

**INFORME TÉCNICO DE  
CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AGUA**

**NORMA SECUNDARIA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DE  
LAS AGUAS SUPERFICIALES DE LA CUENCA DEL RÍO SERRANO**

**Sección de Recursos Hídricos y Territorio  
División de Fiscalización**

**DFZ-2020-1109-XII-NC**

**Diciembre 2020**

	Nombre	Firma
Aprobado	<b>Patricio Walker H.</b>	<div>X</div> <div>Patricio Walker H. Encargado Sección de Recursos Hídricos y Biod...</div>
Revisado	<b>Verónica González D.</b>	<div>X</div> <div>Verónica González D. Sección de Recursos Hídricos y Biodiversidad</div>
Elaborado	<b>Elizabeth Sepúlveda E.</b>	<div>X</div> <div>Elizabeth Sepúlveda E. Sección de Recursos Hídricos y Biodiversidad</div>

## CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO .....	3
2. INTRODUCCIÓN .....	5
3. OBJETIVO .....	6
4. ALCANCE .....	6
5. VALIDEZ DE LOS DATOS RED DE CONTROL .....	7
5.1. Criterios para la validación de los datos.....	7
5.2. Estaciones de monitoreo Red de Control.....	8
5.3. Ejecución de campañas de monitoreo Red de Control.....	9
5.4. Frecuencia de monitoreo de parámetros Red de Control .....	10
5.5. Metodologías de muestreo y análisis.....	11
6. RESULTADOS RED DE CONTROL Y CUMPLIMIENTO NORMATIVO .....	19
6.1. Metodología para la evaluación del cumplimiento normativo.....	19
6.2. Resultados de la evaluación del cumplimiento normativo .....	21
7. VALIDEZ DE DATOS RED DE OBSERVACIÓN.....	31
7.1. Estaciones de monitoreo Red de Observación .....	31
7.2. Frecuencia de monitoreo Red de Observación.....	31
7.3. Metodologías de muestreo y análisis.....	33
8. RESULTADOS RED DE OBSERVACIÓN .....	33
9. ANÁLISIS CONSOLIDADO DE DATOS HISTÓRICOS .....	34
10. CONCLUSIONES .....	36
11. ANEXOS .....	38

## 1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento da cuenta de la evaluación del cumplimiento de la norma de calidad del agua establecida en el D.S. N° 75/2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Serrano, y de su Programa de Vigilancia, fijado mediante la Resolución Exenta N° 3307/2011, de la Dirección General de Aguas, de acuerdo a lo establecido en la letra e) del artículo 16 de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, que indica que corresponderá a la Superintendencia del Medio Ambiente establecer los programas de fiscalización de las normas de calidad y normas de emisión para cada región, incluida la Metropolitana.

Se evaluó el cumplimiento de las normas de calidad para todas las áreas de vigilancia establecidas y para todas las estaciones de control incluidas en el programa de vigilancia actualmente vigente, durante el período bienal calendario 2018-2019, mediante la revisión de los datos proporcionados por la Dirección General de Aguas (DGA) respecto de las campañas de medición realizadas para la Red de Control, así como también se hizo una revisión de los datos entregados por la Seremi de Salud de la Región de Magallanes y la Antártica Chilena para la Red de Observación.

Para la revisión de los datos se consideraron los criterios administrativos y metodológicos establecidos en la norma de calidad y en el respectivo programa de vigilancia.

### Red de Control

Se realizó el análisis de validez de los datos obtenidos y una evaluación del cumplimiento normativo para todos los parámetros normados, es decir, Aluminio, Cadmio, Cloruro, Cobre, Coliformes Fecales, Conductividad Eléctrica, Cromo, Hierro, Manganeseo, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Oxígeno Disuelto, pH, Plomo, RAS, Selenio, Sulfato y Zinc, a partir de lo que se determinó cumplimiento normativo de los parámetros Aluminio, Cadmio, Cloruro, Cobre, Coliformes Fecales, Conductividad Eléctrica, Hierro, Manganeseo, Oxígeno Disuelto, RAS y Zinc en todas las áreas de vigilancia, con la excepción de DG-10, donde todas las mediciones fueron referenciales. Por el contrario, fue posible establecer **incumplimiento normativo de pH en los ríos Las Chinas en CH-10, Baguales en BA-10, Vizcachas en VI-10 y Chorrillo Tres Pasos en TP-10: y por Sulfato en los ríos Paine en PA-10 y Grey en GR-10.**

Algunos de los parámetros se evaluaron sólo de manera referencial<sup>(1)</sup>. De esta forma se determinó incumplimiento referencial de Sulfato en SE-10 y cumplimiento referencial para Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo y Selenio en todas las estaciones de la Red de Control, debido a la invalidación de datos generado por: a) falta de información, b) límites de detección por sobre el 80% de lo normado, y/o c) tiempos de preservación por sobre lo recomendado previo a su análisis.

---

<sup>(1)</sup> La evaluación "referencial", tiene un carácter informativo dado que no se cuenta con la cantidad mínima de datos para realizar la evaluación de cumplimiento normativo, ya sea por (1) inexistencia del reporte o (2) invalidación del mismo.

### **Red de Observación**

Se constató la realización del monitoreo de la mayoría de los parámetros considerados en el Programa de Vigilancia, durante todo el período bienal 2018-2019, en todas las estaciones contempladas en dicho instrumento.

Los parámetros medidos en las estaciones indicadas fueron: Aluminio, Cadmio, Cloruro, Cobre, Coliformes Fecales, Conductividad Eléctrica, Cromo, Hierro, Manganeseo, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Oxígeno Disuelto, pH, Plomo, RAS, Selenio, Sulfato, Temperatura y Zinc, en tanto que aquellos no cuantificados correspondieron a: Cipermetrina, Diazinón, Fosfato, Nitrato y Macroinvertebrados Bentónicos.

