



DEPTO. CONSERVACIÓN Y
PROTECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS
PROCESO N° 13252108

MINUTA: DCPRH N° 22/
MAT.: Seguimiento de la calidad
del agua subterránea año
2018 – Pozos APR región
Metropolitana.

SANTIAGO, 30 de Julio de 2019

Contenido

1. Introducción	1
2. Objetivos	4
3. Metodología	4
4. Resultados	10
4.1. Parámetros de terreno	10
4.2. Macroelementos	11
4.3. Nutrientes	17
4.4. Microelementos	20
4.5. Calidad General según normativa	34
5. Comentarios Finales y recomendaciones.....	35
Bibliografía	37
6. Anexo.....	39

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 8 regiones con acuíferos delimitados¹ 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 tiene una mayor representatividad del acuífero del cual se extrae; 3) porque no presentan

¹ 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, Antofagasta, Copiapó, Coquimbo, Valparaíso, Libertador Bernardo O'Higgins y Maule.

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, Coquimbo, Maule y Ñuble y Biobío resultando las siguientes publicaciones:

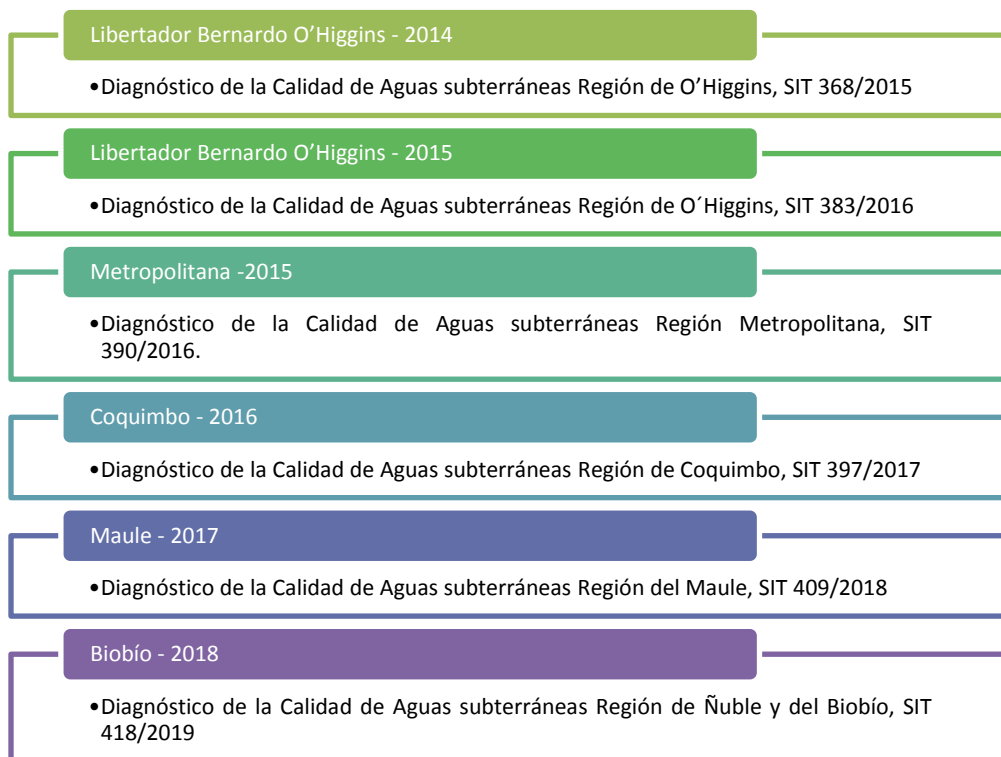


Figura 1. Estudios de Diagnóstico de calidad de agua subterránea realizados al año 2018.

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 BNA², 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 667 pozos APR y se han realizado cinco 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 y Minuta N°24/2018)³.

² 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.

³ Las minutas pueden ser consultadas en el catálogo bibliográfico de la DGA: <http://sad.dga.cl/>

En el “Diagnóstico de la calidad de las aguas subterráneas en la Región Metropolitana-Complementario Diagnóstico Plan Maestro de Recursos Hídricos Región Metropolitana de Santiago”⁴ (2016) se utilizó la infraestructura instalada de 104 pozos APR para analizar la calidad del agua proveniente del acuífero previo a cualquier tratamiento, representativos de 8 sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común (SHAC)⁵. Entre los resultados del estudio se recomienda el ampliar la red de monitoreo a todos los sistemas acuíferos de la Región Metropolitana de Santiago, particularmente en aquellas comunas donde el Índice de Calidad de parámetros químicos de origen antrópico presentaron un IC Regular o IC Insuficiente.

Debido al uso intensivo que tiene la cuenca del Maipo y a la población que sustenta, la calidad ambiental del agua se encuentra controlada por una norma secundaria de calidad ambiental⁶, por tanto se deben aprovechar todas las oportunidades para recopilar información respecto a su calidad, jugando el agua subterránea un rol fundamental. El año 2017 se decide iniciar un plan piloto de capacitación a APR de la región en calidad de agua subterránea tomando en consideración las recomendaciones otorgadas por el diagnóstico realizado el año 2016, el cual culmina con operarios capacitados en muestreo de calidad de agua de fuentes APR. Se destaca de este plan la incorporación de prácticas de ‘monitoreo ciudadano’, un proceso en el cual *el ciudadano común toma un rol en el descubrimiento científico, uniendo fuerzas con investigadores para responder preguntas relevantes para la ciencia*⁷. Gracias al trabajo sinérgico entre los operadores y operadoras de APR y la DGA se logran levantar datos de calidad de agua durante el año 2018 los cuales se presentan y analizan en este informe.

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 Metropolitana de las muestras tomadas durante el año 2018 dentro del contexto del SHAC e identificar su calidad respecto al uso potable y en riego comparando con las normas NCh 409/05 y NCh 1333/78, respectivamente.

De forma adicional se comparan estos resultados con aquellos levantados el año 2015 y 2016 para identificar cambios en la calidad a través del tiempo.

3. Metodología

Durante el año 2018 se realizaron 2 campañas: una en otoño (periodo marzo-mayo) y otra en primavera (periodo septiembre-noviembre), programación que se alinea con el monitoreo

⁴ Diagnóstico de la calidad de aguas subterráneas en la región Metropolitana-Complementario Diagnóstico Plan Maestro de Recursos Hídricos Región Metropolitana S.D.T. N° 390.

⁵ 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).

⁶ D.S.N°53/2014 Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del río Maipo.

⁷ LearningisOpen.org.

rutinario de la red de calidad de agua subterránea de la DGA⁸. La metodología de muestreo para las campañas de 2018 corresponde a la misma empleada en el “Diagnóstico de la calidad de aguas subterráneas de la región Metropolitana” realizada durante el año 2015 y 2016⁹. Las metodologías de análisis químicos empleadas en las campañas desarrolladas el año 2018 se resumen en la Tabla 1.

Se identificaron dos fuentes APR que no tendrían un código BNA asociado; Cooperativa Santa Margarita (N°48, Tabla 2) y Los Aromos (Sta. Mónica) (N°49, Tabla 2). En el primer caso al no tener coordenada que permita asociarlo a un SHAC no fue posible desarrollar el análisis de los resultados de calidad de agua, no obstante se incluye el informe de ensayo respectivo en los Anexos Informes de ensayo. En cuanto al APR Los Aromos (Santa Mónica), estimando que su ubicación es equivalente a aquella del APR La Esperanza Santa Mónica (N°17, Tabla 2) se decide proceder con el análisis de su información, teniendo presente que esta podría ajustarse de tener más antecedentes.

Respecto al procesamiento de datos, se reúnen los datos de los análisis fisicoquímicos de las fuentes de los pozos APR de los cuales se hizo el seguimiento (Tabla 2 y Figura 2) 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.

De forma adicional se realizará el análisis temporal de los parámetros más relevantes indicativos de contaminación como sulfato, nitrato, y los metales y metaloides más relevantes por registrar valores detectables.

El cálculo del Índice de calidad general se posterga debido a la falta de los parámetros sodio y calcio, necesarios para su interpretación y comparabilidad (Dirección General de Aguas, 2016).

Tabla 1. Metodologías de análisis utilizadas en el laboratorio ambiental DGA durante las campañas del año 2018. LD: Límite de detección de la técnica analítica.

N°	Parámetros	Expresión	Metodología	LD (mg/L)
1	Temperatura agua	T°	Nch 411/3 Of. 2014	-
2	pH	Ph	Nch 411/3 Of. 2014	-
3	Cloruro	Cl	SM 4500-Cl, Ed 22. 2012.	0,4
4	Sulfato	SO4	SM 4500-SO4, Ed 22. 2012.	1,1
5	Magnesio	Mg	SM 3111 B Ed 22. 2012	0,1

⁸ Minuta DCPRH N°39/2019. Programación de muestreo para el año 2019 correspondiente a la red de Calidad de Agua Superficial, Subterránea y Normas Secundarias de Calidad Ambiental.

⁹ Es necesario mencionar que si bien se tomaron todos los resguardos necesarios para tomar una muestra representativa de la fuente, se desconoce la información de la habilitación de los pozos implicando esto que la muestra recolectada puede ser una mezcla del agua de diversos estratos acuíferos.

N°	Parámetros	Expresión	Metodología	LD (mg/L)
6	Nitrógeno de nitrato	N-NO3	Método Salicilato Rodier, 1981	0,01
7	Arsénico total	As	LADGA -ITM-17	0,001
8	Cadmio total	Cd	Método SM 3111B	0,01
9	Cromo total	Cr	Método SM 3111B	0,03
10	Cobre total	Cu	Método SM 3111B	0,01
11	Hierro total	Fe	Método SM 3111B	0,02
12	Mercurio total	Hg	Método SM 3112B	0,001
13	Manganeso total	Mn	Método SM 3111B	0,01
14	Plomo total	Pb	Método SM 3111 B	0,02
15	Selenio total	Se	Método SM 3114B	0,001
16	Zinc total	Zn	Método SM 3111 B	0,01

Tabla 2. Ubicación de las fuentes de de APR donde se realiza el seguimiento de calidad del año 2018 y la cantidad de campañas realiadas a la fecha (2015-2018) en cada fuente de APR.

N°	Nombre Pozo	BNA	Provincia	Comuna	Acuífero	Sector Acuífero	Este (wgs84 H19)	Norte (wgs84 H19)	N° Campañas realizadas a la fecha
1	APR Aguila Norte - Sur	5715007	Maipo	Paine	Maipo	Paine	339161	6246722	4
2	APR Aparicion de Paine	5712009	Maipo	Paine	Maipo	Paine	346732	6259493	4
3	APR Campusano La Estancilla	5712010	Maipo	Buin	Maipo	Buin	332339	6262850	4
4	APR Cardonal Bajo	5714004	Maipo	Paine	Maipo	Paine	345481	6252465	3
5	APR Colonia Kennedy	5714006	Maipo	Paine	Maipo	Paine	341460	6249501	4
6	APR Culipran	5747008	Melipilla	Melipilla	Maipo	Popeta	291550	6258702	4
7	APR El Bollenar	5745004	Melipilla	Melipilla	Maipo	La Higuera	298259	6283293	3
8	APR El Cerrillo	5712011	Maipo	Buin	Maipo	Buin	342275	6262095	4
9	APR El Labrador	5717011	Talagante	Talagante	Maipo	El Monte Nuevo	326204	6269145	4
10	APR El Prado	5800005	Melipilla	San Pedro	Yali	Yali Bajo El Prado	267956	6244047	4
11	APR El Romeral	5712012	Maipo	San Bernardo	Maipo	Buin Laguna de	338048	6270134	4
12	APR El Vinculo	5716012	Maipo	Paine	Maipo	Aculeo	325894	6249684	4
13	APR Gacitua	5717012	Talagante	Isla de Maipo	Maipo	El Monte Nuevo	323362	6265832	4
14	APR Hermanos Carrera	5735017	Chacabuco	Colina	Maipo	Chicureo	343612	6317767	4
15	APR Hospital Champa	5715008	Maipo	Paine	Maipo	Paine	338113	6251483	4
16	APR Huelquen	5714007	Maipo	Paine	Maipo	Paine	348544	6253589	3
17	APR La Esperanza - Santa Monica	5737025	Talagante	Padre Hurtado	Maipo	Santiago Central	326849	6285685	5
18	APR Las Canteras	5736010	Chacabuco	Colina	Maipo	Colina Sur	341801	6314898	4
19	APR Las Hijuelas de	6041008	Melipilla	Alhue	Alhue	Estero	293570	6230360	4

N°	Nombre Pozo	BNA	Provincia	Comuna	Acuífero	Sector Acuífero	Este (wgs84 H19)	Norte (wgs84 H19)	N° Campañas realizadas a la fecha
	Loncha					Alhue			
20	APR Las Lomas de Culipran	5747009	Melipilla	Melipilla	Maipo	Popeta	289609	6258711	4
21	APR Las Rosas	5743000	Melipilla	María Pinto	Maipo	Puangué Medio	296927	6292075	4
22	APR Lo Ovalle	5744016	Melipilla	Curacaví	Maipo	Puangué Alto	302060	6301198	4
23	APR Loica	5800006	Melipilla	María Pinto	Maipo	Puangué Medio	307392	6291983	4
24	APR Los Diecisiete	5735018	Chacabuco	Colina	Maipo	Colina Sur	339346	6318000	4
25	APR Los Rulos	5744017	Melipilla	María Pinto	Maipo	Puangué Medio	306288	6295173	4
26	APR Mallarauco	5745005	Melipilla	Melipilla	Maipo	La Higuera	304294	6281477	4
27	APR Manuel Rodríguez	5735019	Chacabuco	Colina	Maipo	Colina Inferior	343319	6320396	4
28	APR María Pinto Pozo3	5744018	Melipilla	María Pinto	Maipo	Puangué Medio	302747	6289954	4
29	APR María Pinto Pozo 4	No tiene	Melipilla	María Pinto	Maipo	Puangué Medio	302747	6289954	2
30	APR Miraflores	5744019	Melipilla	Curacaví	Maipo	Puangué Medio	309168	6299664	4
31	APR Nuevo Porvenir	5734016	Chacabuco	Lampa	Maipo	Lampa	327549	6316810	4
32	APR Pelvin	5737021	Talagante	Peñaflor	Maipo	Santiago Central	322294	6279936	4
33	APR Popeta	5747011	Melipilla	Melipilla	Maipo	Popeta	289584	6254164	4
34	APR Puangué	5746007	Melipilla	Melipilla	Maipo	Puangué Bajo	285159	6272464	4
35	APR Quilapilun	5731008	Chacabuco	Colina	Maipo	Chacabuco o Polpaico	341455	6336964	4
36	APR Reina Norte	5735020	Chacabuco	Colina	Maipo	Colina Inferior	342377	6327093	4
37	APR Rumay - Campo Lindo	5746008	Melipilla	Melipilla	Maipo	Puangué Bajo	291367	6276388	4
38	APR San Antonio de Naltahua	5740016	Talagante	Isla de Maipo	Maipo	El Monte Nuevo	312862	6267030	4
39	APR San José de Melipilla	5746009	Melipilla	Melipilla	Maipo	Puangué Bajo	292877	6278675	4
40	APR San Manuel	5747012	Melipilla	Melipilla	Maipo	Popeta	288712	6261186	3
41	APR San Pedro - El Yali	5800007	Melipilla	San Pedro	Yali	San Pedro	271877	6244480	4
42	APR San Vicente de Naltahua	5717016	Talagante	Isla de Maipo	Maipo	El Monte Nuevo	319799	6266201	4
43	APR Santa Elisa	5745006	Melipilla	Melipilla	Maipo	La Higuera	315549	6282182	4
44	APR Santa Filomena Las Vertientes	5715009	Maipo	Buín	Maipo	Buín	333413	6258315	3
45	APR Santa Inés de Pataguillas	5744020	Melipilla	Curacaví	Maipo	Puangué Medio	315518	6290245	4
46	APR Santa Luisa	5735022	Chacabuco	Colina	Maipo	Colina Sur	342157	6317189	4
47	APR Santa Matilde Cooperativa Santa	5732014	Chacabuco	Tiltill	Maipo	Chacabuco o Polpaico	332629	6335490	4
48*	Margarita	No registra	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	1

N°	Nombre Pozo	BNA	Provincia	Comuna	Acuífero	Sector Acuífero	Este (wgs84 H19)	Norte (wgs84 H19)	N° Campañas realizadas a la fecha
49**	Los Aromos (Sta. Mónica)	No registra	Talagante	Padre Hurtado	Maipo	Santiago Central	326845	6285682	1

S.I.: Sin información.

(*) APR Cooperativa Santa Margarita no registra código BNA y no tiene información de una coordenada que permita asociarlos a un SHAC y acuífero.

(**) APR Los Aromos (Sta. Mónica) no registra código BNA sin embargo a través del nombre se asocia al SHAC al cual pertenece el APR La Esperanza - Santa Mónica (N°17).

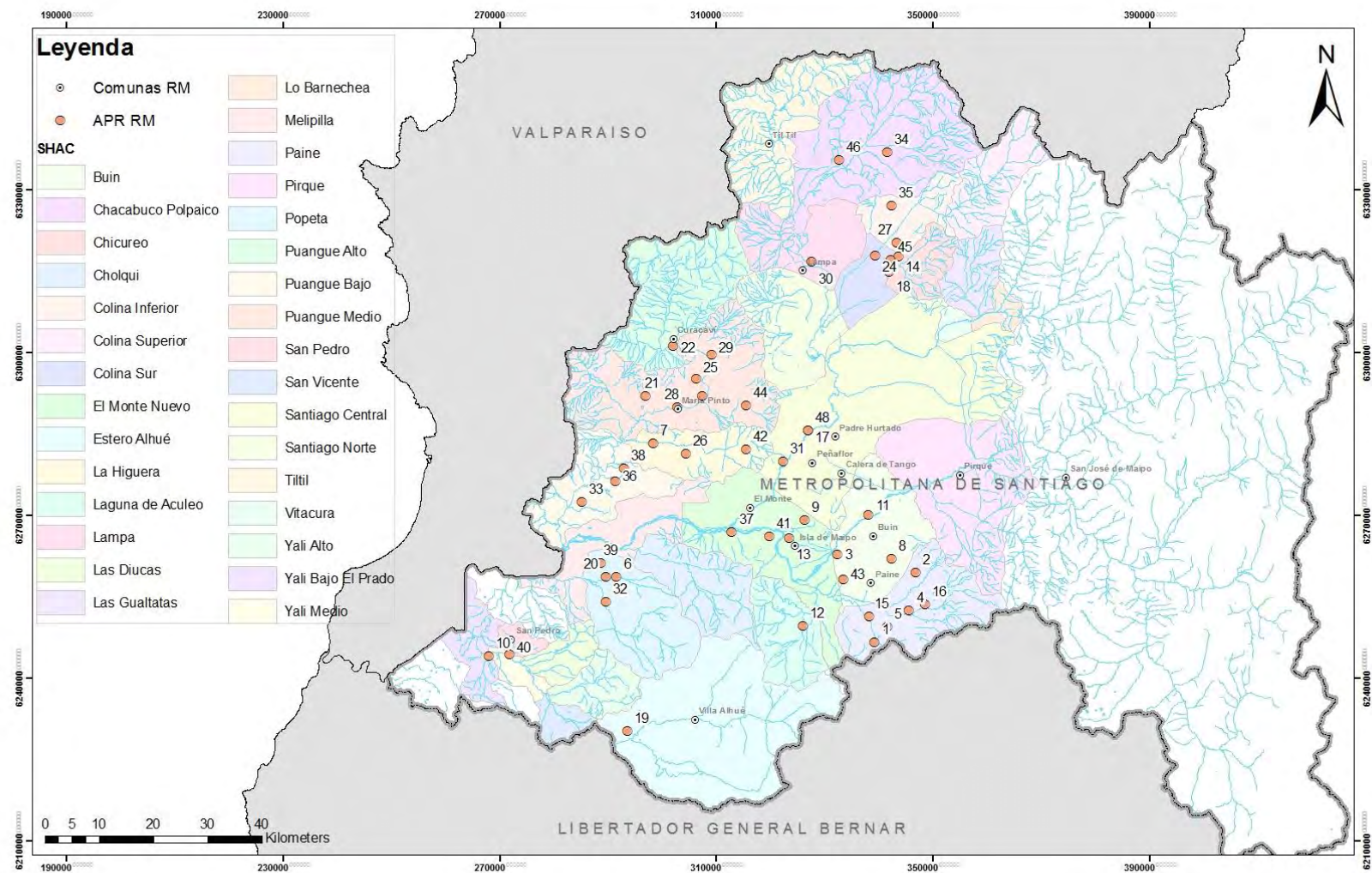


Figura 2. Ubicación de fuentes de pozos APR en seguimiento en la región Metropolitana, campañas 2018. El nombre de cada pozo se encuentra detallado en la Tabla 2.

4. Resultados

4.1. Parámetros de terreno

Respecto al pH, la mediana de los valores obtenidos en las campañas del 2015, 2016 y 2018 en todos los SHAC se ubicaron entre rangos neutros (6,5 – 7,8 unidades) (Hounslow, 1995). No obstante se observan algunos valores extremos en rangos moderadamente alcalinos (SHAC Chacabuco Polpaico, El Monte Nuevo, Paine y Puangue medio) (Figura 3). No obstante lo señalado, se observa que en general calidad del agua es adecuada para su uso en riego al no superar el rango recomendado de 5,5 – 9,0 unidades de pH (NCh 1333/78) y para su uso potable al encontrarse mayormente entre el rango 6,5 – 8,5 unidades de pH (NCh 409/05). Si bien se identificó un valor de 8,9 unidades en Puangue Medio durante abril de 2018 (Tabla 3), este valor no se considera indicativo de un cambio abrupto en la calidad al encontrarse los valores restantes en el rango neutro.

