	357	18,00	7,91	357	324	S.I.	S.I.	100
Paredones	03/11/2015	213	17,20	6,90	292	113	0	0	12
	30/08/2016	263	14,00	6,81	193	177	4	4	11
	18/10/2017	223	17,10	6,66	145	196	3,14	3,54	11
La Estacada	16/10/2014	973	17,34	7,10	S.I.	535	1,9	2,6	S.I.
	05/09/2017	721	15,49	7,49	130	523	1,68	2,7	30
El Carmen bajo	06/11/2015	505	17,50	7,40	316	280	31	31,5	110
	31/08/2016	545	15,00	6,40	255	482	26,15	26,82	110
	15/09/2017	535	16,00	6,63	244	353	29,08	29,7	110
Idahue	14/10/2014	1082	16,49	7,03	S.I.	595	1,9	S.I.	30
	26/10/2015	760	19,30	6,80	184	404	2,2	6,7	30
	11/04/2016	808	16,73	7,11	S.I.	444	S.I.	S.I.	S.I.
	07/11/2016	700	18,59	6,21	S.I.	385	S.I.	S.I.	S.I.
	04/04/2017	683	16,96	7,16	S.I.	376	S.I.	S.I.	S.I.
	12/12/2017	750	17,07	7,97	S.I.	413	S.I.	S.I.	S.I.
Idahue de San Vicente	15/10/2014	687	17,93	7,53	S.I.	378	SURGEN		62
	28/10/2015	429	17,90	7,80	400	215	0,04	15,85	62
	26/05/2016	526	16,98	7,42	S.I.	289	S.I.	S.I.	S.I.
	11/11/2016	503	18,31	7,24	S.I.	277	S.I.	S.I.	S.I.
	04/04/2017	517	17,98	7,88	S.I.	284	S.I.	S.I.	S.I.
	15/12/2017	564	17,93	7,65	S.I.	310	S.I.	S.I.	S.I.
Rigolemu cuenca los Maquis	14/09/2017	170	11,67	7,04	392	134	4,60	4,64	21

Nombre Pozo	Fecha Muestreo	Cond. Específica (uS/cm)	Tem p. (°C)	pH (Unidades)	Pot. Redox (mV)	SDT* (mg/L)	NE (m)	ND (m)	Prof. Pozo (m)
La Lajuela-Panama-Los Maitenes-La Zona	11/10/2017	546	16,50	7,80	115	324	3,35	4,6	60
Hacienda Lolol	18/10/2017	263	16,00	6,89	136	217	6,03	9,86	56
Ranguil	13/10/2017	429	19,10	6,83	167	306	4,33	7,26	70
El Membrillo Los Tricahues	13/10/2017	203	16,50	7,31	150	180	8,25	8,39	14
Cutemu La Quebrada	18/10/2017	148	14,40	6,58	56	109	2,23	2,54	12

**Negrita:** Supera valores límites de NCh 409/2005 para uso potable del agua.

 : Supera el primer rango recomendado por la NCh 1333/1978 para uso en riego.

 : Supera el segundo rango recomendado por la NCh 1333/1978 para uso en riego.

 : Supera el tercer rango recomendado por la NCh 1333/1978 para uso en riego.

**Negrita:** Supera el valor límite de la NCh 409/2005 para uso potable del agua y la NCh 1333/1978 para uso de agua en riego.

S.I.: Sin información de dato.

E.M.: Error en la medición, por lo tanto el dato se descarta.

SDT\*: fue estimado a partir de la Conductividad Específica.

Los valores de potencial de reducción en los distintos SHAC indican valores entre 31 y 793 mV, característicos de ambientes más bien oxidantes (Tabla 2). Establecer si el agua posee un carácter oxidante o reductor, sumado al rango de pH permite estimar la especiación (forma química predominante) de un elemento, y con esto su potencial disponibilidad y toxicidad para los organismos vivos (Stumm & Morgan, 1996).

Finalmente, los SHAC Graneros-Rancagua (APR El Carmen Bajo 2015-2017), Paredones (APR Paredones 2015-2017) y Laguna Verde (APR Idahue de San Vicente 2014-2017) no presentaron una calidad cuestionable respecto a la conductividad específica, sólidos disueltos totales y pH para uso en riego (NCh 1333/78) durante sus respectivos periodos de muestreo. Los SHAC San Fernando (APR Rigolemu cuenca Los Maquis), Estero Lolol (APR La Lajuela, Panama-Los Maitenes-La Zona y APR Hacienda Lolol), Nilahue antes de Quiahue (APR Ranguil), Estero Quiahue (APR El Membrillo Los Tricahues), Estero San Pedro (Cutemu La Quebrada) y Chimbarongo (APR San Juan de la Sierra y APR Quicharco) también mostraron una buena calidad durante la campaña 2017, única hasta la fecha para aquellos SHAC.

## 4.2. Macroelementos

Los macroelementos son aquellos elementos considerados como los más abundantes en la corteza terrestre. El conocimiento de este grupo de elementos permite trazar una línea hacia el o los orígenes del agua analizada, vale decir, su influencia mineralógica (tipo de roca que pudo estar en contacto con el agua), si posee una influencia de la lluvia o del mar, o si presenta alguna influencia antrópica marcada (Postma & Apello, 2013).

A continuación se realiza una comparación de la composición del agua de las fuentes APR a través de los años 2014 al 2017 utilizando diagramas de Piper<sup>10</sup>. Se aclara que de las 27 fuentes APR abarcadas en este informe sólo se contempló un subconjunto en este análisis, y corresponden a aquellas fuentes que poseen análisis de calcio, sodio, magnesio, cloruro, sulfato y bicarbonato para el periodo estudiado, parámetros básicos para realizar la interpretación de la calidad hidroquímica del agua.

Al comparar la composición del agua de cada fuente de APR entre los años monitoreados (2014 al 2017), se observa que la mayoría de las fuentes mantiene un agua sulfatada cálcica y/o magnésica, encontrando además aguas bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas en la fuente APR Cutemu La Quebrada, APR Paredones, APR San Juan de la Sierra, APR Hacienda Lolol, APR Rigolem, APR Ranguil y APR La Lajuela (Figura 6).

Respecto al origen de los aniones<sup>11</sup>, las aguas sulfatadas provienen de lavado de terrenos marinos, oxidación de sulfuros de todo tipo de rocas, concentración en el suelo de aguas de lluvia disolución de yeso, anhidrita y terrenos yesíferos, actividades urbanas, industriales y agrícolas. Las aguas bicarbonatadas provienen de la disolución de CO<sub>2</sub> atmosférico o del suelo, disolución de calizas y dolomitas (ayudado por CO<sub>2</sub> o por ácidos naturales) e hidrólisis de silicatos, mientras que las aguas cloruradas provienen de mezclas con agua marina, ataque de rocas y minerales (evaporitas, sodalita, apatito, etc.), de gases y líquidos de emanaciones volcánicas, vertidos urbanos e industriales. Respecto al origen de los cationes<sup>12</sup>, el calcio proviene de la disolución de calizas, dolomitas, yeso y anhidrita, ataque de feldspatos y otros silicatos cálcicos, disolución de cemento calcáreo de muchas rocas, agua de lluvia. El magnesio proviene de la disolución de dolomitas y calizas dolomíticas, ataque de silicatos magnésicos y ferromagnésicos, lavado de rocas evaporíticas magnésicas (carnalita), agua de mar, contaminación industrial y minera. Mientras que el sodio proviene del ataque de feldspatos y otros silicatos, lavado de sedimentos marinos, mezcla con agua de mar, disolución de sales evaporitas, contaminación urbana e industrial y concentración en agua de lluvia (Custodio & Llamas, 1976).

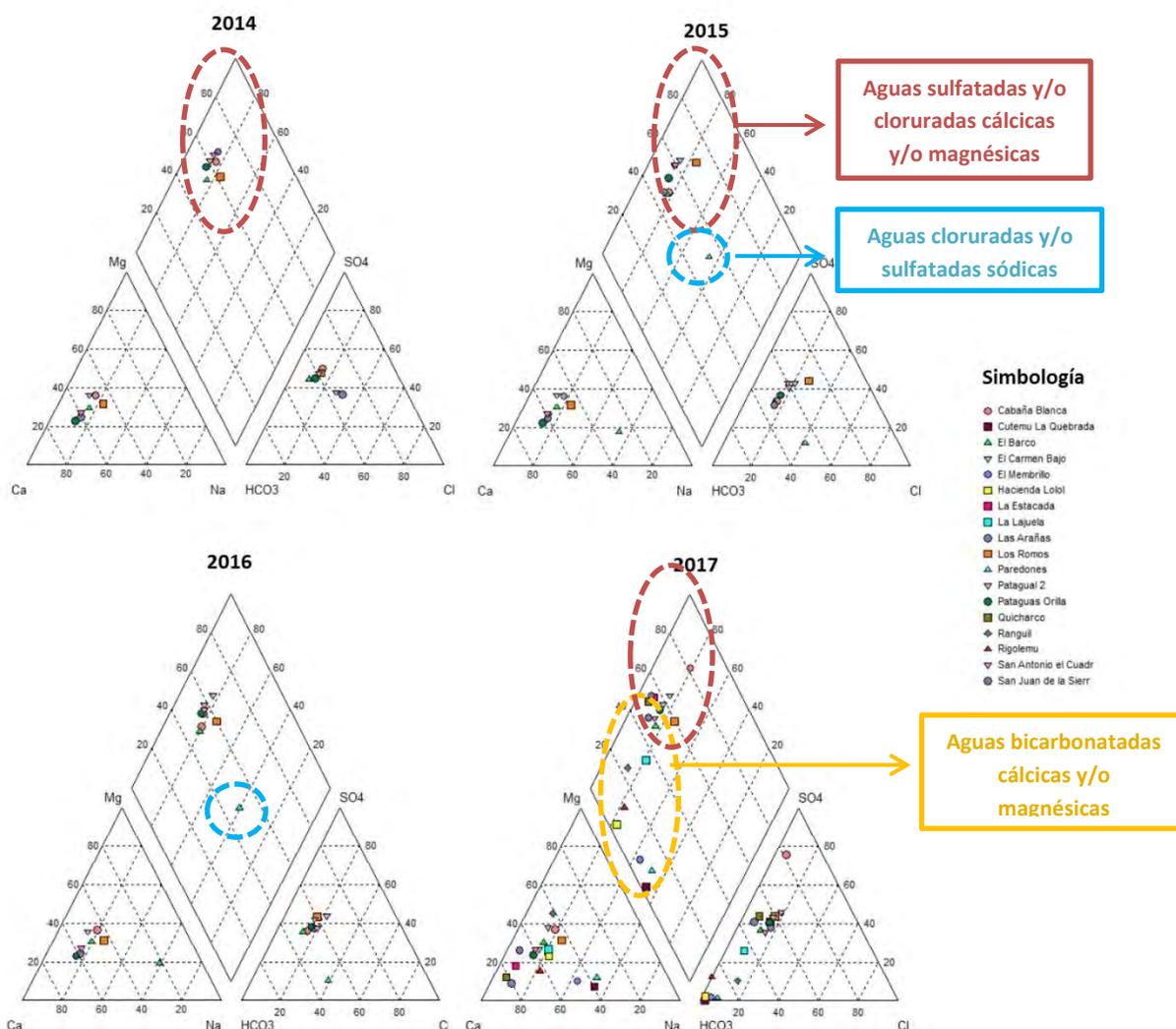
No se percibe un cambio marcado entre la composición hidroquímica general del agua de la mayoría de las fuentes analizadas desde el año 2014 al 2017, salvo en el caso de la fuente APR Paredones, la cual en el año 2015 y 2016 presentó una calidad clorurada y/o sulfatada sódica, la cual evoluciona el año 2017 hacia una bicarbonatada cálcica y/o magnésica (Figura 6).

---

<sup>10</sup> El diagrama de Piper se usa para desplegar gráficamente la composición química general del agua subterránea (Postma & Apello, 2013).

<sup>11</sup> Aniones: elementos o compuestos con una carga eléctrica negativa, en este caso particular los aniones considerados son cloruro, Bicarbonato, sulfato, nitrato.

<sup>12</sup> Cationes: elementos o compuestos con una carga eléctrica positiva, en este caso particular los cationes considerados son calcio, sodio, potasio y magnesio.



**Figura 2.** Diagramas de Piper de las campañas realizadas en el año 2014, 2015, 2016 y 2017 para las fuentes de los APR de la región del Libertador Bernardo O'Higgins.

En el SHAC Peumo-Pichidegua-Las Cabras (APR Cabaña Blanca primavera 2017) el contenido de sulfato superó el límite referencial para uso potable de agua de la NCh 409/05 (500 mg/L). En cuanto al uso del agua en riego, el límite señalado por la NCh 1333/78 para el sulfato (250 mg/L) fue superado nuevamente por el SHAC Peumo-Pichidegua-Las Cabras (APR Cabaña Blanca primavera 2014 y primavera 2017) (Tabla 3).

Respecto al sodio porcentual<sup>13</sup>, los valores calculados señalan que en general 14 de los 15 SHAC muestreados posee sobre un 35% de sodio, es decir que superan la recomendación de la NCh 1333/78 para uso en riego. Un alto porcentaje de sodio contribuye a la desagregación del suelo, causando problemas de infiltración que pueden repercutir en el rendimiento de los cultivos

<sup>13</sup>  $Sodio\ Porcentual\ (Na\%) = 100 \cdot \frac{Na}{Na+Ca+Mn+K}$ ; Concentraciones se expresan en miliequivalentes por litro.

(Thompson & Troeh, 1988). Solamente el SHAC Chimbarongo (APR San Juan de la Sierra y APR Quicharco) no superó la recomendación para este indicador en la única campaña donde fueron muestreados (Tabla 3).

El cloruro mantuvo concentraciones bajo el límite máximo recomendado por la NCh 409/01 para uso potable (400 mg/L) y NCh 1333/78 para uso en riego (200 mg/L), y el magnesio se mantuvo valor los límites recomendados por la NCh 409/01 (125 mg/L) (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados de macroelementos del agua obtenida de la fuente de los APR en seguimiento de la región del Libertador Bernardo O'Higgins y su comparación con la NCh 409/05 y NCh 1333/78 (Cl: cloruro, SO4: sulfato; HCO3: Bicarbonato, Na: Sodio, Ca: Calcio, Mg: magnesio, %Na: sodio porcentual).

Nombre Pozo	Fecha Muestreo	Cl (mg/L)	SO4 (mg/L)	HCO3 (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	%Na
Los Romos	22/10/2014	48,20	216,00	219,0	57,4	2,6	101,0	42,0	54
	02/11/2015	83,50	186,80	155,5	53,7	3,7	89,2	38,4	54
	28/08/2016	50,60	174,60	203,7	54,1	4,4	81,7	35,3	56
	30/08/2017	48,58	177,64	206,0	51,2	3,5	78,3	34,8	56
Cabaña Blanca	22/10/2014	59,70	291,90	267,0	52,4	2,8	130,0	60,0	44
	27/10/2015	63,10	183,40	349,8	48,3	3,6	112,8	53,1	45
	29/08/2016	59,10	187,70	322,1	51,9	4,7	102,0	51,8	48
	30/10/2017	58,80	1064,93	329,1	50,1	3,8	103,8	52,2	47
Patagual 2	22/10/2014	51,20	248,30	259,0	35,1	2,0	117,0	51,8	37
	27/10/2015	65,20	194,90	246,2	33,3	2,7	107,7	48,6	38
	29/08/2016	54,60	192,50	242,8	37,8	3,5	107,0	47,9	41
	30/08/2017	54,82	208,69	253,7	35,4	3,0	99,6	48,4	40
Pataguas orilla	22/10/2014	50,00	241,00	292,0	35,4	1,7	154,0	33,8	37
	27/10/2015	55,90	171,50	278,0	32,4	2,6	133,6	28,5	38
	29/08/2016	53,10	169,30	256,2	37,4	3,2	128,0	29,2	42
	30/10/2017	51,93	191,64	266,8	33,8	2,7	124,9	29,8	40
Las Arañas	21/10/2014	60,00	97,80	110,0	18,3	2,1	64,5	16,6	40
	30/10/2015	27,40	73,80	155,4	17,9	3,3	60,6	15,8	40
	31/08/2016	25,80	71,70	107,0	17,9	3,5	52,3	13,1	44
	12/10/2017	25,04	77,10	116,2	5,0	1,1	47,5	11,8	20
San Antonio el Cuadro	21/10/2014	55,00	105,00	125,0	18,6	2,0	68,7	19,0	39
	30/10/2015	28,50	98,40	116,6	18,4	3,2	68,5	19,4	38
	31/08/2016	31,70	80,40	117,0	19,5	3,5	59,6	17,5	42
	12/10/2017	25,93	79,09	139,9	16,1	3,2	59,8	16,8	38
Cooperativa Auquinco	21/10/2014	27,80	72,60	140,0	18,7	1,7	65,4	15,8	41
	30/10/2015	25,40	78,30	168,4	20,5	3,1	68,1	17,0	41
	23/05/2016	8,13	66,08	S.I.	26,3	4,0	56,4	14,4	51
	10/11/2016	1,49	82,11	S.I.	23,7	2,9	57,5	14,5	49
	03/04/2017	24,30	27,24	S.I.	20,3	3,3	55,7	13,8	46
	15/12/2017	-	-	S.I.	20,8	3,3	58,2	14,9	45
Nenquén El Tambo La Puerta	23/10/2014	33,20	216,70	193,0	31,9	5,0	94,5	35,7	41
	03/11/2015	55,50	130,30	279,0	33,2	5,3	90,2	39,3	41
	23/05/2016	2,50	110,57	S.I.	37,4	7,0	78,3	32,4	47
	08/11/2016	0,41	134,35	S.I.	34,2	5,9	83,1	34,0	44
	03/04/2017	27,67	102,72	S.I.	-	-	81,7	32,3	S.I.