## 2. INTRODUCCIÓN

La Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales de la Cuenca del río Serrano (en adelante, NSCA río Serrano), formalizada mediante el D.S. MINSEGPRES N° 75, de 2010, consiste en un instrumento de gestión ambiental para diagnosticar la calidad de los cuerpos de agua superficial que componen la cuenca del río Serrano en forma sistemática y permanente. Su objetivo es mantener la calidad de las aguas de dicha cuenca hidrográfica, prevenir su deterioro ambiental y recuperar, proteger y conservar su biodiversidad acuática.

La NSCA río Serrano estableció un total de nueve (9) áreas de vigilancia, definiendo niveles de calidad específicos para cada una de ellas respecto a los parámetros Conductividad, pH, Oxígeno Disuelto, Aluminio, Cadmio, Cloruro, Cobre, Cromo, Hierro, Manganeseo, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo, RAS, Selenio, Sulfato, Zinc y Coliformes Fecales, según el caso.

Por su parte, la Dirección General de Aguas (DGA), mediante Resolución Exenta N° 3307, de 28 de octubre de 2011, estableció el Programa de Vigilancia (en adelante, PV río Serrano), elaborado de acuerdo lo establecido en el artículo 11° del D.S. MINSEGPRES N° 75/2010 el que fue complementado respecto de los métodos analíticos y límites de detección con la Resolución Exenta N° 277, de 14 de febrero de 2012, también de la Dirección General de Aguas. En este documento se definen las estaciones de monitoreo que conforman la Red de Control que son utilizadas para verificar la calidad de las aguas en cada una de las áreas de vigilancia establecidas en la norma, además de incorporar áreas, estaciones y parámetros adicionales como parte de una Red de Observación que permita recabar información integral relativa a la situación ambiental de los cursos de agua normados y generar información para las revisiones futuras de las normas para su perfeccionamiento.

De acuerdo al artículo 7° de la NSCA río Serrano, la evaluación de los niveles de calidad requiere la verificación conjunta de toda la información levantada en cada estación de monitoreo, por un período de dos años consecutivos.

Cabe mencionar que el análisis de los datos del 2018 ha sido adoptado del Informe Técnico de Cumplimiento asociado al expediente **DFZ-2019-1813-XII-NC**, por tanto el presente informe complementa dicha información con el análisis de los datos del 2019, completando así un período de evaluación de la norma de dos años consecutivos, comprendido entre el 1 de enero de 2018 y el 31 diciembre de 2019, y con ello, el presente informe da cuenta de nueve (9) actividades de fiscalización <sup>(2)</sup>.

Se debe señalar que los datos fueron proporcionados por la Dirección General de Aguas (DGA) y por parte de la SEREMI de Salud, región de Magallanes y Antártica Chilena a través de los oficios expuestos a continuación en Tabla 1:

---

<sup>(2)</sup> Se considera como una actividad de fiscalización a la evaluación del cumplimiento normativo de cada una de las estaciones de la Red de Control (nueve en total), en el período bienal correspondiente al presente expediente.

**Tabla 1. Antecedentes de monitoreos del periodo 2018-2019 en la cuenca del río Serrano.**

N°	Documentos	Fecha de entrega	Período que reporta
1	Oficio ORD. DGA N° 19, de 26 de marzo de 2020. Envía Informe de Calidad de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Serrano ( <b>Anexo 1</b> ).	26 de marzo de 2020	1 de enero de 2019 a 31 de diciembre de 2019
2	Oficio ORD. DGA N° 18, de 29 de marzo de 2019. Envía Informe de Calidad de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Serrano ( <b>Anexo 2</b> ).	08 de abril de 2019	1 de enero de 2018 a 31 de diciembre de 2018
3	ORD. SEREMI de Salud Región de Magallanes y Antártica Chilena N° 859, de 08 de octubre de 2019. Remite informes ensayos de muestras de Agua Cuenca Río Serrano, complementado con antecedentes vía correo electrónico ( <b>Anexo 3</b> ).	14 de octubre de 2019	1 de enero de 2018 a 31 de diciembre de 2018

La verificación del cumplimiento normativo realizado en el presente informe permitirá al Ministerio del Medio Ambiente activar los instrumentos de política pública que correspondan, y en caso de ser necesario, de acuerdo a lo establecido en la Resolución Exenta N° 302, de 2011, del Subsecretario del Medio Ambiente, que instruye sobre modificaciones al procedimiento de declaración de zona saturada y latente, a partir de la entrada en vigencia de la nueva Institucionalidad Ambiental, modificada por la Resolución Exenta N° 422, de 2012.

### 3. OBJETIVO

El objetivo general es evaluar el cumplimiento de las NSCA río Serrano para el período bienal calendario 2018-2019, para todas las estaciones de control incluidas en la norma y en el programa de vigilancia actualmente vigente, además de un análisis histórico con respecto a la evolución de la calidad de las aguas durante el periodo controlado en que se cuenta con información (2012-2019).

### 4. ALCANCE

Mediante el presente informe se realiza la verificación de la información recopilada en la Red de Control durante el período bienal calendario 2018-2019, para lo que se verifica si se generó en estricta concordancia a los criterios técnicos establecidos en las NSCA río Serrano, en el PV río Serrano y en las demás referencias técnicas de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) aplicables al caso. En función de lo anterior, se determina el escenario bajo el cual corresponde realizar la evaluación del cumplimiento normativo para cada parámetro y en cada estación.

Luego, para cada parámetro y estación de la Red de Control se presentan los resultados y se realiza la evaluación del cumplimiento normativo, teniendo como referencia los criterios establecidos en las NSCA río Serrano. Los resultados permiten calificar cada caso como cumplimiento o incumplimiento normativo, o su símil referencial según corresponda, e identificar los casos en que no es posible realizar el análisis.

Por último, se describen las condiciones bajo las cuales se ha ejecutado el monitoreo de la Red de Observación, se analiza la validez de los resultados según los compromisos establecidos en las NSCA río Serrano y en el PV río Serrano, y se provee de un análisis de los resultados.