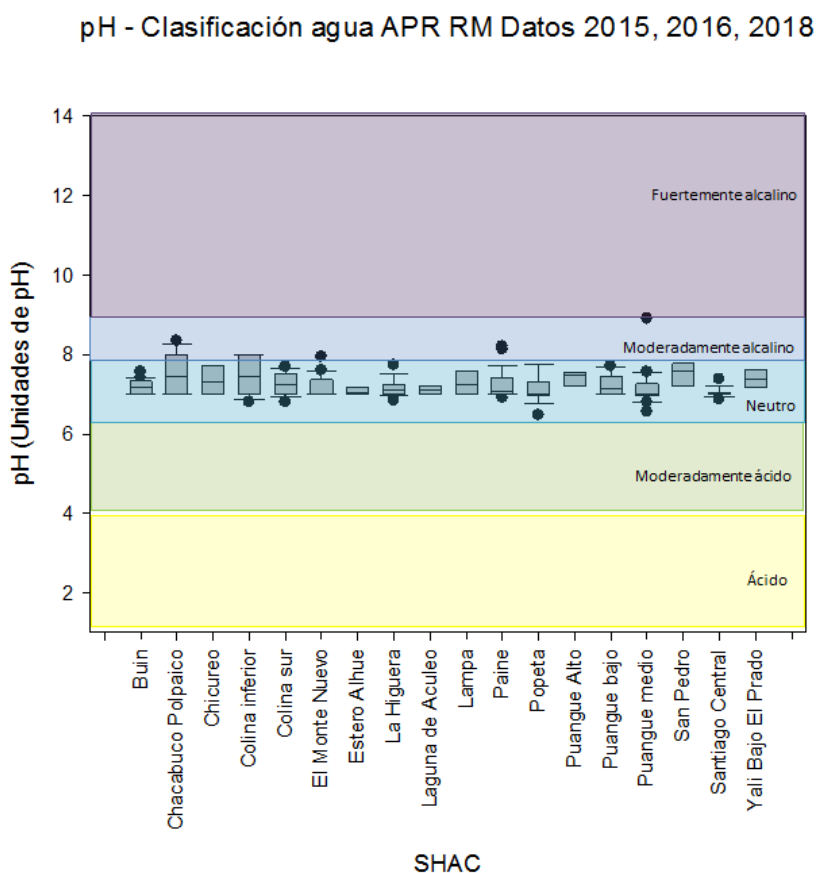


Figura 3. Box plot con datos de pH para cada SHAC analizado en la región Metropolitana en los años 2015, 2016 y 2018. Se grafica la mediana, percentiles 25 y 75 como límites de la caja, y percentiles 10, y 90 como barras de error, y rangos de pH según (Hounslow, 1995).

Los valores de pH no presentaron una fluctuación importante en el tiempo en los diversos SHAC, esto es que no cambiaron su clasificación de neutra a otra categoría, por tanto no se analiza la evolución temporal de este parámetro. Sin perjuicio de esto los datos pueden consultarse en Tabla 3.

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). Los iones básicos a analizar en una muestra de agua son los siguientes: (cationes) Calcio, Sodio, Potasio y Magnesio, y (aniones) Bicarbonato, Carbonato, Cloruro, Sulfato y Nitratos. Siendo una práctica común el no considerar carbonato y nitrato por el escaso aporte que suelen tener en el balance iónico, particularmente en el caso de aguas naturales.

Los macroelementos analizados durante las campañas del 2018 fueron magnesio, cloruro y sulfato, un catión y dos aniones respectivamente.

El **análisis de los aniones** a través de la relación rSO_4/rCl^{10} tiene por objetivo el identificar si las muestras se ven influenciadas por procesos de mezcla donde intervenga el agua salina (como referencia el agua de mar) o si estas tienen aportes de contaminación agrícola e industrial (Ibanez, Hernandez-Esparza, Doria-Serrano, Fregoso-Infante, & Mohan-Singh, 2006). Para identificar si las muestras se encuentran mezcladas con agua salina o de mar se utiliza como referencia la relación $rSO_4/rCl = 0,11$ correspondiente al agua de mar (Manzano, 2016). Si las muestras se encuentran bajo esta línea de mezcla podrían indicar problemas por intrusión marina. Por otro lado, si las muestras se encuentran sobre la línea 0,11, específicamente entre 0,2 y 0,4, puede ser indicativo que las muestras analizadas corresponden a agua continental (no habría mezcla con agua marina), siendo valores más altos que el rango indicado un posible aporte de contaminación agrícola e industrial. Al analizar la relación rSO_4/rCl graficada en la Figura 8 se distinguen 4 grupos de muestras clasificadas en A, B, C, D y E. La muestra A y A* (SHAC Laguna de Aculeo), B (SHAC Chacabuco Polpaico y Buin) y C (SHAC Lampa) indican un aporte mayor de sulfato respecto a las demás muestras, pudiendo relacionarlas con procesos de contaminación. La muestra A del SHAC Laguna de Aculeo se separa en dos subgrupos, el primero con relaciones rSO_4/rCl sobre 13 (A) correspondiente a datos del año 2018, y aquellos bajo 7 (A*) con datos recolectados los años 2015 y 2016 (Tabla 4) (Figura 8). Esto reforzaría la teoría que se estaría produciendo un proceso de contaminación en el SHAC, sin embargo es necesario destacar que sólo se cuenta con información de un pozo en el SHAC Laguna de Aculeo, siendo necesario aumentar la densidad de puntos para corroborar la teoría (Tabla 4).

¹⁰ 'r' corresponde a la expresión de la concentración de un parámetro en equivalentes, que en este caso particular al encontrarse el soluto en mg/L, correspondería a mequivalentes/L (meq/L). Los equivalentes se calculan como se muestra a continuación: $x \text{ meq/L} \rightarrow x \text{ mg/L} / (\text{peso molecular} / \text{estado de oxidación})$.

Las muestras A**, D y C, indican aguas que poseen valores de sulfatos relacionados a procesos de contaminación (sobre 0,4), sin embargo se encuentran alejados de los grupos A, A*, B y C, y relativamente cercanos entre sí, pudiendo indicar que comparten características químicas en común (Figura 8).

Se destaca el grupo de muestras E, que si bien se encuentran en un rango similar rSO_4/rCl al grupo A**, D y E, posee valores más altos de cloruro (eje abscisas), separándose de estas muestras y acercándose hacia los valores que presenta el agua de mar (Figura 8).

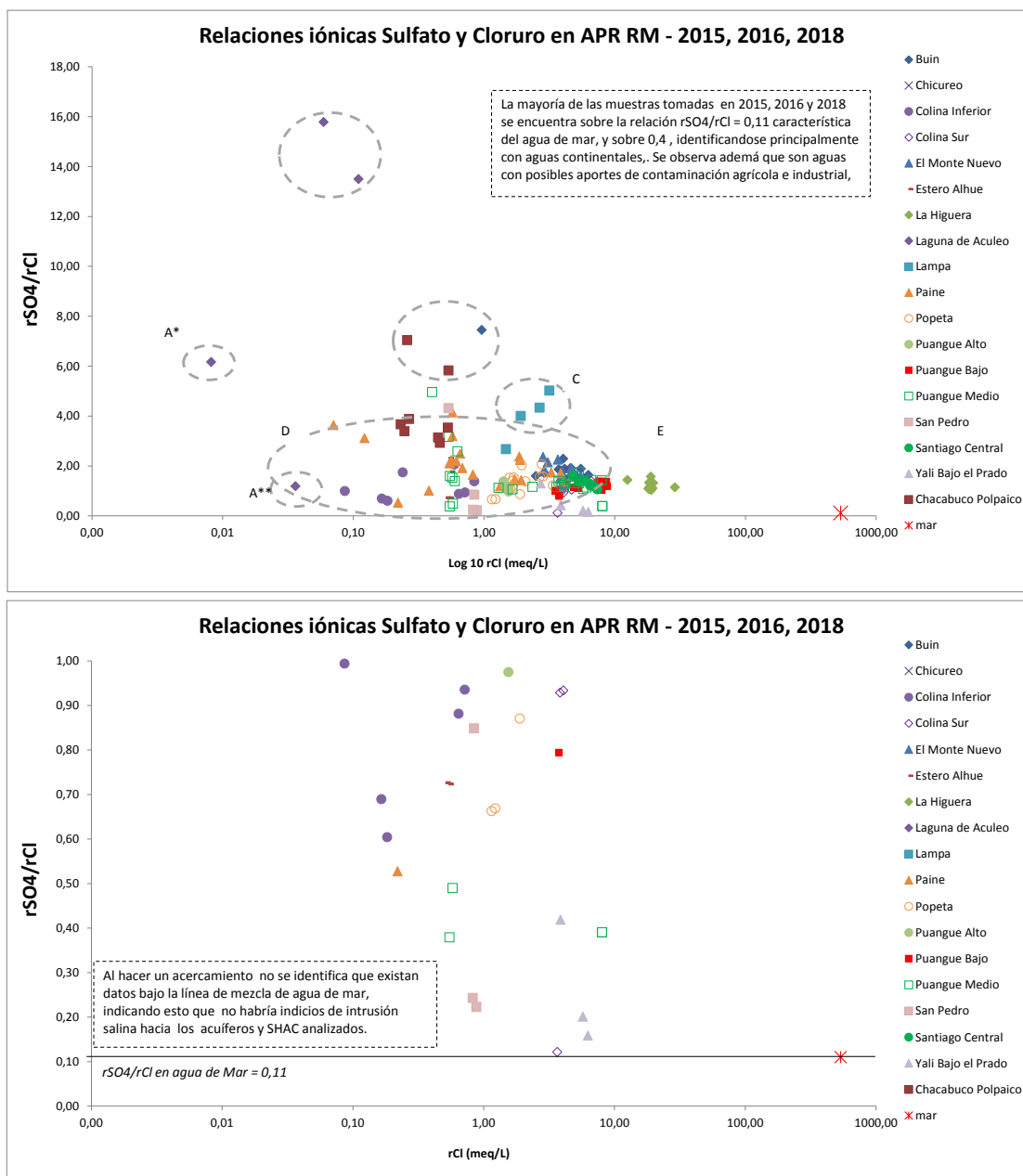


Figura 4. Relación iónica rSO_4/rCl en los APR de la región Metropolitana de los datos obtenidos los años 2015, 2016 y 2018, siendo I una vista completa los datos, y II un acercamiento hacia la línea teórica de agua de mar.

Los resultados de sulfato indica que entre los SHAC existe bastante variación registrándose las mayores concentraciones en Puangue bajo, Buin, y Santiago central, esto si se considera el valor de la mediana de cada SHAC (Figura 5). Estos resultados indicarían además que respecto al uso potable (NCh 409/05) en general todos los SHAC presentarían aguas adecuadas, destacando que se registraron valores sobre las recomendaciones en Puangue Bajo y Puangue Medio, pero que pueden ser de carácter puntual (Figura 3 y Tabla 4).

Respecto al uso del agua para riego, al ser este límite 250 mg/L y tomando en cuenta la mediana de cada SHAC (Figura 3) se observa que distintos SHAC presentan concentraciones mayores a lo sugerido, a mencionar: Buin, Chicureo, Colina sur, El Monte Nuevo, La Higuera, Puangue Medio, Santiago Central (Tabla 4).

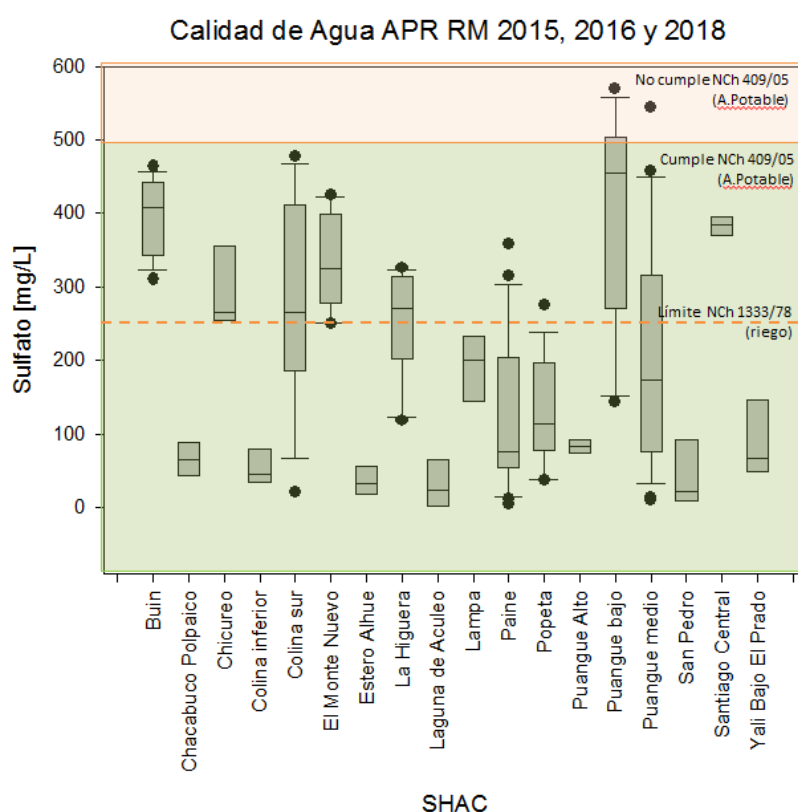


Figura 5. Box plot con datos de sulfato (mg/L) para cada SHAC analizado en la región Metropolitana en los años 2015, 2016 y 2018. Se grafica la mediana, percentiles 25 y 75 como límites de la caja, y percentiles 10, y 90 como barras de error.

El análisis del sulfato en el tiempo indica que la variación es leve, no percibiéndose un aumento entre las campañas realizadas a la fecha. Sin perjuicio de lo anterior, se destaca que en el SHAC Puangue Medio el APR Miraflores presenta mayor contenido de sulfato en el año 2018 respecto al año 2015 y 2016, aumentando más del doble (Tabla 5 y Figura 6).

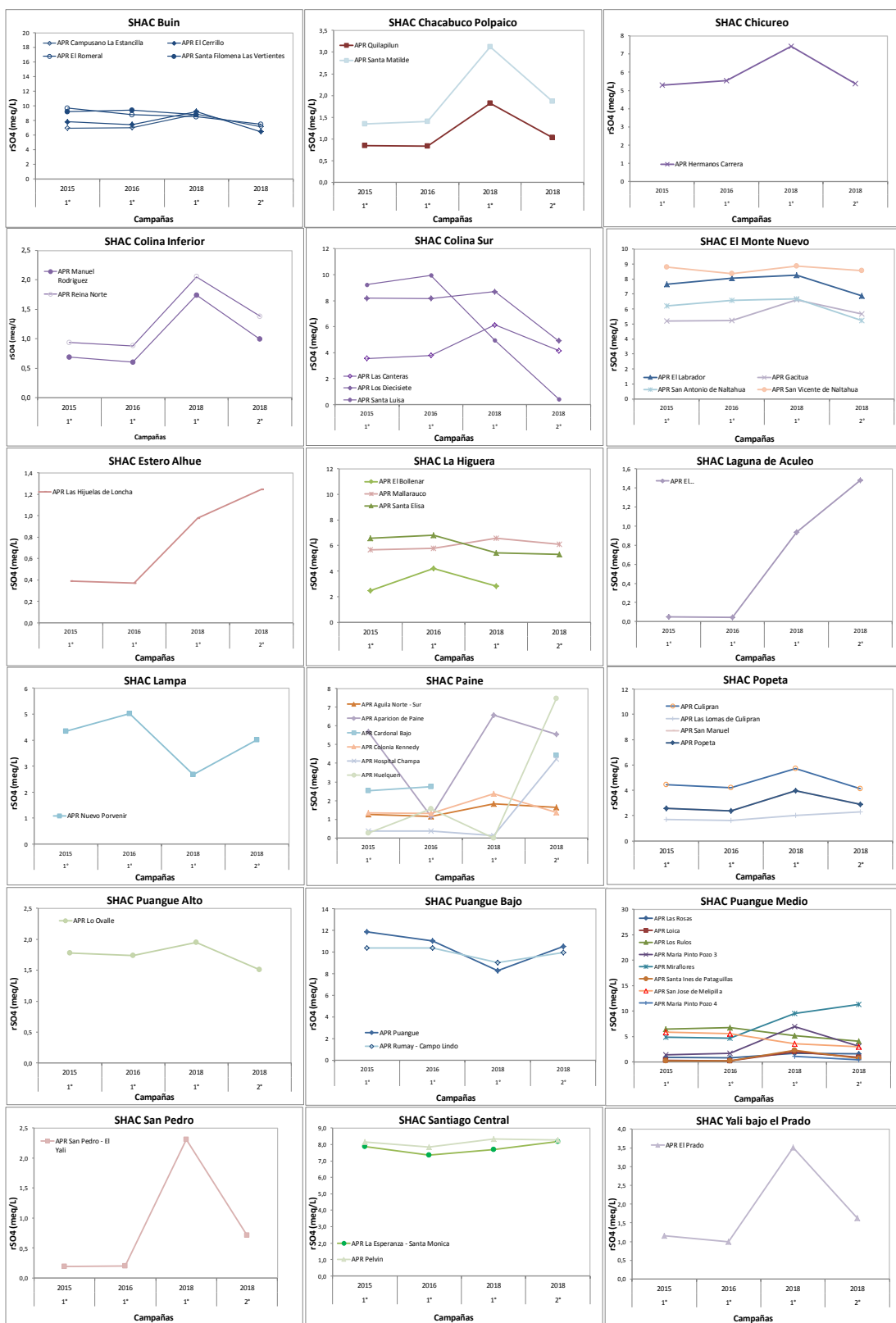


Figura 6. Evolución en el tiempo del contenido de sulfato (meq/L) en las muestras de agua de las fuentes APR de la región Metropolitana (años 2015, 2016 y 2018).

El **cloruro** mantuvo concentraciones bajo el límite máximo recomendado por la NCh 409/05 para uso potable (400 mg/L) (Figura 7). Respecto al uso en riego (NCh 1333/78) se observa que el SHAC Puangue bajo y Santiago Central se desvían de las recomendaciones, también se identifican los SHAC Buin, Colina Sur, La Higuera y Yali bajo el prado que presentaron valores puntuales que se alejaron. y para para el magnesio se mantuvo bajo los límites recomendados por la NCh 409/05 (125 mg/L) (Tabla 4).

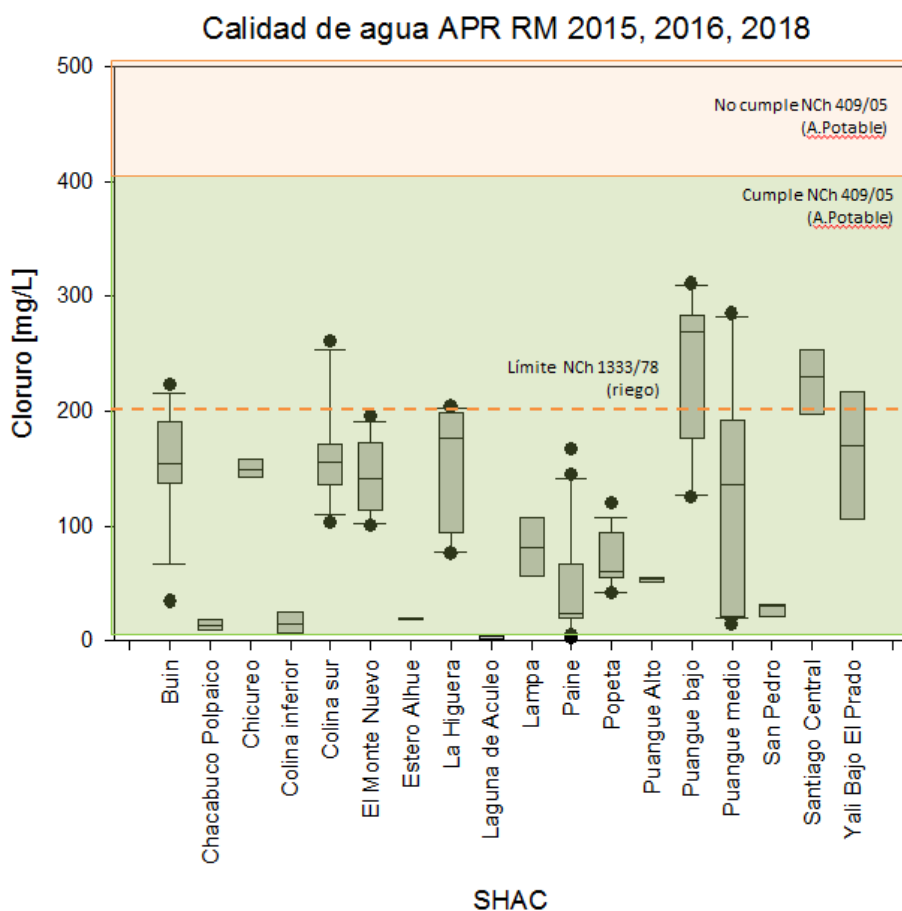


Figura 7. Box plot con datos de cloruro (mg/L) para cada SHAC analizado en la región Metropolitana en los años 2015, 2016 y 2018. Se grafica la mediana, percentiles 25 y 75 como límites de la caja, y percentiles 10, y 90 como barras de error.

El **análisis de los cationes rNa versus rCa** se realizó utilizando datos de los años 2015 y 2016 pues el año 2018 no se consideró el análisis de este macroelemento. La comparación de rNa respecto a rCa permite identificar procesos de intercambio catiónico¹¹ predominantes que pueden diferenciar

¹¹ Intercambio iónico (catiónico o aniónico): En el caso de aguas naturales ocurre cuando un agua que recorre un terreno o superficie libre (desorbe) ciertos solutos de la fase líquida fijándolos sobre las superficies sólidas donde transita, e

un grupo de muestras de otro, información que podría ayudar a establecer donde o con cual tipo de agua se están recargando los acuíferos. Los resultados de esta comparación se grafican en la Figura 8, donde se perciben tres grupos generales de muestras, aquellas ubicadas en el cuadrante III, IV, y entre los cuadrantes III y IV. Las muestras ubicadas en el cuadrante III corresponderían a los SHAC Yali Bajo el Prado, Chacabuco Polpaico, San Pedro, Laguna de Aculeo, Colina Inferior, Popeta y Estero Alhue, Puangue Alto, y se caracterizan por presentar aguas sometidas a procesos de ablandamiento, donde el agua de recarga de los acuíferos provendría del lavado de terrenos salinos con agua dulce (Manzano, 2016). Las muestras del cuadrante IV corresponden a los SHAC Puangue Bajo, Puangue bajo, San José de Melipilla y Buin, y se caracterizarían como aguas sometidas a procesos de endurecimiento, es decir, aguas donde hay más calcio respecto a los demás cationes. Las muestras que se encuentran entre los cuadrantes III y IV son aquellas que presentan características intermedias de intercambio catiónico, siendo los ejemplos más claros los SHAC Chicureo y La Higuera, que se encuentran muy cercanos al punto medio de los cuadrantes, mientras que los SHAC Paine, Puangue Medio y Lampa se acercan al cuadrante III (ablandamiento), y los SHAC Santiago Central, El Monte Nuevo y Colina Sur se acercan al cuadrante IV (endurecimiento) (Figura 8).

Estos resultados indicarían de forma general que las aguas del cuadrante III podrían tener una influencia de recarga de aguas más antiguas respecto a las aguas del cuadrante IV (Manzano, 2016), las cuales al pasar por un proceso de endurecimiento se estarían recargando con aguas más jóvenes o nuevas. Sin perjuicio de este análisis, se requieren más datos en el tiempo (conocer evolución en el tiempo) y otras técnicas analíticas y para obtener conclusiones más robustas y precisas respecto al origen de las aguas.