Nombre Pozo	Fecha Muestreo	Cl (mg/L)	SO4 (mg/L)	HCO3 (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	%Na
	13/12/2017	-	-	S.I.	32,0	5,9	75,7	34,7	44
El Barco	23/10/2014	30,70	185,00	241,0	31,9	6,9	88,8	29,0	43
	06/11/2015	43,90	124,20	253,8	31,1	7,6	86,1	30,7	42
	30/08/2016	34,70	120,20	219,0	34,1	7,6	76,6	28,9	46
	04/09/2017	33,69	131,33	232,6	30,0	7,2	85,9	29,6	41
La Arboleda Valle Hermoso	23/10/2014	13,00	99,40	184,0	30,2	1,5	56,6	23,3	52
	06/11/2015	18,70	74,10	233,0	30,0	2,1	55,4	24,6	51
	23/05/2016	2,50	70,84	S.I.	52,5	2,7	55,2	24,9	64
	08/11/2016	0,40	67,15	S.I.	34,6	2,3	52,2	21,9	57
	03/04/2017	13,50	62,08	S.I.	-	-	56,1	25,4	S.I.
	14/12/2017	-	-	S.I.	30,4	2,2	54,6	23,8	52
El Niche	15/10/2014	17,40	94,20	201,0	20,3	2,1	60,8	21,0	42
	28/10/2015	21,70	74,50	229,9	21,8	2,2	64,2	22,5	42
	26/05/2016	2,57	49,43	S.I.	431,1	10,0	52,1	15,6	94
	11/11/2016	0,40	44,11	S.I.	28,6	2,3	66,8	9,6	54
	04/04/2017	16,20	34,33	S.I.	-	-	-	-	S.I.
	12/12/2017	-	-	S.I.	100,4	2,3	66,4	9,6	80
Juan Nuñez Valenzuela Ltda Planta N2	15/10/2014	24,30	83,80	166,0	19,2	1,7	60,0	19,1	42
	02/11/2015	44,30	88,80	187,8	21,7	1,8	72,0	22,6	40
	26/05/2016	30,57	67,75	S.I.	24,4	9,5	58,0	19,5	44
	11/11/2016	0,48	70,00	S.I.	34,2	1,9	57,9	19,3	56
	04/04/2017	24,97	33,04	S.I.	-	-	59,5	19,3	S.I.
	12/12/2017	-	-	S.I.	20,8	2,0	62,8	19,6	43
Los Maitenes Tagua Tagua	15/10/2014	28,50	119,50	218,0	21,3	2,3	92,0	20,5	37
	28/10/2015	34,20	102,50	336,2	22,5	2,3	104,7	23,2	35
	26/05/2016	2,50	91,06	S.I.	28,0	4,1	86,7	21,1	43
	11/11/2016	0,40	104,91	S.I.	25,2	2,5	90,0	21,3	41
	04/04/2017	34,42	73,69	S.I.	-	-	89,9	21,1	S.I.
	12/12/2017	-	-	S.I.	27,3	2,4	91,6	20,6	42
Pencahue bajo	15/10/2014	54,90	149,30	262,0	32,1	1,8	115,0	24,9	41
	28/10/2015	52,80	176,00	298,0	36,0	1,8	132,1	28,6	41
	11/04/2016	62,53	116,04	S.I.	23,0	15,0	106,4	26,8	31
	11/11/2016	0,82	126,28	S.I.	39,3	2,0	111,2	25,0	47
	04/04/2017	52,98	118,85	S.I.	-	-	108,4	24,5	S.I.
	12/12/2017	-	-	S.I.	35,4	2,0	114,3	26,7	43
San Juan de la Sierra	13/09/2017	8,54	64,92	104,5	9,5	2,4	59,0	4,8	32
Quicharco	16/11/2017	10,86	74,72	103,1	5,7	1,1	55,4	5,6	23
Paredones	03/11/2015	36,00	14,90	71,2	29,2	1,0	13,6	5,3	81
	30/08/2016	35,70	13,00	79,0	35,5	1,1	11,7	6,0	84
	18/10/2017	4,94	1,95	75,9	25,4	1,1	15,6	3,3	79
La Estacada	16/10/2014	41,00	152,20	187,0	26,6	3,1	120,0	17,3	38
	05/09/2017	41,40	152,33	208,0	14,9	1,1	107,2	16,5	28
El Carmen bajo	06/11/2015	39,60	110,00	120,0	20,3	2,2	70,5	19,0	40
	31/08/2016	37,20	103,30	104,0	22,3	2,6	67,9	17,6	43
	15/09/2017	32,67	110,13	109,0	19,2	2,2	61,5	17,1	42
Idahue	14/10/2014	75,00	208,80	235,0	37,5	2,3	157,0	23,3	40
	26/10/2015	60,00	166,50	207,0	31,6	2,7	120,7	20,1	41

Nombre Pozo	Fecha Muestreo	Cl (mg/L)	SO4 (mg/L)	HCO3 (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	%Na
	11/04/2016	35,78	104,15	S.I.	33,1	3,1	93,2	18,1	47
	07/11/2016	0,48	119,87	S.I.	26,5	2,8	99,4	17,7	41
	04/04/2017	35,77	84,01	S.I.	-	-	96,7	16,8	S.I.
	12/12/2017	-	-	S.I.	14,7	2,8	101,4	17,4	28
Idahue de San Vicente	15/10/2014	32,50	143,10	186,0	68,6	2,4	38,6	15,2	78
	28/10/2015	18,80	75,20	255,8	68,1	2,2	40,0	15,6	77
	26/05/2016	2,50	6,38	S.I.	67,4	3,4	35,7	14,4	78
	11/11/2016	0,40	1,10	S.I.	73,8	2,6	36,7	14,6	80
	04/04/2017	2,16	8,47	S.I.	-	-	34,6	13,6	S.I.
	15/12/2017	-	-	S.I.	60,4	2,3	38,1	14,4	76
Rigolemú cuenca los Maquis	14/09/2017	0,92	11,56	100,3	8,5	0,2	20,6	3,5	53
La Lajuela-Panama-Los Maitenes-La Zona	11/10/2017	15,18	56,62	177,7	23,4	0,6	52,2	16,3	51
Hacienda Lolol	18/10/2017	2,13	3,74	178,9	20,5	0,9	42,3	11,3	54
Ranguil	13/10/2017	23,95	23,24	215,4	10,8	0,4	27,1	18,1	40
El Membrillo Los Trichahues	13/10/2017	7,51	4,65	241,9	16,2	1,1	15,6	2,4	72
Cutemu La Quebrada	18/10/2017	1,83	0,52	67,1	14,0	0,7	9,9	1,2	79

**Negríta:** Supera valores límites de NCh 409/2005 para uso potable del agua.

**Negríta:** Supera valores límite de NCh 1333/1978 para uso en riego.

**Negríta:** Supera el valor límite de la NCh 409/2005 para uso potable del agua y la NCh 1333/1978 para uso de agua en riego.

S.I.: Sin información.

-: No se realizó el análisis. Ver especificación en informe de ensayo (Anexo Informes de ensayo Laboratorio DGA).

### 4.3. Nutrientes

El nitrato es un compuesto muy soluble, por tanto puede trasladarse grandes distancias (a nivel superficial y a nivel subterráneo) cuando se encuentra disuelto (Wetzel, 2001). Esto representa un problema cuando se quiere contener una contaminación por nitrato, pues el principal aporte de nitratos al medio ambiente es en la utilización de fertilizantes y en los desechos de actividades ganaderas que representan fuentes difusas de contaminación (Wetzel, 2001).

De forma general se observa que las concentraciones de nitrato entre SHAC varían considerablemente, concentrándose los valores más altos en los SHAC Graneros-Rancagua, Peumo-Pichidegua-Las Cabras, Requinoa-Rosario-Rengo-Quinta Tilcoco y Tinguiririca Superior. En detalle se observa que las distintas fuentes APR analizadas presentan valores similares entre las campañas, sin embargo se detecta un leve aumento en las fuentes APR Patagual 2 del SHAC Peumo-Pichidegua-Las Cabras, El Barco del SHAC Tinguiririca Inferior, y El Carmen bajo del SHAC Graneros-Rancagua. Se aprecia además que los SHAC Estero Lolol (APR Hacienda Lolol), Estero Paredones (APR Paredpnes), Estero Quilahue (APR El Membrillo Los Trichahues), Estero San Pedro (APR Cutemu La Quebrada), Laguna San Vicente (APR Idahue de San Vicente), Pelequén-Malloa-Sn Vicente-Rengo-Quinta Tilcoco (APR El Niche, Juan Nuñez Valenzuela Ltda. Planta N2, Los Maitenes

de Tagua Tagua y Pencahue bajo), y San Fernando (APR Rigolemu cuenca Los Maquis) registran menores concentraciones de nitrato respecto a los demás SHAC (Figura 3).

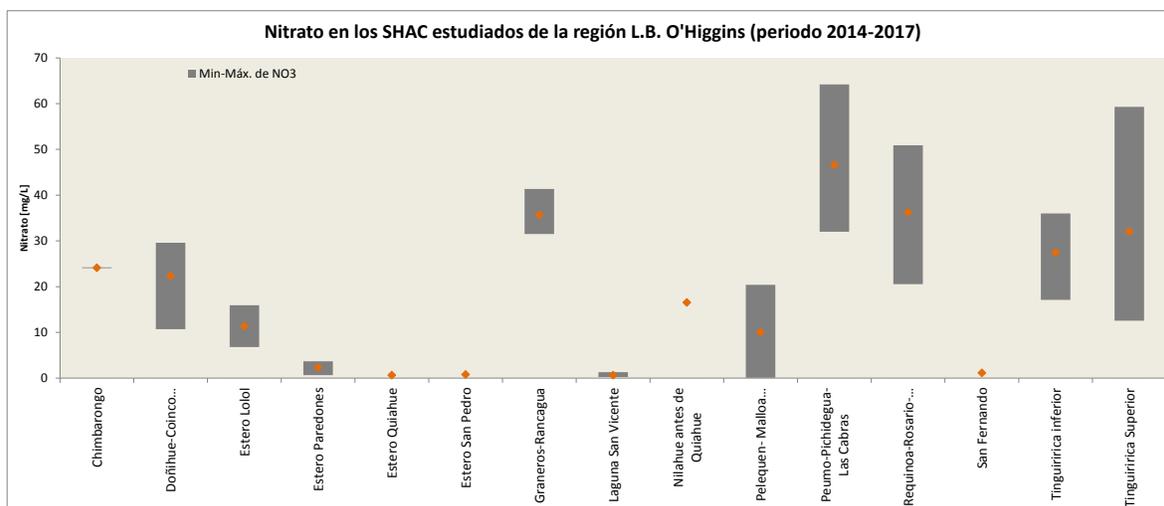


Figura 3. Resumen de la información de Nitrato (NO<sub>3</sub>), se observa concentración mínima, máxima y promedio de nitrato (NO<sub>3</sub>) por SHAC durante el periodo de muestreo abarcado (2014-2017).

Las concentraciones de nitrato observadas indican que 4 de los 15 SHAC estudiado existen calidades compuestas, a mencionar: Peumo-Pichidegua-Las Cabras, Tinguiririca Superior, Tinguiririca Inferior y Requinoa-Rosario-Rengo-Quinta Tilcoco (Tabla 4).

La NCh 409/2005 establece como límite máximo para el nitrato una concentración de 50 mg/L, sin embargo para identificar cambios en aguas subterráneas atribuibles a una contaminación difusa se consideraron concentraciones de nitrato mayor a 30 mg/L. Para efectos de comparación de las calidades respecto al nitrato se subdividieron en tres categorías: 1. Un agua cuyo uso no presenta riesgo para la salud humana (<30 mg/L), 2. Un agua donde existe una alerta para el uso potable y su efecto en la salud (entre 30 y 49 mg/L), y 3. Un agua donde se ha comprometido el uso potable, pudiendo afectar la salud (≥ 50 mg/L).

En el SHAC Peumo-Pichidegua-Las Cabras se observa que la mayoría de las fuentes APR poseen una calidad 2 entre las campañas 2014 y 2017, y se identifica además que la fuente APR Los Romos presenta una calidad 3 entre 2014 y 2016. El SHAC Tinguiririca Superior presenta una mezcla de tres calidades descritas anteriormente; calidad 1 en los APR Las Arañas entre 2015 y 2017, Cooperativa Auquinco en otoño 2016 y Nenquén-El Tambo-La Puerta entre 2014 y 2017; una calidad 2 en las fuentes APR San Antonio el cuadro 2014, 2016 y 2017, Las Arañas en 2014, y Cooperativa Auquinco en 2014; y una calidad 3 en las fuentes APR San Antonio el Cuadro 2016 y Cooperativa Auquinco 2015. El SHAC Tinguiririca Inferior presenta una calidad 1 en la fuente APR La Arboleda Valle Hermoso (2014, 2015 y 2016), y una calidad 2 en la fuente APR El Barco (2014-2017). El SHAC Requinoa-Rosario-Rengo-Quinta Tilcoco cuya única fuente analizada el 2017 fue el APR La Estacada, se observó una calidad 3 en 2014, y una calidad 1 en 2017.

Al comparar el nivel dinámico del agua respecto a las concentraciones de los distintos nutrientes entre 2014 y 2017 no se observa una relación clara para este compuesto, encontrándose las mayores concentraciones distribuidas en distintas profundidades del agua desde la superficie del terreno (Tabla 4). No obstante lo descrito, también se debe contemplar la posibilidad de que los valores registrados puedan estar asociados a otros factores adicionales al nivel del agua, como por ejemplo el uso del suelo, la distancia al punto de aplicación de fertilizantes más cercano, distancia al cuerpo de agua más cercano que facilite el aporte de este compuesto, geografía del terreno, vulnerabilidad del acuífero (que tan poroso es), entre otros factores.

El amonio es un compuesto soluble, cuya fuente principal es la descomposición de los residuos orgánicos urbanos e industriales (Antich, Canals, Soler, Darbishyre, & Spiro, 2000); (Otero, Tolosana-Delgado, Soler, Pawlowsky-Glahn, & Canals, 2005); (Soler, Canals, Goldstein, Otero, Antich, & Spangernber, 2002). Las concentraciones de amonio registradas no presentan diferencias notables entre las campañas de monitoreo 2014 al 2017, esto podría estar asociado al cambio del límite de detección entre 2016 y 2017<sup>14</sup> el cual impediría ver una diferenciación de concentraciones entre los pozos, no obstante lo mencionado las concentraciones se consideran bajas en la mayoría de los SHAC al encontrarse bajo el límite de detección. Sin perjuicio de lo anterior, el SHAC Chimbarongo (APR Quicharco) registró una concentración de 0,26 mg/L en 2017 (>10 veces superior al límite de detección), y el SHAC Estero Quiahue (APR El Membrillo Los Trichahues) registró una concentración de 0,15 mg/L<sup>15</sup> (8 veces mayor al límite de detección), indicando presencia del compuesto en el agua.

Respecto al ortofosfato, cuyas fuentes pueden ser aportes de materia orgánica del suelo, fertilizantes u otras sustancias de origen industrial, los diferentes SHAC analizados han presentado en su mayoría concentraciones similares, en su mayoría bajo el límite de detección. Se destaca el SHAC Estero Quiahue (APR El Membrillo en los Trichahues) que registró la concentración más alta del año 2017 respecto a los SHAC restantes alcanzando 0,32 mg/L, un valor 5 veces superior al límite de detección.

En cuanto al ortofosfato y amonio, no se observó una agrupación particular de las concentraciones con la distancia del agua a la superficie (Tabla 4).

**Tabla 4.** Resultados de nutrientes (NO3: nitrato, NH4: amonio y PO4: ortofosfato) e información sobre el nivel estático (NE) y dinámico (ND) del agua obtenidos de los APR en seguimiento región del Libertador Bernardo O'Higgins.

Nombre Pozo	Fecha Muestreo	NO3 (mg/L)	NH4 (mg/L)	PO4 (mg/L)	NE (m)	ND (m)	Prof.Pozo (m)
Los Romos	22/10/2014	54,60	<0,01	0,4	2,290	S.I.	37
	02/11/2015	64,20	0,01	0,1	2,25	3,68	37

<sup>14</sup> El cambio en el límite de detección se refiere exclusivamente al laboratorio externo y se debe a que la licitación para los análisis del año 2017 se la adjudicó un laboratorio diferente al del año 2016, el cual al menos en amonio presentaba un límite de detección ligeramente superior al de los análisis del año 2016.

<sup>15</sup> El valor que señala la NCh 409/05 corresponde al amoniaco, cuya fórmula química es NH3. Si bien el compuesto analizado en este estudio es el amonio, cuya fórmula química posee un hidrógeno adicional (NH4<sup>+</sup>), para efectos de comparación se puede asumir que ambas moléculas son equivalentes.

Nombre Pozo	Fecha Muestreo	NO3 (mg/L)	NH4 (mg/L)	PO4 (mg/L)	NE (m)	ND (m)	Prof.Pozo (m)
	28/08/2016	51,70	<0,01	0,3	3,08	3,08	40
	30/08/2017	48,23	<0,02	<0,1	2,56	S.I.	40
Cabaña Blanca	22/10/2014	45,80	<0,01	0,1	7,10	8,8	35
	27/10/2015	42,50	0,02	0,1	7,2	8,4	35
	29/08/2016	43,70	<0,01	0,2	6,90	8,28	36
	30/10/2017	42,30	< 0,02	0,15	6,89	8,11	36
Patagual 2	22/10/2014	43,40	<0,01	0,1	3	6	36
	27/10/2015	41,00	0,02	0,1	1,79	5,8	36
	29/08/2016	45,90	<0,01	0,2	2,23	6,65	36
	30/08/2017	49,45	< 0,02	0,29	2,26	6,37	36
Pataguas orilla	22/10/2014	49,00	<0,01	0,1	4,54	S.I.	30
	27/10/2015	32,00	0,02	0,1	4,8	5,8	30
	29/08/2016	45,90	<0,01	0,1	5,15	6,16	28
	30/10/2017	45,88	< 0,02	0,06	5,12	5,94	28
Las Arañas	21/10/2014	34,50	<0,01	0,1	1,97	S.I.	40
	30/10/2015	26,10	0,01	0,1	1,75	7,5	40
	31/08/2016	21,30	0,02	0,2	2,12	8	40
	12/10/2017	22,61	<0,02	<0,06	2,57	8,11	40
San Antonio el Cuadro	21/10/2014	44,30	<0,01	0,1	13,45	S.I.	40
	30/10/2015	59,30	0,02	0,1	1,79	12,79	40
	31/08/2016	45,10	0,01	<0,10	13,41	1,91	40
	12/10/2017	38,33	< 0,02	<0,06	1,94	4,0	60
Cooperativa Auquinco	21/10/2014	39,20	<0,01	<0,10	3,5	3,8	50
	30/10/2015	51,30	0,02	0,1	4,21	2,7	50
	23/05/2016	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	10/11/2016*	26,07	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	03/04/2017	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	15/12/2017	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
Nenquén El Tambo La Puerta	23/10/2014	13,60	<0,01	<0,10	3,91	6,12	60
	03/11/2015	14,50	0,01	0,1	5,12	6,23	60
	23/05/2016	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	08/11/2016	12,57	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	03/04/2017	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	13/12/2017	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
El Barco	23/10/2014	30,00	<0,01	0,3	2,0	5,17	80
	06/11/2015	33,50	0,01	0,1	1,85	5,05	40
	30/08/2016	33,90	<0,01	0,2	1,84	4,85	40
	04/09/2017	35,99	<0,02	<0,06	S.I.	S.I.	40
La Arboleda Valle Hermoso	23/10/2014	20,40	<0,01	0,49	3,02	4,74	60
	06/11/2015	21,20	0,01	0,1	3,02	5,13	S.I.
	23/05/2016	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	08/11/2016*	17,10	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	03/04/2017	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	14/12/2017	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
El Niche	15/10/2014	10,10	<0,01	<0,10	7,3	S.I.	12
	28/10/2015	14,40	0,01	0,1	6,78	6,79	14
	26/05/2016	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	11/11/2016*	10,32	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.