## **5. VALIDEZ DE LOS DATOS RED DE CONTROL**

### **5.1. Criterios para la validación de los datos**

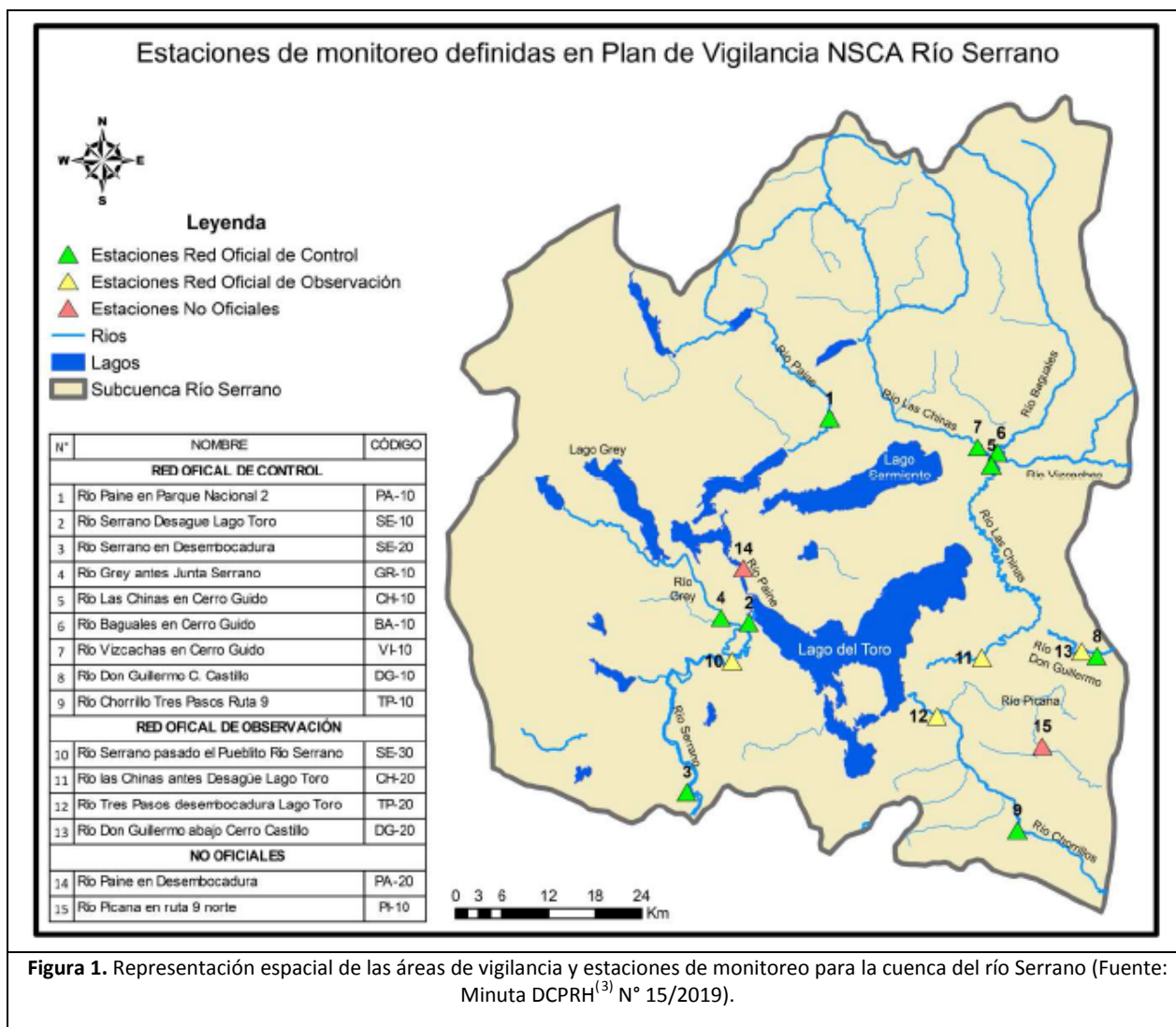
De acuerdo a lo establecido en el PV río Serrano y en las referencias técnicas de la SMA, los datos utilizados en la evaluación de cumplimiento normativo, deben ser previamente validados a través del cumplimiento de los criterios de validación siguientes:

- a) Validación de los datos obtenidos en campañas de monitoreo realizadas conforme a la frecuencia anual y ubicación de las áreas de Vigilancia definidas en la norma y su Programa de Vigilancia. Se exceptúa de lo anterior, aquellos casos donde las muestras o campañas han sido calificadas fundadamente como no representativas por la Dirección General de Aguas, en los términos establecidos en el artículo 8° de las NSCA río Serrano.
- b) Para validar la estacionalidad, se entenderá que las estaciones del año coinciden con el trimestre calendario, esto es: verano es el período comprendido por los meses de enero, febrero y marzo; otoño es el período comprendido por los meses de abril, mayo y junio; invierno es el período comprendido por los meses de julio, agosto y septiembre; y primavera es el período comprendido por los meses de octubre, noviembre y diciembre. Obtención de resultados de los parámetros normados utilizando las metodologías de muestreo, medición y ensayo (análisis) correspondientes.
- c) Un resultado se considerará válido si los tiempos de preservación de las muestras concuerdan con lo establecido en las referencias técnicas sobre la materia (NCh 411/3 Of.96 y/o Standard Methods for Examination of Water and Wastewater).
- d) Validación de resultados de parámetros cuando su determinación es menor al límite de detección (LD), en base a lo siguiente:
  - i) Si  $LD \geq$  al 80% del límite normativo, se considerará no válido.
  - ii) Si  $LD <$  al 80% del límite normativo, se considerará que el valor es válido y que el resultado a considerar es igual al LD.

Los resultados obtenidos en el análisis por cada criterio de validación analizado, durante el periodo bial 2018 -2019, se expone a continuación.

## 5.2. Estaciones de monitoreo Red de Control

A continuación, la **Figura 1** presenta el listado y ubicación de todas las estaciones que componen el programa de vigilancia ambiental de la norma, incluyendo tanto las estaciones incluidas en la red de control, como las correspondientes a la red de observación.