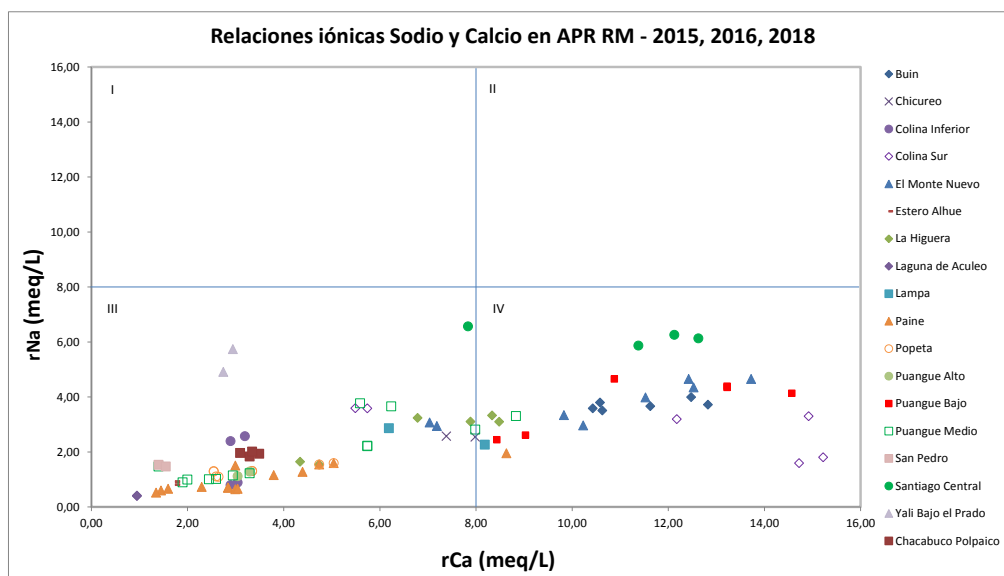


Figura 8. Relación iónica rNa versus rCa en los APR de la región Metropolitana de los datos obtenidos los años 2015 y 2016.

incorpora otros solutos que estaban adsorbidos en dicha superficie produciéndose así una sustitución (Postma & Apello, 2013).

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 para el nitrato se observa que las concentraciones entre los SHAC varían considerablemente, concentrándose los valores más altos en el SHAC Santiago Central (Figura 9).

La NCh 409/05 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).

Los SHAC Chacabuco Polpaico, Chicureo, Estero Alhue, Laguna Aculeo, Popeta, Puangue Alto, San Pedro y Yali Bajo el Prado presentaron Calidad 1 en todas sus muestras. Los SHAC El Monte Nuevo, Lampa, Paine y Puangue Bajo presentaron aguas con una mezcla entre Calidad 1 y 2. Los SHAC Buin, Colina Inferior, Colina Sur, La Higuera, y Puangue Medio presentan una mezcla de las calidades 1, 2 y 3. Finalmente el Santiago Central posee una calidad 3 siendo el SHAC más comprometido respecto a uso de agua potable (Figura 9).

Al hacer una comparación temporal se observa que en la mayoría de los SHAC no se aprecia un aumento de las concentraciones entre los años 2015 y 2018, salvo en los SHAC Santiago Central (APR La Esperanza - Santa Mónica), y Puangue Medio (APR María Pinto pozo 3) donde se identifica un aumento de las concentraciones el año 2018 respecto a los años 2015 y 2016. En el caso del SHAC Puangue Medio, el APR María Pinto pozo 3 pasó de estar en una Calidad 1 en 2015 y 2016 a una Calidad 3 el año 2018 (Tabla 6).

Calidad de agua APR RM 2015, 2018 y 2018

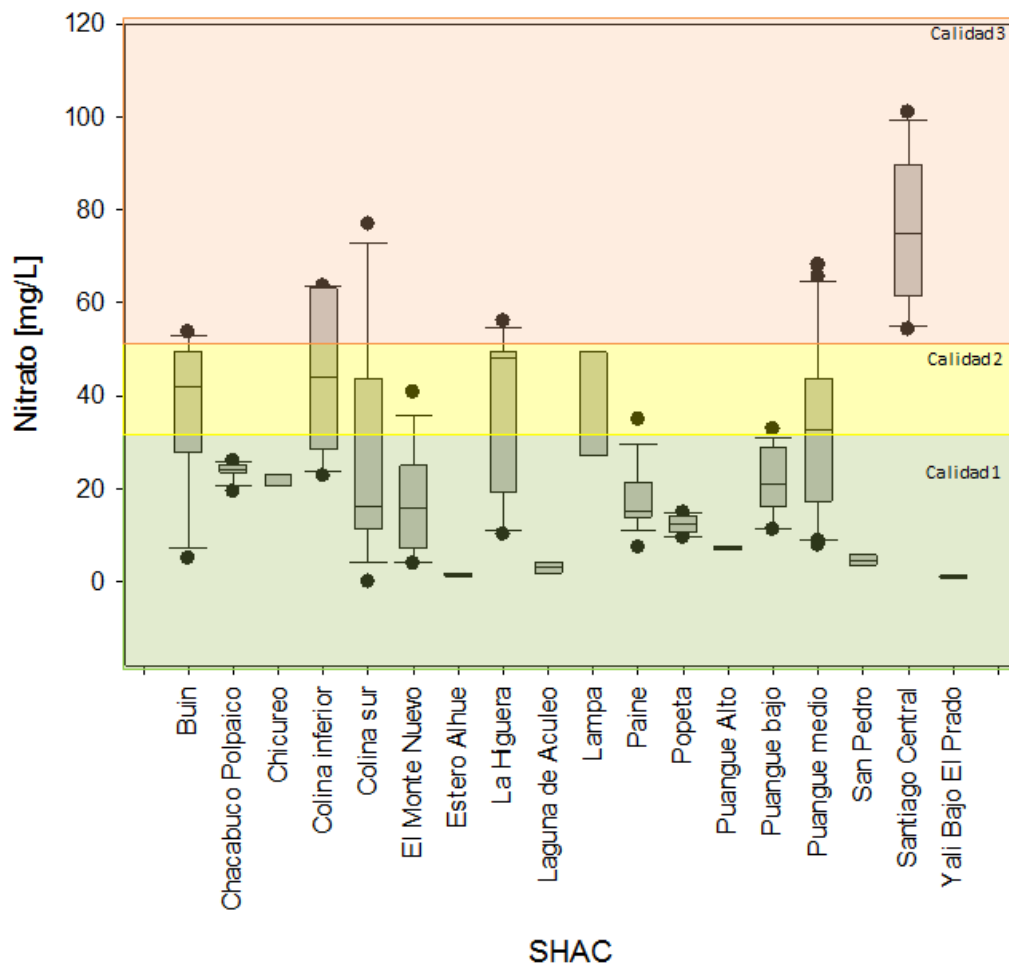


Figura 9. Box plot con datos de nitrato (mg/L) en cada SHAC analizado en la región Metropolitana en los años 2015, 2016 y 2018. Se grafica la mediana, percentiles 25 y 75 como límites de la caja, y percentiles 10, y 90 como barras de error.

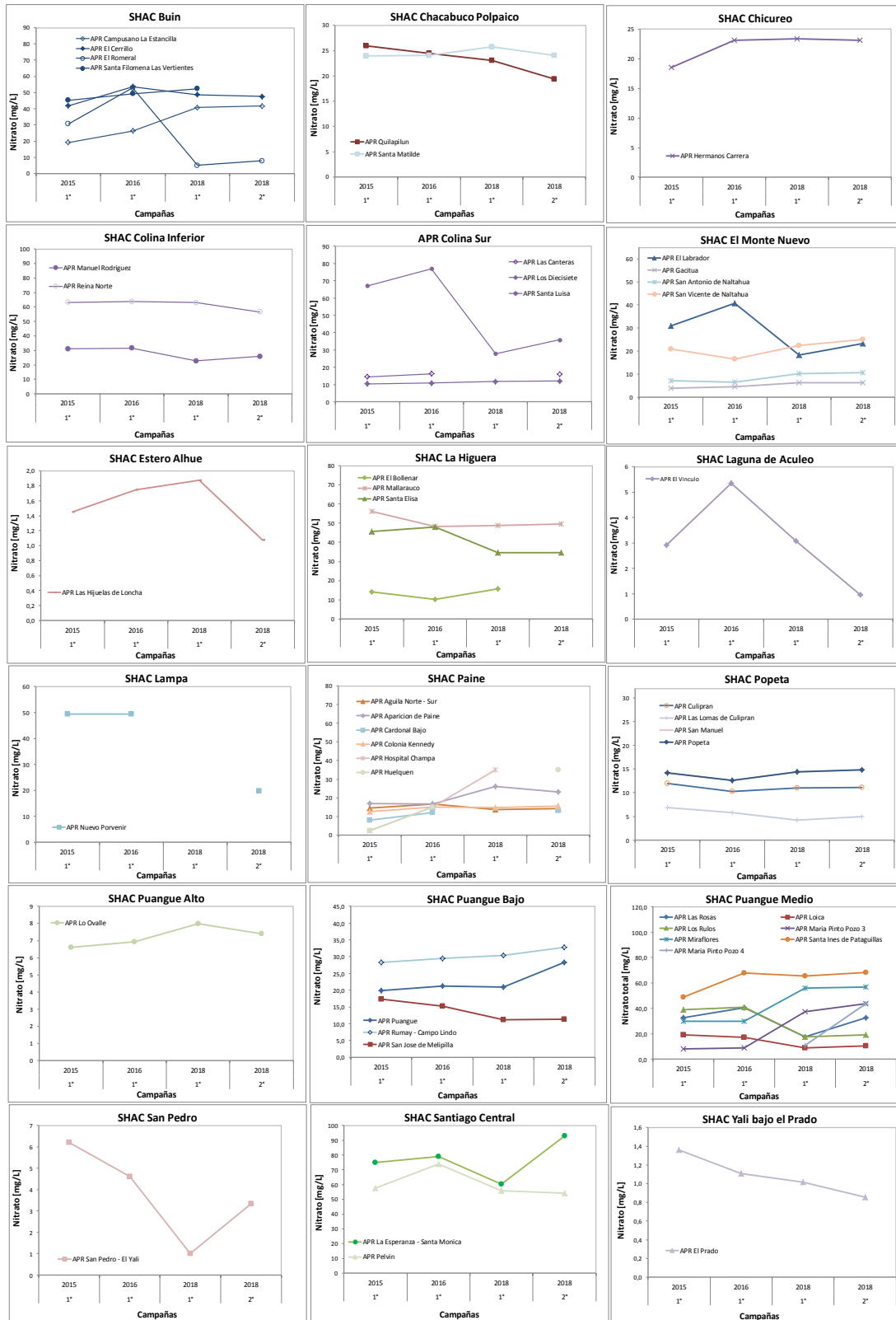


Figura 10. Evolución en el tiempo del contenido de nitrato (mg/L) en las muestras de agua de las fuentes APR de la región Metropolitana (años 2015, 2016 y 2018).

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).

La composición del agua subterránea puede ser considerada como una ‘fotografía’ resultante de las reacciones que ocurren entre la disolución de minerales en agua, la precipitación de estos y la incorporación de otros elementos en estas fases (líquida o particulada). Los metales y metaloides también son adsorbidos/liberados desde estas fases del mineral por donde percola el agua. Por tanto se considera que la composición iónica principal de un agua es reflejo de los alrededores (Mason, 2013).

Si bien la concentración de un metal puede ayudar a identificar algún riesgo a los ecosistemas o salud humana, es importante considerar que la reactividad de estos depende de múltiples aspectos, como por ejemplo: la forma en que se encuentra el metal (particulado, disuelto, estados de oxidación); las condiciones del medio en que se encuentran, por ejemplo, oxidantes o reductoras; presencia de microorganismos que aceleren las reacciones; entre otros (Mason, 2013). Por tanto es beneficioso el conocer las distintas fuentes de contaminación (reales y potenciales; químicas, biológicas, etc.) al que puede estar sometido un acuífero, como también caracterizarlo hidrogeológicamente (parámetros hidráulicos básicos, identificar entradas y salidas, etc.), pues toda esta información nos permite tener una visión más precisa de los riesgos que representa un metal o metaloide en el agua a utilizar.

En las campañas del 2018 los elementos cadmio, cromo, mercurio, plomo y selenio, registraron principalmente valores bajo el límite de detección en todos los SHAC (Tabla 7), por tanto se excluyen del análisis siguiente.

Los elementos que registraron en su mayoría de registros valores sobre el límite de detección, fueron arsénico, cobre, hierro, manganeso y zinc (Anexo).

El **arsénico total** registró concentraciones similares entre los SHAC, destacando a Colina Sur y Chicureo por presentar los mayores valores respecto al resto de los SHAC analizados. Se observa además que este metaloide registró valores adecuados para uso potable del agua (0,01 mg/L) de acuerdo a la NCh 409/05 en la mayoría de los SHAC, mencionando que el SHAC Colina Sur registro un valor sobre este límite (Figura 11). Respecto al uso en riego recomendado por la NCh 1333/78, al encontrarse todos los valores bajo los 0,1 mg/L se puede establecer que el agua en general es apta para este uso (Tabla 7).

Las concentraciones de arsénico en cada SHAC se muestran más bien homogéneas, esto al observar los datos levantados en los APR que los componen (Figura 11). No obstante, se destaca que existen APR que presentan concentraciones que se alejan del contenido general de su SHAC, a mencionar: en SHAC Paine el APR Hospital Champa, en el SHAC Colina Sur el APR Los Diecisiete, y en el SHAC El Monte Nuevo el APR San Vicente de Naltahua (Figura 11 y Tabla 7). Esta información ayudaría a identificar fuentes más susceptibles a aportes de este metaloide, o daría

indicios de que se está usando un régimen de extracción donde se favorece la introducción de partículas con este metaloide.

Al observar la evolución de este parámetro entre las campañas no se observa un aumento importante de las concentraciones entre 2015 y 2018 (Figura 12).

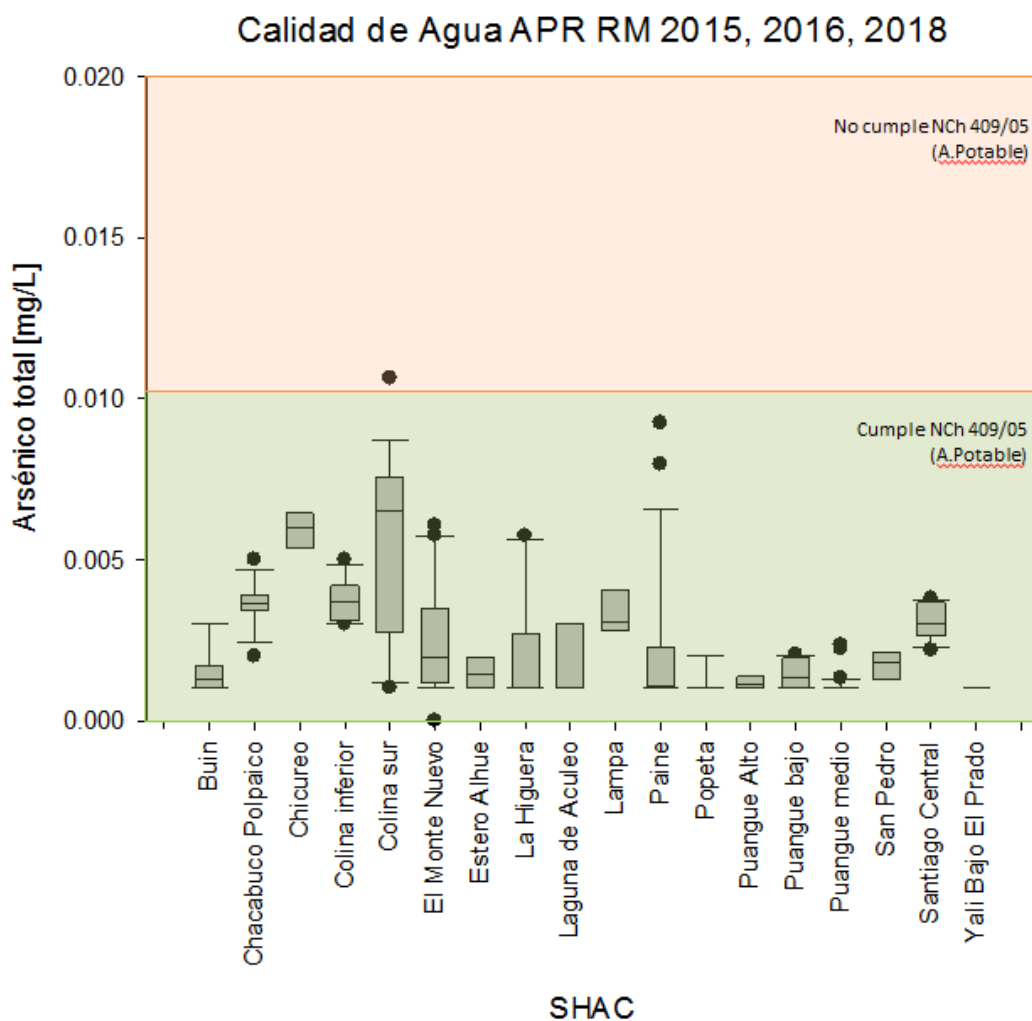


Figura 11. Box plot con datos de arsénico total (mg/L) en cada SHAC analizado en la región Metropolitana en los años 2015, 2016 y 2018. Se grafica la mediana, percentiles 25 y 75 como límites de la caja, y percentiles 10, y 90 como barras de error.

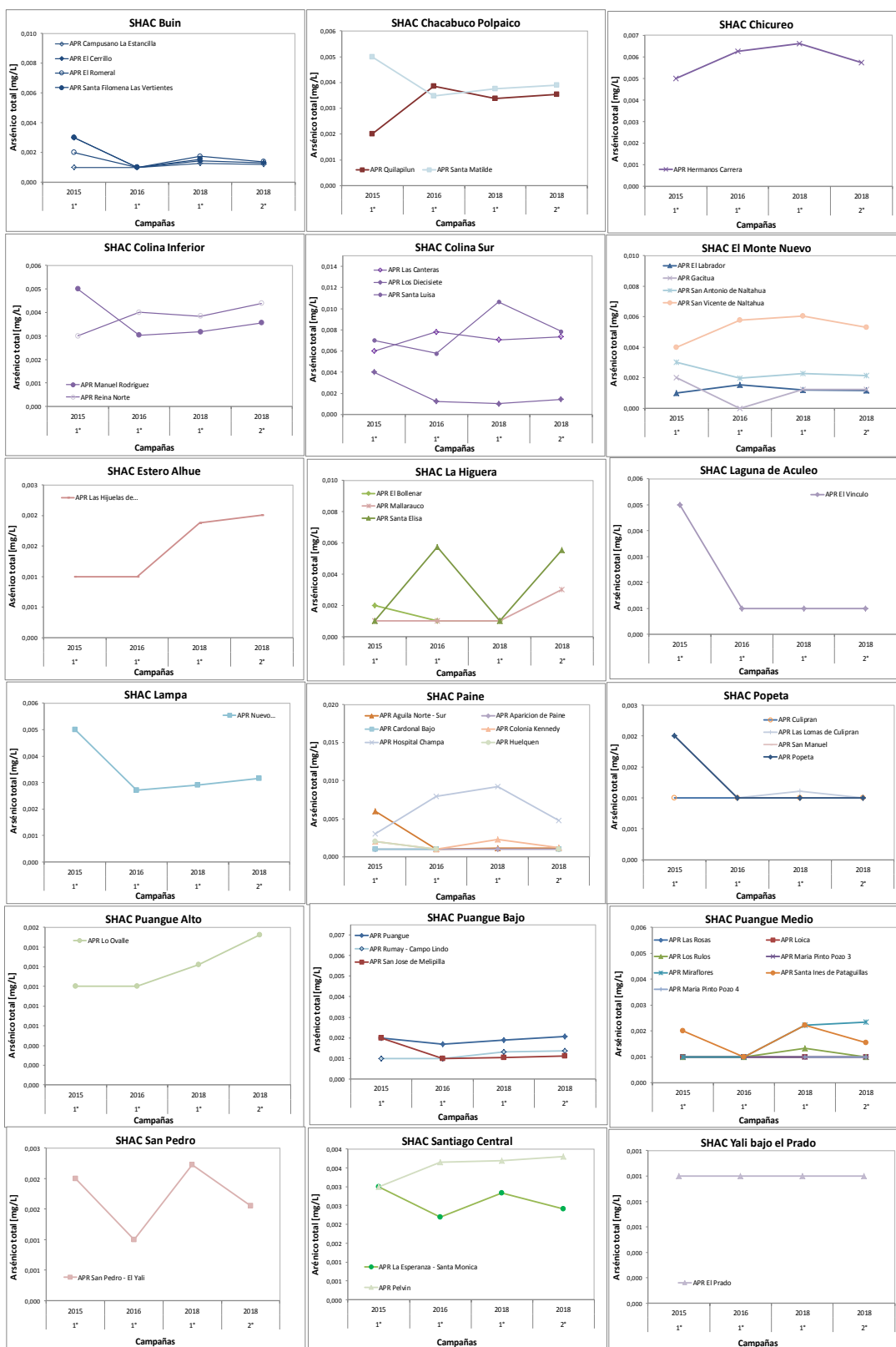


Figura 12. Evolución en el tiempo del contenido de arsénico total en las muestras de agua de las fuentes APR de la región Metropolitana (años 2015, 2016 y 2018).

Las concentraciones de **cobre total** no presentaron una fluctuación marcada en o entre los SHAC, encontrándose las concentraciones en su mayoría bajo los 0,02 mg/L, salvo por un valor más alto identificado el SHAC Popeta (Figura 13). Respecto a los usos potenciales del agua, se identificó que en todos los SHAC las aguas podrían utilizarse para riego o como agua potable, puesto que todos los valores se encuentran bajo 0,2 mg/L (uso en riego según NCh 1333/78) y bajo 2 mg/L (uso como agua potable según NCh 409/05).

Las concentraciones de cobre total en cada SHAC se muestran más bien similares entre las fuentes APR que los componen (cuando son más de una fuente), sin identificarse fuentes con un aporte mayor que indique exposición a un aporte puntual de este metal (Figura 13). Sin perjuicio de esto se observa que el SHAC Puangue Medio posee concentraciones diferentes entre sus APR indicando que podría haber dos fuentes de este metal; una similar para los APR Loica y Miraflores, y otra para los APR María Pinto y Las Rosas (Figura 13 y Tabla 7). Se observa que los SHAC presentan una disminución en sus concentraciones a través de las campañas, sin embargo esto se debe a un cambio en los límite de detección de la técnica analítica que pasaron desde los 0,02 mg/L en 2015 y 2016 a los 0,01 mg/L en el año 2018(Tabla 7).