Nombre Pozo	Fecha Muestreo	NO3 (mg/L)	NH4 (mg/L)	PO4 (mg/L)	NE (m)	ND (m)	Prof.Pozo (m)
	04/04/2017	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	12/12/2017	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
Juan Nuñez Valenzuela Ltda Planta N2	15/10/2014	2,00	<0,01	<0,10	2,8	4,9	40
	02/11/2015	6,60	0,01	0,1	3,03	5,46	40
	26/05/2016	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	11/11/2016*	3,50	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	04/04/2017	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	12/12/2017	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
Los Maitenes Tagua Tagua	15/10/2014	9,90	<0,01	<0,10	3,6	5	54
	28/10/2015	0,10	0,01	0,1	3,48	4,4	54
	26/05/2016	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	11/11/2016*	7,46	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	04/04/2017	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	12/12/2017	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
Pencahue bajo	15/10/2014	20,40	<0,01	<0,10	4,0	5,7	30
	28/10/2015	18,90	0,01	0,1	3,9	5,12	30
	11/04/2016	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	11/11/2016*	16,35	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	04/04/2017	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	12/12/2017	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
San Juan de la Sierra	13/09/2017	24,20	< 0,02	<0,06	37,11	38,25	86
Quicharco	16/11/2017	24,03	0,26	<0,06	S.I.	S.I.	100
Paredones	03/11/2015	0,66	0,01	0,1	0	0	12
	30/08/2016	2,57	0,02	0,1	4	4	11
	18/10/2017	3,69	<0,02	<0,06	3,14	3,54	11
La Estacada	16/10/2014	26,40	<0,01	<0,10	1,9	2,6	S.I.
	05/09/2017	20,55	<0,02	<0,06	1,68	2,7	30
El Carmen bajo	06/11/2015	31,50	0,01	0,1	31	31,5	110
	31/08/2016	34,10	<0,01	0,2	26,15	26,82	110
	15/09/2017	41,35	<0,02	<0,06	29,08	29,7	110
Idahue	14/10/2014	29,60	<0,01	<0,10	1,9	S.I.	30
	26/10/2015	26,70	0,02	0,1	2,2	6,7	30
	11/04/2016	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	07/11/2016*	10,70	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	04/04/2017	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	12/12/2017	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
Idahue de San Vicente	15/10/2014	1,30	<0,01	0,90	SURGENTE	11,50	62
	28/10/2015	0,23	0,03	0,1	0,04	15,85	62
	26/05/2016	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	11/11/2016*	0,43	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	04/04/2017	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	15/12/2017	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
Rigolemu cuenca los Maquis	14/09/2017	1,15	<0,02	<0,06	4,60	4,64	21
La Lajueta-Panama-Los Maitenes-La Zona	11/10/2017	15,92	<0,02	0,09	3,35	4,6	60
Hacienda Lolol	18/10/2017	6,80	<0,02	<0,06	6,03	9,86	56
Ranguil	13/10/2017	16,54	<0,02	0,06	4,33	7,26	70

Nombre Pozo	Fecha Muestreo	NO3 (mg/L)	NH4 (mg/L)	PO4 (mg/L)	NE (m)	ND (m)	Prof.Pozo (m)
El Membrillo Los Tricahues	13/10/2017	0,64	0,15	0,32	8,25	8,39	14
Cutemu La Quebrada	18/10/2017	0,78	<0,02	<0,06	2,23	2,54	12

Se encuentra en el límite de alerta de concentración de nitrato en agua potable (30 - 49 mg/L).

Supera el valor límite de nitrato de NCh 409/2005 para uso potable del agua (50 mg/L).

S.I.: Sin información

\*Los análisis de nitrato de estas campañas corresponden a NO3+NO2.

#### 4.4. Microelementos

Los microelementos o elementos minoritarios son requeridos en menor cantidad por los seres vivos. Entre estos se encuentran los elementos traza, metales y metaloides que usualmente se encuentran en el medioambiente en pequeñas cantidades (Hem, 1992).

Los elementos aluminio, plata, cadmio, cobalto, mercurio, molibdeno y níquel registraron valores bajo el límite de detección en todas las fuentes de APR monitoreadas (Anexo Tabla 13), por tanto se excluyen del análisis.

Respecto de los elementos que registraron al menos un valor sobre el límite de detección, a mencionar: arsénico, cobre, hierro, manganeso, plomo, selenio y zinc, no se aprecia de forma general un aumento (o disminución) en los valores registrados entre el 2014 y 2017 (Tabla 5).

Al comparar con la NCh 409/05 para uso potable, se observa que respecto al arsénico el SHAC Tinguiririca Inferior (APR Arboleda Valle Hermoso primavera 2014 y otoño 2017) y el SHAC Laguna de San Vicente (APR Idahue de San Vicente primavera 2014, primavera 2015, otoño 2016, y otoño y primavera 2017) presentaron valores que superan la recomendación (0,01 mg/L) (Tabla 5) **Error! La autoreferencia al marcador no es válida.** Los resultados de las campañas desarrolladas el año 2017 sobre las fuentes antes mencionadas son consistentes con los encontrados en el estudio de “Diagnóstico de calidad de aguas subterráneas de la región del Lib. Bernardo O’Higgins” (2016), donde se estableció que por encontrarse las fuentes en una zona conocida por su alto contenido orgánico denominada como *Laguna de Taguatagua*, se podría explicar una condición natural de mayor concentración de arsénico en el agua en comparación con otros pozos de igual profundidad muestreados en otros sectores acuíferos de la región.

Respecto al hierro, es posible comentar que 5 SHAC superaron la concentración de referencia (0,3 mg/L) en al menos una oportunidad, a mencionar: Tinguiririca Superior (APR Las Arañas primavera 2015, APR Nenuén-El Tambo-La Puerta en primavera 2015, y en otoño y primavera de 2017), Pelequén-Malloa-San Vicente de Tagua Tagua (APR Juan Nuñez Valenzuela Ltda. Planta N°2 en primavera 2014 y primavera 2017 primavera), Estero Paredones (APR Paredones en 2015 y 2017), Laguna San Vicente (APR Idahue de San Vicente en primavera 2015, otoño y primavera 2016), Nilahue antes de Quiahue (APR Ranguil en primavera 2017) y Estero San Pedro (APR Cutemu La Quebrada en primavera 2017) (Tabla 5).

Respecto al manganeso los SHAC que superaron los límites sugeridos por la NCh 409/05 (0,1 mg/L) fueron: Tinguiririca Superior (APR Nenuén-El Tambo-La Puerta entre 2014 a 2017), Pelequén-

Malloa-San Vicente de Tagua Tagua (APR El Niche primavera 2014 y primavera 2015, y desde 2014 al 2017 los APR Juan Nuñez Valenzuela Ltda. Planta N°2, APR Los Maitenes de Tauga Tagua y APR Pencahue Bajo), Doñihue-Coinco-Coltauco (APR Idahue primavera 2014 a primavera 2017), Laguna San Vicente (APR Idahue de San Vicente 2014 a 2017) y Estero San Pedro (APR Cutemu La Quebrada primavera 2017) (Tabla 5).

Respecto al zinc, solamente el SHAC Tinguiririca Superior (APR Cooperativa Auquinco primavera 2015, otoño y primavera 2016) superó los valores recomendados (Tabla 5).

Los demás parámetros mencionados en la NCh 409/05 analizados en este documento (cobre, plomo y selenio) no superaron los límites sugeridos en ningún SHAC (Tabla 5).

Respecto a la NCh 1333/78, particularmente para su uso en riego, el SHAC Estero San Pedro (APR Cutemu La Quebrada 2017), superó el valor sugerido para hierro total (5 mg/L).

Respecto al manganeso se observa que 5 SHAC superaron la concentración sugerida (0,2 mg/L), a mencionar: Tinguiririca Superior (APR Nenquén-El Tambo-La Puerta desde 2014 a 2017), Pelequén-Malloa-San Vicente de Tagua Tagua (APR El Niche 2014 y 2015, y desde 2014 al 2017 los APR Juan Nuñez Valenzuela Ltda. Planta N°2, APR Los Maitenes de Tauga Tagua y APR Pencahue Bajo), Doñihue-Coinco-Coltauco (APR Idahue 2014 a 2015), Laguna San Vicente (APR Idahue de San Vicente 2014 a 2017) y Estero San Pedro (APR Cutemu La Quebrada 2017) (Tabla 5).

Respecto al zinc el SHAC Tinguiririca Superior (APR Cooperativa Auquinco 2014, 2016 otoño y primavera) (Tabla 5).

El cobre presentó un valor sobre la recomendación para uso en riego en el SHAC Tinguiririca Superior (APR San Antonio El Cuadro 2016) y en el SHAC Doñihue-Coinco-Coltauco APR Idahue 2016 primavera) (Tabla 5).

Las fuentes APR que cumplen tanto la NCh 409/05 como la NCh 1333/78 respecto a su contenido en metales y metaloides, y que por tanto tienen una mejor calidad para estos usos son las fuentes APR Los Romos, Cabaña Blanca, Patagual 2, Pataguas Orilla, Las Arañas, El Barco, San Juan de la Sierra, Quicharco, La Estacada, El Carmen Bajo, Rigolemú cuenca Los Maquis, La Lajuela-Panama-Los Maitenes-La Zona, Hacienda Lolol y El Membrillo Los Trichahues (Tabla 5).

La descripción de los parámetros de terreno de las muestras de agua analizadas (Tabla 2) indicaron que en general estas registraron un potencial de reducción positivo indicando un ambiente que favorece las reacciones de oxidación. Al combinar esta información con el valor de pH registrado, que indicó estar en rangos principalmente neutros (pH 6,5 -7,8 unidades), se observa que el agua tiene características de haber tenido contacto con la atmósfera, es decir con oxígeno (Postma & Apello, 2013). Al sumar al análisis la presencia de metales y metaloides, las condiciones anteriores indicarían que el hierro se encontraría inmovilizado como un hidróxido (formando parte de un sólido o precipitado) o no biodisponible, al igual que el manganeso sólo que éste último formaría parte de un óxido (Mason, 2013). Una situación similar se presenta en el arsénico, donde si bien podría encontrarse soluble en agua como un compuesto oxidado, la forma presente sería aquella

menos lábil y biotóxica (Mason, 2013); (Postma & Apello, 2013). Sin perjuicio de este análisis interpretativo, para conocer la proporción de cada especie que pueden formar los elementos analizados se requiere de un análisis detallado de los equilibrios químicos de las muestras, alcance no considerado en este documento.

**Tabla 5.** Resultados de microelementos en el agua obtenida de la fuente de los APR en seguimiento de la región del Libertador Bernardo O'Higgins (As: Arsénico, Cu: Cobre, Fe: Hierro, Mn: Manganeso, Pb: Plomo y Zn: Zinc.).

Nombre Pozo	Fecha Muestreo	As (mg/L)	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Pb (mg/L)	Zn (mg/L)
Los Romos	22/10/2014	0,003	<0,02	<0,02	<0,02	<0,07	<0,01
	02/11/2015	0,008	<0,02	0,05	<0,02	<0,07	<0,01
	28/08/2016	0,002	<0,01	0,09	<0,01	0,03	-
	30/08/2017	-	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01
Cabaña Blanca	22/10/2014	0,005	<0,02	0,02	<0,02	<0,07	<0,01
	27/10/2015	0,003	<0,02	<0,02	<0,02	<0,07	<0,01
	29/08/2016	0,003	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	-
	30/10/2017	-	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01
Patagual 2	22/10/2014	0,004	<0,02	0,06	<0,02	<0,07	0,02
	27/10/2015	0,004	0,04	0,02	<0,02	<0,07	0,03
	29/08/2016	0,002	<0,01	<0,02	0,05	0,03	-
	30/08/2017	-	<0,01	<0,02	0,03	<0,02	<0,01
Pataguas orilla	22/10/2014	0,002	<0,02	<0,02	<0,02	<0,07	<0,01
	27/10/2015	0,002	<0,02	<0,02	<0,02	<0,07	<0,01
	29/08/2016	<0,001	<0,01	0,03	<0,01	0,03	-
	30/10/2017	-	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01
Las Arañas	21/10/2014	0,001	<0,02	0,03	<0,02	<0,07	<0,01
	30/10/2015	0,002	0,02	<b>0,81</b>	<0,02	<0,07	0,05
	31/08/2016	<0,001	<0,01	0,16	<0,01	<0,02	-
	12/10/2017	0,001	<0,01	0,08	<0,01	<0,02	<0,01
San Antonio el Cuadro	21/10/2014	0,001	<0,02	<0,02	<0,02	<0,07	<0,01
	30/10/2015	0,002	<0,02	0,02	<0,02	<0,07	<0,01
	31/08/2016	<0,001	<b>0,22</b>	<0,02	<0,01	0,02	-
	12/10/2017	0,001	<0,01	0,02	<0,01	<0,02	0,03
Cooperativa Auquinco	21/10/2014	<0,001	<0,02	0,04	<0,02	<0,07	<b>7,55</b>
	30/10/2015	0,002	0,188	0,03	<0,02	<0,07	0,05
	23/05/2016	<0,001	0,02	0,19	0,03	-	<b>9,11</b>
	10/11/2016	-	0,01	0,05	<0,01	<0,02	<b>7,60</b>
	03/04/2017	<0,001	<0,01	0,02	<0,01	<0,02	<0,01
	15/12/2017	<0,001	<0,01	0,03	<0,01	<0,02	<0,01
Nenquén El Tambo La Puerta	23/10/2014	0,008	<0,02	0,29	<b>0,52</b>	<0,07	0,12
	03/11/2015	0,006	<0,02	<b>0,75</b>	<b>0,57</b>	<0,07	0,02
	23/05/2016	0,004	<0,02	0,20	<b>0,35</b>	-	0,04
	08/11/2016	-	<0,01	0,05	<b>0,45</b>	<0,02	<0,01
	03/04/2017	<0,001	<0,01	<b>2,37</b>	<b>0,34</b>	<0,02	0,07
	13/12/2017	<0,001	<0,01	<b>1,65</b>	<b>0,38</b>	<0,02	<0,01
El Barco	23/10/2014	0,007	<0,02	<0,02	<0,02	<0,07	<0,01
	06/11/2015	0,004	<0,02	<0,02	<0,02	<0,07	<0,01
	30/08/2016	0,005	<0,01	<0,02	<0,01	0,02	-
	04/09/2017	-	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	0,06

Nombre Pozo	Fecha Muestreo	As (mg/L)	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Pb (mg/L)	Zn (mg/L)
La Arboleda Valle Hermoso	23/10/2014	<b>0,013</b>	<0,02	<0,02	0,05	<0,07	<0,01
	06/11/2015	0,007	0,030	0,04	0,06	<0,07	0,12
	23/05/2016	0,010	<0,02	0,09	0,06	-	0,03
	08/11/2016	-	<0,01	0,04	0,05	<0,02	0,06
	03/04/2017	<b>0,011</b>	<0,01	0,11	0,02	<0,02	0,10
	14/12/2017	<0,001	0,01	0,03	0,05	<0,02	0,05
El Niche	15/10/2014	0,001	<0,02	<0,02	<b>0,62</b>	<0,07	0,02
	28/10/2015	0,004	<0,02	<0,02	<b>0,65</b>	<0,07	<0,01
	26/05/2016	0,002	<0,02	0,03	0,04	-	0,02
	11/11/2016	-	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	0,02
	04/04/2017	0,004	<0,01	0,04	<0,01	0,02	0,22
	12/12/2017	0,003	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01
Juan Nuñez Valenzuela Ltda Planta N2	15/10/2014	<0,001	<0,02	<b>0,34</b>	<b>0,55</b>	<0,07	0,02
	02/11/2015	0,003	<0,02	0,20	<b>0,52</b>	<0,07	0,01
	26/05/2016	<0,001	<0,02	0,14	<b>0,60</b>	-	0,03
	11/11/2016	-	<0,01	0,15	<b>0,69</b>	<0,02	<0,01
	04/04/2017	0,001	<0,01	0,06	<b>0,62</b>	<0,02	0,07
	12/12/2017	<0,001	0,18	<b>0,31</b>	<b>0,56</b>	<0,02	0,07
Los Maitenes Tagua Tagua	15/10/2014	<0,001	<0,02	<0,02	<b>0,41</b>	<0,07	0,02
	28/10/2015	0,003	0,036	0,10	<b>0,42</b>	<0,07	0,02
	26/05/2016	0,001	<0,02	0,15	<b>0,45</b>	-	0,02
	11/11/2016	-	<0,01	0,16	<b>0,48</b>	<0,02	0,07
	04/04/2017	0,002	<0,01	0,17	<b>0,45</b>	<0,02	0,01
	12/12/2017	<0,001	<0,01	0,13	<b>0,40</b>	<0,02	<0,01
Pencahue bajo	15/10/2014	<0,001	<0,02	<0,02	<b>0,28</b>	<0,07	0,07
	28/10/2015	0,003	<0,02	0,04	<b>0,31</b>	<0,07	<0,01
	11/04/2016	0,002	<0,02	0,11	<b>0,24</b>	<0,07	0,02
	11/11/2016	-	<0,01	0,02	<b>0,25</b>	<0,02	<0,01
	04/04/2017	0,002	<0,01	0,02	<b>0,29</b>	<0,02	<0,01
	12/12/2017	<0,001	<0,01	0,03	<b>0,34</b>	<0,02	<0,01
San Juan de la Sierra	13/09/2017	-	<0,01	0,05	<0,01	<0,02	0,06
Quicharco	16/11/2017	0,002	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01
Paredones	03/11/2015	0,003	<0,02	<b>1,29</b>	<0,02	<0,07	<0,01
	30/08/2016	<0,001	<0,01	0,19	<0,03	0,02	-
	18/10/2017	<0,001	<0,01	<b>0,74</b>	<0,01	<0,02	0,01
La Estacada	16/10/2014	<0,001	<0,02	<0,02	<0,02	<0,07	0,01
	05/09/2017	-	0,05	<0,02	<0,01	<0,02	0,01
El Carmen bajo	06/11/2015	<0,001	<0,02	0,03	<0,02	<0,07	<0,01
	31/08/2016	<0,001	<0,01	0,04	<0,01	<0,02	-
	15/09/2017	-	0,01	<0,02	<0,01	<0,02	0,02
Idahue	14/10/2014	<0,001	<0,02	0,06	<b>0,61</b>	<0,07	0,02
	26/10/2015	0,002	<0,02	0,03	<b>0,33</b>	<0,07	0,03
	11/04/2016	0,001	0,02	0,06	<b>0,10</b>	0,07	0,02
	07/11/2016	-	<b>0,22</b>	0,02	<b>0,16</b>	0,02	0,01
	04/04/2017	0,001	<0,01	0,04	<b>0,14</b>	<0,02	<0,01
	12/12/2017	0,001	<0,01	0,04	<b>0,14</b>	<0,02	<0,01
Idahue de San Vicente	15/10/2014	<b>0,034</b>	<0,02	0,29	<b>0,52</b>	<0,07	<0,01
	28/10/2015	<b>0,038</b>	<0,02	<b>0,32</b>	<b>0,51</b>	<0,07	0,13

Nombre Pozo	Fecha Muestreo	As (mg/L)	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Pb (mg/L)	Zn (mg/L)
	26/05/2016	<b>0,024</b>	<0,02	<b>0,65</b>	<b>0,52</b>	-	0,61
	11/11/2016	-	<0,01	<b>0,30</b>	<b>0,53</b>	<0,02	<0,01
	04/04/2017	<b>0,032</b>	<0,01	0,24	<b>0,54</b>	<0,02	<0,01
	15/12/2017	<b>0,029</b>	<0,01	0,20	<b>0,49</b>	<0,02	<0,01
Rigolemú cuenca los Maquis	14/09/2017	-	0,01	<0,02	<0,01	<0,02	0,12
La Lajuela-Panama-Los Maitenes-La Zona	11/10/2017	<0,001	<0,01	0,18	<0,01	<0,02	0,02
Hacienda Lolol	18/10/2017	<0,001	<0,01	0,03	<0,01	<0,02	<0,01
Ranguil	13/10/2017	0,001	0,01	<b>0,34</b>	<0,01	<0,02	0,03
El Membrillo Los Trichahues	13/10/2017	0,001	<0,01	0,07	<0,01	<0,02	0,05
Cutemu La Quebrada	18/10/2017	0,003	<0,01	<b>6,17</b>	<b>0,97</b>	0,03	0,01

**Negrita:** Supera valores límites de NCh 409/2005 para uso potable del agua.

**■**: Supera valores límite de NCh 1333/1978 para uso en riego.

**Negrita:** Supera el valor límite de la NCh 409/2005 para uso potable del agua y la NCh 1333/1978 para uso de agua en riego.