**Figura 1.** Representación espacial de las áreas de vigilancia y estaciones de monitoreo para la cuenca del río Serrano (Fuente: Minuta DCPRH<sup>(3)</sup> N° 15/2019).

Las actividades de muestreo ejecutadas en las estaciones señaladas durante el período bial calendario 2018-2019 fueron reportadas a esta Superintendencia por parte de la DGA, a través de los oficios especificados en la **Tabla 1**.

<sup>(3)</sup> DCPRH, Departamento de Conservación y Protección de Recursos hídricos de la Dirección General de Aguas



Por medio de los mismos ordinarios, la DGA informó que los puntos de control muestreados son concordantes con los definidos en la norma y programa de vigilancia respectivos.

### 5.3. Ejecución de campañas de monitoreo Red de Control

El artículo 6° de la norma establece que el monitoreo para verificar el cumplimiento de las normas secundarias de calidad ambiental deberá realizarse anualmente para cada parámetro, en cada una de las áreas de vigilancia, con una frecuencia mínima de **cuatro veces al año** con distribución estacional y de acuerdo al Programa de Vigilancia (PV).

Por tanto, la representatividad estacional será validada habiendo al menos una campaña de monitoreo en cada uno de los mencionados trimestres.

No obstante, de manera adicional, el artículo 11° de la norma secundaria de calidad indica que el Programa de Vigilancia deberá señalar al menos, y sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 6°, los parámetros que se medirán, las estaciones de monitoreo de calidad de aguas, las frecuencias mínimas de monitoreo, las responsabilidades y las metodologías analíticas seleccionadas para cada parámetro a monitorear. Teniendo lo anterior como referencia, el PV del río Serrano establece que los muestreos se realizarán preferentemente durante los meses de febrero, junio y octubre, fijando así una frecuencia de tres muestreos anuales, constituyendo una contradicción que finalmente se resuelve en base a lo indicado en la norma, según se señala en oficio Ord. DGA N° 256, de 2015 (**Anexo 4**).

Siendo así, durante el periodo bienal 2018-2019 se constató la realización de las campañas señaladas en la **Tabla 2**.

**Tabla 2. Fecha de realización de las campañas de medición de la Red de Control de la Norma por parte de la DGA**  
(Fuente elaboración propia a partir de antecedentes entregados por DGA, según Tabla 1).

Nombre área vigilancia	Nombre estación de monitoreo	Código estación	Campañas 2018	Campañas 2019
Río Paine	Río Paine en Parque Nacional 2	PA-10	23/01/2018	22/01/2019
			17/04/2018	23/04/2019
			11/07/2018	23/07/2019
			23/10/2018	02/10/2019
Río Serrano	Río Serrano en desagüe lago del Toro	SE-10	23/01/2018	22/01/2019
			17/04/2018	23/04/2019
			10/07/2018	23/07/2019
			23/10/2018	02/10/2019
	Río Serrano en desembocadura	SE-20	23/02/2018	27/02/2019
			24/05/2018	14/06/2019
			04/09/2018	12/09/2019
			20/11/2018	13/12/2019
Río Grey	Río Grey antes junta Serrano	GR-10	23/01/2018	23/01/2019
			18/04/2018	25/04/2019
			11/07/2018	23/07/2019
			25/10/2018	03/10/2019
Río Las Chinas	Río Las Chinas en Cerro Guido	CH-10	23/01/2018	22/01/2019
			17/04/2018	23/04/2019
			10/07/2018	23/07/2019

Nombre área vigilancia	Nombre estación de monitoreo	Código estación	Campañas 2018	Campañas 2019
			23/10/2018	02/10/2019
<b>Río Baguales</b>	Río Baguales en Cerro Guido	BA-10	24/01/2018 20/04/2018 12/07/2018 26/10/2018	25/01/2019 24/04/2019 24/07/2019 04/10/2019
<b>Río Vizcachas</b>	Río Vizcachas en Cerro Guido	VI-10	24/01/2018 20/04/2018 12/07/2018 26/10/2018	25/01/2019 24/04/2019 24/07/2019 04/10/2019
<b>Río Don Guillermo</b>	Río Don Guillermo en Cerro Castillo	DG-10	24/01/2018 19/04/2018 10/07/2018 26/10/2018	24/04/2019 24/07/2019 04/10/2019
<b>Río Tres Pasos</b>	Río Chorrillo Tres Pasos en Ruta N° 9	TP-10	24/01/2018 19/04/2018 13/07/2018 26/10/2018	25/01/2019 24/04/2019 24/07/2019 04/10/2019

Parámetros	Frecuencia								
	PA-10	SE-10	SE-20	GR-10	CH-10	BA-10	VI-10	DG-10	TP-10
Molibdeno	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/3	4/4
Níquel	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/3	4/4
Oxígeno Disuelto	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/3	4/4
pH	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/3	4/4
Plomo	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/3	4/4
RAS	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	-	4/4
Selenio	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/3	4/4
Sulfato	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/3	4/4
Zinc	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/3	4/4

X/Y: Número de campañas efectuadas en el año 2018/ Número de campañas efectuadas en el año 2019.

Desatacado en rojo los parámetros no medidos o medidos con una frecuencia menor a la establecida en D.S. MINSEGPRES N° 75/2009.

(4) Mediante el Programa de Vigilancia del río Serrano se incorpora la medición de Coliformes Fecales en la estación CH-10 como parte de la Red de Control.

Durante el periodo 2018, se midieron todos los parámetros según lo fijado en la NSCA, a diferencia del periodo 2019, cuando todos los parámetros se monitorearon con menor frecuencia en el área de vigilancia DG-10.

Adicionalmente, el parámetro Coliformes Fecales, responsabilidad de la Seremi de Salud de la región de Magallanes y Antártica Chilena, fue informado en todas las campañas de monitoreo para la estación SE-10 donde su análisis es obligatorio según la NSCA, al igual que en la estación CH-10 incorporada en el Programa de Vigilancia.