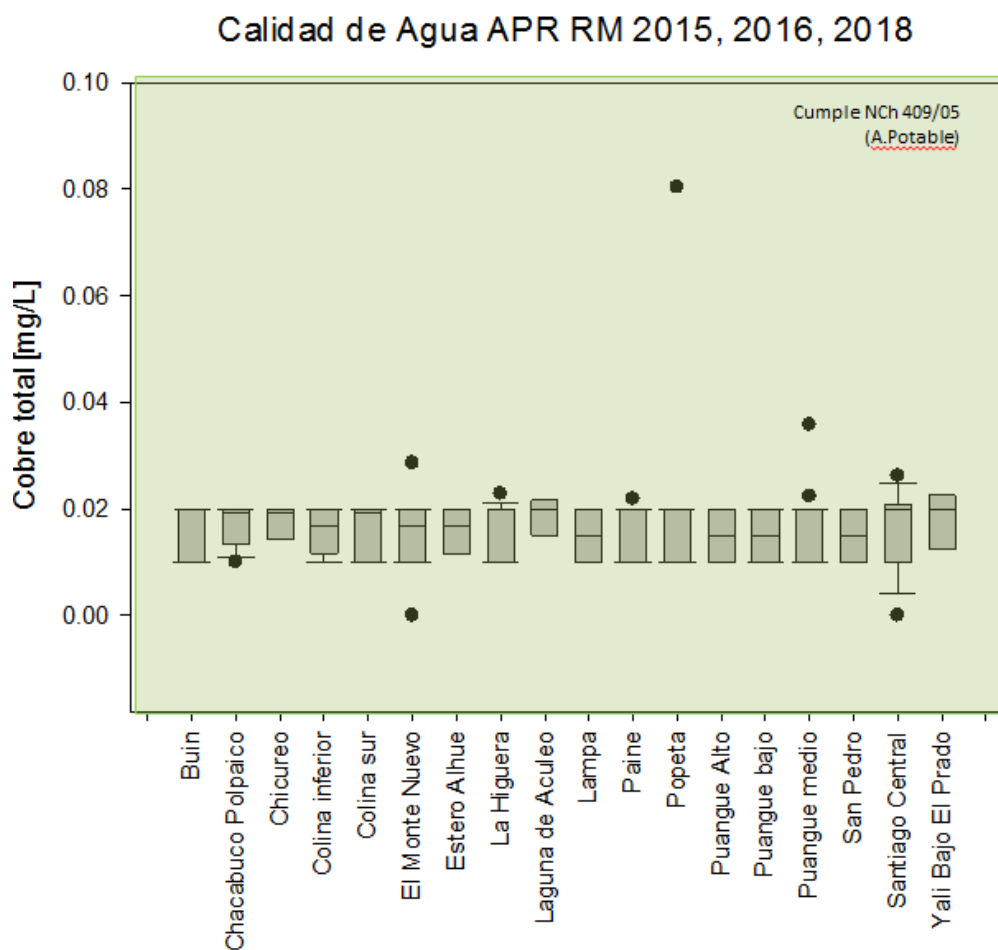


Figura 13. Box plot con datos de cobre total (mg/L) en cada SHAC analizado en la región Metropolitana en los años 2015, 2016 y 2018. Se grafica la mediana, percentiles 25 y 75 como límites de la caja, y percentiles 10, y 90 como barras de error

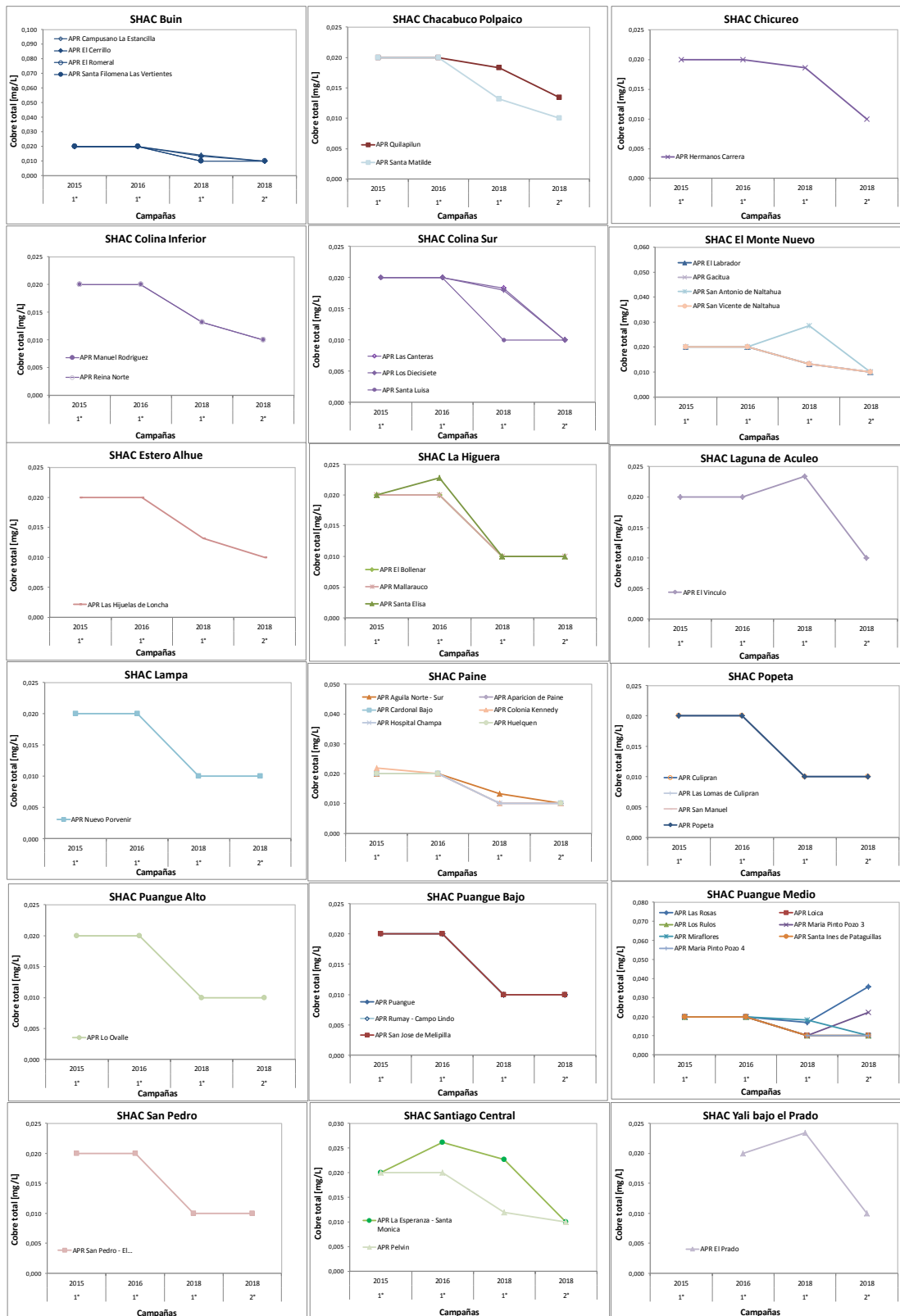


Figura 14. Evolución en el tiempo del contenido de cobre total en las muestras de agua de las fuentes APR de la región Metropolitana (años 2015, 2016 y 2018).

Las concentraciones de **hierro total** presentaron una mayor fluctuación en y entre los SHAC, identificándose los mayores valores en el SHAC La Higuera, Paine, Puangue Medio y Buin (Figura 15). Al identificar los usos potenciales del agua respecto al hierro se observa que la mayoría de los SHAC presentan una calidad adecuada para uso potable del agua, sin embargo se destaca que los SHAC La Higuera, Paine, Puangue Medio y Buin presentaron en ciertas ocasiones concentraciones que superaron a recomendación de la NCh 409/05 (0,3 mg/L). Respecto al uso del agua en riego (NCh 1333/78), en todos los SHAC se encontraron valores bajo los 5 mg/L siendo posible utilizar esta agua para ese fin (Figura 15 y Tabla 7).

De forma similar al arsénico y cobre total, el hierro presenta escasa fluctuación entre los APR que componen un SHAC (cuando son más de una fuente). Sin embargo también se identifican SHAC donde los APR monitoreados presentan concentraciones notoriamente diferentes entre sí, por ejemplo el SHAC Buin donde el APR El Romeral presentó durante los años 2015 y 2016 concentraciones muy diferentes a los otros APR, el SHAC Santiago Central con notorias diferencias de concentraciones entre los APR Pelvin y La Esperanza-Santa Mónica, y el SHAC Popeta, donde las concentraciones de los APR Culipran y Popeta aumentan mientras que las concentraciones del APR Las Lomas de Culipran disminuyen. Existen otros casos a mencionar, como los SHAC Paine y Puangue Medio, pero sólo se identifica un dato puntual el que se diferencia, atribuyéndose esto a un hecho fortuito hasta que se tengan más registros. En cuanto a la evolución de las concentraciones entre las campañas, se observa que los SHAC Popeta, Yali Bajo el Prado y Puangue Alto han aumentado sus concentraciones entre 2015 y 2018, sin embargo es necesario evaluar si este aumento persiste en el tiempo o si es sólo un hecho puntual (Tabla 7).

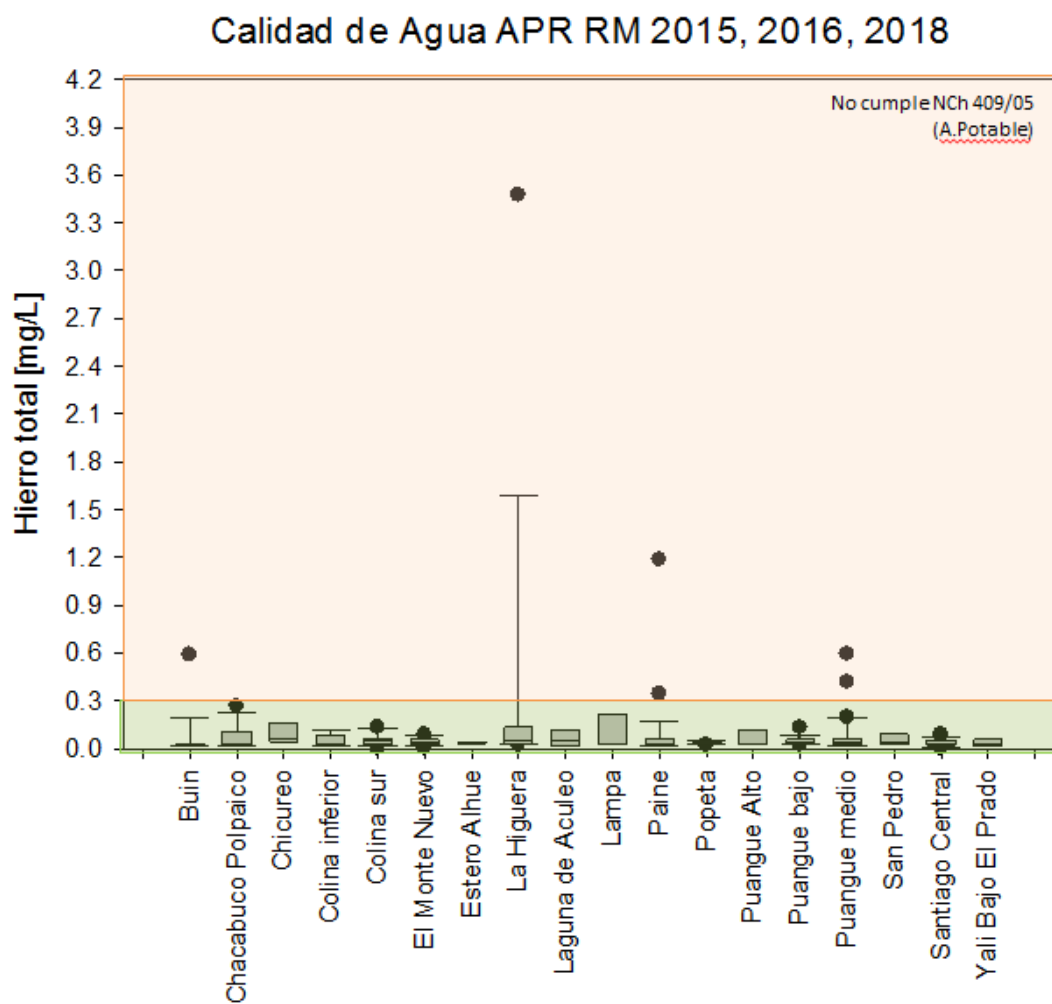


Figura 15. Box plot con datos de hierro total (mg/L) en cada SHAC analizado en la región Metropolitana en los años 2015, 2016 y 2018. Se grafica la mediana, percentiles 25 y 75 como límites de la caja, y percentiles 10, y 90 como barras de error

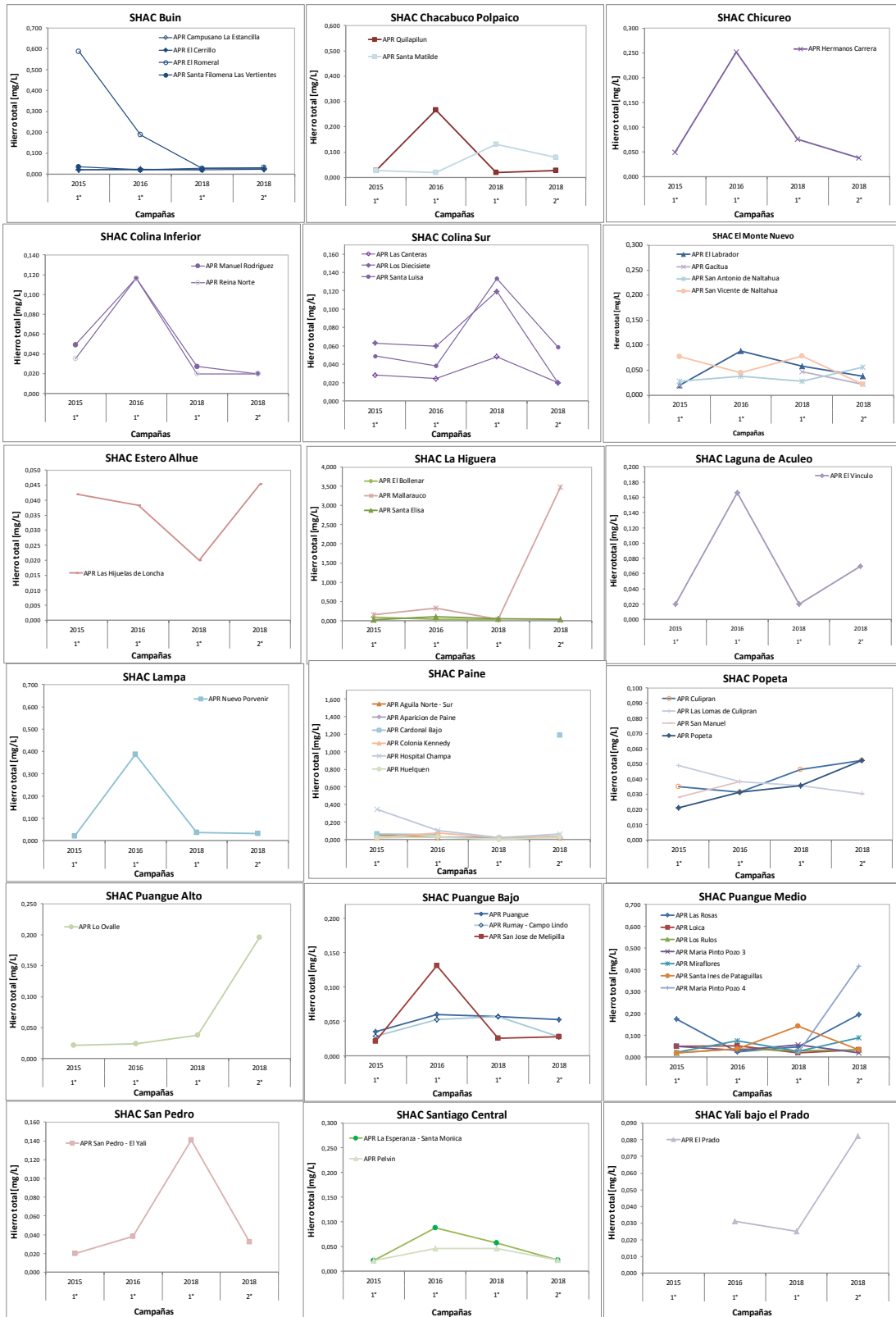


Figura 16. Evolución en el tiempo del contenido de hierro total en las muestras de agua de las fuentes APR de la región Metropolitana (años 2015, 2016 y 2018).

Las concentraciones de **manganeso total** no presentaron una fluctuación notable en y entre los SHAC, encontrándose en general los valores bajo los 0,1 mg/L. El SHAC que presentó las mayores concentraciones fue Chicureo y Paine (Figura 17). En cuanto al uso, se establece que todos los SHAC presentan un agua apta para el uso potable pues registran valores bajo los 0,1 mg/L sugeridos por la NCh 409/05. De forma similar, se establece que la mayoría de los SHAC presentaron valores bajo los 0,2 mg/L recomendados por la NCh 1333/78 para uso en riego, siendo nuevamente el SHAC Paine aquel que presentó un valor que se desvía de la recomendación (Figura 17).

La distribución de las concentraciones de manganeso total en y entre cada SHAC tiende a ser similar y esto se debe a la disminución del límite de detección de la técnica analítica desde 0,02 mg/L en 2015 y 2016 a 0,01 mg/L en 2018, y que la gran mayoría de los APR presentan concentraciones bajo estos límites (Figura 17 y Tabla 7). Aquellos SHAC que presentaron concentraciones detectables fueron Buin, Paine, Chicureo, Estero Alhue, Puangue Medio y San Pedro. Entre los SHAC antes mencionados, exceptuando Puangue Medio, se percibe una disminución de las concentraciones entre campañas, no obstante, esto debe ser ponderado junto a los cambios en los límites de detección mencionados (Tabla 7).

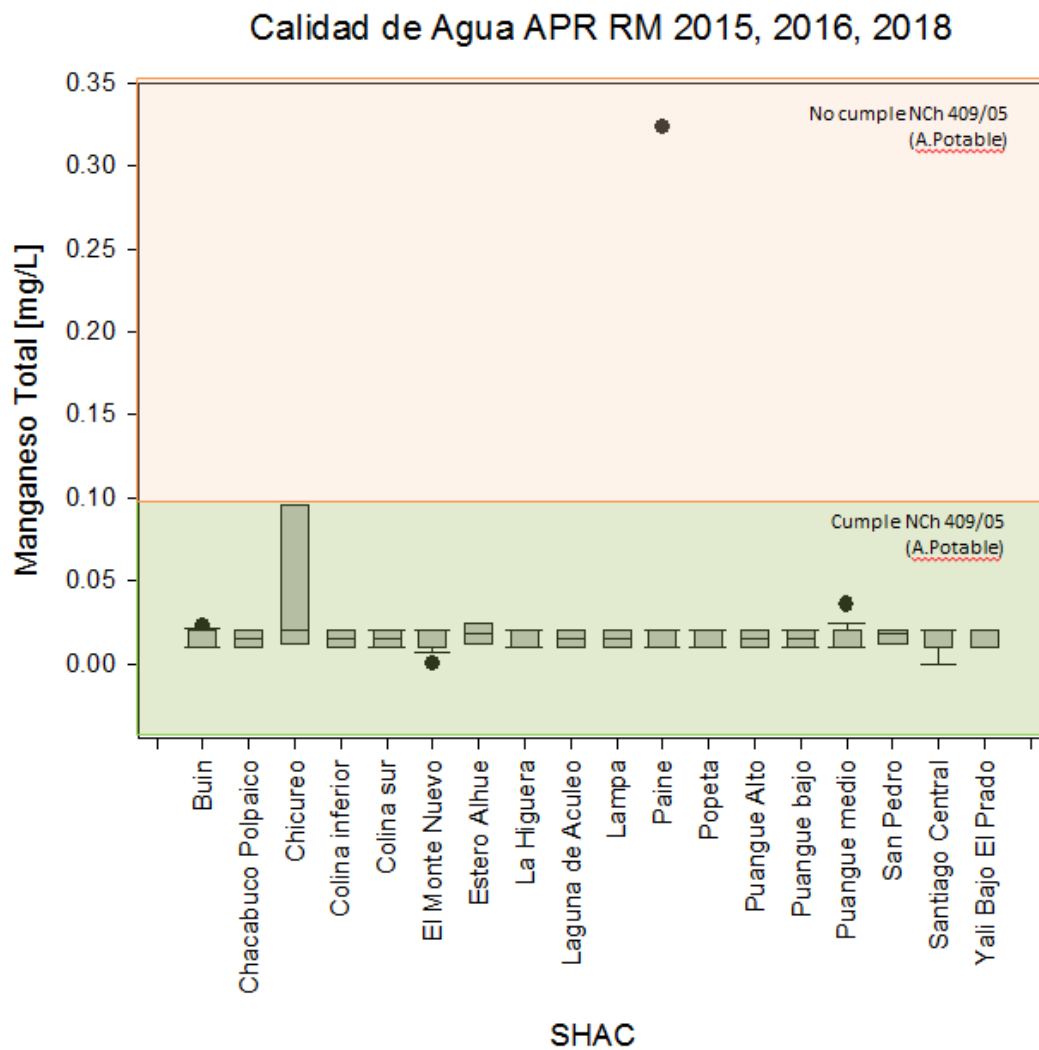


Figura 17. Box plot con datos de manganeso total (mg/L) en cada SHAC analizado en la región Metropolitana en los años 2015, 2016 y 2018. Se grafica la mediana, percentiles 25 y 75 como límites de la caja, y percentiles 10, y 90 como barras de error

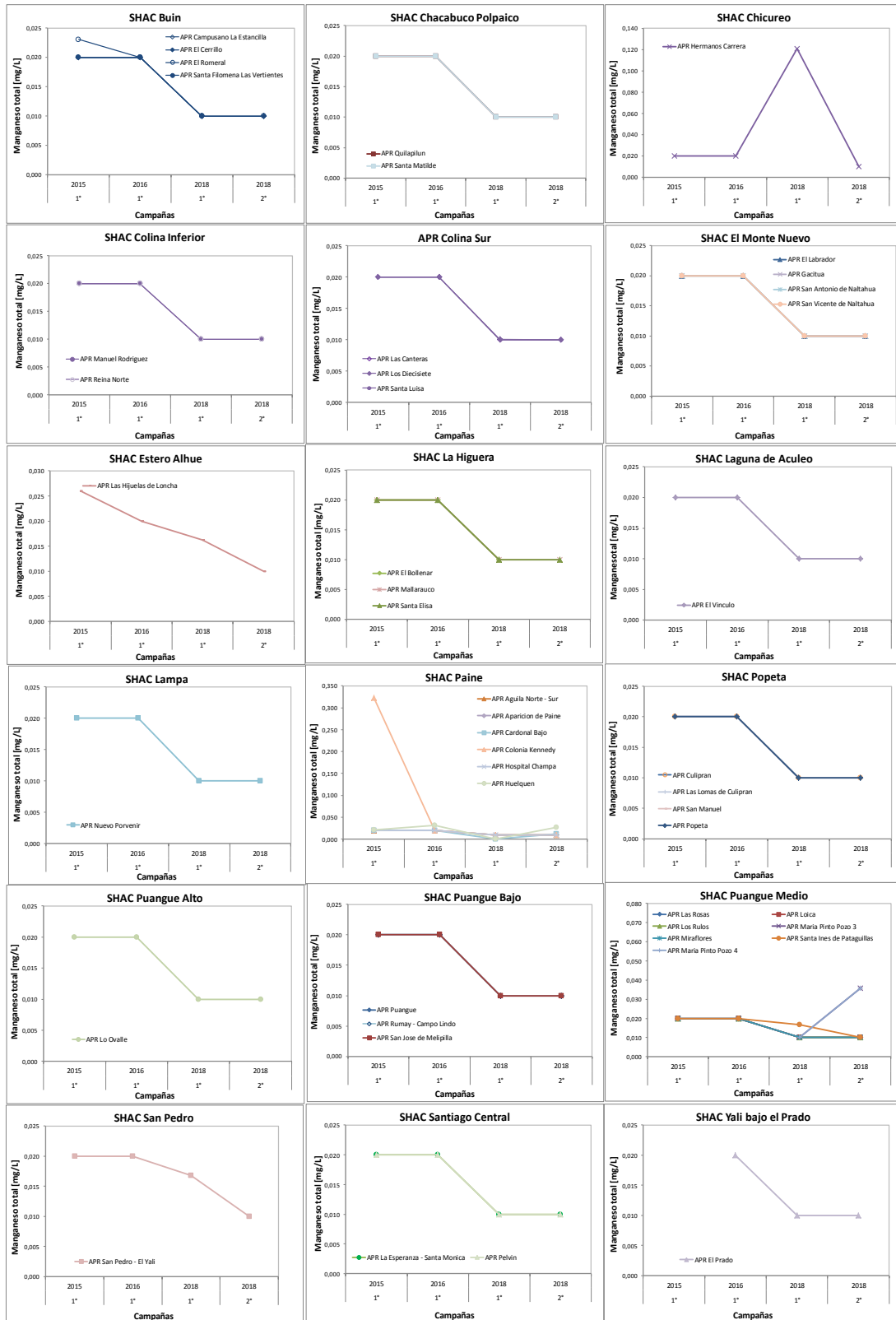


Figura 18. Evolución en el tiempo del contenido de manganeso total en las muestras de agua de las fuentes APR de la región Metropolitana (años 2015, 2016 y 2018).