-: No se realizó el análisis. Ver especificación en informes de ensayo (Anexo Informes de ensayo Laboratorio DGA).

## 5. Índice de calidad

A continuación se presentan la evolución de la calidad del agua de los APR en seguimiento a través del Índice General de Calidad. Este Índice fue desarrollado en el estudio “Diagnóstico de la Calidad de las Aguas Subterráneas de la Región Lib. Bernardo O’Higgins” (DGA 2016), encontrando a continuación el detalle de su cálculo.

### 5.1. Índice de calidad individual por parámetro

El índice de calidad de un pozo, se obtiene mediante la interpolación lineal entre las condiciones límites de cinco clases de calidad (C1, C2, C3, C4 y C5) y los valores de corte (VC1, VC2, VC3, VC4 y VC5), tal como se muestra en la Figura 4 y en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Relación entre clases de calidad y valores de corte para el índice de calidad.

Índice de calidad (IC)		Valor de corte (VC)	
<b>C1</b>	Excepcional	VC1	Según Indicaciones de OMS respecto a la calidad de agua de uso humano.
<b>C2</b>	Buena	VC2	Norma Chilena con respecto a calidad de aguas de uso potable.
<b>C3</b>	Regular	VC3	Norma para actividad agrícola, y norma chilena de riego.
<b>C4</b>	Insuficiente	VC4	Puede ser tratada para alcanzar la calidad de agua potable definida por la norma establecida.
<b>C5</b>	Intratable	VC5	Aguas que no se pueden tratar. De ser posibles serían mediante procesos muy costosos o complejos.

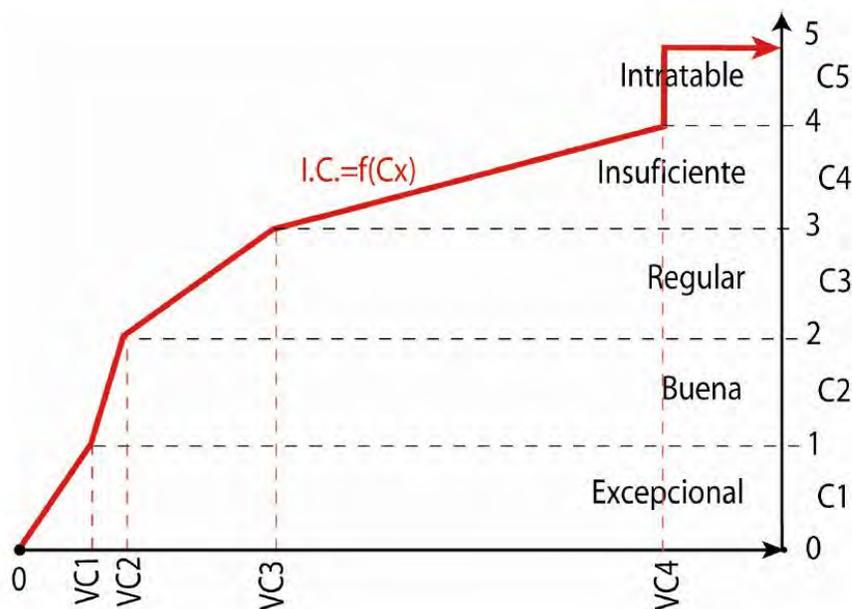


Figura 4. Cálculo de índice de calidad mediante interpolación lineal entre clases<sup>16</sup>.

En el caso de este estudio, los valores de cada clase dependen de los valores de corte mostrados en la Tabla 7 para cada componente químico.

Tabla 7. Definición de clases de calidad de agua para cada parámetro. (SDT: Sólidos disueltos totales)

N°	CLASE	Cloruro (mg/L)	Sulfato (mg/L)	Calcio (mg/L)	Sodio (mg/L)	Magnesio (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Arsénico (mg/L)
1	Excepcional	250	250	100	200	100	10	0,01
2	Buena	400	500	200	200	125	50	0,01
3	Regular	1064	961	401	920	250	133	0,10 <sup>17</sup>
4	Insuficiente	1600	10000	4000	6000	2500	200	4,00
5	Intratable	> 1600	> 10000	> 4000	> 6000	> 2500	> 200	> 4,00

## 5.2. Cálculo e interpretación del Índice de calidad general

Una vez que se dispone el Índice de calidad (IC) individual de cada parámetro es posible obtener el IC general de la fuente de APR. Se definió que los criterios para definir el IC general dependieran principalmente de los elementos químicos que, de acuerdo a la norma chilena de agua potable

<sup>16</sup> Para más detalle se recomienda revisar el Diagnóstico y clasificación de sectores acuíferos (Dirección General de Aguas, 2009)

<sup>17</sup> El valor de corte 0,10 mg/L de la NCh 1333/78 reemplazó al valor originalmente utilizado en la confección del indicador (2,0 mg/L, FAO) por considerar la norma chilena como más representativa (Dirección General de Aguas, 2009).

vigente (Instituto Nacional de Normalización), afecten a la salud humana y busquen reflejar que la calidad del acuífero esté definida por el parámetro de peor calidad. Los criterios se presentan en la Tabla 8 y se aplican para cada celda del SHAC de acuerdo a la interpolación generada.

**Tabla 8.** Criterios para establecer el IC general.

Condición IC individual	Resultado IC general	Expresión
Si existe un parámetro con IC Intratable	IC general es Intratable	$Si IC_{individual} > 4$ $IC_{general} = 5$
Si alguno de los parámetros que afectan la salud humana, según NCh409, presentan IC Bueno, Regular o Insuficiente	IC general es el peor IC individual de todos los parámetros	$Si 1 < IC_{individual} \leq 4$ $IC_{general} = Max (IC_{individual})_{i=parámetro}$
Si todos los parámetros que afectan la salud humana, según NCh409, presentan IC Excepcional.	IC general es el promedio del IC individual de todos los parámetros	$Si 1 \geq IC_{individual}$ $IC_{general} = \frac{\sum_{i=parámetro} IC_{individual}}{n^{\circ} parámetros}$

A partir de lo anterior se obtiene un valor para el índice de calidad general en el rango continuo entre 0 y 5. Sin embargo, para efectos de la visualización se utiliza una escala discreta de las cinco clases establecidas. La interpretación de la calidad según el IC general está definida en base a los criterios utilizados para su determinación, es decir, los parámetros que afectan la salud humana y/o que presenten la peor calidad química. Para mayor información se recomienda revisar el estudio “Diagnóstico y clasificación de sectores acuíferos”, (Dirección General de Aguas, 2009).

En los resultados resumidos en la Tabla 9 se observa que en reiteradas ocasiones la calidad dominante es Buena. En las fuentes APR Las Arañas, San Antonio El Cuadro y Paredones se logró actualizar el indicador para las campañas del 2017 pudiendo interpretar mejor la evolución de la calidad del agua. En el caso de la fuente Las Arañas se observa una calidad Buena a través de las campañas (primavera 2014, primavera 2015, invierno 2016 e invierno 2017), esta calidad podría mejorar a Excepcional si se lograran disminuir las concentraciones de nitrato (

Tabla 14). Algo similar ocurre en la fuente San Antonio El Cuadro donde en general la calidad se muestra Buena a través de las campañas (primavera 2014, invierno 2016 e invierno 2017), salvo en primavera de 2015 donde la calidad decayó a Regular debido a la concentración de nitrato (

Tabla 14). En el caso de la fuente Paredones, se observa que la calidad se ha mantenido Excepcional a través de las campañas (primavera 2015, invierno 2016 e invierno 2017).

Las fuentes APR San Juan de la Sierra, Quicharco, La Lajuela-Panamá-Cuenca Los Maquis, Hacienda Lolol, Ranguil, El Membrillo-Los Tricahues y Catemu La Quebrada fueron incluidas sólo poseen datos de invierno 2017, es decir de la última campaña hasta la elaboración de este documento, por lo tanto no es posible comentar la evolución de la calidad del agua de estas fuentes. Sin embargo se puede establecer que la calidad de las fuentes APR La Lajuela-Panamá-Cuenca Los Maquis y Ranguil es Buena, pudiendo ser Excepcional salvo por las concentraciones de nitrato encontradas (

Tabla 14). Por otro lado la calidad de Hacienda Lolol, El Membrillo-Los Tricahues y Cutemu-La Quebrada se define como Excepcional (Tabla 9).

De acuerdo a los resultados del Índice de calidad calculados se seleccionan las fuentes APR Los Romos e Idahue de San Vicente para ser considerados en el próximo informe de Seguimiento de calidad de agua subterránea. Esto se establece de acuerdo a los lineamientos del programa Plurianual 2018-2022 de calidad de agua subterránea (Minuta DCPRH N°17/2018) donde se establece que si el seguimiento de las fuentes APR indica una permanencia de la calidad “Regular” se deben incorporar las fuentes en el siguiente diagnóstico de la calidad del agua que se realice, o en su defecto en la siguiente oportunidad de monitoreo disponible durante el año 2019.

**Tabla 9.** Evolución temporal de los Índices de calidad general de aguas entre los años 2014 al 2017 en las fuentes APR en seguimiento de la región del Libertador Bernardo O’Higgins.

N°	Nombre Pozo	2014	2015	2016			2017		
		Primavera	Primavera	Otoño	Invierno	Primavera	Otoño	Invierno	Primavera
1	Los Romos	Regular	Regular	S.S.	Regular	S.S.	S.S.	I.I.	S.S.
2	Cabaña Blanca	Buena	Buena	S.S.	Buena	S.S.	S.S.	I.I.	S.S.
3	Patagual 2	Buena	Buena	S.S.	Buena	S.S.	S.S.	I.I.	S.S.
4	Pataguas orilla	Buena	Buena	S.S.	Buena	S.S.	S.S.	I.I.	S.S.
5	Las Arañas	Buena	Buena	S.S.	Buena	S.S.	I.I.	S.S.	Buena
6	San Antonio el Cuadro	Buena	Regular	S.S.	Buena	S.S.	I.I.	S.S.	Buena
7	Cooperativa	Buena	Regular	I.I.	S.S.	I.I.	I.I.	S.S.	I.I.

N°	Nombre Pozo	2014	2015	2016			2017		
		Primavera	Primavera	Otoño	Invierno	Primavera	Otoño	Invierno	Primavera
	Auquinco								
8	Nenquén-El Tambo-La Puerta	Buena	Buena	I.I.	S.S.	I.I.	I.I.	S.S.	I.I.
9	El Barco	Buena	Buena	S.S.	Buena	S.S.	S.S.	I.I.	S.S.
10	La Arboleda Valle Hermoso	Regular	Buena	I.I.	S.S.	I.I.	I.I.	S.S.	I.I.
11	El Niche	Buena	Buena	I.I.	S.S.	I.I.	I.I.	S.S.	I.I.
12	Juan Nuñez Valenzuela Ltda. Planta N°2	Excepcional	Excepcional	I.I.	S.S.	Excepcional	I.I.	S.S.	I.I.
13	Los Maitenes de Tagua Tagua	Excepcional	Excepcional	I.I.	S.S.	I.I.	I.I.	S.S.	I.I.
14	Pencahue Bajo	Buena	Buena	I.I.	S.S.	I.I.	I.I.	S.S.	I.I.
15	San Juan de la Sierra	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	Buena	S.S.
16	Quicharco	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	Buena	S.S.
17	Paredones	S.S.	Excepcional	S.S.	Excepcional	S.S.	S.S.	Excepcional	S.S.
18	La Estacada	Buena	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	I.I.	S.S.
19	El Carmen bajo	S.S.	Buena	S.S.	Buena	S.S.	S.S.	I.I.	S.S.
20	Idahue	Buena	Buena	I.I.	S.S.	I.I.	I.I.	S.S.	I.I.
21	Idahue de San Vicente	Regular	Regular	I.I.	S.S.	I.I.	I.I.	S.S.	I.I.
22	Rigolemu-Cuenca Los Maquis	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	I.I.	S.S.
23	La Lajuela-Panama-Los Maitenes-La zona	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	Buena	S.S.
24	Hacienda Lolol	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	Excepcional	S.S.
25	Ranguil	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	Buena	S.S.
26	El Membrillo-Los Trichahues	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	Excepcional	S.S.
27	Cutemu-La Quebrada	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	Excepcional	S.S.

I.I.: Información faltante de algún parámetro necesario para calcular el índice.

S.S.: Sin seguimiento de monitoreo.

## 5. Comentarios Finales

Se estableció una caracterización química de las fuentes de los distintos APR a través de la presentación de resultados y comparación con las normativas de calidad de agua vigentes. La comparación con la NCh 409/05 y NCh 1333/78 es sólo referencial y su objetivo es detallar la cantidad de parámetros que no cumplen las recomendaciones.

De los APR en seguimiento, aquellos que presentaron la mayor cantidad de parámetros desviados respecto a una o ambas normativas por más de una campaña se muestran en la Tabla siguiente.

**Tabla 10.** Tabla que resumen las fuentes APR con la mayor cantidad de parámetros desviados respecto a una o ambas normativas de comparación (NCh 1333/78 para uso en riego, y NCh 409/01 para uso potable del agua).

Fuente APR	NCh 1333/78 - Riego	NCh 409/01 – Agua Potable	Total parámetros desviados
Idahue de San Vicente	%Sodio, Manganeso	Arsénico, Hierro, Manganeso	4
Nenquén-El Tambo-La Puerta	Conductividad específica, %Sodio, Manganeso	Manganeso, Hierro	4
Cabaña Blanca	Conductividad específica, Sólidos Disueltos Totales, Sulfato, %Sodio	-	4
Pencahue Bajo	%Sodio, Conductividad específica, Manganeso, sólidos disueltos totales	Manganeso	4
Los Romos	Conductividad específica, %Sodio	Nitrato	3
Patagual 2	Conductividad eléctrica, sodio porcentual, sólidos disueltos totales	-	3
Paraguas Orilla	Conductividad específica, Sólidos Disueltos Totales, %Sodio	-	3
Cooperativa Auquenco	%Sodio, Zinc	pH, Zinc	3
El Barco	Conductividad específica, Sólidos Disueltos Totales, %Sodio	-	3
La Arboleda Valle Hermoso	Conductividad específica, %Sodio	Arsénico	3
Juan Nuñez Valenzuela Ltda. Planta N°2	%Sodio, Manganeso	Manganeso, Hierro	3
Idahue	Conductividad específica, %Sodio, Manganeso	Manganeso	3

Los APR restantes presentaron una menor cantidad de desviaciones destacando que la mayoría se relaciona con sodio porcentual, hierro y manganeso.

Sin perjuicio del análisis anterior, se dio continuidad al cálculo del Índice de calidad general del agua para establecer la evolución de la calidad entre el 2014 y 2017 para el uso más sensible del agua (consumo humano) en las fuentes con la información mínima necesaria. Los resultados del índice indican que las fuentes APR Los Romos e Idahue de San Vicente deben ser monitoreadas nuevamente y su índice actualizado por presentar en todos los monitoreos disponibles una calidad

“Regular”. Sin perjuicio de lo anterior se informa que si bien la mayoría de los SHAC y las fuentes APR para los cuales se calculó el índice presentan una calidad en general Buena, esta podría mejorarse disminuyendo las concentraciones de nitrato detectadas en el agua.

## **6. Recomendaciones**

- Para los próximos informes de seguimiento es necesario contar con los datos históricos de calidad de agua en la fuente de los APR analizados en este informe, en caso de que estos existan. Esta información viene a nutrir, validar o incluso dar continuidad al análisis de la calidad del agua realizado en este informe, para ello se solicitara a la DOH Regional compartir estos datos en un plazo de 60 días corridos una vez tomada conocimiento de este informe.
- Es deseable tener a disposición la profundidad de las cribas de los pozos en seguimiento para así tener claridad de la profundidad a la que se extrae el agua. Para obtener esta información se consultará con la DOH y DARH, en un plazo de 60 días una vez emitido de este informe.
- Se encomienda a la Dirección Regional analizar la factibilidad de incorporar los pozos donde se recomienda hacer seguimiento de acuerdo a la Tabla 11, o en su defecto mantener el seguimiento de aquellos pozos que registraron valores fuera de los límites recomendados por la NCh 1333/78 y NCh 409/05. Especial énfasis se hace en el monitoreo de la fuente APR Los Romos.
- Se recomienda al Laboratorio Ambiental de la DGA mantener el análisis de los compuestos nitrogenados inorgánicos oxidados (nitrito y nitrato) 1 vez al año por ser fuente fundamental de información para calcular el índice de calidad en las diferentes fuentes.

Si la Dirección Regional no puede incorporar estos pozos para seguimiento se recomienda externalizar su monitoreo el próximo año 2019, así mismo se recomienda analizar la calidad del agua en los SHAC con una menor cantidad de información, como se señala en la Figura 5. Para este fin se entrega una lista tentativa de fuentes de pozos APR a considerar (Tabla 11). Esta lista contiene al menos un pozo APR por SHAC con menos información de calidad de agua y aquellos donde se recomienda hacer un seguimiento. Para aquellos SHAC donde no se identificaron pozos APR no se realizaron sugerencias de pozos.