## 5.5. Metodologías de muestreo y análisis

El Artículo 12° del D.S. N° 75/2009 indica que el monitoreo para verificar el cumplimiento de las NSCA río Serrano se efectuará de acuerdo a los **métodos de muestreo y condiciones de preservación y manejo** que se indican en la siguiente tabla:

**Tabla 4. Métodos de Muestreo (Adaptado de D.S. N°75/2009).**

Identificación	Título de la norma
NCh 411/1 Of.96. DS. N°501, de 1996, de Obras Públicas.	Calidad del agua – Muestreo – Parte 1: Guía para el diseño de programa de muestreo.
NCh 411/2 Of.96. DS. N°501, de 1996, de Obras Públicas.	Calidad del agua – Muestreo – Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo.
NCh 411/3 Of.96. DS. N°501, de 1996, de Obras Públicas.	Calidad del agua – Muestreo – Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de las muestras.
NCh 411/6 Of.98. DS. N°84, de 1998, de Obras Públicas.	Calidad del agua – Muestreo – Parte 6: Guía para el muestreo de ríos y cursos de aguas.
Collection and Preservation of Samples.	Descritas en el número 1060 del “Standard Methods” for Examination of Water and Wastewater” 21th edition 2005.APHA-AWWA-WPCF.

El Artículo 13° del mismo cuerpo normativo señala que la determinación de los parámetros podrá efectuarse de acuerdo a los métodos analíticos que se indican en la **Tabla 5**, los que han sido complementados por la metodología establecida en el PV río Serrano, según Res. Ex. N° 3307, de 2011 y Res. Ex. N° 277, de 2012:

**Tabla 5. Métodos Analíticos (Adaptados de las NSCA río Serrano y PV río Serrano)**

Parámetro	Metodología	Referencia
Aluminio	Método de Cianina Eriocromo R	3500-Al B. Standard Methods
	Método de espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Óxido nitroso Acetileno	3111 D. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma (ICP)	3120 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma/Espectroscopía de masas (ICP/MS)	3125 B. Standard Methods
Cadmio	Método de voltametría de stripping atómica	3130 B. Standard Methods
	Método de espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Aire Acetileno	3111 B. Standard Methods
	Método espectrométrico de Absorción Atómica electrotérmica	3113 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma (ICP)	3120 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma/Espectroscopía de masas (ICP/MS)	3125 B. Standard Methods
Calcio	Método de espectroscopia de Absorción Atómica con llama directa Aire –Acetileno	3111 B. Standard Methods
Cloruro	Método argentométrico	4500-Cl B. Standard Methods
	Método de Nitrato mercuríco	4500-Cl C. Standard Methods
	Determinación de aniones por Cromatografía iónica	4110. Standard Methods
Cobre	Método de Neocuproina	3500-Cu B. Standard Methods
	Método espectrométrico de Absorción Atómica electrotérmica	3113 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma (ICP)	3120 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma/Espectroscopía de masas (ICP/MS)	3125 B. Standard Methods
	Método de espectroscopía de Absorción Atómica con llama directa Aire –Acetileno	3111 B. Standard Methods
Coliformes Fecales	Técnica de fermentación en tubos múltiples para miembros del grupo de coliformes	9221 Standard Methods
Conductividad Eléctrica	Método de laboratorio usado por laboratorio Nacional de la DGA	2510 B Standard Methods
Cromo	Método espectrométrico de Absorción Atómica electrotérmica	3113 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma (ICP)	3120 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma/Espectroscopía de masas (ICP/MS)	3125 B. Standard Methods
	Método de espectroscopía de Absorción Atómica con llama directa Aire –Acetileno	3111 B. Standard Methods
Hierro	Método de espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Aire –Acetileno	3111 B. Standard Methods
	Método de fenantrolina	3500 Fe-B. Standard Methods
	Método espectrométrico de Absorción Atómica electrotérmica	3113 B. Standard Methods

Parámetro	Metodología	Referencia
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma (ICP)	3120 B. Standard Methods
Magnesio	Método de espectroscopía de Absorción Atómica con llama directa Óxido nitroso –Acetileno	3111 B. Standard Methods
Manganeso	Método de espectroscopía de Absorción Atómica con llama directa Aire –Acetileno	3111 B. Standard Methods
	Método espectrométrico de Absorción Atómica electrotérmica	3113 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma (ICP)	3120 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma/Espectroscopía de masas (ICP/MS)	3125 B. Standard Methods
Mercurio	Método de espectrofotometría de Absorción Atómica con vapor frío	3112 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma/Espectroscopía de masas (ICP/MS)	3125 B. Standard Methods
Molibdeno	Método espectrométrico de Absorción Atómica electrotérmica	3113 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma/Espectroscopía de masas (ICP/MS)	3125 B. Standard Methods
	Método de espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Aire Acetileno	3111 D. Standard Methods <sup>(5)</sup>
Níquel	Método espectrométrico de Absorción Atómica electrotérmica	3113 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma/Espectroscopía de masas (ICP/MS)	3125 B. Standard Methods
	Método de espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Aire Acetileno	3111 B. Standard Methods <sup>(5)</sup>
Oxígeno Disuelto	Método de electrodo de membrana	4500-O G. Standard Methods
	Método para oxígeno disuelto en agua	D888-05. ASTM International 2006
pH	Electrodo específico	4500-H <sup>+</sup> G. Standard Methods
Plomo	Método espectrométrico de Absorción Atómica electrotérmica	3113 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma/Espectroscopía de masas (ICP/MS)	3125 B. Standard Methods
	Método de voltametría de stripping atómica	3130 B. Standard Methods
	Método de espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Aire Acetileno	3111 B. Standard Methods <sup>(5)</sup>
Selenio	Método espectrométrico de Absorción Atómica con generación manual de hidruros	3114 B. Standard Methods
	Método espectrométrico de Absorción Atómica electrotérmica	3113 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma/Espectroscopía de masas (ICP/MS)	3125 B. Standard Methods
Sodio	Método de espectroscopía de Absorción Atómica con llama directa Aire –Acetileno	3111 B. Standard Methods
	Método de fotométrico de emisión por llama	3500 Na-B. Standard Methods
Sulfato	Método turbidimétrico	4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> . Standard Methods
	Determinación de aniones por Cromatografía iónica	4110. Standard Methods
	Turbidimetría	Método Hach 8051, USEPA. Método aprobado 375.4 <sup>(5)</sup>
Zinc	Método de espectroscopía de Absorción Atómica con llama directa Aire –Acetileno	3111 B. Standard Methods

Parámetro	Metodología	Referencia
	Método de espectrofotometría de Absorción Atómica con vapor frío	3120 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma/Espectroscopía de masas (ICP/MS)	3125 B. Standard Methods

<sup>(5)</sup> Metodología incorporada en Programa de Vigilancia, según Res. Ex. 3307/2011.