Las concentraciones de **zinc total** fluctuaron en los SHAC y entre estos, no obstante todos presentarían un agua apta para uso potable (NCh 409/05) y para uso en riego (NCh 1333/78) al encontrarse bajo los 3 y 2 mg/L respectivamente (Figura 19). Sin perjuicio de esto, se identificó que los mayores valores de zinc total se registraron en los SHAC San Pedro, Puangue Medio, Paine y Buin (Figura 19).

De forma general se observa que las concentraciones de zinc total fluctúan en cada SHAC que poseen más de una fuente APR. En este aspecto se identificó que el SHAC Chacabuco Polpaico en su APR Santa Matilde, SHAC Colina sur en su APR Los Diecisiete, SHAC Puangue Medio en el APR Santa Inés de Pataguillas, SHAC Santiago Central en el APR Pelvin, SHAC San Pedro en el APR San Pedro El Yali aumentaron sus concentraciones el año 2018 respecto a los años 2015 y 2016. Por el contrario, en otros SHAC se observa que las mayores concentraciones se encontraron en las campañas realizadas el año 2015 y 2016, a mencionar el SHAC Buin en su APR El Cerrillo, SHAC El Monte Nuevo en sus APR El Labrador, San Antonio de Naltahua, Gacitua y San Vicente de Naltahua; el SHAC la Higuera en los APR Santa Elisa y Mallarauco, SHAC Santiago Central en su APR La Esperanza Santa Mónica, y SHAC Yali bajo el Prado en su APR El Prado (Figura 19 y Tabla 7).

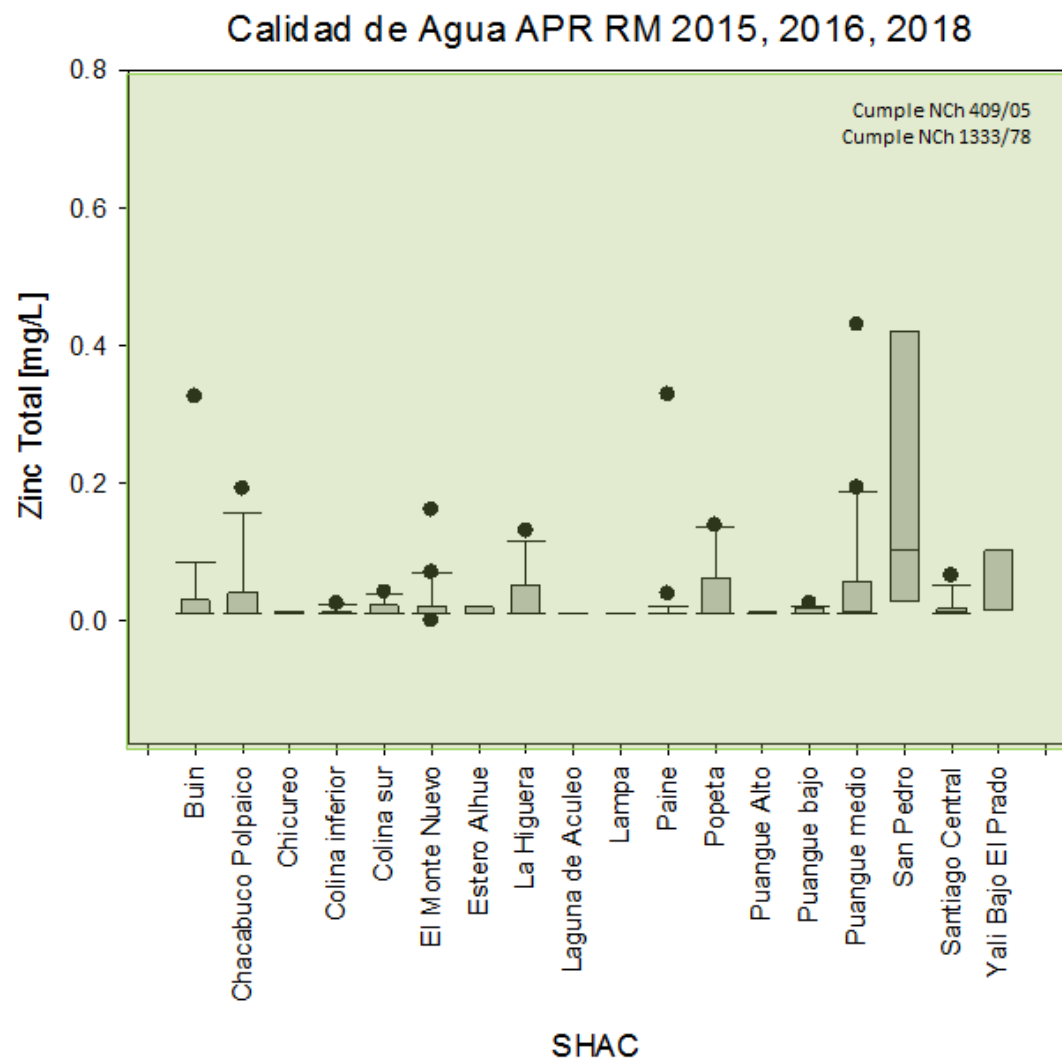


Figura 19. Box plot con datos de zinc total (mg/L) en cada SHAC analizado en la región Metropolitana en los años 2015, 2016 y 2018. Se grafica la mediana, percentiles 25 y 75 como límites de la caja, y percentiles 10, y 90 como barras de error

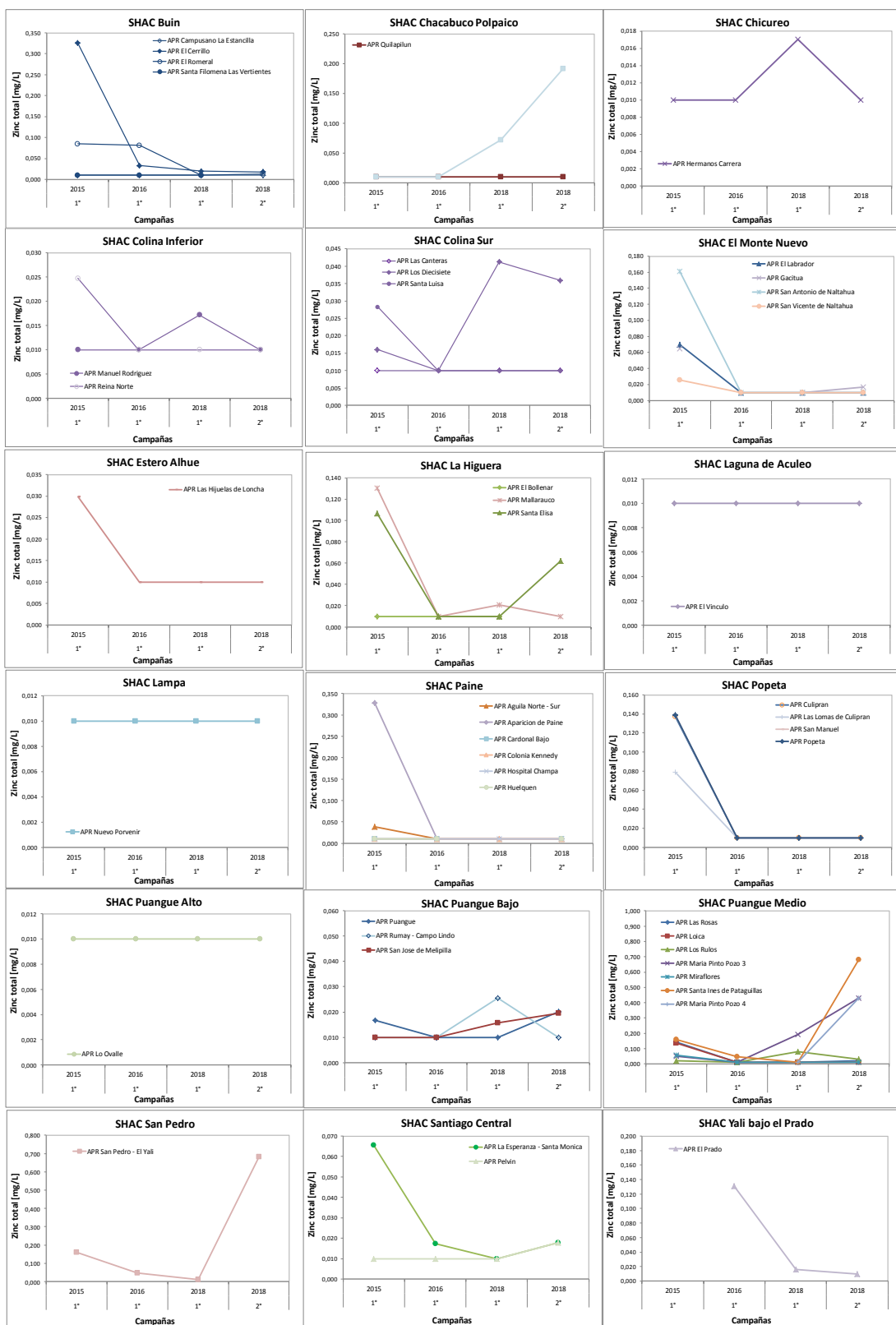


Figura 20. Evolución en el tiempo del contenido de zinc total en las muestras de agua de las fuentes APR de la región Metropolitana (años 2015, 2016 y 2018).

4.5. Calidad General según normativa

La comparación de los resultados recolectados entre los años 2015, 2016 y 2018 con la NCh 1333/78 para uso en riego y con la NCh 409/05 para uso potable indica que los SHAC Puangue Medio, Buin y Puangue Bajo son aquellos que más desviaciones presentan respecto a las recomendaciones de las normativas de uso con 34, 28 y 28 desviaciones, respectivamente (Figura 21). En un análisis más detallado y considerando sólo los metales arsénico, hierro, cobre, manganeso y zinc, se obtiene que los SHAC Paine, Yali Bajo – El Prado y Colina Sur, son los que cuentan con más desviaciones considerando estos analitos (4, 6 y 3 incumplimientos respectivamente) (Figura 21), destacando sin embargo que el SHAC Colina Sur presentó superaciones en arsénico respecto a la NCh 409/05 de uso potable. Finalmente se observa que el Santiago Central es aquel con la mayor cantidad de desviaciones respecto al contenido de nitrato en su agua (Tabla 6).

Este análisis permitió además identificar que aquellos SHAC con una mejor calidad de agua por tener una menor cantidad de superaciones en general fueron Estero Alhue, Laguna de Aculeo, Puangue Alto y San Pedro (Figura 21).

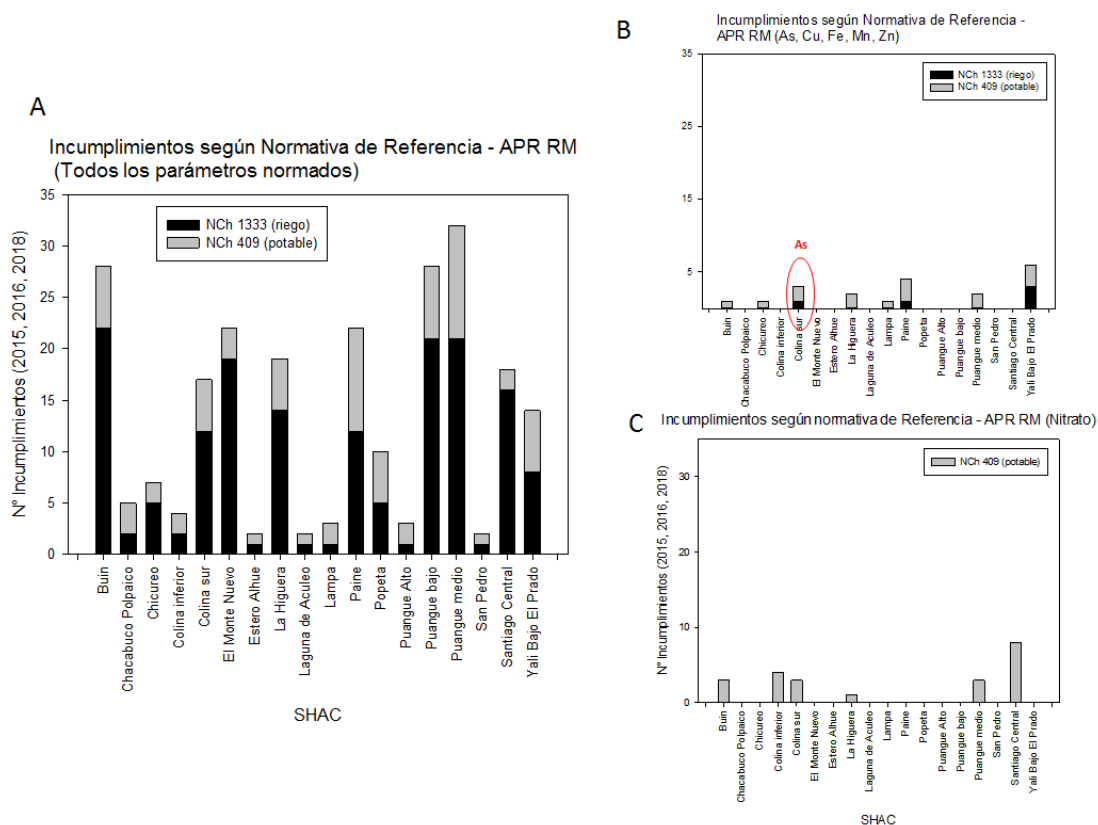


Figura 21. A) Total de Incumplimientos por SHAC considerando la NCh 1333/78 para uso en riego y NCh 409/05 para uso potable. B) Numero de incumplimientos considerando arsénico, cobre, hierro, manganeso y zinc, y C) Numero de incumplimientos considerando nitrato para uso potable NCh 409/05.

5. Comentarios Finales y recomendaciones

La calidad el agua en los distintos SHAC y APR presenta desviaciones respecto a los límites recomendados por las NCh 1333/78 y NCh 409/05 para uso en riego y potable, respectivamente. La mayoría de las desviaciones se asocian con el contenido de sulfato y cloruro, parámetros que no se caracterizan por su toxicidad, como por ejemplo arsénico, plomo, cadmio, cromo, selenio (entre otros), pero que bajo altas concentraciones en el caso del sulfato pueden causar diarrea y deshidratación.

Respecto a las superaciones de los demás parámetros, particularmente los microelementos y nitrato, se observa para el primer grupo que respecto a la NCh 409/05 (uso potable del agua) la mayoría de estas se produce por el contenido de hierro, elemento muy abundante en la corteza (Ibanez, Hernandez-Esparza, Doria-Serrano, Fregoso-Infante , & Mohan-Singh, 2006), siendo difícil su control. En el caso del arsénico, metaloide sensible para la salud humana, sólo se registró una superación en el SHAC Colina Sur (APR Santa Luisa) en abril de 2018, no repitiéndose en las demás campañas y considerándose por tanto un evento puntual hasta obtener más información.

Respecto al nitrato se destaca que el SHAC Santiago Central presentó en las diferentes campañas y en las tres fuentes APR monitoreadas (La Esperanza Santa Mónica, Pelvin, Los Aromos (Santa Mónica)) un agua con valores mayores a lo recomendado por la NCh 409/05 para uso potable (50 mg/L), no siendo esta adecuada sin tratamiento previo. Existen diversos tratamientos para eliminar nitrato (osmosis inversa, electrodiálisis, desnitrificación con hidróxido de hierro, etc.), no siendo el tratamiento adecuado hervir el agua antes de beberla pues esta acción deriva en una sobre-concentración de nitrato en vez de una disminución.

En base a los resultados de este informe este Departamento otorga las siguientes recomendaciones:

- Incorporar el análisis de sodio y calcio en los futuros análisis para poder darle continuidad al cálculo del índice de calidad de los pozos de la región Metropolitana.
- Aumentar la cantidad de pozos monitoreados (fuentes APR idealmente), en aquellos SHAC donde sólo se cuenta con una estación de muestreo, a mencionar: Chicureo, Estero Alhue, Laguna de Aculeo, Lampa, Puangue Alto, San Pedro, y Yali el Prado.
- Incorporar el análisis de bicarbonato para realizar el balance iónico de la muestra.
- Las fuentes APR Cooperativa Margarita y Los Aromos (Sta. Mónica) no registran código BNA, por tanto no es posible identificar a que SHAC pertenecen, información que permite su mejor caracterización, por tanto se solicita que en la más próxima entrega de muestra se informe sus coordenadas para gestionar el código BNA.
- Mantener el monitoreo semestral en APR de la región para poder robustecer la información de calidad de los SHAC y calcular el índice desarrollado en el diagnóstico del año 2015.
- Considerar la incorporación de análisis isotópicos para entender mejor el origen del agua que recarga los acuíferos y SHAC de la región Metropolitana, como también para identificar fuentes de contaminación y sus trayectorias. Para identificar el origen se

sugiere realizar análisis de Oxígeno ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) y deuterio ($^2\text{H}/^1\text{H}$), y para estudiar contaminación se sugiere análisis de azufre ($^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ junto con $^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}/^{16}\text{O}$) y nitrógeno ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ junto con $^{18}\text{O}_{\text{NO}_3}/^{16}\text{O}$).

- Recopilar mayores antecedentes de la habilitación de los pozos (ubicación de cribas si corresponde) para identificar si se está obteniendo agua de un estrato particular del acuífero o una mezcla de distintos estratos.
- Incorporar información de niveles dinámicos y estáticos para complementar la interpretación de los resultados de calidad de agua.



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

Julio 2019

Bibliografía

- Antich, N., Canals, A., Soler, A., Darbishyre, D., & Spiro, B. (2000). The isotope composition of dissolved strontium as tracer of pollution in the Logregat 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*. Retrieved julio 30, 2018, from <http://documentos.dga.cl/CQA5168v1.pdf>
- Dirección General de Aguas. (2013, mayo 20). *Reglamento sobre normas de exploración y explotación de aguas subterráneas*. Retrieved julio 26, 2018, from http://www.dga.cl/legislacionynormas/normas/Reglamentos/Reglamento_Aguas_Subterranas.pdf
- Dirección General de Aguas. (2016). *Diagnóstico de calidad de aguas subterráneas en la región Metropolitana - Complementario Diagnóstico Plan Maestro de Recursos Hídricos Región Metropolitana de Santiago*. Ministerio de Obras Públicas, Santiago.
- 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.
- Ibanez, J. G., Hernandez-Esparza, M., Doria-Serrano, C., Fregoso-Infante, A., & Mohan-Singh, M. (2006). *Environmental Chemistry*. New York: Springer.
- 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.
- Manzano, M. (2016). *Hidrogeoquímica de aguas subterráneas naturales - Curso Hidrología subterránea - Uruguay 2016*. Cartagena, España: Universidad Politécnica de Cartagena.
- 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.

6. Anexo

Tabla 3. Resultados de temperatura y pH de las campañas de los años 2015, 2016 y 2018, datos de nivel dinámico (ND) y estático (NE) del agua, y profundidad del pozo de los años 2015 y 2016 en las fuentes de los APR de la región Metropolitana.