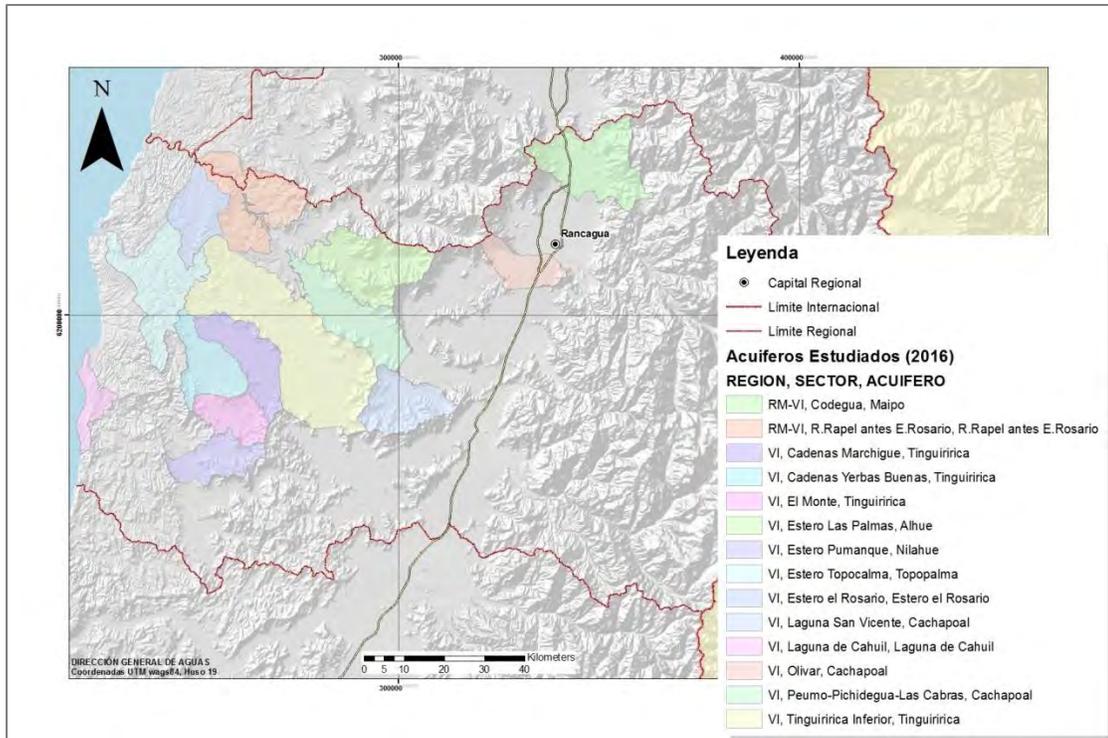


Figura 5. Sectores acuíferos de la región del Libertador Bernardo O'Higgins recomendados para futuros estudios.

**Tabla 11.** Lista de fuente de APR sugeridos en sectores acuíferos con menos información o que requieren seguimiento en la región del Libertador Bernardo O'Higgins.

N°	Nombre APR	Acuífero	Sector Acuífero de Aprovechamiento Común (SHAC)	Coordenadas wgs 84, Huso 19		Necesidad de información
				Norte	Este	
1	Los Romos	Cachapoal	Peumo-Pichidegua-Las Cabras	6198406	285000	Requiere seguimiento
2	Idahue de San Vicente	Cachapoal	Laguna San Vicente	6182507	298591	Requiere seguimiento
3	San Vicente de Pucalán	Estero El Rosario	Estero El Rosario	6233610	294084	Levantar información
4	California	Topocalma	Estero Topocalma	6211624	231834	Levantar información
5	Cahuil	Laguna de Cahuil	Laguna de Cahuil	6180984	223160	Levantar información
6	Trinidad-Los Maitenes	Tinguiririca	Cadenas Marchigue	6194424	261331	Levantar información
7	Santa Amelia	Tinguiririca	Tinguiririca Inferior	6189476	290391	Levantar información
8	El Manzano	Alhue	Estero Las Palmas	6215428	278826	Levantar información
9	Quelentaro	Río Rapel antes junta Estero Rosario	Río Rapel antes junta Estero Rosario	6232093	265438	Levantar información
10	Molineros-Mata Redonda	Tinguiririca	El Monte	6172317	259600	Levantar información
11	Nilahue Cornejo	Nilahue	Estero Pumanque	6161933	248909	Levantar información
12	Rincon Los Perales	Nilahue	Estero Pumanque	6166195	260705	Levantar información
13	La Quebrada-La Pitra-Peñablanca	Tinguiririca	Cadenas Yervas Buenas	6182035	251279	Levantar información
14	Yungay-Gultro-Los Lirios	Cachapoal	El Olivar	6212507	336271	Levantar información
15	La Leonera San Joaquín	Maipo	Codegua	6232353	355645	Levantar información
16	Pulín	Río Rapel antes junta Estero Rosario	Río Rapel antes junta Estero Rosario	6219089	262591	Levantar información



Daniela Fredes

Profesional Unidad de Desarrollo Depto. Conservación y Protección Recursos Hídricos

Dirección General de Aguas



Diego San miguel Cornejo

Jefe Unidad de Desarrollo Depto. Conservación y Protección Recursos Hídricos

Dirección General de Aguas

Septiembre 2018

## Bibliografía

Antich, N., Canals, A., Soler, A., Darbishyre, D., & Spiro, B. (2000). The isotope composition of dissolved strontium as tracer of pollution in the Llobregat River. *International Association of Hydrological Science*.

Chang, R., & Goldsby, K. A. (2016). *Química General*. D.F.: McGraw-Hill.

Custodio, E., & Llamas, M. (1976). *Hidrología Subterránea* (Vol. 1). Barcelona: Omega.

Dirección General de Aguas (DGA). (2017). *Diagnóstico y Desafíos de la Red de Calidad de Aguas Subterráneas de la DGA*. S.D.T N°396, Santiago de Chile.

Dirección General de Aguas. (2009). *Diagnóstico y Clasificación de Sectores Acuíferos*. Recuperado el 30 de julio de 2018, de <http://documentos.dga.cl/CQA5168v1.pdf>

Dirección General de Aguas. (20 de mayo de 2013). *Reglamento sobre normas de exploración y explotación de aguas subterráneas*. Recuperado el 26 de julio de 2018, de [http://www.dga.cl/legislacionynormas/normas/Reglamentos/Reglamento\\_Aguas\\_Subterranas.pdf](http://www.dga.cl/legislacionynormas/normas/Reglamentos/Reglamento_Aguas_Subterranas.pdf)

Hem, J. D. (1992). Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. *U.S. Geological Survey Water-Supply Paper*(2254), 264.

Hounslow, A. (1995). *Water quality data: analysis and interpretation*. Boca Ratón.: Lewis Publishers.

Instituto Nacional de Normalización. (1987). Norma Chilena N°1.333/1978 (Mod.1987). Requisitos de calidad de agua para diferentes usos.

Instituto Nacional de Normalización. (2005). Norma Chilena 409/1 Oficial de 2005, Agua Potable - Parte 1 - Requisitos.

Mason, R. (2013). *Trace Metals in Aquatic Systems*. West Sussex: Wiley-Blackwell Publishing.

Otero, N., Tolosana-Delgado, R., Soler, A., Pawlowsky-Glahn, V., & Canals, A. (2005). Relative vs absolute statistical analysis of compositions: A comparative 194 study of surface waters of a Mediterranean river. *Water Research*, 39(7), 1404-1414.

Postma, C., & Apello, D. (2013). *Geochemistry, groundwater and pollution*. Leiden: AA Balkema Publishers.

Soler, A., Canals, A., Goldstein, L., Otero, L., Antich, N., & Spangenberg, J. (2002). Sulphur and Strontium isotope composition of the Llobregat River (NE Spain): Tracers of natural and anthropogenic chemicals in stream waters. *Water, Air & Soil Pollution*, 136(1-4), 207-224.

Stumm, W., & Morgan, J. J. (1996). *Aquatic Chemistry: Environmental Science and Technology*. New York: Wiley Interscience.

Thompson, R., & Troeh, F. (1988). *Los Suelos y su fertilidad*. Barcelona: Reverté.

Wetzel, R. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems*. San Diego: Elsevier.

## 7. Anexo



**Figura 6.** Clasificación de los diversos tipos de agua según el Diagrama de Piper.

**Tabla 12.** Laboratorios, metodología analítica y límites de detección involucrados en cada análisis realizado a las muestras de APR de la región del Libertador Bernardo O'Higgins.

Parámetros	Campaña	Laboratorio	Metodología	LD
Conductividad Específica	2014-2016	Analab	Nch 411/3 Of. 2014	-
	2017	SGS		
Temperatura agua	2014-2016	Analab	Nch 411/3 Of. 2014	-
	2017	SGS		
pH	2014-2016	Analab	Nch 411/3 Of. 2014	-
	2017	SGS		
Potencial Redox	2015-2016	Analab	S.I.	-
	2017	SGS		
SDT	2015	Analab	NCh 409 Manual SISS-2007	5
	2016			
	2017	SGS	SM 2540 C Ed. 22, 2012	
Cl	2014-2016	Analab	ME-28-2007	1
	2016	DGA	SM 4500-Cl C	2,5
	2016-2017	DGA	SM 4500-Cl C	0,4
	2017	SGS	SM 4110 B Ed. 22, 2012	0,02

Parámetros	Campaña	Laboratorio	Metodología	LD
SO4	2014-2016	Analab	ME-30-2007	1
	2016	DGA	SM 4500 SO4 <sup>2-</sup> E	3,5
	2016-2017	DGA	SM 4500 SO4 <sup>2-</sup> E	1,1
	2017	SGS	SM 4110 B Ed. 22, 2012	0,2
HCO3	2014-2016	Analab	SM 2320 B Ed 22-2012	1
	2017	SGS		2
Na	2014-2016	Analab	SM 3111 B-D Ed 22-2012	0,2
	2016-2017	DGA	SM 3111 B	0,1
	2017	SGS	SM 3111 B-D Ed 22-2012	0,01
K	2014-2016	Analab	SM 3111 B-D Ed 22-2012	0,2
	2016-2017	DGA	SM 3111 B	
	2017	SGS	SM 3111 B-D Ed 22-2012	0,01
Ca	2014-2016	Analab	SM 3111 B-D Ed 22-2012	0,4
	2016-2017	DGA	SM 3111 B	0,1
	2017	SGS	SM 3111 B-D Ed 22-2012	0,01
Mg	2014-2016	Analab	SM 3111 B-D Ed 22-2012	0,1
	2016-2017	DGA	SM 3111 B	0,01
	2017	SGS	SM 3111 B-D Ed 22-2012	
NO3	2014-2016	Analab	ME-16-2007	0,01
	2017	SGS	SM 4500 NO3 B Ed. 22, 2012	
N-(NO2+NO3)	2016-2017	DGA	Método Salicilato Rodier, 1981	0,01
NH4	2014-2016	Analab	ME-27-2007	0,01
	2017	SGS	SM 4500 NH3 B Ed. 22, 2012	0,02
P-PO4	2014-2016	Analab	SM 3120 B Ed 22-2012	0,1
	2017	SGS	SM 3120 B Ed 22-2012	0,02
Alc. Total	2015-2016	Analab	SM 2320 B Ed 22-2012	10
	2017	SGS		2
Al	2014	DGA	Método SM 3111D	0,5
	2017			0,6
As	2014-2016	DGA	Método SM 3114B	0,001
	2016-2017	DGA	Propia Basada en SM 3114B. 4e	0,001
Cd	2014-2016	DGA	Método SM 3111B	0,01
	2016-2017	DGA	SM 3111 B	0,01
Co	2014-2016	DGA	Método SM 3111B	0,04
	2016-2017	DGA	Método SM 3111B	0,02
Cu	2014-2015	DGA	Método SM 3111B	0,02
	2016-2017			0,01
Fe	2014-2015	DGA	Método SM 3111B	0,02
	2016-2017			0,02
Hg	2014-2016	DGA	Método SM 3112B	0,002

Parámetros	Campaña	Laboratorio	Metodología	LD
	2017		LADGA-ITM-17	0,001
Mn	2014-2015	DGA	Método SM 3111B	0,02
	2016-2017			0,01
Mo	2014	DGA	Método SM 3111 D	0,05
	2017			
Ni	2014-2016	DGA	Método SM 3111 B	0,05
	2017			0,03
Pb	2014-2015	DGA	Método SM 3111 B	0,07
	2016-2017			0,02
Ag	2014	DGA	Método SM 3111B	0,01
	2016-2017			
Se	2014-2017	DGA	Método SM 3114B	0,001
Zn	2014-2017	DGA	Método SM 3111 B	0,01

**Tabla 13.** Microelementos que registraron valores bajo el límite de detección en todas las fuentes de los APR muestreados de la región del Libertador Bernardo O'Higgins.

Nombre Pozo	Fecha Muestreo	Al (mg/L)	Cd (mg/L)	Co (mg/L)	Hg (mg/L)	Mo (mg/L)	Ni (mg/L)	Ag (mg/L)	Se (mg/L)
Los Romos	22/10/2014	<0,5	<0,01	<0,04	<0,002	<0,05	<0,05	<0,01	<0,001
	02/11/2015	S.I.	<0,01	<0,04	<0,0005	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	28/08/2016	S.I.	<0,01	<0,04	<0,002	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	30/08/2017	<0,6	<0,01	<0,02	<0,001	0,10	<0,03	<0,01	<0,001
Cabaña Blanca	22/10/2014	<0,5	<0,01	<0,04	<0,002	<0,05	<0,05	<0,01	<0,001
	27/10/2015	S.I.	<0,01	<0,04	<0,0005	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	29/08/2016	S.I.	<0,01	<0,04	<0,002	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	30/10/2017	<0,06	<0,01	<0,02	<0,001	0,10	<0,03	<0,01	<0,001
Patagual 2	22/10/2014	<0,5	<0,01	<0,04	<0,002	<0,05	<0,05	<0,01	<0,001
	27/10/2015	S.I.	<0,01	<0,04	<0,0005	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	29/08/2016	S.I.	<0,01	<0,04	<0,002	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	30/08/2017	<0,6	<0,01	<0,02	<0,001	0,10	<0,03	<0,01	<0,001
Pataguas orilla	22/10/2014	<0,5	<0,01	<0,04	<0,002	<0,05	<0,05	<0,01	<0,001
	27/10/2015	S.I.	<0,01	<0,04	<0,0005	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	29/08/2016	S.I.	<0,01	<0,04	<0,002	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	30/10/2017	<0,6	<0,01	<0,02	<0,001	0,10	<0,03	<0,01	<0,001
Las Arañas	21/10/2014	<0,5	<0,01	<0,04	<0,002	<0,05	<0,05	<0,01	<0,001
	30/10/2015	S.I.	<0,01	<0,04	<0,0005	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	31/08/2016	S.I.	<0,01	<0,04	<0,002	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	12/10/2017	<0,6	<0,01	<0,02	<0,001	<0,05	<0,03	<0,01	<0,001
San Antonio el Cuadro	21/10/2014	<0,5	<0,01	<0,04	<0,002	<0,05	<0,05	<0,01	<0,001
	30/10/2015	S.I.	<0,01	<0,04	<0,0005	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	31/08/2016	S.I.	<0,01	<0,04	<0,002	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	12/10/2017	<0,6	<0,01	<0,02	<0,001	<0,05	<0,03	<0,01	<0,001
Cooperativa Auquinco	21/10/2014	<0,5	<0,01	<0,04	<0,002	<0,05	<0,05	<0,01	<0,001
	30/10/2015	S.I.	<0,01	<0,04	<0,0005	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001

Nombre Pozo	Fecha Muestreo	Al (mg/L)	Cd (mg/L)	Co (mg/L)	Hg (mg/L)	Mo (mg/L)	Ni (mg/L)	Ag (mg/L)	Se (mg/L)
	23/05/2016	S.I.	-	-	-	S.I.	-	S.I.	-
	10/11/2016	S.I.	<0,01	<0,04	-	S.I.	<0,05	<0,01	-
	03/04/2017	S.I.	<0,01	S.I.	<0,001	S.I.	<0,03	<0,01	<0,001
	15/12/2017	<0,6	<0,01	<0,02	<0,001	<0,05	<0,03	<0,01	<0,001
Nenquén El Tambo La Puerta	23/10/2014	<0,5	<0,01	<0,04	<0,002	<0,05	<0,05	<0,01	<0,001
	03/11/2015	S.I.	<0,01	<0,04	<0,0005	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	23/05/2016	S.I.	-	-	-	S.I.	-	S.I.	-
	08/11/2016	S.I.	<0,01	<0,04	-	S.I.	<0,05	<0,01	-
	03/04/2017	S.I.	<0,01	S.I.	<0,001	S.I.	<0,03	<0,01	<0,001
	13/12/2017	<0,6	<0,01	<0,02	<0,001	<0,05	<0,03	<0,01	<0,001
El Barco	23/10/2014	<0,5	<0,01	<0,04	<0,002	<0,05	<0,05	<0,01	<0,001
	06/11/2015	S.I.	<0,01	<0,04	<0,0005	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	30/08/2016	S.I.	<0,01	<0,04	<0,002	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	04/09/2017	<0,6	<0,01	<0,02	<0,001	<0,05	<0,03	<0,01	<0,001
La Arboleda Valle Hermoso	23/10/2014	<0,5	<0,01	<0,04	<0,002	<0,05	<0,05	<0,01	<0,001
	06/11/2015	S.I.	<0,01	<0,04	<0,0005	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	23/05/2016	S.I.	-	-	-	S.I.	-	S.I.	-
	08/11/2016	S.I.	<0,01	<0,04	-	S.I.	<0,05	<0,01	-
	03/04/2017	S.I.	<0,01	S.I.	<0,001	S.I.	<0,03	<0,01	<0,001
	14/12/2017	<0,6	<0,01	<0,02	<0,001	<0,05	<0,03	<0,01	<0,001
El Niche	15/10/2014	<0,5	<0,01	<0,04	<0,002	<0,05	<0,05	<0,01	<0,001
	28/10/2015	S.I.	<0,01	<0,04	<0,0005	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	26/05/2016	S.I.	-	-	-	S.I.	<0,05	S.I.	-
	11/11/2016	S.I.	<0,01	<0,04	-	S.I.	<0,05	<0,01	-
	04/04/2017	S.I.	<0,01	S.I.	<0,001	S.I.	<0,03	<0,01	<0,001
	12/12/2017	<0,6	<0,01	<0,02	<0,001	<0,05	<0,03	<0,01	<0,001
Juan Nuñez Valenzuela Ltda Planta N2	15/10/2014	<0,5	<0,01	<0,04	<0,002	<0,05	<0,05	<0,01	<0,001
	02/11/2015	S.I.	<0,01	<0,04	<0,0005	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	26/05/2016	S.I.	-	-	-	S.I.	<0,05	S.I.	-
	11/11/2016	S.I.	<0,01	<0,04	-	S.I.	<0,05	<0,01	-
	04/04/2017	S.I.	<0,01	S.I.	<0,001	S.I.	<0,03	<0,01	<0,001
	12/12/2017	<0,6	<0,01	<0,02	<0,001	<0,05	<0,03	<0,01	<0,001
Los Maitenes Tagua Tagua	15/10/2014	<0,5	<0,01	<0,04	<0,002	<0,05	<0,05	<0,01	<0,001
	28/10/2015	S.I.	<0,01	<0,04	<0,0005	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	26/05/2016	S.I.	-	-	-	S.I.	<0,05	S.I.	-
	11/11/2016	S.I.	<0,01	<0,04	-	S.I.	<0,05	<0,01	-
	04/04/2017	S.I.	<0,01	S.I.	<0,001	S.I.	<0,03	<0,01	<0,001
	12/12/2017	<0,6	<0,01	<0,02	<0,001	<0,05	<0,03	<0,01	<0,001
Pencahue bajo	15/10/2014	<0,5	<0,01	<0,04	<0,002	<0,05	<0,05	<0,01	<0,001
	28/10/2015	S.I.	<0,01	<0,04	<0,0005	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	11/04/2016	S.I.	-	-	-	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	11/11/2016	S.I.	<0,01	<0,04	-	S.I.	<0,05	<0,01	-
	04/04/2017	S.I.	<0,01	S.I.	<0,001	S.I.	<0,03	<0,01	<0,001
	12/12/2017	<0,6	<0,01	<0,02	<0,001	<0,05	<0,03	<0,01	<0,001
San Juan de la Sierra	13/09/2017	<0,6	<0,01	<0,02	<0,001	<0,05	<0,03	<0,01	<0,001
Quicharco	16/11/2017	0,6	<0,01	<0,02	<0,001	<0,05	<0,03	<0,01	<0,001
Paredones	03/11/2015	S.I.	<0,01	<0,04	<0,0005	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	30/08/2016	S.I.	<0,01	<0,04	<0,002	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001