En referencia de las metodologías utilizadas por la DGA, sobre las muestras obtenidas en las ocho campañas ejecutadas durante el periodo 2018-2019, respecto de las definidas en las NSCA río Serrano y complementados por el PV río Serrano, es posible establecer lo siguiente:

- Metodologías de muestreo: Las metodologías utilizadas para el desarrollo de las cuatro campañas de muestreo, consideran las establecidas en los instructivos emitidos por la DGA, descritas a continuación en **Tabla 6**:

**Tabla 6. Instructivos de metodologías de muestreo**

Instructivo	Metodología
LADGA-IM-01 v.01	Instructivo de muestreo para aguas de superficiales
LADGA-IM-03 v.02	Instructivo de preservación de muestras y etiquetado de envases
LADGA-IM-06 v.02	Instructivo de envío y traslado de muestras
LADGA-IM-09 v.01	Instructivo uso de sondas multiparámetros
LADGA-ITA-03 v.05	Instructivo para control de preservación
LADGA-5.9-01 v.11	Procedimiento control de calidad interno
LADGA-MG v.14	Manual de Gestión de Laboratorio Ambiental

- Metodologías de análisis: los métodos analíticos empleados para la obtención de resultados a ser evaluados son expuestos en la **Tabla 7**.

**Tabla 7. Metodología de Análisis (Adaptado de los antecedentes remitidos según oficios ORD. DGA N° 19, de 2020 y ORD. Seremi Salud Magallanes N° 859/2019)**

Parámetro	Metodología Analítica	Referencia
Aluminio	Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Aire Acetileno	3111 D. Standard Methods
Cadmio	Espectrometría ICP-Masa	3125 B. Standard Methods EPA 200.8 (1994) EPA 6020 B (2014) ISO 17294-2 (2016)
Calcio	Espectroscopía de absorción atómica con llama directa Aire – Acetileno	3111 B. Standard Methods
Cloruro	Método de Nitrato mercuríco	4500 Cl – C. Standard Methods
Cobre	Espectroscopía de absorción atómica con llama directa Aire – Acetileno	3125 B. Standard Methods EPA 200.8 (1994) EPA 6020 B (2014)

Parámetro	Metodología Analítica	Referencia
		ISO 17294-2 (2016)
Coliformes Fecales	Técnica de fermentación en tubos múltiples para miembros del grupo de coliformes	9221 E. Standard Methods
Cromo	Espectroscopía de absorción atómica con llama directa Aire – Acetileno	3111 B. Standard Methods
	Espectrometría ICP-Masa	3125 B. Standard Methods EPA 200.8 (1994) EPA 6020 B (2014) ISO 17294-2 (2016)
Hierro	Espectroscopía de absorción atómica con llama directa Aire – Acetileno	3111 B. Standard Methods
Magnesio	Espectroscopía de absorción atómica con llama directa Aire – Acetileno	3111 B. Standard Methods
Manganeso	Espectroscopía de absorción atómica con llama directa Aire – Acetileno	3111 B. Standard Methods
Mercurio	Espectroscopía de absorción atómica con vapor frío	3112 B. Standard Methods
	Espectrometría ICP-Masa	3125 B. Standard Methods
Molibdeno	Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Aire Acetileno	3111 D. Standard Methods
	Espectrometría ICP-Masa	3125 B. Standard Methods EPA 200.8 (1994) EPA 6020 B (2014) ISO 17294-2 (2016)
Níquel	Espectrometría ICP-Masa	3125 B. Standard Methods EPA 200.8 (1994) EPA 6020 B (2014) ISO 17294-2 (2016)
Plomo	Espectroscopía de absorción atómica con llama directa Aire – Acetileno	3111 B. Standard Methods
	Espectrometría ICP-Masa	3125 B. Standard Methods EPA 200.8 (1994) EPA 6020 B (2014) ISO 17294-2 (2016)
Selenio	Espectrometría ICP-Masa	3125 B. Standard Methods EPA 200.8 (1994) EPA 6020 B (2014) ISO 17294-2 (2016)
Sodio	Espectroscopía de absorción atómica con llama directa Aire – Acetileno	3111 B. Standard Methods
Sulfato	Método turbidimétrico	4500 SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> E. Standard Methods
Zinc	Espectroscopía de absorción atómica con llama directa Aire – Acetileno	3111 B. Standard Methods

De lo anterior se identificó que durante el periodo 2019, las metodologías usadas para la cuantificación de la mayoría de los parámetros (Aluminio, Calcio, Cloruros, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Sodio, Sulfatos y Zinc) coincidieron con las fijadas en las NSCA y/o PV. En el caso de Cadmio, Cobre, Cromo, Molibdeno, Níquel, Plomo y Selenio en

todas las campañas, contemplaron métodos basados en una metodología enunciada en la NSCA, lo que para efectos del análisis se consideró válido, en consideración a que con ello, se alcanzó niveles de sensibilidad más altos, lo que también ocurrió durante el periodo 2018, según da cuenta el expediente **DFZ-2019-1813-XII-NC**.