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	Temp. (°C)	pH (Unidades)
1	Buin	APR Campusano La Estancilla				
		27/10/2015	1°	2015	17,10	7,41
		14/03/2016	1°	2016	15,40	7,30
		25/04/2018	1°	2018	15,60	7,01
		12/09/2018	2°	2018	15,60	7,00
		APR El Cerrillo				
		28/10/2015	1°	2015	16,50	7,32
		14/03/2016	1°	2016	17,70	7,37
		11/04/2018	1°	2018	16,60	7,00
		06/09/2018	2°	2018	16,50	7,00
		APR El Romeral				
		29/10/2015	1°	2015	17,70	7,26
		26/02/2016	1°	2016	18,30	7,34
		04/04/2018	1°	2018	15,00	7,56
		01/10/2018	2°	2018	14,90	7,00
		APR Santa Filomena Las Vertientes				
		27/10/2015	1°	2015	18,30	7,07
		14/03/2016	1°	2016	16,70	7,25
		02/04/2018	1°	2018	16,50	7,07
2	Chacabuco Polpaico	APR Quilapilun				
		06/10/2015	1°	2015	19,90	7,90
		23/02/2016	1°	2016	22,60	8,09
		18/04/2018	1°	2018	21,40	7,00
		13/09/2018	2°	2018	21,30	7,00
		APR Santa Matilde				
		05/10/2015	1°	2015	18,90	7,89
		22/02/2016	1°	2016	20,00	8,34
		24/04/2018	1°	2018	20,10	7,01
		12/09/2018	2°	2018	20,20	7,00
3	Chicureo	APR Hermanos Carrera				
		06/10/2015	1°	2015	17,20	7,65
		24/02/2016	1°	2016	19,30	7,77
		25/04/2018	1°	2018	16,60	6,98
		13/09/2018	2°	2018	17,70	7,00
4	Colina Inferior	APR Manuel Rodriguez				
		06/10/2015	1°	2015	17,60	7,86
		24/02/2016	1°	2016	21,30	7,98
		26/04/2018	1°	2018	18,20	6,80
		12/09/2018	2°	2018	18,20	7,00
		APR Reina Norte				
		07/10/2015	1°	2015	20,50	7,98

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	Temp. (°C)	pH (Unidades)
5		23/02/2016	1°	2016	21,50	7,98
		18/04/2018	1°	2018	21,00	7,01
		11/09/2018	2°	2018	21,00	7,00
	Colina Sur	APR Las Canteras			20,50	7,69
		06/10/2015	1°	2015	19,10	7,69
		25/02/2016	1°	2016	20,50	7,65
		20/04/2018	1°	2018	19,70	7,03
		13/09/2018	2°	2018	20,00	7,00
		APR Los Diecisiete				
		30/10/2015	1°	2015	17,50	7,44
		25/02/2016	1°	2016	17,20	7,59
		26/04/2018	1°	2018	15,40	6,80
		12/09/2018	2°	2018	16,90	7,00
		APR Santa Luisa				
		06/10/2015	1°	2015	17,20	7,47
		24/02/2016	1°	2016	18,10	7,47
		24/04/2018	1°	2018	18,10	7,00
		13/09/2018	2°	2018	17,90	7,00
6	El Monte Nuevo	APR El Labrador				
		23/10/2015	1°	2015	17,80	7,31
		09/03/2016	1°	2016	18,80	7,03
		09/05/2018	1°	2018	16,40	7,00
		25/09/2018	2°	2018	16,40	7,00
		APR Gacitua				
		26/10/2015	1°	2015	15,90	7,23
		10/03/2016	1°	2016	15,70	7,94
		03/05/2018	1°	2018	14,70	7,00
		26/09/2018	2°	2018	15,00	7,00
		APR San Antonio de Naltahua				
		26/10/2015	1°	2015	18,50	7,44
		09/03/2016	1°	2016	18,80	7,44
		05/04/2018	1°	2018	17,00	7,60
		04/10/2018	2°	2018	15,50	7,00
		APR San Vicente de Naltahua				
		02/11/2015	1°	2015	16,70	7,00
		09/03/2016	1°	2016	17,60	7,21
7	Estero Alhue	APR Las Hijuelas de Loncha				
		16/10/2015	1°	2015	17,10	7,30
		03/03/2016	1°	2016	17,40	7,05
		11/04/2018	1°	2018	17,20	7,00
		10/09/2018	2°	2018	17,00	7,00
	La Higuera	APR El Bollenar				
		08/10/2015	1°	2015	19,40	7,40
		29/02/2016	1°	2016	18,90	7,15
		15/03/2018	1°	2018	19,70	7,73

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	Temp. (°C)	pH (Unidades)
8		APR Mallarauco				
		09/10/2015	1°	2015	18,50	7,21
		02/03/2016	1°	2016	18,40	7,23
		07/03/2018	1°	2018	12,50	6,84
		06/09/2018	2°	2018	28,90	7,00
		APR Santa Elisa				
		09/10/2015	1°	2015	19,50	7,24
		04/03/2016	1°	2016	19,00	7,03
		26/03/2018	1°	2018	18,40	7,00
		03/09/2018	2°	2018	18,10	7,00
9	Laguna de Aculeo	APR El Vinculo				
		29/10/2015	1°	2015	17,80	7,20
		14/03/2016	1°	2016	17,20	7,24
		12/04/2018	1°	2018	16,90	7,00
		12/09/2018	2°	2018	16,80	7,00
10	Lampa	APR Nuevo Porvenir				
		30/10/2015	1°	2015	17,50	7,47
		25/02/2016	1°	2016	18,40	7,72
		11/05/2018	1°	2018	18,20	7,00
		04/10/2018	2°	2018	18,40	7,00
11	Paine	APR Aguila Norte - Sur				
		29/10/2015	1°	2015	17,40	7,16
		11/03/2016	1°	2016	17,70	7,56
		10/04/2018	1°	2018	17,30	7,00
		12/09/2018	2°	2018	17,30	7,00
		APR Aparicion de Paine				
		28/10/2015	1°	2015	17,10	7,04
		11/03/2016	1°	2016	17,70	7,56
		03/04/2018	1°	2018	17,00	6,91
		12/09/2018	2°	2018	16,90	7,00
		APR Cardonal Bajo				
		28/10/2015	1°	2015	16,70	7,18
		11/03/2016	1°	2016	17,00	7,52
		12/11/2018	1°	2018	14,20	7,00
		APR Colonia Kennedy				
		29/10/2015	1°	2015	17,70	7,17
		10/03/2016	1°	2016	17,30	7,12
		05/04/2018	1°	2018	17,00	7,01
		05/09/2018	2°	2018	17,00	7,00
		APR Hospital Champa				
		28/10/2015	1°	2015	18,30	8,20
		11/03/2016	1°	2016	21,40	8,13
		28/03/2018	1°	2018	17,90	7,00
		04/10/2018	2°	2018	17,50	7,00
		APR Huelquen				
		28/10/2015	1°	2015	16,70	7,41
		11/03/2016	1°	2016	16,70	7,14
		13/09/2018	2°	2018	18,00	7,00

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	Temp. (°C)	pH (Unidades)
12	Popeta	APR Culipran				
		14/10/2015	1°	2015	17,20	6,78
		29/02/2016	1°	2016	18,90	7,15
		16/05/2018	1°	2018	17,70	7,00
		06/09/2018	2°	2018	17,90	7,00
		APR Las Lomas de Culipran				
		14/10/2015	1°	2015	17,10	6,47
		29/02/2016	1°	2016	18,90	7,35
		14/03/2018	1°	2018	17,80	6,95
		03/10/2018	2°	2018	17,80	7,00
		APR Popeta				
		14/10/2015	1°	2015	16,70	7,33
		29/02/2016	1°	2016	19,20	7,26
		08/03/2018	1°	2018	17,40	6,75
		06/09/2018	2°	2018	17,50	7,00
		APR San Manuel				
		14/10/2015	1°	2015	19,10	7,74
		01/03/2016	1°	2016	19,70	7,74
		03/10/2018	2°	2018	18,40	7,00
13	Puangue Alto	APR Lo Ovalle				
		20/10/2015	1°	2015	18,10	7,57
		08/03/2016	1°	2016	19,30	7,43
		03/04/2018	1°	2018	18,40	7,51
		12/09/2018	2°	2018	18,30	7,00
14	Puangue Bajo	APR Puangue				
		08/10/2015	1°	2015	18,30	7,27
		02/03/2016	1°	2016	17,40	7,37
		07/03/2018	1°	2018	18,40	7,00
		04/09/2018	2°	2018	18,10	7,00
		APR Rumay - Campo Lindo				
		08/10/2015	1°	2015	18,40	7,38
		02/03/2016	1°	2016	18,10	7,28
		07/03/2018	1°	2018	17,86	7,00
		10/09/2018	2°	2018	17,50	7,00
		APR San Jose de Melipilla				
		08/10/2015	1°	2015	19,70	7,52
		02/03/2016	1°	2016	19,20	7,71
		07/03/2018	1°	2018	20,20	7,00
		10/09/2018	2°	2018	19,70	7,00
15	Puangue Medio	APR Las Rosas				
		22/10/2015	1°	2015	20,60	6,92
		08/03/2016	1°	2016	19,20	7,29
		10/05/2018	1°	2018	19,00	7,00
		24/09/2018	2°	2018	19,00	7,00
		APR Loica				
		15/10/2015	1°	2015	21,40	7,34
		29/02/2016	1°	2016	18,60	7,20
		20/03/2018	1°	2018	16,30	6,90

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	Temp. (°C)	pH (Unidades)
16		03/09/2018	2°	2018	16,80	7,00
		APR Los Rulos				
		20/10/2015	1°	2015	18,30	7,20
		08/03/2016	1°	2016	19,00	7,23
		28/03/2018	1°	2018	18,50	7,55
		06/09/2018	2°	2018	18,40	7,00
		APR Maria Pinto Pozo 3				
		21/10/2015	1°	2015	20,30	7,42
		07/03/2016	1°	2016	19,30	7,56
		13/03/2018	1°	2018	19,50	6,80
		12/09/2018	2°	2018	19,20	7,00
		APR Maria Pinto Pozo 4				
		13/03/2018	1°	2018	19,50	6,80
		12/09/2018	2°	2018	18,00	7,00
		APR Miraflores				
		22/10/2015	1°	2015	19,00	6,97
		08/03/2016	1°	2016	18,20	7,27
		11/04/2018	1°	2018	18,90	8,90
		19/11/2018	2°	2018	17,50	7,00
		APR Santa Ines de Pataguillas				
		21/10/2015	1°	2015	20,30	6,83
		08/03/2016	1°	2016	19,20	7,11
		21/03/2018	1°	2018	18,60	6,56
		04/09/2018	2°	2018	18,60	7,00
	San Pedro	APR San Pedro - El Yali				
		15/10/2015	1°	2015	19,50	7,79
		29/02/2016	1°	2016	29,80	7,76
		20/03/2018	1°	2018	18,90	7,38
		03/09/2018	2°	2018	11,00	7,00
17	Santiago Central	APR La Esperanza - Santa Monica				
		22/10/2015	1°	2015	19,50	7,03
		09/03/2016	1°	2016	18,70	7,38
		03/05/2018	1°	2018	17,80	7,00
		26/09/2018	1°	2018	17,80	7,00
		18/10/2018	2°	2018	17,80	7,00
		APR Pelvin				
		23/10/2015	1°	2015	19,60	6,87
		04/03/2016	1°	2016	18,40	7,06
		10/05/2018	1°	2018	17,70	7,00
		27/09/2018	2°	2018	17,80	7,00
		Los Aromos (Sta. Monica)				
18	Yali Bajo el Prado	18/10/2018	2°	2018	14,30	7,00
		APR El Prado				
		15/10/2015	1°	2015	20,40	7,46
		29/02/2016	1°	2016	21,10	7,80
		20/03/2018	1°	2018	18,00	7,33
		03/09/2018	2°	2018	17,80	7,00

:- Sin información de dato.

Tabla 4. Resultados de macroelementos del agua obtenida de la fuente de los APR en seguimiento de la región Metropolitana de los años 2015, 2016 y 2018 y su comparación con la NCh 409/05 y NCh 1333/78 (Cl: cloruro, SO4: sulfato; Mg: magnesio).

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	Mg+2 mg/L	Cl- mg/L	SO4-2 (mg/L)
1	Buin	APR Campusano La Estancilla					
		27/10/2015	1°	2015	19,2	132,0	333,0
		14/03/2016	1°	2016	21,0	137,0	337,0
		25/04/2018	1°	2018	29,6	164,5	424,5
		12/09/2018	2°	2018	30,0	34,0	343,4
		APR El Cerrillo					
		28/10/2015	1°	2015	38,7	147,0	375,0
		14/03/2016	1°	2016	36,6	144,0	357,0
		11/04/2018	1°	2018	46,2	142,9	443,5
		06/09/2018	2°	2018	41,4	154,9	310,6
		APR El Romeral					
		29/10/2015	1°	2015	26,8	88,3	464,0
		26/02/2016	1°	2016	27,8	195,0	421,0
		04/04/2018	1°	2018	23,5	159,8	408,1
		01/10/2018	2°	2018	21,0	175,4	358,6
		APR Santa Filomena Las Vertientes					
		27/10/2015	1°	2015	21,8	211,0	442,0
		14/03/2016	1°	2016	32,0	223,0	452,0
		02/04/2018	1°	2018	41,2	190,3	422,2
2	Chacabuco Polpaico	APR Quilapilun					
		06/10/2015	1°	2015	10,2	8,2	40,6
		23/02/2016	1°	2016	9,4	8,7	40,1
		18/04/2018	1°	2018	10,8	9,1	87,2
		13/09/2018	2°	2018	9,9	9,4	49,7
		APR Santa Matilde					
		05/10/2015	1°	2015	11,1	16,3	64,5
		22/02/2016	1°	2016	8,5	15,8	67,2
		24/04/2018	1°	2018	11,8	19,0	149,6
		12/09/2018	2°	2018	10,3	18,8	89,8
3	Chicureo	APR Hermanos Carrera					
		06/10/2015	1°	2015	22,7	142,0	254,0
		24/02/2016	1°	2016	22,0	153,0	266,0
		25/04/2018	1°	2018	27,5	159,1	355,7
		13/09/2018	2°	2018	23,0	145,9	258,0

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	Mg+2 mg/L	Cl- mg/L	SO4-2 (mg/L)
4	Colina Inferior	APR Manuel Rodriguez					
		06/10/2015	1°	2015	5,5	5,9	33,1
		24/02/2016	1°	2016	4,5	6,5	29,0
		26/04/2018	1°	2018	5,7	8,5	83,6
		12/09/2018	2°	2018	5,4	3,1	47,7
		APR Reina Norte					
		07/10/2015	1°	2015	14,1	25,4	44,9
		23/02/2016	1°	2016	13,9	22,8	42,3
		18/04/2018	1°	2018	17,4	21,0	98,6
		11/09/2018	2°	2018	15,6	29,9	66,4
5	Colina Sur	APR Las Canteras					
		06/10/2015	1°	2015	21,9	136,0	171,0
		25/02/2016	1°	2016	21,8	144,0	182,0
		20/04/2018	1°	2018	29,1	149,0	294,2
		13/09/2018	2°	2018	21,1	138,1	199,1
		APR Los Diecisiete					
		30/10/2015	1°	2015	13,3	171,0	393,0
		25/02/2016	1°	2016	14,0	171,0	392,0
		26/04/2018	1°	2018	16,6	161,8	417,6
		12/09/2018	2°	2018	15,9	166,1	235,7
		APR Santa Luisa					
		06/10/2015	1°	2015	62,5	234,0	443,0
		24/02/2016	1°	2016	45,4	261,0	478,0
		24/04/2018	1°	2018	20,8	102,2	237,5
		13/09/2018	2°	2018	22,3	129,4	21,3
6	El Monte Nuevo	APR El Labrador					
		23/10/2015	1°	2015	26,4	173,0	367,0
		09/03/2016	1°	2016	31,1	190,0	386,0
		09/05/2018	1°	2018	25,6	130,0	396,7
		25/09/2018	2°	2018	27,1	139,8	330,8
		APR Gacitua					
		26/10/2015	1°	2015	11,6	102,0	250,0
		10/03/2016	1°	2016	12,0	104,0	251,0
		03/05/2018	1°	2018	14,1	109,0	316,8
		26/09/2018	2°	2018	13,8	135,5	271,9
		APR San Antonio de Naltahua					
		26/10/2015	1°	2015	19,8	138,0	297,0
		09/03/2016	1°	2016	23,6	142,0	315,0
		05/04/2018	1°	2018	25,4	100,2	320,4
		04/10/2018	2°	2018	20,7	146,8	251,1

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	Mg+2 mg/L	Cl- mg/L	SO4-2 (mg/L)
7		APR San Vicente de Naltahua					
		02/11/2015	1°	2015	31,1	195,0	422,0
		09/03/2016	1°	2016	34,3	182,0	401,0
		03/05/2018	1°	2018	38,5	164,5	424,5
		26/09/2018	2°	2018	31,6	172,0	410,6
	Estero Alhue	APR Las Hijuelas de Loncha					
		16/10/2015	1°	2015	15,5	19,2	18,8
		03/03/2016	1°	2016	15,6	18,2	17,9
		11/04/2018	1°	2018	18,9	19,6	47,0
		10/09/2018	2°	2018	16,7	19,1	59,7
8	La Higuera	APR El Bollenar					
		08/10/2015	1°	2015	35,0	79,3	119,0
		29/02/2016	1°	2016	45,8	94,8	202,0
		15/03/2018	1°	2018	35,5	75,8	135,7
		APR Mallarauco					
		09/10/2015	1°	2015	67,4	177,0	315,0
		02/03/2016	1°	2016	62,7	180,0	326,0
		07/03/2018	1°	2018	67,3	134,1	261,3
		06/09/2018	2°	2018	61,5	164,7	255,1
		APR Santa Elisa					
		09/10/2015	1°	2015	59,2	180,0	271,0
		04/03/2016	1°	2016	61,6	198,0	277,0
		26/03/2018	1°	2018	71,1	203,8	316,2
		03/09/2018	2°	2018	68,4	199,8	291,9
9	Laguna de Aculeo	APR El Vinculo					
		29/10/2015	1°	2015	8,8	0,3	2,4
		14/03/2016	1°	2016	8,3	1,3	2,1
		12/04/2018	1°	2018	9,2	2,1	44,9
		12/09/2018	2°	2018	8,3	3,9	71,1
10	Lampa	APR Nuevo Porvenir					
		30/10/2015	1°	2015	27,8	94,4	208,0
		25/02/2016	1°	2016	35,6	112,0	241,0
		11/05/2018	1°	2018	21,8	52,1	128,2
		04/10/2018	2°	2018	23,3	67,7	192,2
	Paine	APR Aguila Norte - Sur					
		29/10/2015	1°	2015	11,7	19,9	60,1
		11/03/2016	1°	2016	12,0	19,4	55,4
		10/04/2018	1°	2018	13,4	20,3	87,9
		12/09/2018	2°	2018	12,0	23,3	78,5
		APR Aparicion de Paine					

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	Mg+2 mg/L	Cl- mg/L	SO4-2 (mg/L)
11		28/10/2015	1°	2015	41,7	116,0	273,0
		11/03/2016	1°	2016	12,0	19,4	55,4
		03/04/2018	1°	2018	58,0	136,8	315,5
		12/09/2018	2°	2018	46,8	143,8	267,1
		APR Cardonal Bajo					
		28/10/2015	1°	2015	23,3	61,0	121,0
		11/03/2016	1°	2016	23,8	68,2	132,0
		12/11/2018	2°	2018	25,6	66,0	212,1
		APR Colonia Kennedy					
		29/10/2015	1°	2015	15,3	21,7	64,3
		10/03/2016	1°	2016	15,2	24,2	62,6
		05/04/2018	1°	2018	17,2	20,3	114,0
		05/09/2018	2°	2018	15,9	29,2	65,1
		APR Hospital Champa					
		28/10/2015	1°	2015	4,9	4,3	18,2
		11/03/2016	1°	2016	4,4	13,4	18,2
		28/03/2018	1°	2018	6,2	7,8	5,6
		04/10/2018	2°	2018	6,9	66,9	202,6
		APR Huelquen					
		28/10/2015	1°	2015	5,9	2,5	12,3
		11/03/2016	1°	2016	15,0	46,9	75,0
		13/09/2018	2°	2018	48,1	166,8	358,6
12	Popeta	APR Culipran					
		14/10/2015	1°	2015	46,2	100,0	214,0
		29/02/2016	1°	2016	45,8	94,8	202,0
		16/05/2018	1°	2018	52,3	98,2	274,7
		06/09/2018	2°	2018	50,8	119,5	197,6
		APR Las Lomas de Culipran					
		14/10/2015	1°	2015	22,1	56,5	81,5
		29/02/2016	1°	2016	22,8	52,9	77,7
		14/03/2018	1°	2018	28,2	58,9	95,9
		03/10/2018	2°	2018	23,2	58,2	109,3
		APR Popeta					
		14/10/2015	1°	2015	29,1	59,7	124,0
		29/02/2016	1°	2016	30,2	55,4	114,0
		08/03/2018	1°	2018	39,3	69,1	189,6
		06/09/2018	2°	2018	39,2	73,7	138,0
		APR San Manuel					
		14/10/2015	1°	2015	15,7	43,4	39,3
		01/03/2016	1°	2016	15,5	40,8	36,6

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	Mg+2 mg/L	Cl- mg/L	SO4-2 (mg/L)
13	Puangue Alto	03/10/2018	2°	2018	18,9	66,9	78,8
		APR Lo Ovalle					
		20/10/2015	1°	2015	29,5	51,7	85,3
		08/03/2016	1°	2016	28,8	54,6	83,2
		03/04/2018	1°	2018	36,2	50,1	93,6
		12/09/2018	2°	2018	28,8	54,9	72,4
14	Puangue Bajo	APR Puangue					
		08/10/2015	1°	2015	77,5	306,0	569,0
		02/03/2016	1°	2016	63,3	284,0	530,0
		07/03/2018	1°	2018	72,5	282,3	398,2
		04/09/2018	2°	2018	72,0	310,9	504,0
		APR Rumay - Campo Lindo					
		08/10/2015	1°	2015	83,2	267,0	498,0
		02/03/2016	1°	2016	70,3	270,0	499,0
		07/03/2018	1°	2018	79,8	267,5	432,7
		10/09/2018	2°	2018	81,2	282,8	477,2
		APR San Jose de Melipilla					
		08/10/2015	1°	2015	44,5	187,0	283,0
		02/03/2016	1°	2016	45,3	173,0	268,0
		07/03/2018	1°	2018	30,2	124,6	170,3
		10/09/2018	2°	2018	33,0	133,4	143,4
15	Puangue Medio	APR Las Rosas					
		22/10/2015	1°	2015	23,4	20,3	42,0
		08/03/2016	1°	2016	24,4	21,2	39,9
		10/05/2018	1°	2018	25,4	19,0	81,3
		24/09/2018	2°	2018	25,0	22,2	77,8
		APR Loica					
		15/10/2015	1°	2015	15,0	20,5	13,6
		29/02/2016	1°	2016	15,0	19,4	10,0
		20/03/2018	1°	2018	14,8	14,2	95,4
		03/09/2018	2°	2018	15,0	19,5	42,1
		APR Los Rulos					
		20/10/2015	1°	2015	66,9	160,0	312,0
		08/03/2016	1°	2016	66,4	172,0	326,0
		28/03/2018	1°	2018	61,6	132,0	250,0
		06/09/2018	2°	2018	43,9	126,5	196,9
		APR Maria Pinto pozo 3					
		21/10/2015	1°	2015	19,9	45,8	69,4
		07/03/2016	1°	2016	22,4	58,6	84,5
		13/03/2018	1°	2018	61,0	216,0	333,2

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	Mg+2 mg/L	Cl- mg/L	SO4-2 (mg/L)
16		12/09/2018	2°	2018	74,2	284,9	150,6
		APR Maria Pinto pozo 4					
		13/03/2018	1°	2018	36,31	83,3	131,5
		12/09/2018	2°	2018	74,20	284,9	150,6
		APR Miraflores					
		22/10/2015	1°	2015	53,2	139,0	233,0
		08/03/2016	1°	2016	53,7	145,0	226,0
		11/04/2018	1°	2018	91,2	234,3	457,6
		19/11/2018	2°	2018	87,9	282,1	543,7
		APR Santa Ines de Pataguillas					
		21/10/2015	1°	2015	61,8	175,0	312,0
		08/03/2016	1°	2016	67,3	189,0	335,0
		21/03/2018	1°	2018	70,9	188,9	447,1
		04/09/2018	2°	2018	71,1	203,6	297,9
	San Pedro	APR San Pedro - El Yali					
		15/10/2015	1°	2015	10,3	31,2	9,4
		29/02/2016	1°	2016	10,4	29,2	9,6
		20/03/2018	1°	2018	9,0	19,0	110,7
		03/09/2018	2°	2018	10,8	29,9	34,3
17	Santiago Central	APR La Esperanza - Santa Monica					
		22/10/2015	1°	2015	27,6	231,0	378,0
		09/03/2016	1°	2016	29,3	191,0	353,0
		03/05/2018	1°	2018	30,4	170,0	368,9
		26/09/2018	1°	2018	31,2	238,0	393,2
		18/10/2018	2°	2018	0,00		
		APR Pelvin					
		23/10/2015	1°	2015	34,4	258,0	391,0
		04/03/2016	1°	2016	32,2	261,0	376,0
		10/05/2018	1°	2018	33,6	214,0	400,4
		27/09/2018	2°	2018	34,6	228,4	396,7
		Los Aromos (Sta. Monica)					
		18/10/2018	1°	2018	S.I.	S.I.	S.I.
18	Yali Bajo el Prado	APR El Prado					
		15/10/2015	1°	2015	7,2	203,0	55,2
		29/02/2016	1°	2016	5,9	222,0	47,6
		20/03/2018	1°	2018	8,1	96,1	168,4
		03/09/2018	2°	2018	7,9	137,2	77,8

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.