Nombre Pozo	Fecha Muestreo	Al (mg/L)	Cd (mg/L)	Co (mg/L)	Hg (mg/L)	Mo (mg/L)	Ni (mg/L)	Ag (mg/L)	Se (mg/L)
	18/10/2017	1,4	<0,01	<0,02	<0,001	<0,05	<0,03	<0,01	<0,001
La Estacada	16/10/2014	<0,5	<0,01	<0,04	<0,002	<0,05	<0,05	<0,01	<0,001
	05/09/2017	<0,6	<0,01	<0,02	<0,001	<0,05	<0,03	<0,01	<0,001
El Carmen bajo	06/11/2015	S.I.	<0,01	<0,04	<0,0005	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	31/08/2016	S.I.	<0,01	<0,04	<0,002	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	15/09/2017	<0,6	<0,01	<0,02	<0,001	0,10	<0,03	<0,01	<0,001
Idahue	14/10/2014	<0,5	<0,01	<0,04	<0,002	<0,05	<0,05	<0,01	<0,001
	26/10/2015	S.I.	<0,01	<0,04	<0,0005	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	11/04/2016	S.I.	-	<0,04	<0,002	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	07/11/2016	S.I.	<0,01	<0,04	-	S.I.	<0,05	<0,01	-
	04/04/2017	S.I.	<0,01	S.I.	<0,001	S.I.	<0,03	<0,01	<0,001
	12/12/2017	<0,6	<0,01	<0,02	<0,001	<0,05	<0,03	<0,01	<0,001
Idahue de San Vicente	15/10/2014	<0,5	<0,01	<0,04	<0,002	<0,05	<0,05	<0,01	<0,001
	28/10/2015	S.I.	<0,01	<0,04	<0,0005	S.I.	<0,05	S.I.	<0,001
	26/05/2016	S.I.	-	-	-	S.I.	<0,05	S.I.	-
	11/11/2016	S.I.	<0,01	<0,04	-	S.I.	<0,05	<0,01	-
	04/04/2017	S.I.	<0,01	S.I.	<0,001	S.I.	<0,03	<0,01	<0,001
	15/12/2017	<0,6	<0,01	<0,02	<0,001	<0,05	<0,03	<0,01	<0,001
Rigolemu cuenca los Maquis	14/09/2017	<0,6	<0,01	<0,02	<0,001	<0,05	<0,03	<0,01	<0,001
La Lajuela-Panama-Los Maitenes-La Zona	11/10/2017	<0,6	<0,01	<0,02	<0,001	<0,05	<0,03	<0,01	<0,001
Hacienda Lolol	18/10/2017	<0,6	<0,01	<0,02	<0,001	<0,05	<0,03	<0,01	<0,001
Ranguil	13/10/2017	<0,6	<0,01	<0,02	<0,001	<0,05	<0,03	<0,01	<0,001
El Membrillo Los Trichahues	13/10/2017	<0,6	<0,01	<0,02	<0,001	<0,05	<0,03	<0,01	<0,001
Cutemu La Quebrada	18/10/2017	0,8	<0,01	<0,02	<0,001	<0,05	<0,03	<0,01	<0,001

:- No se realizó el análisis. Ver especificación en informe de ensayo (Anexo Informes de ensayo Laboratorio DGA).

**Tabla 14.** Índice de calidad por parámetro para las fuentes APR en seguimiento de la región del Libertador Bernardo O'Higgins, Cl: cloruro, SO4: sulfato, Na: Sodio, Mg: Magnesio, NO3: Nitrato, As: Arsénico.

Nombre Pozo	Fecha Muestreo	CL (mg/L)	SO4 (mg/L)	Na (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	NO3 (mg/L)	As (mg/L)	ICA general
LOS ROMOS	22/10/2014	48,20	216,00	57,4	101,0	42,0	54,60	0,003	Regular
LOS ROMOS	02/11/2015	83,50	186,80	53,7	89,2	38,4	64,20	0,008	Regular
LOS ROMOS	28/08/2016	50,60	174,60	54,1	81,7	35,3	51,70	0,002	Regular
LOS ROMOS	30/08/2017	48,58	177,64	51,2	78,3	34,8	48,23	S.I.	S.I.
CABAÑA BLANCA	22/10/2014	59,70	291,90	52,4	130,0	60,0	45,80	0,005	Buena
CABAÑA BLANCA	27/10/2015	63,10	183,40	48,3	112,8	53,1	42,50	0,003	Buena
CABAÑA BLANCA	29/08/2016	59,10	187,70	51,9	102,0	51,8	43,70	0,003	Buena
CABAÑA BLANCA	30/10/2017	58,80	1064,9	50,1	103,8	52,2	42,30	S.I.	S.I.
PATAGUAL 2	22/10/2014	51,20	248,30	35,1	117,0	51,8	43,40	0,004	Buena
PATAGUAL 2	27/10/2015	65,20	194,90	33,3	107,7	48,6	41,00	0,004	Buena

Nombre Pozo	Fecha Muestreo	CL (mg/L)	SO4 (mg/L)	Na (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	NO3 (mg/L)	As (mg/L)	ICA general
PATAGUAL 2	29/08/2016	54,60	192,50	37,8	107,0	47,9	45,90	0,002	Buena
PATAGUAL 2	30/08/2017	54,82	208,69	35,4	99,6	48,4	49,45	S.I.	S.I.
PATAGUAS ORILLA	22/10/2014	50,00	241,00	35,4	154,0	33,8	49,00	0,002	Buena
PATAGUAS ORILLA	27/10/2015	55,90	171,50	32,4	133,6	28,5	32,00	0,002	Buena
PATAGUAS ORILLA	29/08/2016	53,10	169,30	37,4	128,0	29,2	45,90	<0,001	Buena
PATAGUAS ORILLA	30/10/2017	51,93	191,64	33,8	124,9	29,8	45,88	S.I.	S.I.
LAS ARAÑAS	21/10/2014	60,00	97,80	18,3	64,5	16,6	34,50	0,001	Buena
LAS ARAÑAS	30/10/2015	27,40	73,80	17,9	60,6	15,8	26,10	0,002	Buena
LAS ARAÑAS	31/08/2016	25,80	71,70	17,9	52,3	13,1	21,30	<0,001	Buena
LAS ARAÑAS	12/10/2017	25,04	77,10	5,0	47,5	11,8	22,61	0,001	Buena
San Antonio el Cuadro	21/10/2014	55,00	105,00	18,6	68,7	19,0	44,30	0,001	Buena
SAN ANTONIO EL CUADRO	30/10/2015	28,50	98,40	18,4	68,5	19,4	59,30	0,002	Regular
SAN ANTONIO EL CUADRO	31/08/2016	31,70	80,40	19,5	59,6	17,5	45,10	<0,001	Buena
SAN ANTONIO EL CUADRO	12/10/2017	25,93	79,09	16,1	59,8	16,8	38,33	0,001	Buena
COOPERATIVA AUQUINCO	21/10/2014	27,80	72,60	18,7	65,4	15,8	39,20	<0,001	Buena
COOPERATIVA AUQUINCO	30/10/2015	25,40	78,30	20,5	68,1	17,0	51,30	0,002	Regular
COOPERATIVA AUQUINCO	23/05/2016	8,13	66,08	26,3	56,4	14,4	S.I.	<0,001	S.I.
COOPERATIVA AUQUINCO	10/11/2016	1,49	82,11	23,7	57,5	14,5	26,07	S.I.	S.I.
COOPERATIVA AUQUINCO	03/04/2017	24,30	27,24	20,3	55,7	13,8	S.I.	<0,001	S.I.
COOPERATIVA AUQUINCO	15/12/2017	S.I.	S.I.	20,8	58,2	14,9	S.I.	<0,001	S.I.
NENQUÉN EL TAMBO LA PUERTA	23/10/2014	33,20	216,70	31,9	94,5	35,7	13,60	0,008	Buena
NENQUÉN EL TAMBO LA PUERTA	03/11/2015	55,50	130,30	33,2	90,2	39,3	14,50	0,006	Buena
NENQUÉN EL TAMBO LA PUERTA	23/05/2016	2,50	110,57	37,4	78,3	32,4	S.I.	0,004	S.I.
NENQUÉN EL TAMBO LA PUERTA	08/11/2016	0,41	134,35	34,2	83,1	34,0	12,57	S.I.	S.I.
NENQUÉN EL TAMBO LA PUERTA	03/04/2017	27,67	102,72	S.I.	81,7	32,3	S.I.	<0,001	S.I.
NENQUÉN EL TAMBO LA PUERTA	13/12/2017	S.I.	S.I.	32,0	75,7	34,7	S.I.	<0,001	S.I.
EL BARCO	23/10/2014	30,70	185,00	31,9	88,8	29,0	30,00	0,007	Buena
EL BARCO	06/11/2015	43,90	124,20	31,1	86,1	30,7	33,50	0,004	Buena
EL BARCO	30/08/2016	34,70	120,20	34,1	76,6	28,9	33,90	0,005	Buena
EL BARCO	04/09/2017	33,69	131,33	30,0	85,9	29,6	35,99	S.I.	S.I.
LA ARBOLEDA VALLE HERMOSO	23/10/2014	13,00	99,40	30,2	56,6	23,3	20,40	0,013	Regular
LA ARBOLEDA VALLE HERMOSO	06/11/2015	18,70	74,10	30,0	55,4	24,6	21,20	0,007	Buena
LA ARBOLEDA VALLE HERMOSO	23/05/2016	2,50	70,84	52,5	55,2	24,9	S.I.	0,010	S.I.
LA ARBOLEDA VALLE HERMOSO	08/11/2016	0,40	67,15	34,6	52,2	21,9	17,10		S.I.

Nombre Pozo	Fecha Muestreo	CL (mg/L)	SO4 (mg/L)	Na (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	NO3 (mg/L)	As (mg/L)	ICA general
LA ARBOLEDA VALLE HERMOSO	03/04/2017	13,50	62,08	S.I.	56,1	25,4	S.I.	0,011	S.I.
LA ARBOLEDA VALLE HERMOSO	14/12/2017	S.I.	S.I.	30,4	54,6	23,8	S.I.	<0,001	S.I.
EL NICHE	15/10/2014	17,40	94,20	20,3	60,8	21,0	10,10	0,001	Buena
EL NICHE	28/10/2015	21,70	74,50	21,8	64,2	22,5	14,40	0,004	Buena
EL NICHE	26/05/2016	2,57	49,43	431,1	52,1	15,6	S.I.	0,002	S.I.
EL NICHE	11/11/2016	0,40	44,11	28,6	66,8	9,6	10,32		Buena
EL NICHE	04/04/2017	16,20	34,33	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	0,004	S.I.
EL NICHE	12/12/2017	S.I.	S.I.	100,4	66,4	9,6	S.I.	0,003	Excepcional
JUAN NUÑEZ VALENZUELA Ltda. PLANTA N2	15/10/2014	24,30	83,80	19,2	60,0	19,1	2,00	<0,001	Excepcional
JUAN NUÑEZ VALENZUELA Ltda. PLANTA N2	02/11/2015	44,30	88,80	21,7	72,0	22,6	6,60	0,003	Excepcional
JUAN NUÑEZ VALENZUELA Ltda. PLANTA N2	26/05/2016	30,57	67,75	24,4	58,0	19,5	S.I.	<0,001	S.I.
JUAN NUÑEZ VALENZUELA Ltda. PLANTA N2	11/11/2016	0,48	70,00	34,2	57,9	19,3	3,50	S.I.	Excepcional
JUAN NUÑEZ VALENZUELA Ltda. PLANTA N2	04/04/2017	24,97	33,04	S.I.	59,5	19,3	S.I.	0,001	S.I.
JUAN NUÑEZ VALENZUELA Ltda. PLANTA N2	12/12/2017	S.I.	S.I.	20,8	62,8	19,6	S.I.	<0,001	S.I.
LOS MAITENES TAGUA TAGUA	15/10/2014	28,50	119,50	21,3	92,0	20,5	9,90	<0,001	Excepcional
LOS MAITENES TAGUA TAGUA	28/10/2015	34,20	102,50	22,5	104,7	23,2	0,10	0,003	Excepcional
LOS MAITENES TAGUA TAGUA	26/05/2016	2,50	91,06	28,0	86,7	21,1	S.I.	0,001	S.I.
LOS MAITENES TAGUA TAGUA	11/11/2016	0,40	104,91	25,2	90,0	21,3	7,46	S.I.	S.I.
LOS MAITENES TAGUA TAGUA	04/04/2017	34,42	73,69	S.I.	89,9	21,1	S.I.	0,002	S.I.
LOS MAITENES TAGUA TAGUA	12/12/2017	S.I.	S.I.	27,3	91,6	20,6	S.I.	<0,001	S.I.
PENCAHUE BAJO	15/10/2014	54,90	149,30	32,1	115,0	24,9	20,40	<0,001	Buena
PENCAHUE BAJO	28/10/2015	52,80	176,00	36,0	132,1	28,6	18,90	0,003	Buena
PENCAHUE BAJO	11/04/2016	62,53	116,04	23,0	106,4	26,8	S.I.	0,002	S.I.
PENCAHUE BAJO	11/11/2016	0,82	126,28	39,3	111,2	25,0	16,35		S.I.
PENCAHUE BAJO	04/04/2017	52,98	118,85	S.I.	108,4	24,5		0,002	
PENCAHUE BAJO	12/12/2017	S.I.	S.I.	35,4	114,3	26,7	S.I.	<0,001	S.I.
SAN JUAN DE LA SIERRA	13/09/2017	8,54	64,92	9,5	59,0	4,8	24,20		Buena
QUICHARCO	16/11/2017	10,86	74,72	5,7	55,4	5,6	24,03	0,002	Buena
PAREDONES	03/11/2015	36,00	14,90	29,2	13,6	5,3	0,66	0,003	Excepcional
PAREDONES	30/08/2016	35,70	13,00	35,5	11,7	6,0	2,57	<0,001	Excepcional
PAREDONES	18/10/2017	4,94	1,95	25,4	15,6	3,3	3,69	<0,001	Excepcional
LA ESTACADA	16/10/2014	41,00	152,20	26,6	120,0	17,3	26,40	<0,001	Buena

Nombre Pozo	Fecha Muestreo	CL (mg/L)	SO4 (mg/L)	Na (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	NO3 (mg/L)	As (mg/L)	ICA general
LA ESTACADA	05/09/2017	41,40	152,33	14,9	107,2	16,5	20,55	S.I.	S.I.
EL CARMEN BAJO	06/11/2015	39,60	110,00	20,3	70,5	19,0	31,50	<0,001	Buena
EL CARMEN BAJO	31/08/2016	37,20	103,30	22,3	67,9	17,6	34,10	<0,001	Buena
EL CARMEN BAJO	15/09/2017	32,67	110,13	19,2	61,5	17,1	41,35	S.I.	S.I.
IDAHUE	14/10/2014	75,00	208,80	37,5	157,0	23,3	29,60	<0,001	Buena
IDAHUE	26/10/2015	60,00	166,50	31,6	120,7	20,1	26,70	0,002	Buena
IDAHUE	11/04/2016	35,78	104,15	33,1	93,2	18,1	S.I.	0,001	S.I.
IDAHUE	07/11/2016	0,48	119,87	26,5	99,4	17,7	10,70	S.I.	S.I.
IDAHUE	04/04/2017	35,77	84,01	S.I.	96,7	16,8	S.I.	0,001	S.I.
IDAHUE	12/12/2017	S.I.	S.I.	14,7	101,4	17,4	S.I.	0,001	
IDAHUE DE SAN VICENTE	15/10/2014	32,50	143,10	68,6	38,6	15,2	1,30	0,034	Regular
IDAHUE DE SAN VICENTE	28/10/2015	18,80	75,20	68,1	40,0	15,6	0,23	0,038	Regular
IDAHUE DE SAN VICENTE	26/05/2016	2,50	6,38	67,4	35,7	14,4	S.I.	0,024	S.I.
IDAHUE DE SAN VICENTE	11/11/2016	0,40	1,10	73,8	36,7	14,6	0,43	S.I.	S.I.
IDAHUE DE SAN VICENTE	04/04/2017	2,16	8,47	S.I.	34,6	13,6	S.I.	0,032	S.I.
IDAHUE DE SAN VICENTE	15/12/2017	S.I.	S.I.	60,4	38,1	14,4	S.I.	0,029	S.I.
RIGOLEMU-CUENCA-LOS MAQUIS	14/09/2017	0,92	11,56	8,5	20,6	3,5	1,15	S.I.	S.I.
LA LAJUELA-PANAMA-LOS MAITENES-LA ZONA	11/10/2017	15,18	56,62	23,4	52,2	16,3	15,92	<0,001	Buena
HACIENDA LOLOL	18/10/2017	2,13	3,74	20,5	42,3	11,3	6,80	<0,001	Excepcional
RANGUIL	13/10/2017	23,95	23,24	10,8	27,1	18,1	16,54	0,001	Buena
EL MEMBRILLO-LOS TRICAHUES	13/10/2017	7,51	4,65	16,2	15,6	2,4	0,64	0,001	Excepcional
CUTEMU-LA QUEBRADA	18/10/2017	1,83	0,52	14,0	9,9	1,2	0,78	0,003	Excepcional









INFORME DE ENSAYO  
LABORATORIO AMBIENTAL DGA  
DCPRH.

LADSA 6 15-01-01  
VERSIÓN: 05  
FECHA: 28-11-2015

N° Ingreso :	075/16
Tipo de muestra:	SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA
Procedencia de la muestra:	VI REG. LIB. BDO. O'HIGGINS
Fecha Ingreso muestras:	28/04/2016
Fecha emisión del Informe:	11/07/2016

OBSERVACIONES:

- \* FALLA SENSOR DE OD.
- \*\* FALLA LAMPARA DE K: PENDIENTE, SE REPETIRÁ ANALISIS.
- \*\*\* ANALISIS PENDIENTE.
- o MINUTA N° 48/2016.

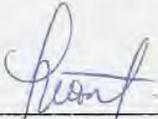
L.D: Límite de detección.

L.Q: Límite de cuantificación

Método SM: Metodología según Standart Methods for the examination of water and wastewater 21 ST 2005

Los resultados emitidos en este Informe solo estan relacionados con los ítemes ensayados

Los análisis de Cu, Fe y Mn se encuentran acreditados en el sistema nacional de acreditación según NCh-ISO 17025.OI2005 certificado LE 1085.

  
JEFE (A) LABORATORIO  
11/7/16.