- Límites de detección: El requisito asociado a los límites de detección de las metodologías utilizadas en el análisis de los parámetros y fracciones de los mismos, cuando su determinación resulte ser el límite de detección, establece que éste debe ser igual o menor al 80% del valor normativo. Al respecto, es posible indicar que los parámetros Molibdeno, Níquel y Plomo en verano de 2018 y Selenio en primavera de 2019 aún reflejan niveles de detección por sobre los valores normados, no pudiéndose identificar el cumplimiento de la normativa en ninguna o la mayoría de las áreas de vigilancia en estudio, lo que ocurre igualmente para Cromo en verano de 2018 en CH-10.
- Tiempos de preservación: se evaluó también la validez de las muestras en base al tiempo de almacenamiento previo a su análisis, considerando lo establecido al respecto en la NCh 411/3 Of.96 y/o Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, cuyo contraste se detalla en las tablas desde la **Tabla 8** a **Tabla 11**.

En este análisis no se consideraron los parámetros Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto y pH debido a que sus mediciones son realizadas en terreno.

**Tabla 8. Tiempo de almacenamiento (días) previo análisis muestras de campaña de verano de 2019 (Adaptado de los antecedentes remitidos según oficios Ord. DGA N° 19, de 2020)**

Parámetro		Tiempo máximo almacenamiento <sup>(6)</sup>	PA-10	SE-10	SE-20	GR-10	CH-10	BA-10	VI-10	DG-10	TP-10
Al		180 días	128	128	47	127	128	125	125	SM	125
Cd		180 días	17	17	24	16	17	14	14	SM	14
Cl <sup>-</sup>		30 días	27	27	29	26	27	24	24	SM	24
Cu		180 días	17	17	24	16	17	14	14	SM	14
Coliformes Fecales		1 día	-	1	-	-	1	-	-	-	-
Cr		180 días	17	17	24	16	17	14	14	SM	14
Fe		180 días	59	59	47	58	59	56	56	SM	56
Mn		180 días	59	59	47	58	59	56	56	SM	56
Hg		30 días	17	17	14	16	17	14	14	SM	14
Mo		180 días	17	17	24	16	17	14	14	SM	14
Ni		180 días	17	17	24	16	17	14	14	SM	14
Pb		180 días	17	17	24	16	17	14	14	SM	14
RAS	Ca <sup>+2</sup>	180 días	98	98	86	97	98	95	95	SM	95
	Mg <sup>+2</sup>	180 días	98	98	86	97	98	95	95	SM	95
	Na <sup>+</sup>	180 días	92	92	86	91	92	89	89	SM	89
Se		180 días	17	17	24	16	17	14	14	SM	14



Parámetro	Tiempo máximo almacenamiento <sup>(6)</sup>	PA-10	SE-10	SE-20	GR-10	CH-10	BA-10	VI-10	DG-10	TP-10
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	28 días	28	28	34	27	28	25	25	SM	25
Zn	180 días	56	56	47	55	56	53	53	SM	53

En rojo los parámetros analizados que excedieron el tiempo recomendado de preservación antes del análisis según referencia

<sup>(6)</sup> Tiempos de manejo de muestras y preservación según i) método 1060 SM para Aluminio, Cadmio, Cobre, Coliformes Fecales, Cromo Hierro, Manganeseo, Molibdeno, Níquel, Plomo, Selenio, Sulfato y Zinc; ii) NCh411/3.Of96 para Cloruro y Mercurio, y iii) y método 3010 SM para Calcio, Magnesio y Sodio.

**Tabla 9. Tiempo de almacenamiento (días) previo análisis muestras de campaña de otoño de 2019 (Adaptado de los antecedentes remitidos según oficios Ord. DGA N° 19, de 2020)**

Parámetro	Tiempo máximo almacenamiento <sup>(6)</sup>	PA-10	SE-10	SE-20	GR-10	CH-10	BA-10	VI-10	DG-10	TP-10
Al	180 días	51	51	49	49	51	50	50	50	50
Cd	180 días	14	14	21	12	14	13	13	13	13
Cl <sup>-</sup>	30 días	17	17	20	15	17	16	16	16	16
Cu	180 días	14	14	21	12	14	13	13	13	13
Coliformes Fecales	1 día	-	1	-	-	1	-	-	-	-
Cr	180 días	14	14	21	12	14	13	13	13	13
Fe	180 días	31	31	18	29	31	30	30	30	30
Mn	180 días	30	30	18	28	30	29	29	29	29
Hg	30 días	14	14	7	12	14	13	13	13	13
Mo	180 días	14	14	21	12	14	13	13	13	13
Ni	180 días	14	14	21	12	14	13	13	13	13
Pb	180 días	14	14	21	12	14	13	13	13	13
RAS	Ca <sup>+2</sup>	180 días	66	66	28	64	66	65	65	65
	Mg <sup>+2</sup>	180 días	66	66	28	64	66	65	65	65
	Na <sup>+</sup>	180 días	66	66	28	64	66	65	65	64
Se	180 días	14	14	21	12	14	13	13	13	13
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	28 días	22	22	19	20	22	21	21	21	21
Zn	180 días	31	31	18	29	31	30	30	30	30

<sup>(6)</sup> Tiempos de manejo de muestras y preservación según i) método 1060 SM para Aluminio, Cadmio, Cobre, Coliformes Fecales, Cromo Hierro, Manganeseo, Molibdeno, Níquel, Plomo, Selenio, Sulfato y Zinc; ii) NCh411/3.Of96 para Cloruro y Mercurio, y iii) y método 3010 SM para Calcio, Magnesio y Sodio.