Tabla 5. Resultados de macroelementos en miliequivalentes por litro y las relaciones sulfato/cloruro y sodio/calcio usando estos valores. (Cl: cloruro, SO4: sulfato; Mg: magnesio; Na: Sodio; Ca: Calcio).

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	Cl-meq/L	SO4-2 (meq/L)	rSO4/rcL	rNa/rCa
1	Buin	APR Campusano La Estancilla						
		27/10/2015	1°	2015	3,72	6,94	1,86	0,33
		14/03/2016	1°	2016	3,86	7,02	1,82	0,36
		25/04/2018	1°	2018	4,64	8,84	1,91	S.I.
		12/09/2018	2°	2018	0,96	7,15	7,45	S.I.
		APR El Cerrillo						
		28/10/2015	1°	2015	4,15	7,81	1,88	0,32
		14/03/2016	1°	2016	4,06	7,44	1,83	0,34
		11/04/2018	1°	2018	4,03	9,24	2,29	S.I.
		06/09/2018	2°	2018	4,37	6,47	1,48	S.I.
		APR El Romeral						
		29/10/2015	1°	2015	2,49	9,67	3,88	0,29
		26/02/2016	1°	2016	5,50	8,77	1,59	0,32
		04/04/2018	1°	2018	4,51	8,50	1,89	S.I.
		01/10/2018	2°	2018	4,95	7,47	1,51	S.I.
		APR Santa Filomena Las Vertientes						
		27/10/2015	1°	2015	5,95	9,21	1,55	0,25
		14/03/2016	1°	2016	6,29	9,42	1,50	0,33
		02/04/2018	1°	2018	5,37	8,80	1,64	S.I.
2	Chacabuco Polpaico	APR Quilapilun						
		06/10/2015	1°	2015	0,23	0,85	3,67	0,56
		23/02/2016	1°	2016	0,25	0,84	3,39	0,64
		18/04/2018	1°	2018	0,26	1,82	7,04	S.I.
		13/09/2018	2°	2018	0,27	1,04	3,88	S.I.
		APR Santa Matilde						
		05/10/2015	1°	2015	0,46	1,34	2,92	0,55
		22/02/2016	1°	2016	0,45	1,40	3,14	0,60
		24/04/2018	1°	2018	0,53	3,12	5,83	S.I.
		12/09/2018	2°	2018	0,53	1,87	3,54	S.I.
3	Chicureo	APR Hermanos Carrera						
		06/10/2015	1°	2015	4,01	5,29	1,32	0,35
		24/02/2016	1°	2016	4,32	5,54	1,28	0,32
		25/04/2018	1°	2018	4,49	7,41	1,65	S.I.
		13/09/2018	2°	2018	4,12	5,38	1,31	S.I.
	Colina Inferior	APR Manuel Rodriguez						
		06/10/2015	1°	2015	0,17	0,69	4,18	0,29

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	Cl- meq/L	SO4-2 (meq/L)	rSO4/rcL	rNa/rCa
4		24/02/2016	1°	2016	0,18	0,60	3,31	0,27
		26/04/2018	1°	2018	0,24	1,74	7,29	S.I.
		12/09/2018	2°	2018	0,09	0,99	11,53	S.I.
		APR Reina Norte						
		07/10/2015	1°	2015	0,72	0,94	1,31	0,83
		23/02/2016	1°	2016	0,64	0,88	1,37	0,81
		18/04/2018	1°	2018	0,59	2,06	3,47	S.I.
		11/09/2018	2°	2018	0,84	1,38	1,64	S.I.
5	Colina Sur	APR Las Canteras						
		06/10/2015	1°	2015	3,84	3,56	0,93	0,65
		25/02/2016	1°	2016	4,06	3,79	0,93	0,62
		20/04/2018	1°	2018	4,20	6,13	1,46	S.I.
		13/09/2018	2°	2018	3,90	4,15	1,06	S.I.
		APR Los Diecisiete						
		30/10/2015	1°	2015	4,82	8,19	1,70	0,11
		25/02/2016	1°	2016	4,82	8,17	1,69	0,12
		26/04/2018	1°	2018	4,56	8,70	1,91	S.I.
		12/09/2018	2°	2018	4,68	4,91	1,05	S.I.
		APR Santa Luisa						
		06/10/2015	1°	2015	6,60	9,23	1,40	0,26
		24/02/2016	1°	2016	7,36	9,96	1,35	0,22
		24/04/2018	1°	2018	2,88	4,95	1,72	S.I.
		13/09/2018	2°	2018	3,65	0,44	0,12	S.I.
6	El Monte Nuevo	APR El Labrador						
		23/10/2015	1°	2015	4,88	7,65	1,57	0,35
		09/03/2016	1°	2016	5,36	8,04	1,50	0,35
		09/05/2018	1°	2018	3,67	8,26	2,25	S.I.
		25/09/2018	2°	2018	3,94	6,89	1,75	S.I.
		APR Gacitua						
		26/10/2015	1°	2015	2,88	5,21	1,81	0,41
		10/03/2016	1°	2016	2,93	5,23	1,78	0,44
		03/05/2018	1°	2018	3,07	6,60	2,15	S.I.
		26/09/2018	2°	2018	3,82	5,66	1,48	S.I.
		APR San Antonio de Naltahua						
		26/10/2015	1°	2015	3,89	6,19	1,59	0,29
		09/03/2016	1°	2016	4,01	6,56	1,64	0,34
		05/04/2018	1°	2018	2,83	6,67	2,36	S.I.
		04/10/2018	2°	2018	4,14	5,23	1,26	S.I.
		APR San Vicente de Naltahua						
		02/11/2015	1°	2015	5,50	8,79	1,60	0,34

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	Cl- meq/L	SO4-2 (meq/L)	rSO4/rcL	rNa/rCa
7		09/03/2016	1°	2016	5,13	8,35	1,63	0,37
		03/05/2018	1°	2018	4,64	8,84	1,91	S.I.
		26/09/2018	2°	2018	4,85	8,55	1,76	S.I.
	Estero Alhue	APR Las Hijuelas de Loncha						
		16/10/2015	1°	2015	0,54	0,39	0,72	0,53
		03/03/2016	1°	2016	0,51	0,37	0,73	0,47
		11/04/2018	1°	2018	0,55	0,98	1,77	S.I.
		10/09/2018	2°	2018	0,54	1,24	2,31	S.I.
8	La Higuera	APR El Bollenar						
		08/10/2015	1°	2015	2,24	2,48	1,11	0,38
		29/02/2016	1°	2016	2,67	4,21	1,57	0,33
		15/03/2018	1°	2018	2,14	2,83	1,32	S.I.
		APR Mallarauco						
		09/10/2015	1°	2015	4,99	6,56	1,31	0,39
		02/03/2016	1°	2016	5,08	6,79	1,34	0,36
		07/03/2018	1°	2018	3,78	5,44	1,44	S.I.
		06/09/2018	2°	2018	4,64	5,31	1,14	S.I.
		APR Santa Elisa						
		09/10/2015	1°	2015	5,08	5,65	1,11	0,48
		04/03/2016	1°	2016	5,58	5,77	1,03	0,40
		26/03/2018	1°	2018	5,75	6,59	1,15	S.I.
		03/09/2018	2°	2018	5,63	6,08	1,08	S.I.
9	Laguna de Aculeo	APR El Vinculo						
		29/10/2015	1°	2015	0,01	0,05	6,16	0,42
		14/03/2016	1°	2016	0,04	0,04	1,19	0,43
		12/04/2018	1°	2018	0,06	0,93	15,79	S.I.
		12/09/2018	2°	2018	0,11	1,48	13,50	S.I.
10	Lampa	APR Nuevo Porvenir						
		30/10/2015	1°	2015	2,66	4,33	1,63	0,46
		25/02/2016	1°	2016	3,16	5,02	1,59	0,28
		11/05/2018	1°	2018	1,47	2,67	1,82	S.I.
		04/10/2018	2°	2018	1,91	4,00	2,10	S.I.
	Paine	APR Aguila Norte - Sur						
		29/10/2015	1°	2015	0,56	1,25	2,23	0,32
		11/03/2016	1°	2016	0,55	1,15	2,11	0,25
		10/04/2018	1°	2018	0,57	1,83	3,20	S.I.
		12/09/2018	2°	2018	0,66	1,63	2,49	S.I.
		APR Aparicion de Paine						
		28/10/2015	1°	2015	3,27	5,69	1,74	0,23
		11/03/2016	1°	2016	0,55	1,15	2,11	0,25

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	Cl- meq/L	SO4-2 (meq/L)	rSO4/rcL	rNa/rCa
11		03/04/2018	1°	2018	3,86	6,57	1,70	S.I.
		12/09/2018	2°	2018	4,06	5,57	1,37	
		APR Cardonal Bajo						
		28/10/2015	1°	2015	1,72	2,52	1,47	0,30
		11/03/2016	1°	2016	1,92	2,75	1,43	0,29
		12/11/2018	2°	2018	1,86	4,42	2,37	S.I.
		APR Colonia Kennedy						
		29/10/2015	1°	2015	0,61	1,34	2,19	0,21
		10/03/2016	1°	2016	0,68	1,30	1,91	0,22
		05/04/2018	1°	2018	0,57	2,37	4,14	S.I.
		05/09/2018	2°	2018	0,82	1,36	1,65	
		APR Hospital Champa						
		28/10/2015	1°	2015	0,12	0,38	3,11	0,41
		11/03/2016	1°	2016	0,38	0,38	1,00	0,41
		28/03/2018	1°	2018	0,22	0,12	0,53	S.I.
		04/10/2018	2°	2018	1,89	4,22	2,24	
		APR Huelquen						
		28/10/2015	1°	2015	0,07	0,26	3,63	0,38
		11/03/2016	1°	2016	1,32	1,56	1,18	0,50
		13/09/2018	2°	2018	4,70	7,47	1,59	S.I.
12	Popeta	APR Culipran						
		14/10/2015	1°	2015	2,82	4,46	1,58	0,32
		29/02/2016	1°	2016	2,67	4,21	1,57	0,33
		16/05/2018	1°	2018	2,77	5,72	2,07	S.I.
		06/09/2018	2°	2018	3,37	4,12	1,22	S.I.
		APR Las Lomas de Culipran						
		14/10/2015	1°	2015	1,59	1,70	1,07	0,43
		29/02/2016	1°	2016	1,49	1,62	1,08	0,41
		14/03/2018	1°	2018	1,66	2,00	1,20	S.I.
		03/10/2018	2°	2018	1,64	2,28	1,39	S.I.
		APR Popeta						
		14/10/2015	1°	2015	1,68	2,58	1,53	0,39
		29/02/2016	1°	2016	1,56	2,38	1,52	0,39
		08/03/2018	1°	2018	1,95	3,95	2,03	S.I.
		06/09/2018	2°	2018	2,08	2,88	1,38	S.I.
		APR San Manuel						
		14/10/2015	1°	2015	1,22	0,82	0,67	0,51
		01/03/2016	1°	2016	1,15	0,76	0,66	0,51
		03/10/2018	2°	2018	1,89	1,64	0,87	S.I.
	Puangue	APR Lo Ovalle						

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	Cl- meq/L	SO4-2 (meq/L)	rSO4/rcL	rNa/rCa
13	Alto	20/10/2015	1°	2015	1,46	1,78	1,22	0,39
		08/03/2016	1°	2016	1,54	1,73	1,13	0,37
		03/04/2018	1°	2018	1,41	1,95	1,38	S.I.
		12/09/2018	2°	2018	1,55	1,51	0,97	S.I.
14	Puangue Bajo	APR Puangue						
		08/10/2015	1°	2015	8,63	11,85	1,37	0,33
		02/03/2016	1°	2016	8,01	11,04	1,38	0,28
		07/03/2018	1°	2018	7,96	8,30	1,04	S.I.
		04/09/2018	2°	2018	8,77	10,50	1,20	S.I.
		APR Rumay - Campo Lindo						
		08/10/2015	1°	2015	7,53	10,38	1,38	0,43
		02/03/2016	1°	2016	7,62	10,40	1,37	0,33
		07/03/2018	1°	2018	7,54	9,01	1,19	S.I.
		10/09/2018	2°	2018	7,98	9,94	1,25	S.I.
		APR San Jose de Melipilla						
		08/10/2015	1°	2015	5,27	5,90	1,12	0,29
		02/03/2016	1°	2016	4,88	5,58	1,14	0,29
		07/03/2018	1°	2018	3,51	3,55	1,01	S.I.
		10/09/2018	2°	2018	3,76	2,99	0,79	S.I.
15	Puangue Medio	APR Las Rosas						
		22/10/2015	1°	2015	0,57	0,88	1,53	0,41
		08/03/2016	1°	2016	0,60	0,83	1,39	0,39
		10/05/2018	1°	2018	0,53	1,69	3,17	S.I.
		24/09/2018	2°	2018	0,63	1,62	2,58	S.I.
		APR Loica						
		15/10/2015	1°	2015	0,58	0,28	0,49	0,47
		29/02/2016	1°	2016	0,55	0,21	0,38	0,50
		20/03/2018	1°	2018	0,40	1,99	4,96	S.I.
		03/09/2018	2°	2018	0,55	0,88	1,60	S.I.
		APR Los Rulos						
		20/10/2015	1°	2015	4,51	6,50	1,44	0,37
		08/03/2016	1°	2016	4,85	6,79	1,40	0,35
		28/03/2018	1°	2018	3,72	5,21	1,40	S.I.
		06/09/2018	2°	2018	3,57	4,10	1,15	S.I.
		APR Maria Pinto pozo 3						
		21/10/2015	1°	2015	1,29	1,45	1,12	0,39
		07/03/2016	1°	2016	1,65	1,76	1,07	0,37
		13/03/2018	1°	2018	6,09	6,94	1,14	S.I.
		12/09/2018	2°	2018	8,04	3,14	0,39	S.I.
		APR Maria Pinto pozo 4						

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	Cl- meq/L	SO4-2 (meq/L)	rSO4/rcL	rNa/rCa
16		13/03/2018	1°	2018	2,35	2,74	1,17	S.I.
		12/09/2018	2°	2018	8,04	3,14	0,39	S.I.
		APR Miraflores						
		22/10/2015	1°	2015	3,92	4,85	1,24	0,38
		08/03/2016	1°	2016	4,09	4,71	1,15	0,39
		11/04/2018	1°	2018	6,61	9,53	1,44	S.I.
		19/11/2018	2°	2018	7,96	11,33	1,42	S.I.
		APR Santa Ines de Pataguillas						
		21/10/2015	1°	2015	4,94	6,50	1,32	0,59
		08/03/2016	1°	2016	5,33	6,98	1,31	0,67
		21/03/2018	1°	2018	5,33	9,31	1,75	S.I.
		04/09/2018	2°	2018	5,74	6,21	1,08	S.I.
	San Pedro	APR San Pedro - El Yali						
		15/10/2015	1°	2015	0,88	0,20	0,22	1,10
		29/02/2016	1°	2016	0,82	0,20	0,24	0,95
		20/03/2018	1°	2018	0,53	2,31	4,31	S.I.
		03/09/2018	2°	2018	0,84	0,72	0,85	S.I.
17	Santiago Central	APR La Esperanza - Santa Monica						
		22/10/2015	1°	2015	6,52	7,88	1,21	0,52
		09/03/2016	1°	2016	5,39	7,35	1,37	0,84
		03/05/2018	1°	2018	4,79	7,68	1,60	S.I.
		26/09/2018	1°	2018	6,71	8,19	1,22	S.I.
		18/10/2018	2°	2018				
		APR Pelvin						
		23/10/2015	1°	2015	7,28	8,15	1,12	0,49
		04/03/2016	1°	2016	7,36	7,83	1,06	0,52
		10/05/2018	1°	2018	6,04	8,34	1,38	S.I.
		27/09/2018	2°	2018	6,44	8,26	1,28	S.I.
		Los Aromos (Sta. Monica)						
18	Yali Bajo el Prado	18/10/2018	1°	2018	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
		APR El Prado						
		15/10/2015	1°	2015	5,73	1,15	0,20	1,79
		29/02/2016	1°	2016	6,26	0,99	0,16	1,95
		20/03/2018	1°	2018	2,71	3,51	1,29	S.I.
		03/09/2018	2°	2018	3,87	1,62	0,42	S.I.

Tabla 6. Resultados de nitrato como Nitrógeno de Nitrato (N-NO3) y Nitrato molecular (NO3) de los años 2015, 2016 y 2018 del agua obtenidos de los APR en seguimiento región Metropolitana. Los datos de nitrato molecular del año 2018 fueron calculado usando la relación $4.35 * [N-NO3] = [NO3]$

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	N-NO3- (mg/L)	NO3 (mg/L)
1	Buin	APR Campusano La Estancilla				
		27/10/2015	1°	2015	S.I.	19,20
		14/03/2016	1°	2016	S.I.	26,30
		25/04/2018	1°	2018	9,384	40,82
		12/09/2018	2°	2018	9,589	41,71
		APR El Cerrillo				
		28/10/2015	1°	2015	S.I.	41,80
		14/03/2016	1°	2016	S.I.	53,70
		11/04/2018	1°	2018	11,192	48,69
		06/09/2018	2°	2018	10,930	47,54
		APR El Romeral				
		29/10/2015	1°	2015	S.I.	30,70
		26/02/2016	1°	2016	S.I.	52,90
		04/04/2018	1°	2018	1,169	5,09
		01/10/2018	2°	2018	1,814	7,89
		APR Santa Filomena Las Vertientes				
		27/10/2015	1°	2015	S.I.	45,30
		14/03/2016	1°	2016	S.I.	49,30
		02/04/2018	1°	2018	12,040	52,37
2	Chacabuco Polpaico	APR Quilapilun				
		06/10/2015	1°	2015	S.I.	26,00
		23/02/2016	1°	2016	S.I.	24,50
		18/04/2018	1°	2018	5,298	23,05
		13/09/2018	2°	2018	4,458	19,39
		APR Santa Matilde				
		05/10/2015	1°	2015	S.I.	24,00
		22/02/2016	1°	2016	S.I.	24,10
		24/04/2018	1°	2018	5,920	25,75
		12/09/2018	2°	2018	5,532	24,07
3	Chicureo	APR Hermanos Carrera				
		06/10/2015	1°	2015	S.I.	18,50
		24/02/2016	1°	2016	S.I.	23,10
		25/04/2018	1°	2018	5,375	23,38
		13/09/2018	2°	2018	5,313	23,11
4	Colina Inferior	APR Manuel Rodriguez				
		06/10/2015	1°	2015	S.I.	31,10
		24/02/2016	1°	2016	S.I.	31,60
		26/04/2018	1°	2018	5,232	22,76
		12/09/2018	2°	2018	5,926	25,78
		APR Reina Norte				

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	N-NO3- (mg/L)	NO3 (mg/L)
5		07/10/2015	1°	2015	S.I.	63,20
		23/02/2016	1°	2016	S.I.	63,60
		18/04/2018	1°	2018	14,474	62,96
		11/09/2018	2°	2018	13,013	56,61
	Colina Sur	APR Las Canteras				
		06/10/2015	1°	2015	S.I.	14,50
		25/02/2016	1°	2016	S.I.	16,20
		20/04/2018	1°	2018	S.I.	S.I.
		13/09/2018	2°	2018	3,660	15,92
		APR Los Diecisiete				
		30/10/2015	1°	2015	S.I.	10,40
		25/02/2016	1°	2016	S.I.	10,80
		26/04/2018	1°	2018	2,695	11,72
		12/09/2018	2°	2018	2,745	11,94
		APR Santa Luisa				
		06/10/2015	1°	2015	S.I.	67,00
		24/02/2016	1°	2016	S.I.	76,90
		24/04/2018	1°	2018	6,398	27,83
		13/09/2018	2°	2018	8,228	35,79
	El Monte Nuevo	APR El Labrador				
		23/10/2015	1°	2015	S.I.	31,00
		09/03/2016	1°	2016	S.I.	40,80
		09/05/2018	1°	2018	4,186	18,21
		25/09/2018	2°	2018	5,371	23,37
		APR Gacitua				
		26/10/2015	1°	2015	S.I.	3,91
		10/03/2016	1°	2016	S.I.	4,61
		03/05/2018	1°	2018	1,445	6,29
		26/09/2018	2°	2018	1,418	6,17
		APR San Antonio de Naltahua				
		26/10/2015	1°	2015	S.I.	7,22
		09/03/2016	1°	2016	S.I.	6,58
		05/04/2018	1°	2018	2,359	10,26
		04/10/2018	2°	2018	2,465	10,72
		APR San Vicente de Naltahua				
		02/11/2015	1°	2015	S.I.	20,90
		09/03/2016	1°	2016	S.I.	16,60
		03/05/2018	1°	2018	5,167	22,48
		26/09/2018	2°	2018	5,755	25,04
6	Estero Alhue	APR Las Hijuelas de Loncha				