  
ENCARGADO/A TÉCNICO/A LABORATORIO









INFORME DE ENSAYO  
LABORATORIO AMBIENTAL DGA  
DCPRH

LADGA-3.10-01-01  
VERSIÓN: 05  
FECHA: 29-11-2015

N° Ingreso :	094/16
Tipo de muestra:	PERFICIAL Y SUBTERRAN
Procedencia de la muestra:	REG. LIB. BDO. O'HIGGIN
Fecha ingreso muestras:	03/08/2016
Fecha emisión del informe:	19/08/2016

OBSERVACIONES:

- \* POZO CON BOMBA
- o MINUTA N° 48/2016.

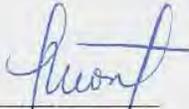
L.D: Límite de detección.

L.Q: Límite de cuantificación

Método SM: Metodología según Standard Methods for the examination of water and wastewater 21 ST 2005

Los resultados emitidos en este informe solo están relacionados con los ítemes ensayados

Los análisis de Cu, Fe y Mn se encuentran acreditados en el sistema nacional de acreditación según NCh-ISO 17025.072005 certificado LE 1085.

  
JEFE (A) LABORATORIO  
19/8/16

  
ENCARGADO/A TÉCNICO/A LABORATORIO

# Informe de ensayo campaña de primavera 2016 – Laboratorio Ambiental DGA



## INFORME DE ENSAYO LABORATORIO AMBIENTAL DGA DCPRH.

LADGA-5 10-01-01  
VERSION: 07  
FECHA: 17-08-2016

N° Ingreso:

Tipo de muestra:

Procedencia de la muestra:

Fecha ingreso muestras:

Fecha emisión del informe:

239/16
SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA
VI REG. LIB. BDO. O'HIGGINS
15/11/16
30/01/17

N° MUESTRA	NOMBRE ESTACIÓN	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Parámetros de Terreno					Cl		SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>
				Temp.	pH	Conduct	Oxígeno Disuelto		Método SM 4500-Cl C	Método 4500-SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> E	Método SM 3111B	Método SM 3111B	
				°C	25°C	µS/cm a 25°C	mg/l	% Sat	L.D: 0,4 mg/L	L.D: 1,1 mg/L	L.D: 0,1 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	
2	Rio Coya antes Junta Rio Cachapoal	09/11/16	12:25	17,80	5,78	618,0	7,74	87,6	17,5	262,4	98,6	19,40	
3	Rio Cachapoal en Bocatoma Chacayes	09/11/16	12:55	16,60	7,36	341,0	9,76	108,5	26,3	67,4	52,2	6,87	
4	Rio Cachapoal en Bocatoma Canales Ribera Sur	09/11/16	14:10	15,34	7,12	356,0	11,08	116,4	24,2	73,1	62,3	12,04	
5	Rio Cachapoal en Puente Coinco	07/11/16	13:05	23,46	7,20	389,0	8,72	104,8	23,9	66,7	57,0	9,53	
6	Rio cachapoal en Puente Arqueado	07/11/16	15:00	22,78	7,61	525,0	8,73	100,5	29,3	80,0	75,0	11,67	
7	Estero La Cadena antes Rio Cachapoal	07/11/16	12:30	16,64	7,10	403,0	7,02	75,3	25,5	66,0	58,3	9,90	
8	Rio Claro en Hacienda Las Nieves	09/11/16	15:35	16,30	5,76	640,0	10,17	111,5	0,7	12,5	10,9	1,16	
9	Rio Claro en Puente Zufiga ( Tunca)	11/11/16	13:05	19,09	7,57	575,0	16,26	179,2	1,0	88,3	84,0	11,60	
10	Estero Zamorano en Pencahue	11/11/16	11:35	18,49	6,97	448,0	8,79	95,4	0,5	68,6	60,3	12,78	
11	Rio Tinguiririca Bajo Briones	09/11/16	17:30	13,15	6,11	158,0	11,34	114,9	4,8	36,0	26,7	5,13	
12	Rio Tinguiririca en Los Olmos	08/11/16	14:20	22,42	7,37	298,0	12,37	143,7	13,7	43,4	38,7	6,80	
13	Estero Chimbarongo en Puente Huelmul	10/11/16	13:40	18,74	7,15	245,0	13,02	145,1	13,7	33,4	30,4	4,36	
14	Estero Chimbarongo en Puente Los Maquis	08/11/16	13:30	20,59	7,17	355,0	12,49	140,6	17,9	52,9	43,6	7,91	
15	Rio Rapel en Navidad	07/11/16	18:01	23,49	7,74	516,0	11,39	131,2	27,0	89,5	67,2	10,49	
16	Estero Ahue en Quilamuta	07/11/16	16:25	25,52	8,08	2564,0	11,51	140,2	48,3	1323,6	533,9	26,29	
17	Estero Ahue antes Estero Caren	07/11/16	16:05	29,52	7,34	344,0	9,31	121,3	5,0	66,2	32,0	10,93	
18	Estero Nilahue en Sector Santa Teresa	08/11/16	11:50	22,62	7,43	408,0	10,49	122,2	0,9	42,2	42,0	13,81	
19	Estero Codegua en La Leonera	09/11/16	10:10	12,72	7,31	142,0	15,69	159,9	1,8	33,2	21,2	4,22	
20	Estero Peuco en Panamericana	09/11/16	11:05	22,21	7,58	352,0	10,24	122,2	15,5	42,5	47,4	7,57	
21	Pozo San Enrique	10/11/16	12:45	18,65	6,11	335,0	*	*	7,2	50,3	50,5	6,95	
23	Pozo Sector Pichilemu en Fundo San Antonio de Petrel	08/11/16	10:05	16,69	7,66	398,0	1,93	19,9	1,2	6,1	26,5	12,19	
24	Vinícola Rengo S.A.	11/11/16	14:40	19,77	6,02	227,0	*	*	< 0,4	< 1,1	33,0	5,99	
25	Aguacoop LTDA.	10/11/16	11:20	22,39	6,76	560,0	*	*	35,5	103,2	79,0	7,37	
26	APR E Niche	11/11/16	11:15	18,43	7,42	474,0	*	*	< 0,4	44,1	66,8	9,60	
27	APR Idahue San Vicente	11/11/16	10:50	18,31	7,24	503,0	*	*	< 0,4	< 1,1	36,7	14,62	
F Análisis									28/11/16	29/11/16	06/12/16	06/12/16	







INFORME DE ENSAYO  
LABORATORIO AMBIENTAL DGA  
DCPRH.

LADGA-5 10-01-01  
VERSION: 07  
FECHA: 17-08-2016

N° Ingreso :	239/16
Tipo de muestra:	SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA
Procedencia de la muestra:	VI REG. LIB. BDO. O'HIGGINS
Fecha ingreso muestras:	15/11/16
Fecha emisión del informe:	30/01/17

N°	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Se	Zn	N-(NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> )	D.Q.O.
MUESTRA	Método SM 3111B	Método SM 3112B	Método SM 3111 B	Método SM 3111 B	Método SM 3111 B	Método SM 3114B	Método SM 3111 B	Metodo salicilato	Método HACH 8000
	L.D: 0,02 mg/L	L.D: 0,002 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,05 mg/L	L.D: 0,02 mg/L	L.D: 0,001 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,010 mg/L	L.D: 1,0 mg/L
2	30,08	**	1,58	< 0,05	0,03	**	0,51	***	< 1,0
3	7,50	**	0,34	< 0,05	< 0,02	**	0,03	***	1,4
4	18,87	**	0,71	< 0,05	< 0,02	**	0,08	***	< 1,0
5	12,11	**	0,40	< 0,05	< 0,02	**	0,05	***	< 1,0
6	5,70	**	0,25	< 0,05	< 0,02	**	0,02	***	3,3
7	13,28	**	0,41	< 0,05	< 0,02	**	0,06	***	3,4
8	0,94	**	0,05	< 0,05	< 0,02	**	< 0,01	***	11,2
9	1,41	**	0,06	< 0,05	< 0,02	**	< 0,01	***	4,6
10	0,95	**	0,09	< 0,05	< 0,02	**	0,02	***	5,0
11	5,23	**	0,30	< 0,05	< 0,02	**	0,01	***	1,7
12	1,99	**	0,15	< 0,05	< 0,02	**	0,01	***	5,2
13	0,57	**	0,04	< 0,05	< 0,02	**	< 0,01	***	5,6
14	0,73	**	0,10	< 0,05	< 0,02	**	< 0,01	***	4,9
15	0,08	**	0,03	< 0,05	< 0,02	**	< 0,01	***	8,2
16	0,16	**	0,04	< 0,05	< 0,02	**	0,01	***	8,5
17	0,20	**	0,05	< 0,05	0,02	**	< 0,01	***	10,1
18	0,32	**	0,13	< 0,05	< 0,02	**	< 0,01	***	6,8
19	4,46	**	0,22	< 0,05	< 0,02	**	0,02	***	1,4
20	0,25	**	0,05	< 0,05	0,02	**	< 0,01	***	5,9
21	0,52	**	< 0,01	< 0,05	< 0,02	**	< 0,01	5,543	3,6
23	3,91	**	4,07	< 0,05	< 0,02	**	0,04	0,097	8,9
24	< 0,02	**	< 0,01	< 0,05	< 0,02	**	0,06	3,789	2,8
25	1,50	**	0,01	< 0,05	< 0,02	**	0,26	0,519	1,9
26	< 0,02	**	< 0,01	< 0,05	< 0,02	**	0,02	2,674	2,7
27	0,30	**	0,53	< 0,05	< 0,02	**	< 0,01	0,112	3,7
F.Análisis	06/12/16		06/12/16	07/12/16	07/12/16		10/01/17	29/11/16	25/11/16





INFORME DE ENSAYO  
LABORATORIO AMBIENTAL DGA  
DCPRH.

LADGA-5.10-01-01  
VERSION: 07  
FECHA: 17-06-2016

N° Ingreso :	239/16
Tipo de muestra:	SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA
Procedencia de la muestra:	VI REG. LIB. BDO. O'HIGGINS
Fecha ingreso muestras:	15/11/16
Fecha emisión del informe:	30/01/17

OBSERVACIONES:

- \* POZO CON BOMBA
- \*\* FALLA EQUIPO EAA 1100B
- \*\*\* ANALISIS NO SOLICITADOS

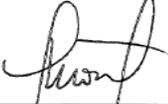
L.D: Limite de detección.

Método SM: Metodología según Standart Methods for the examination of water and wastewater 22<sup>nd</sup> 2012

Los resultados emitidos en este informe solo estan relacionados con los ítemes ensayados

Los análisis de Cu, Fe y Mn se encuentran acreditados en el sistema nacional de acreditación según NCh-ISO 17025.012005 certificado LE 1085.

EL MUESTREO Y LOS DATOS DE TERRENO SON RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE

  
Nombre, Firma y Fecha  
JEFEA DE LABORATORIO  
2/4/17

CINTHYA MONTECINOS SOTO  
Ingeniero Químico  
Jefe Laboratorio Ambiental  
Dirección General de Aguas

31/01/17   
Nombre, Firma y Fecha  
ENCARGADO/A TÉCNICO/A LABORATORIO  
JOSE ORTIZ POZO

# Informe de ensayo campaña de otoño 2017 – Laboratorio Ambiental DGA



## INFORME DE ENSAYO LABORATORIO AMBIENTAL DGA DCPRH.

LADGA-5.10-01-01  
VERSION: 07  
FECHA: 17-08-2016

N° Ingreso:  
Tipo de muestra:  
Procedencia de la muestra:  
Fecha ingreso muestras:  
Fecha emisión del informe:

061/17
SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA
VI REG. LIB. BDO. O'HIGGINS
11/04/2017
01/08/2017

Complemento al Informe de Ensayo N° 061/17 del 30/06/17

N° MUESTRA	NOMBRE ESTACIÓN	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Parámetros de Terreno				Cl <sup>-</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>
				Temp. °C	pH 25°C	Conduct μS/cm a 25°C	Oxígeno Disuelto mg/l	% Sat	Método SM 4500-Cl C	Método 4500-SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> E	Método SM 3111B	Método SM 3111B
									L.D: 0,4 mg/L	L.D: 1,1 mg/L	L.D: 0,1 mg/L	L.D: 0,01 mg/L
2	Rio Coya antes Junta Rio Cachapoal	05/04/2017	15:40	18,84	8,21	560,0	11,59	135,6	14,8	193,7	*****	*****
3	Rio Cachapoal en Bocatoma Chacayes	05/04/2017	15:10	11,64	8,28	622,0	**	**	61,1	128,5	*****	*****
4	Rio Cachapoal en Bocatoma Canales Ribera Sur	05/04/2017	13:40	13,55	8,09	603,0	6,95	70,5	55,7	122,1	*****	*****
5	Rio Cachapoal en Puente Coinco	06/04/2017	12:35	16,98	8,51	635,0	11,45	123,1	47,9	76,9	*****	*****
6	Rio cachapoal en Puente Arqueado	06/04/2017	13:05	19,33	8,39	634,0	**	**	38,5	82,1	*****	*****
7	Estero La Cadena antes Rio Cachapoal	06/04/2017	11:00	13,92	7,04	678,0	4,11	41,9	60,1	115,0	*****	*****
8	Rio Claro en Hacienda Las Nieves	05/04/2017	11:50	13,44	7,01	93,0	6,35	65,5	0,7	19,2	*****	*****
9	Rio Claro en Puente Zufiga ( Tunca)	04/04/2017	15:10	18,13	8,34	642,0	8,55	92,0	37,8	91,8	*****	*****
10	Estero Zamorano en Pencahue	04/04/2017	13:45	16,27	8,27	515,0	11,05	113,7	26,0	57,6	*****	*****
11	Rio Tinguiririca Bajo Briones	04/04/2017	10:05	9,71	7,76	409,0	12,14	114,3	13,8	104,0	*****	*****
12	Rio Tinguiririca en Los Olmos	03/04/2017	17:50	20,28	8,97	408,0	7,54	84,5	17,2	50,5	*****	*****
14	Estero Chimbarongo en Puente Los Maquis	03/04/2017	18:15	19,24	7,82	426,0	9,72	106,2	19,9	80,1	*****	*****
15	Rio Rapel en Navidad	06/04/2017	16:25	22,79	8,95	517,0	**	**	33,7	76,3	*****	*****
16	Estero Ahue en Quillamuta	06/04/2017	14:50	18,52	7,67	3391,0	7,63	83,1	68,2	1314,1	*****	*****
18	Estero Nlahue en Sector Santa Teresa	07/04/2017	10:50	16,67	7,49	262,0	8,20	84,5	21,6	43,4	*****	*****
19	Estero Codegua en La Leonera	05/04/2017	16:55	20,14	8,17	390,0	**	**	10,1	105,9	*****	*****
20	Estero Peuco en Panamericana	05/04/2017	17:45	19,51	6,77	267,0	**	**	11,5	8,5	*****	*****
21	Pozo San Enrique	03/04/2017	12:50	16,53	6,65	346,0	*	*	2,4	29,8	*****	*****
24	Vinícola Rengo S.A.	05/04/2017	11:00	16,46	7,01	241,0	*	*	1,8	14,0	*****	*****
25	Aguacoop LTDA	05/04/2017	13:10	16,56	7,61	528,0	*	*	32,7	87,9	*****	*****
26	APR E Niche	04/04/2017	12:35	21,81	7,82	493,0	*	*	16,2	34,3	*****	*****
27	APR Idahue San Vicente	04/04/2017	12:05	17,98	7,88	517,0	*	*	2,2	8,5	34,6	13,62
28	APR Idahue	04/04/2017	16:10	16,96	7,16	683,0	*	*	35,8	84,0	96,7	16,82
29	APR Los Maitenes de Tagua Tagua el Inca	04/04/2017	11:15	17,31	6,92	657,0	*	*	34,4	73,7	89,9	21,08
30	APR Pencahue bajo	04/04/2017	13:05	18,03	7,10	818,0	*	*	53,0	118,8	108,4	24,46
F.Análisis									21/04/2017	24/04/2017	12/05/2017	11/05/2017





INFORME DE ENSAYO  
LABORATORIO AMBIENTAL DGA  
DCPRH.

LADGA-6.10-01-01  
VERSION: 07  
FECHA: 17-08-2016

N° Ingreso :	061/17
Tipo de muestra:	SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA
Procedencia de la muestra:	VI REG. LIB. BDO. O'HIGGINS
Fecha ingreso muestras:	11/04/2017
Fecha emisión del informe:	01/08/2017

N°	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ag	Al	As	B	Cd	Co	Cr	Cu
MUESTRA	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111D	Método SM 3114B	Método azometilino	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111B
	L.D: 0,2 mg/L	L.D: 0,1 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,5 mg/L	L.D: 0,001 mg/L	L.D: 1 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,02 mg/L	L.D: 0,05 mg/L	L.D: 0,01 mg/L
2	****	****	< 0,01	***	0,121	< 1	< 0,01	***	****	3,73
3	****	****	< 0,01	***	0,031	< 1	< 0,01	***	****	< 0,01
4	****	****	< 0,01	***	0,036	< 1	< 0,01	***	****	0,12
5	****	****	< 0,01	***	0,010	< 1	< 0,01	***	****	0,02
6	****	****	< 0,01	***	0,005	< 1	< 0,01	***	****	< 0,01
7	****	****	< 0,01	***	0,022	< 1	< 0,01	***	****	0,03
8	****	****	< 0,01	***	0,003	< 1	< 0,01	***	****	< 0,01
9	****	****	< 0,01	***	0,005	< 1	< 0,01	***	****	< 0,01
10	****	****	< 0,01	***	0,004	< 1	< 0,01	***	****	< 0,01
11	****	****	< 0,01	***	0,024	< 1	< 0,01	***	****	0,04
12	****	****	< 0,01	***	0,004	< 1	< 0,01	***	****	< 0,01
14	****	****	< 0,01	***	0,004	< 1	< 0,01	***	****	< 0,01
15	****	****	< 0,01	***	0,005	< 1	< 0,01	***	****	< 0,01
16	****	****	< 0,01	***	0,002	< 1	< 0,01	***	****	< 0,01
18	****	****	< 0,01	***	< 0,001	< 1	< 0,01	***	****	< 0,01
19	****	****	< 0,01	***	0,021	< 1	< 0,01	***	****	< 0,01
20	****	****	< 0,01	***	< 0,001	< 1	< 0,01	***	****	< 0,01
21	****	****	< 0,01	***	0,001	< 1	< 0,01	***	****	0,02
24	****	****	< 0,01	***	< 0,001	< 1	< 0,01	***	****	< 0,01
25	****	****	< 0,01	***	0,003	< 1	< 0,01	***	****	< 0,01
26	****	****	< 0,01	***	0,004	< 1	< 0,01	***	****	< 0,01
27	****	****	< 0,01	***	0,032	< 1	< 0,01	***	****	< 0,01
28	****	****	< 0,01	***	0,001	< 1	< 0,01	***	****	< 0,01
29	****	****	< 0,01	***	0,002	< 1	< 0,01	***	****	< 0,01
30	****	****	< 0,01	***	0,002	< 1	< 0,01	***	****	< 0,01
F. Análisis			09.05.2017		28/07/2017	29/04/2017	10.05.2017			08.05.2017





INFORME DE ENSAYO  
LABORATORIO AMBIENTAL DGA  
DCPRH.