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	N-NO3- (mg/L)	NO3 (mg/L)
7		16/10/2015	1°	2015	S.I.	1,45
		03/03/2016	1°	2016	S.I.	1,75
		11/04/2018	1°	2018	0,430	1,87
		10/09/2018	2°	2018	0,248	1,08
8	La Higuera	APR El Bollenar				
		08/10/2015	1°	2015	S.I.	14,10
		29/02/2016	1°	2016	S.I.	10,20
		15/03/2018	1°	2018	3,623	15,76
		APR Mallarauco				
		09/10/2015	1°	2015	S.I.	45,70
		02/03/2016	1°	2016	S.I.	48,00
		07/03/2018	1°	2018	7,963	34,64
		06/09/2018	2°	2018	7,933	34,51
		APR Santa Elisa				
		09/10/2015	1°	2015	S.I.	56,10
		04/03/2016	1°	2016	S.I.	48,40
		26/03/2018	1°	2018	11,212	48,77
		03/09/2018	2°	2018	11,423	49,69
9	Laguna de Aculeo	APR El Vinculo				
		29/10/2015	1°	2015	S.I.	2,92
		14/03/2016	1°	2016	S.I.	5,36
		12/04/2018	1°	2018	0,709	3,08
		12/09/2018	2°	2018	0,222	0,96
10	Lampa	APR Nuevo Porvenir				
		30/10/2015	1°	2015	S.I.	49,40
		25/02/2016	1°	2016	S.I.	49,40
		11/05/2018	1°	2018	S.I.	S.I.
		04/10/2018	2°	2018	4,527	19,69
	Paine	APR Aguila Norte - Sur				
		29/10/2015	1°	2015	S.I.	14,50
		11/03/2016	1°	2016	S.I.	16,60
		10/04/2018	1°	2018	3,164	13,76
		12/09/2018	2°	2018	3,297	14,34
		APR Aparicion de Paine				
		28/10/2015	1°	2015	S.I.	16,90
		11/03/2016	1°	2016	S.I.	16,60
		03/04/2018	1°	2018	6,010	26,14
		12/09/2018	2°	2018	5,304	23,07
		APR Cardonal Bajo				
		28/10/2015	1°	2015	S.I.	8,03

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	N-NO3- (mg/L)	NO3 (mg/L)
11		11/03/2016	1°	2016	S.I.	12,10
		12/11/2018	2°	2018	3,048	13,26
		APR Colonia Kennedy				
		29/10/2015	1°	2015	S.I.	12,60
		10/03/2016	1°	2016	S.I.	15,10
		05/04/2018	1°	2018	3,407	14,82
		05/09/2018	2°	2018	3,606	15,69
		APR Hospital Champa				
		28/10/2015	1°	2015	S.I.	3,92
		11/03/2016	1°	2016	S.I.	4,59
		28/03/2018	1°	2018	0,886	3,85
		04/10/2018	2°	2018	1,707	7,43
		APR Huelquen				
		28/10/2015	1°	2015	S.I.	2,38
		11/03/2016	1°	2016	S.I.	15,10
		13/09/2018	2°	2018	8,038	34,97
12	Popeta	APR Culipran				
		14/10/2015	1°	2015	S.I.	12,00
		29/02/2016	1°	2016	S.I.	10,20
		16/05/2018	1°	2018	2,522	10,97
		06/09/2018	2°	2018	2,548	11,09
		APR Las Lomas de Culipran				
		14/10/2015	1°	2015	S.I.	6,86
		29/02/2016	1°	2016	S.I.	5,80
		14/03/2018	1°	2018	0,972	4,23
		03/10/2018	2°	2018	1,128	4,91
		APR Popeta				
		14/10/2015	1°	2015	S.I.	14,20
		29/02/2016	1°	2016	S.I.	12,60
		08/03/2018	1°	2018	3,318	14,43
		06/09/2018	2°	2018	3,413	14,85
		APR San Manuel				
13	Puangue Alto	14/10/2015	1°	2015	S.I.	11,90
		01/03/2016	1°	2016	S.I.	9,54
		03/10/2018	2°	2018	2,452	10,66
		APR Lo Ovalle				
		20/10/2015	1°	2015	S.I.	6,62
		08/03/2016	1°	2016	S.I.	6,94
		03/04/2018	1°	2018	1,836	7,99
		12/09/2018	2°	2018	1,701	7,40

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	N-NO3- (mg/L)	NO3 (mg/L)
14	Puangue Bajo	APR Puangue				
		08/10/2015	1°	2015	S.I.	19,90
		02/03/2016	1°	2016	S.I.	21,20
		07/03/2018	1°	2018	4,826	20,991
		04/09/2018	2°	2018	6,506	28,30
		APR Rumay - Campo Lindo				
		08/10/2015	1°	2015	S.I.	28,20
		02/03/2016	1°	2016	S.I.	29,40
		07/03/2018	1°	2018	6,996	30,43
		10/09/2018	2°	2018	7,549	32,84
		APR San Jose de Melipilla				
		08/10/2015	1°	2015	S.I.	17,40
		02/03/2016	1°	2016	S.I.	15,20
		07/03/2018	1°	2018	2,588	11,26
		10/09/2018	2°	2018	2,601	11,31
15	Puangue Medio	APR Las Rosas				
		22/10/2015	1°	2015	S.I.	32,60
		08/03/2016	1°	2016	S.I.	40,50
		10/05/2018	1°	2018	3,995	17,38
		24/09/2018	2°	2018	7,507	32,65
		APR Loica				
		15/10/2015	1°	2015	S.I.	19,00
		29/02/2016	1°	2016	S.I.	17,00
		20/03/2018	1°	2018	2,009	8,74
		03/09/2018	2°	2018	2,386	10,38
		APR Los Rulos				
		20/10/2015	1°	2015	S.I.	39,00
		08/03/2016	1°	2016	S.I.	41,10
		28/03/2018	1°	2018	4,073	17,719
		06/09/2018	2°	2018	4,414	19,20
		APR Maria Pinto Pozo 3				
		21/10/2015	1°	2015	S.I.	7,87
		07/03/2016	1°	2016	S.I.	8,87
		13/03/2018	1°	2018	8,577	37,31
		12/09/2018	2°	2018	10,064	43,78
		APR Maria Pinto Pozo 4				
		13/03/2018	1°	2018	2,518	10,952
		12/09/2018	2°	2018	10,064	43,78
		APR Miraflores				
		22/10/2015	1°	2015	S.I.	29,80

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	N-NO3- (mg/L)	NO3 (mg/L)
16		08/03/2016	1°	2016	S.I.	29,70
		11/04/2018	1°	2018	12,855	55,92
		19/11/2018	2°	2018	13,011	56,60
		APR Santa Ines de Pataguillas				
		21/10/2015	1°	2015	S.I.	48,80
		08/03/2016	1°	2016	S.I.	67,90
		21/03/2018	1°	2018	15,081	65,60
		04/09/2018	2°	2018	15,681	68,21
	San Pedro	APR San Pedro - El Yali				
		15/10/2015	1°	2015	S.I.	6,21
		29/02/2016	1°	2016	S.I.	4,60
		20/03/2018	1°	2018	0,233	1,015
		03/09/2018	2°	2018	0,769	3,34
17	Santiago Central	APR La Esperanza - Santa Monica				
		22/10/2015	1°	2015	S.I.	75,00
		09/03/2016	1°	2016	S.I.	79,00
		03/05/2018	1°	2018	13,828	60,15
		26/09/2018	1°	2018	21,406	93,12
		18/10/2018	2°	2018	23,202	100,93
		APR Pelvin				
		23/10/2015	1°	2015	S.I.	57,50
		04/03/2016	1°	2016	S.I.	74,00
		10/05/2018	1°	2018	12,863	55,95
		27/09/2018	2°	2018	12,474	54,26
		Los Aromos (Sta. Monica)				
		18/10/2018	1°	2018	14,054	61,13
18	Yali Bajo el Prado	APR El Prado				
		15/10/2015	1°	2015	S.I.	1,36
		29/02/2016	1°	2016	S.I.	1,11
		20/03/2018	1°	2018	0,233	1,015
		03/09/2018	2°	2018	0,197	0,86

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

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

S.I.: Sin información

Tabla 7. Resultados de microelementos en el agua obtenida de la fuente de los APR en seguimiento de la región del Metropolitana (As: Arsénico, Cu: Cobre, Fe: Hierro, Mn: Manganeseo, Zn: Zinc, Cd: Cadmio, Pb: Plomo, Cr: Cromo, Hg: Mercurio y Se: Selenio).

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	As (mg/L)	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Zn (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	Cr (mg/L)	Hg (mg/L)	Se (mg/L)
1	Buin	APR Campusano La Estancilla												
		27/10/2015	1°	2015	0,001	<0,02	<0,02	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		14/03/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	<0,02	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		25/04/2018	1°	2018	0,001	0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		12/09/2018	2°	2018	0,001	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR El Cerrillo												
		28/10/2015	1°	2015	0,003	<0,02	0,02	<0,02	0,33	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		14/03/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	0,02	<0,02	0,03	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		11/04/2018	1°	2018	0,001	0,01	<0,02	0,01	0,02	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		06/09/2018	2°	2018	0,001	<0,01	0,02	<0,01	0,02	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR El Romeral												
		29/10/2015	1°	2015	0,002	<0,02	0,59	<0,02	0,08	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		26/02/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	0,19	<0,02	0,08	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		04/04/2018	1°	2018	0,002	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		01/10/2018	2°	2018	0,001	<0,01	0,03	0,01	0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Santa Filomena Las Vertientes												
		27/10/2015	1°	2015	0,003	<0,02	0,04	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		14/03/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	<0,02	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		02/04/2018	1°	2018	0,002	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
2	Chacabuco Polpaico	APR Quilapilun												
		06/10/2015	1°	2015	0,002	<0,02	0,03	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		23/02/2016	1°	2016	0,004	<0,02	0,27	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		18/04/2018	1°	2018	0,003	0,02	<0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		13/09/2018	2°	2018	0,004	0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Santa Matilde												
		05/10/2015	1°	2015	0,005	<0,02	0,03	<0,02	0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		22/02/2016	1°	2016	0,003	<0,02	<0,02	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		24/04/2018	1°	2018	0,004	0,01	0,13	<0,01	0,07	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		12/09/2018	2°	2018	0,004	<0,01	0,08	<0,01	0,19	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
3	Chicureo	APR Hermanos Carrera												
		06/10/2015	1°	2015	0,005	<0,02	0,05	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		24/02/2016	1°	2016	0,006	<0,02	0,25	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		25/04/2018	1°	2018	0,007	0,02	0,08	0,12	0,02	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		13/09/2018	2°	2018	0,006	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
	Colina Inferior	APR Manuel Rodriguez												
		06/10/2015	1°	2015	0,005	<0,02	0,05	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		24/02/2016	1°	2016	0,003	<0,02	0,12	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	0,05	<0,002	<0,001
		26/04/2018	1°	2018	0,003	0,01	0,03	<0,01	0,02	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	As (mg/L)	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Zn (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	Cr (mg/L)	Hg (mg/L)	Se (mg/L)
4		12/09/2018	2°	2018	0,004	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Reina Norte												
		07/10/2015	1°	2015	0,003	<0,02	0,04	<0,02	0,02	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		23/02/2016	1°	2016	0,004	<0,02	0,12	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		18/04/2018	1°	2018	0,004	0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		11/09/2018	2°	2018	0,004	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
5	Colina Sur	APR Las Canteras												
		06/10/2015	1°	2015	0,006	<0,02	0,03	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		25/02/2016	1°	2016	0,008	<0,02	0,02	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,05	<0,002	<0,001
		20/04/2018	1°	2018	0,007	0,02	0,05	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		13/09/2018	2°	2018	0,007	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Los Diecisiete												
		30/10/2015	1°	2015	0,004	<0,02	0,06	<0,02	0,02	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		25/02/2016	1°	2016	0,001	<0,02	0,06	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,05	<0,002	<0,001
		26/04/2018	1°	2018	0,001	0,02	0,12	0,01	0,04	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		12/09/2018	2°	2018	0,001	<0,01	<0,02	<0,01	0,04	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Santa Luisa												
		06/10/2015	1°	2015	0,007	<0,02	0,05	<0,02	0,03	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		24/02/2016	1°	2016	0,006	<0,02	0,04	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	0,05	<0,002	<0,001
		24/04/2018	1°	2018	0,011	<0,01	0,13	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		13/09/2018	2°	2018	0,008	0,01	0,06	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
6	El Monte Nuevo	APR El Labrador												
		23/10/2015	1°	2015	0,001	<0,02	<0,02	<0,02	0,07	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		09/03/2016	1°	2016	0,002	<0,02	0,09	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		09/05/2018	1°	2018	0,001	0,01	0,06	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		25/09/2018	2°	2018	0,001	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Gacitua												
		26/10/2015	1°	2015	0,002	<0,02	<0,02	<0,02	0,06	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		10/03/2016	1°	2016	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	<0,01	S.I.	S.I.
		03/05/2018	1°	2018	0,001	0,01	0,05	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		26/09/2018	2°	2018	0,001	<0,01	0,02	<0,01	0,02	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR San Antonio de Naltahua												
		26/10/2015	1°	2015	0,003	<0,02	0,03	<0,02	0,16	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		09/03/2016	1°	2016	0,002	<0,02	0,04	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		05/04/2018	1°	2018	0,002	0,03	0,03	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		04/10/2018	2°	2018	0,002	<0,01	0,06	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR San Vicente de Naltahua												
		02/11/2015	1°	2015	0,004	<0,02	0,08	<0,02	0,03	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	As (mg/L)	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Zn (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	Cr (mg/L)	Hg (mg/L)	Se (mg/L)
7	Estero Alhue	09/03/2016	1°	2016	0,006	<0,02	0,05	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		03/05/2018	1°	2018	0,006	0,01	0,08	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		26/09/2018	2°	2018	0,005	<0,01	0,02	<0,01	0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Las Hijuelas de Loncha												
		16/10/2015	1°	2015	0,001	<0,02	0,04	0,03	0,03	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		03/03/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	0,04	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		11/04/2018	1°	2018	0,002	0,01	<0,02	0,02	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		10/09/2018	2°	2018	0,002	<0,01	0,05	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
8	La Higuera	APR El Bollenar												
		08/10/2015	1°	2015	0,002	<0,02	0,09	<0,02	0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		29/02/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	0,03	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		15/03/2018	1°	2018	<0,001	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Mallarauco												
		09/10/2015	1°	2015	<0,001	<0,02	0,02	<0,02	0,11	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		02/03/2016	1°	2016	0,006	0,02	0,10	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		07/03/2018	1°	2018	<0,001	<0,01	0,05	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		06/09/2018	2°	2018	0,006	<0,01	0,03	<0,01	0,06	<0,02	0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Santa Elisa												
		09/10/2015	1°	2015	<0,001	<0,02	0,15	<0,02	0,13	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		04/03/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	0,32	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		26/03/2018	1°	2018	<0,001	<0,01	0,04	<0,01	0,02	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		03/09/2018	2°	2018	0,003	<0,01	3,47	<0,01	0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
9	Laguna de Aculeo	APR El Vinculo												
		29/10/2015	1°	2015	0,005	<0,02	<0,02	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		14/03/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	0,17	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		12/04/2018	1°	2018	<0,001	0,02	0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		12/09/2018	2°	2018	<0,001	<0,01	0,07	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
	Lampa	APR Nuevo Porvenir												
		30/10/2015	1°	2015	0,005	<0,02	<0,02	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		25/02/2016	1°	2016	0,003	<0,02	0,39	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	0,05	<0,002	<0,001
		11/05/2018	1°	2018	0,003	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		04/10/2018	2°	2018	0,003	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
10	Paine	APR Aguila Norte - Sur												
		29/10/2015	1°	2015	0,006	<0,02	0,05	<0,02	0,04	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		11/03/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	0,03	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		10/04/2018	1°	2018	0,001	0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		12/09/2018	2°	2018	0,001	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Aparicion de Paine												

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	As (mg/L)	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Zn (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	Cr (mg/L)	Hg (mg/L)	Se (mg/L)
11		28/10/2015	1°	2015	<0,001	<0,02	<0,02	<0,02	0,33	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		11/03/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	0,03	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		03/04/2018	1°	2018	<0,001	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		12/09/2018	2°	2018	<0,001	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Cardonal Bajo												
		28/10/2015	1°	2015	0,001	<0,02	0,06	<0,02	0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		11/03/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	0,06	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		12/11/2018	2°	2018	0,001	<0,01	1,19	0,01	<0,01	0,04	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Colonia Kennedy												
		29/10/2015	1°	2015	0,002	<0,02	0,02	0,32	0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		10/03/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	0,07	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		05/04/2018	1°	2018	0,002	0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		05/09/2018	2°	2018	0,001	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Hospital Champa												
		28/10/2015	1°	2015	0,003	<0,02	0,34	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		11/03/2016	1°	2016	0,008	<0,02	0,10	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		28/03/2018	1°	2018	0,009	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		04/10/2018	2°	2018	0,005	<0,01	0,06	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Huelquen												
12	Popeta	28/10/2015	1°	2015	0,002	<0,02	0,02	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		11/03/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	0,03	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		13/09/2018	2°	2018	<0,001	<0,01	0,03	<0,01	0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Culipran												
		14/10/2015	1°	2015	<0,001	<0,02	0,04	<0,02	0,14	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		29/02/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	0,03	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		16/05/2018	1°	2018	<0,001	<0,01	0,05	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		06/09/2018	2°	2018	<0,001	<0,01	0,05	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Las Lomas de Culipran												
		14/10/2015	1°	2015	0,002	0,02	0,05	<0,02	0,08	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		29/02/2016	1°	2016	<0,001	0,02	0,04	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		14/03/2018	1°	2018	0,001	0,01	0,04	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		03/10/2018	2°	2018	<0,001	0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Popeta												
		14/10/2015	1°	2015	0,002	<0,02	0,02	<0,02	0,14	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		29/02/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	0,03	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		08/03/2018	1°	2018	<0,001	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		06/09/2018	2°	2018	<0,001	<0,01	0,05	<0,01	0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR San Manuel												
		14/10/2015	1°	2015	0,001	0,08	0,03	<0,02	0,12	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	As (mg/L)	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Zn (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	Cr (mg/L)	Hg (mg/L)	Se (mg/L)
13		01/03/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	0,04	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		03/10/2018	2°	2018	0,001	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Lo Ovalle												
	Puangue Alto	20/10/2015	1°	2015	<0,001	<0,02	0,02	<0,02	0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		08/03/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	0,02	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		03/04/2018	1°	2018	0,001	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		12/09/2018	2°	2018	0,002	<0,01	0,20	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
14	Puangue Bajo	APR Puangue												
		08/10/2015	1°	2015	0,002	<0,02	0,04	<0,02	0,02	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		02/03/2016	1°	2016	0,002	<0,02	0,06	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		07/03/2018	1°	2018	0,002	<0,01	0,06	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		04/09/2018	2°	2018	0,002	<0,01	0,05	<0,01	0,02	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Rumay - Campo Lindo												
		08/10/2015	1°	2015	0,001	<0,02	0,03	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		02/03/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	0,05	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		07/03/2018	1°	2018	0,001	<0,01	0,06	<0,01	0,03	<0,02	<0,01	<0,03	0,001	<0,001
		10/09/2018	2°	2018	0,001	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR San Jose de Melipilla												
		08/10/2015	1°	2015	0,002	<0,02	0,02	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		02/03/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	0,13	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		07/03/2018	1°	2018	0,001	<0,01	0,03	<0,01	0,02	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
15	Puangue Medio	10/09/2018	2°	2018	0,001	<0,01	0,03	<0,01	0,02	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Las Rosas												
		22/10/2015	1°	2015	<0,001	<0,02	0,17	<0,02	0,14	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		08/03/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	0,02	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		10/05/2018	1°	2018	<0,001	0,02	0,05	<0,01	0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		24/09/2018	2°	2018	0,001	0,04	0,20	<0,01	0,02	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Loica												
		15/10/2015	1°	2015	<0,001	<0,02	0,05	<0,02	0,14	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		29/02/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	0,05	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		20/03/2018	1°	2018	<0,001	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		03/09/2018	2°	2018	<0,001	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Los Rulos												
		20/10/2015	1°	2015	<0,001	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		08/03/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	0,04	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		28/03/2018	1°	2018	0,001	<0,01	0,03	<0,01	0,08	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		06/09/2018	2°	2018	<0,001	<0,01	0,03	<0,01	0,03	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Maria Pinto Pozo 3												
		21/10/2015	1°	2015	<0,001	<0,02	0,05	<0,02	0,05	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001

N°	SHAC	Etiquetas de fila	Campaña	Año	As (mg/L)	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Zn (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	Cr (mg/L)	Hg (mg/L)	Se (mg/L)
16		07/03/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	0,03	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		13/03/2018	1°	2018	<0,001	<0,01	0,06	<0,01	0,19	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		12/09/2018	2°	2018	<0,001	0,02	<0,02	<0,04	0,43	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Maria Pinto Pozo 4												
		13/03/2018	1°	2018	<0,001	<0,01	0,02	<0,01	0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		12/09/2018	2°	2018	<0,001	<0,01	0,42	0,04	0,43	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Miraflores												
		22/10/2015	1°	2015	<0,001	<0,02	0,02	<0,02	0,06	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		08/03/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	0,07	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		11/04/2018	1°	2018	0,002	0,02	0,03	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		19/11/2018	2°	2018	0,002	<0,01	0,09	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR Santa Ines de Pataguillas												
		21/10/2015	1°	2015	0,001	<0,02	0,04	<0,02	0,03	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		08/03/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	0,59	<0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		21/03/2018	1°	2018	<0,001	<0,01	0,05	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
17	San Pedro	04/09/2018	2°	2018	<0,001	<0,01	0,03	<0,01	0,02	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR San Pedro - El Yali												
		15/10/2015	1°	2015	0,002	<0,02	<0,02	<0,02	0,16	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		29/02/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	0,04	<0,02	0,05	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		20/03/2018	1°	2018	0,002	<0,01	0,14	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
	Santiago Central	03/09/2018	2°	2018	0,002	<0,01	0,03	<0,01	0,68	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		APR La Esperanza - Santa Monica												
		22/10/2015	1°	2015	0,003	<0,02	0,02	<0,02	0,07	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		09/03/2016	1°	2016	0,002	0,03	0,09	<0,02	0,02	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		03/05/2018	1°	2018	0,003	0,02	0,06	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		26/09/2018	1°	2018	0,002	<0,01	0,02	<0,01	0,02	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		18/10/2018	2°	2018	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
		APR Pelvin												
		23/10/2015	1°	2015	0,003	<0,02	0,02	0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,0005	<0,001
		04/03/2016	1°	2016	0,004	<0,02	0,05	0,02	<0,01	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		10/05/2018	1°	2018	0,004	0,01	0,05	0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		27/09/2018	2°	2018	0,004	<0,01	0,02	0,01	0,02	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
18	Yali Bajo el Prado	Los Aromos (Sta. Monica)												
		18/10/2018	1°	2018	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
		APR El Prado												
		15/10/2015	1°	2015	0,001	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	<0,0005	<0,001
		29/02/2016	1°	2016	<0,001	<0,02	0,03	<0,02	0,13	<0,07	<0,01	<0,01	<0,002	<0,001
		20/03/2018	1°	2018	<0,001	0,02	0,03	<0,01	0,02	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001
		03/09/2018	2°	2018	<0,001	<0,01	0,08	<0,01	0,01	<0,02	<0,01	<0,03	<0,001	<0,001

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

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

S.I.: Sin información.