LA004-S-10-01-01  
VERSION: 07  
FECHA: 17-08-2016

N° Ingreso :	061/17
Tipo de muestra:	SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA
Procedencia de la muestra:	VI REG. LIB. BDO. O'HIGGINS
Fecha ingreso muestras:	11/04/2017
Fecha emisión del informe:	01/08/2017

N°	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Se	Zn	N-(NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> )	D.Q.O.
MUESTRA	Método SM 3111B L.D: 0,02 mg/L	Método SM 3112B L.D: 0,001 mg/L	Método SM 3111 B L.D: 0,01 mg/L	Método SM 3111 D L.D: 0,05 mg/L	Método SM 3111 B L.D: 0,03 mg/L	Método SM 3111 B L.D: 0,02 mg/L	Método SM 3114B L.D: 0,001 mg/L	Método SM 3111 B L.D: 0,01 mg/L	Metodo salicilato L.D: 0,010 mg/L	Método HACH 8000 L.D: 3,0 mg/L
2	7,33	< 0,001	0,49	***	< 0,03	0,09	< 0,001	0,12	***	< 3,0
3	0,69	< 0,001	0,06	***	< 0,03	< 0,02	< 0,001	0,01	***	< 3,0
4	2,63	< 0,001	0,15	***	< 0,03	< 0,02	< 0,001	0,02	***	< 3,0
5	0,06	< 0,001	0,04	***	< 0,03	< 0,02	< 0,001	0,01	***	3,7
6	0,35	< 0,001	0,04	***	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	***	< 3,0
7	1,58	< 0,001	0,10	***	< 0,03	< 0,02	< 0,001	0,01	***	8,8
8	0,13	< 0,001	< 0,01	***	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	***	< 3,0
9	0,65	< 0,001	0,03	***	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	***	< 3,0
10	0,80	< 0,001	0,06	***	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	***	< 3,0
11	11,82	< 0,001	0,69	***	< 0,03	< 0,02	< 0,001	0,04	***	< 3,0
12	0,55	< 0,001	0,06	***	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	***	< 3,0
14	0,64	< 0,001	0,07	***	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	***	< 3,0
15	0,04	< 0,001	0,02	***	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	***	6,0
16	0,31	< 0,001	0,10	***	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	***	3,5
18	0,07	< 0,001	0,04	***	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	***	5,3
19	0,68	< 0,001	0,02	***	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	***	< 3,0
20	0,07	< 0,001	< 0,01	***	< 0,03	0,02	< 0,001	< 0,01	***	< 3,0
21	< 0,02	< 0,001	< 0,01	***	< 0,03	< 0,02	< 0,001	0,04	***	< 3,0
24	0,02	< 0,001	< 0,01	***	< 0,03	0,02	< 0,001	0,25	***	< 3,0
25	0,50	< 0,001	< 0,01	***	< 0,03	0,02	< 0,001	0,12	***	< 3,0
26	0,04	< 0,001	< 0,01	***	< 0,03	0,02	< 0,001	0,22	***	< 3,0
27	0,24	< 0,001	0,54	***	< 0,03	0,02	< 0,001	< 0,01	***	< 3,0
28	0,04	< 0,001	0,14	***	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	***	< 3,0
29	0,17	< 0,001	0,45	***	< 0,03	< 0,02	< 0,001	0,01	***	< 3,0
30	0,02	< 0,001	0,29	***	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	***	< 3,0
F. Análisis	15/05/2017	25/07/2017	15/05/2017		12/05/2017	11.05.2017	26/07/2017	11.05.2017		17/04/2017





INFORME DE ENSAYO  
LABORATORIO AMBIENTAL DGA  
DCPRH.

LADGA-5 10-01-01  
VERSION: 07  
FECHA: 17-08-2016

N° Ingreso :	061/17
Tipo de muestra:	SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA
Procedencia de la muestra:	VI REG. LIB. BDO. OHIGGINS
Fecha Ingreso muestras:	11/04/2017
Fecha emisión del Informe:	01/08/2017

OBSERVACIONES:

- \* POZOS CON BOMBA
- \*\* FALLA CALIBRACION SENSOR DE OD
- \*\*\* ANALISIS NO SOLICITADOS.
- \*\*\*\* ANALISIS DE CROMO SUSPENDIDO.
- \*\*\*\*\* FALLA EQUIPO EAA 2380

L.D: Limite de deteccion.

Metodo SM: Metodologia según Standart Methods for the examination of water and wastewater 22<sup>nd</sup> 2012

Los resultados emitidos en este informe solo estan relacionados con los items ensayados

Los análisis de Cu, Fe y Mn se encuentran acreditados en el sistema nacional de acreditación según NCh-ISO 17025.012005 certificado LE 1085.

EL MUESTREO Y LOS DATOS DE TERRENO SON RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE

  
José Ortiz Pozo 01/08/17  
Jefe Subrogante  
Laboratorio Ambiental  
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

  
01/08/17  
Nombre, Firma y Fecha  
ENCARGADO/A TÉCNICO/A LABORATORIO  
José Ortiz Pozo

# Informe de ensayo campaña de primavera 2017 – Laboratorio Ambiental DGA



## INFORME DE ENSAYO LABORATORIO AMBIENTAL DGA DCPRH.

LADGA-5.10-01-01  
VERSIÓN: 08  
FECHA: 13-09-2017

N° Ingreso:	263/17
Tipo de muestra:	SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA
Procedencia de la muestra:	VI REG. DEL LIBERTADOR
Fecha ingreso muestras:	20/12/2017
Fecha emisión del informe:	14/05/2018

N° MUESTRA	NOMBRE ESTACIÓN	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Parámetros de Terreno					⊗ Cl	⊗ SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	⊗ Ca <sup>+2</sup>	⊗ Mg <sup>+2</sup>
				Temp. °C	pH 25°C	Conduct μS/cm a 25°C	Oxígeno Disuelto mg/l	% Sat	Método SM 4500-Cl C L.D: 0,4 mg/L	Método 4500-SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> E L.D: 1,1 mg/L	Método SM 3111B L.D: 0,1 mg/L	Método SM 3111B L.D: 0,01 mg/L
1	Rio Coya antes Junta Rio Cachapoal	11/12/2017	13:50	21,79	8,26	560,0	8,71	107,9	***	***	81,3	13,14
2	Rio Cachapoal en Bocatoma Chacayes	11/12/2017	14:17	14,43	9,12	360,0	10,30	113,7	***	***	92,7	18,76
3	Rio Cachapoal en Bocatoma Canales Ribera Sur	11/12/2017	15:00	16,41	8,86	377,0	10,90	118,2	***	***	45,3	20,38
4	Rio Cachapoal en Puente Coinco	11/12/2017	16:00	19,52	8,40	400,0	9,19	103,2	***	***	88,5	21,32
5	Rio cachapoal en Puente Arguedo	13/12/2017	11:00	18,39	8,29	501,0	8,40	90,2	***	***	84,9	14,94
6	Estero La Cadena antes Rio Cachapoal	11/12/2017	16:50	19,01	7,90	485,0	4,28	47,3	***	***	69,0	11,40
7	Rio Claro en Hacienda Las Nieves	12/12/2017	10:20	12,96	9,25	58,0	9,17	94,4	***	***	9,7	1,10
8	Rio Claro en Puente Zúñiga ( Tunca)	12/12/2017	11:50	17,65	8,95	634,0	9,23	98,9	***	***	91,6	12,91
9	Estero Zamorano en Pencahue	12/12/2017	13:40	18,98	8,13	487,0	7,85	85,2	***	***	62,8	13,17
10	Rio Tinguiririca Bajo Briones	15/12/2017	14:50	14,67	7,76	173,0	9,68	99,8	***	***	35,5	7,97
11	Rio Tinguiririca en Los Olmos	14/12/2017	12:20	18,98	7,90	250,0	9,44	102,5	***	***	39,4	8,06
12	Estero Chimbarongo en Puente Huemul	15/12/2017	14:00	21,11	8,89	277,0	11,16	130,4	***	***	34,5	3,99
13	Estero Chimbarongo en Puente Los Maquis	14/12/2017	14:32	22,04	7,70	337,0	8,69	99,2	***	***	41,7	7,18
14	Rio Rapel en Navidad	13/12/2017	14:00	30,90	8,78	467,0	8,56	114,1	***	***	60,7	9,16
15	Estero Alhue en Quilamuta	13/12/2017	12:35	23,21	7,53	2948,0	7,50	88,1	***	***	586,3	26,76
16	Estero Alhue antes Estero Caren	13/12/2017	12:05	25,38	7,93	200,0	8,64	107,6	***	***	36,6	11,52
17	Estero Nilahue en Sector Santa Teresa	14/12/2017	13:00	24,81	7,96	364,0	11,14	132,5	***	***	38,1	11,05
18	Estero Codegua en La Leonera	11/12/2017	12:00	17,38	7,77	192,0	10,62	119,5	***	***	24,5	4,74
19	Estero Peuco en Panamericana	11/12/2017	12:40	24,75	7,93	246,0	11,31	143,2	***	***	32,9	6,68
20	Pozo San Enrique	15/12/2017	13:15	16,63	7,60	367,0	8,43	90,1	***	***	53,0	6,70
24	Aguacoop LTDA	11/12/2017	15:15	16,28	7,86	588,0	5,50	58,9	***	***	82,9	8,00
25	APR E Niche	12/12/2017	13:30	18,37	8,06	512,0	3,49	36,6	***	***	66,4	9,60
26	APR Idahue San Vicente	15/12/2017	16:20	17,93	7,65	564,0	4,22	45,2	***	***	38,1	14,35
27	APR Idahue	12/12/2017	15:19	17,07	7,97	750,0	6,76	70,5	***	***	101,4	17,42
28	APR Los Maitenes de Tagua Tagua el Inca	12/12/2017	13:08	17,78	7,58	688,0	2,51	27,0	***	***	91,6	20,61
Inicio Análisis											22/03/2018	22/03/2018
Fin Análisis											02/04/2018	03/04/2018





INFORME DE ENSAYO  
LABORATORIO AMBIENTAL DGA  
DCPRH.

LADGA-5 10-01-01  
VERSIÓN: 08  
FECHA: 13-09-2017

N° Ingreso :	263/17
Tipo de muestra:	SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA
Procedencia de la muestra:	VI REG. DEL LIBERTADOR
Fecha ingreso muestras:	20/12/2017
Fecha emisión del informe:	14/05/2018

N°	⊗ K <sup>+</sup>	⊗ Na <sup>+</sup>	⊗ Ag	Al	As	B	⊗ Cd	⊗ Co	Cr	⊗ Cu
MUESTRA	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111D	Método SM 3114B-e	LADGA-ITM-15	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111B	Método SM 3111B
	L.D: 0,2 mg/L	LD: 0,1 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,6 mg/L	L.D: 0,001 mg/L	L.D: 0,1 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,02 mg/L	L.D: 0,03 mg/L	L.D: 0,01 mg/L
1	3,6	38,7	< 0,01	6,6	0,016	0,2	< 0,01	< 0,02	**	0,66
2	5,3	37,8	< 0,01	41,8	0,022	0,2	< 0,01	< 0,02	**	0,14
3	5,1	36,9	< 0,01	90,0	0,025	0,2	< 0,01	< 0,02	**	0,28
4	5,4	41,5	< 0,01	113,5	0,026	0,2	< 0,01	< 0,02	**	0,37
5	4,6	26,9	< 0,01	48,6	0,018	0,2	< 0,01	< 0,02	**	0,15
6	7,0	29,8	< 0,01	12,0	0,021	0,2	< 0,01	< 0,02	**	0,10
7	0,3	3,5	< 0,01	1,5	0,003	< 0,1	< 0,01	< 0,02	**	< 0,01
8	3,4	48,6	< 0,01	3,5	0,006	0,2	< 0,01	< 0,02	**	0,02
9	2,9	24,3	< 0,01	1,6	0,003	0,1	< 0,01	< 0,02	**	< 0,01
10	3,1	19,5	< 0,01	17,4	0,010	0,1	< 0,01	< 0,02	**	0,04
11	3,7	17,0	< 0,01	9,3	0,007	0,2	< 0,01	< 0,02	**	0,02
12	2,0	21,4	< 0,01	1,0	< 0,001	0,1	< 0,01	< 0,02	**	< 0,01
13	2,9	19,5	< 0,01	1,8	0,003	0,1	< 0,01	< 0,02	**	< 0,01
14	4,1	27,6	< 0,01	< 0,6	0,005	0,2	< 0,01	< 0,02	**	< 0,01
15	79,0	109,4	< 0,01	< 0,6	0,002	0,2	< 0,01	< 0,02	**	< 0,01
16	2,2	42,4	< 0,01	< 0,6	< 0,001	< 0,1	< 0,01	< 0,02	**	0,01
17	2,7	31,3	< 0,01	< 0,6	< 0,001	0,1	< 0,01	< 0,02	**	0,01
18	0,8	4,5	< 0,01	4,2	0,010	< 0,1	< 0,01	< 0,02	**	0,03
19	4,8	15,8	< 0,01	1,0	0,002	< 0,1	< 0,01	< 0,02	**	0,01
20	2,3	14,7	< 0,01	< 0,6	0,001	0,1	< 0,01	< 0,02	**	0,02
24	4,0	19,5	< 0,01	< 0,6	0,003	0,2	< 0,01	< 0,02	**	0,01
25	2,3	100,4	< 0,01	< 0,6	0,004	< 0,1	< 0,01	< 0,02	**	< 0,01
26	2,3	60,4	< 0,01	< 0,6	0,030	< 0,1	< 0,01	< 0,02	**	< 0,01
27	2,8	14,7	< 0,01	< 0,6	0,001	0,2	< 0,01	< 0,02	**	< 0,01
28	2,4	27,3	< 0,01	< 0,6	0,002	< 0,1	< 0,01	< 0,02	**	< 0,01
Inicio Análisis	22/03/2018	22/03/2018	09/03/2018	09/03/2018	09/03/2018	28/12/2017	09/03/2018	09/03/2018		09/03/2018
Fin Análisis	26/03/2018	28/03/2018	12/03/2018	20/03/2018	30/04/2018	28/12/2017	14/03/2018	12/03/2018		12/03/2018





INFORME DE ENSAYO  
LABORATORIO AMBIENTAL DGA  
DCPRH.

LADGA-5.10-01-01  
VERSIÓN: 08  
FECHA: 13-09-2017

N° Ingreso :	263/17
Tipo de muestra:	SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA
Procedencia de la muestra:	VI REG. DEL LIBERTADOR
Fecha ingreso muestras:	20/12/2017
Fecha emisión del informe:	14/05/2018

N°	⊗ Fe	⊗ Hg	⊗ Mn	Mo	⊗ Ni	⊗ Pb	⊗ Se	⊗ Zn	N-(NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> )	D.Q.O.
MUESTRA	Método SM 3111B	LADGA-ITM-17	Método SM 3111 B	Método SM 3111 D	Método SM 3111 B	Método SM 3111 B	Método SM 3114C	Método SM 3111 B	Metodo salicilato	HACH 8000
	L.D: 0,02 mg/L	L.D: 0,001 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,05 mg/L	L.D: 0,03 mg/L	L.D: 0,02 mg/L	L.D: 0,001 mg/L	L.D: 0,01 mg/L	L.D: 0,010 mg/L	L.D: 3,0 mg/L
1	6,91	< 0,001	0,36	0,07	< 0,03	< 0,02	< 0,001	0,06	*	**
2	29,64	< 0,001	1,49	< 0,05	< 0,03	< 0,02	< 0,001	0,12	*	**
3	49,68	< 0,001	1,24	0,07	< 0,03	< 0,02	< 0,001	0,11	*	**
4	36,50	< 0,001	1,35	0,07	< 0,03	< 0,02	< 0,001	0,11	*	**
5	25,95	< 0,001	0,56	< 0,05	< 0,03	< 0,02	< 0,001	0,05	*	**
6	12,45	< 0,001	0,47	0,07	< 0,03	< 0,02	< 0,001	0,05	*	**
7	0,58	< 0,001	0,03	0,07	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	*	**
8	3,29	< 0,001	0,12	0,07	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	*	**
9	0,71	< 0,001	0,07	0,07	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	*	**
10	10,86	< 0,001	0,39	0,07	< 0,03	< 0,02	< 0,001	0,17	*	**
11	8,49	< 0,001	0,29	0,07	< 0,03	< 0,02	< 0,001	0,01	*	**
12	0,65	< 0,001	0,04	< 0,05	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	*	**
13	1,49	< 0,001	0,12	0,07	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	*	**
14	0,08	< 0,001	0,02	0,07	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	*	**
15	0,24	< 0,001	0,09	0,74	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	*	**
16	0,33	< 0,001	0,07	< 0,05	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	*	**
17	0,19	< 0,001	0,08	< 0,05	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	*	**
18	4,76	< 0,001	0,23	< 0,05	< 0,03	< 0,02	< 0,001	0,02	*	**
19	0,60	< 0,001	0,02	< 0,05	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	*	**
20	0,08	< 0,001	< 0,01	< 0,05	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	*	**
24	0,10	< 0,001	< 0,01	< 0,05	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	*	**
25	< 0,02	< 0,001	< 0,01	< 0,05	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	*	**
26	0,20	< 0,001	0,49	< 0,05	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	*	**
27	0,04	< 0,001	0,14	< 0,05	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	*	**
28	0,13	< 0,001	0,40	< 0,05	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,01	*	**
Inicio Análisis	09/03/2018	07/05/2018	09/03/2018	09/03/2018	09/03/2018	09/03/2018	12/04/2018	09/03/2018		
Fin Análisis	19/03/2018	08/05/2018	16/03/2018	19/03/2018	14/03/2018	15/03/2018	27/04/2018	15/03/2018		





INFORME DE ENSAYO  
LABORATORIO AMBIENTAL DGA  
DCPRH.

LADGA-5.10-01-01  
VERSIÓN: 06  
FECHA: 19-09-2017

N° Ingreso :	263/17
Tipo de muestra:	SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA
Procedencia de la muestra:	VI REG. DEL LIBERTADOR
Fecha ingreso muestras:	20/12/2017
Fecha emisión del informe:	14/05/2018

OBSERVACIONES:

- \* ANALISIS NO SOLICITADOS.
- \*\* ANALISIS SUSPENDIDOS
- \*\*\* FALLA CAMARA DE FRIO.

L.D: Límite de detección.

Método SM: Metodología según Standard Methods for the examination of water and wastewater 22<sup>da</sup> 2012

Los resultados emitidos en este informe solo estan relacionados con los ítemes ensayados

⊗ Análisis acreditados en el sistema nacional de acreditación según NCh-ISO 17025.Of2005 certificado LE 1085.

EL MUESTREO Y LOS DATOS DE TERRENO SON RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE

  
Nombre, Firma y Fecha

JEFE/A DE LABORATORIO

**CINTHYA MONTECINOS SOTO**

Ingeniero Químico  
Jefe Laboratorio Ambiental

Dirección General de Aguas

  
Nombre, Firma y Fecha

ENCARGADO/A TÉCNICO/A LABORATORIO

**Fabian Aburto Jara**  
Encargado Técnico  
Laboratorio Ambiental  
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

LABORATORIO AMBIENTAL DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO  
SANTA ROSA 342 2° PISO, SANTIAGO. TELEFONO: 22449.3852

PAG 7 de 7