**Tabla 10. Tiempo de almacenamiento (días) previo análisis muestras de campaña de invierno de 2019 (Adaptado de los antecedentes remitidos según oficios Ord. DGA N° 19, de 2020)**

Parámetro	Tiempo máximo almacenamiento <sup>(6)</sup>	PA-10	SE-10	SE-20	GR-10	CH-10	BA-10	VI-10	DG-10	TP-10
Al	180 días	31	31	70	31	31	30	30	30	30
Cd	180 días	15	15	35	15	15	14	14	14	14
Cl <sup>-</sup>	30 días	10	10	19	10	10	9	9	9	9

Cu	180 días	15	15	35	15	15	14	14	14	14
Coliformes Fecales	1 día	-	1	-	-	1	-	-	-	-
Cr	180 días	15	15	35	15	15	14	14	14	14
Fe	180 días	31	31	34	31	31	30	30	30	30
Mn	180 días	31	31	70	31	31	30	30	30	30
Hg	30 días	14	14	35	14	14	13	13	13	13
Mo	180 días	15	15	35	15	15	14	14	14	14
Ni	180 días	15	15	35	15	15	14	14	14	14
Pb	180 días	15	15	35	15	15	14	14	14	14
RAS	Ca <sup>+2</sup>	180 días	17	17	32	17	17	16	16	16
	Mg <sup>+2</sup>	180 días	17	17	32	17	17	16	16	16
	Na <sup>+</sup>	180 días	17	17	32	17	17	16	16	16
Se	180 días	15	15	35	15	15	14	14	14	14
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	28 días	20	20	22	20	20	19	19	19	19
Zn	180 días	31	31	33	31	31	30	30	30	30

En rojo los parámetros analizados que excedieron el tiempo recomendado de preservación antes del análisis según referencia

<sup>(6)</sup> Tiempos de manejo de muestras y preservación según i) método 1060 SM para Aluminio, Cadmio, Cobre, Coliformes Fecales, Cromo Hierro, Manganeseo, Molibdeno, Níquel, Plomo, Selenio, Sulfato y Zinc; ii) NCh411/3.Of96 para Cloruro y Mercurio, y iii) y método 3010 SM para Calcio, Magnesio y Sodio.

**Tabla 11. Tiempo de almacenamiento (días) previo análisis muestras de campaña de primavera de 2019 (Adaptado de los antecedentes remitidos según oficios Ord. DGA N° 19, de 2020)**

Parámetro	Tiempo máximo almacenamiento <sup>(6)</sup>	PA-10	SE-10	SE-20	GR-10	CH-10	BA-10	VI-10	DG-10	TP-10
Al	180 días	106	106	38	105	106	104	104	104	104
Cd	180 días	15	15	33	14	15	13	13	13	13
Cl <sup>-</sup>	30 días	9	9	21	8	9	7	7	7	7
Cu	180 días	15	15	33	14	15	13	13	13	13
Coliformes Fecales	1 día	-	1	-	-	1	-	-	-	-
Cr	180 días	15	15	33	14	15	13	13	13	13
Fe	180 días	13	13	38	12	13	11	11	11	11
Mn	180 días	13	13	38	12	13	11	11	11	11
Hg	30 días	15	15	33	14	15	13	13	13	13
Mo	180 días	15	15	33	14	15	13	13	13	13
Ni	180 días	15	15	33	14	15	13	13	13	13
Pb	180 días	15	15	33	14	15	13	13	13	13
RAS	Ca <sup>+2</sup>	180 días	12	12	33	11	12	10	10	10
	Mg <sup>+2</sup>	180 días	12	12	33	11	12	10	10	10
	Na <sup>+</sup>	180 días	12	12	33	11	12	10	10	10
Se	180 días	15	15	33	14	15	13	13	13	13
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	28 días	8	8	20	7	8	6	6	6	6
Zn	180 días	13	13	38	12	13	11	11	11	11

En rojo los parámetros analizados que excedieron el tiempo recomendado de preservación antes del análisis según referencia

[illegible]

Parámetros	Unidad	Norma								
		PA-10	SE-10	SE-20	GR-10	CH-10	BA-10	VI-10	DG-10	TP-10
RAS <sup>(7)</sup>	-	0,2	0,5	0,4	0,7	1,0	0,8	0,8	-	0,7
Selenio	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Sulfato	mg/L	5,0	13,0	5,0	5,0	56,0	30,0	28,0	58,0	29,0
Zinc	mg/L	0,04	0,02	0,04	0,02	0,09	0,04	0,09	0,05	0,05

<sup>(7)</sup> RAS, razón de adsorción de sodio, calculada en base a las concentraciones de los iones Calcio, Magnesio y Sodio, según relación:

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}}, \text{ donde Na, Ca y Mg son las concentraciones en milieq por litro, de iones Sodio, Calcio y Magnesio respectivamente.}$$

De acuerdo a lo establecido en el Artículo 7° del D.S. N° 75/2009, se entenderá que las aguas cumplen con las NSCA establecidas cuando el percentil 66 móvil para dos años consecutivos de las concentraciones de las muestras analizadas para un parámetro, según la frecuencia mínima establecida en el Programa de Vigilancia, sea igual o menor a los límites establecidos en la norma. Para el caso del Oxígeno Disuelto, la concentración deberá ser mayor o igual a los límites establecidos en la citada norma, y para el caso del pH, el valor medido deberá fluctuar entre el rango establecido de la norma, ambos en términos de percentil 66 móvil de los dos años consecutivos señalados.

De acuerdo a la norma, se entiende como percentil el valor del dato que ocupa el “k-ésimo” lugar cuando éstos son ordenados de manera creciente,  $n_1 < n_2 < n_k < n_{n-1} < n_n$ , siendo  $k=q*n$ , considerando que “q” = 0,66 (en el caso de percentil 66) y “n” equivale al número de datos.

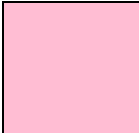
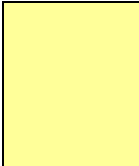
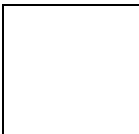

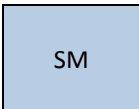



A partir de las conclusiones de la revisión de validez para los datos según la sección 5 del presente informe, para cada estación de monitoreo se realizó la respectiva evaluación de cumplimiento normativo del período bienal calendario 2018-2019, la que será abordada como sigue:

- Parámetros analizables respecto a cumplimiento: Aluminio, Cadmio, Cloruro, Cobre, Coliformes Fecales, Conductividad Eléctrica, Hierro, Manganeseo, Oxígeno, pH, RAS y Zinc en todas las áreas de vigilancia con la única excepción de DG-10 en río don Guillermo, cuya frecuencia de monitoreo no lo permitió; Sulfato en la mayoría de las áreas de vigilancia, con la salvedad de SE-20 y DG-10 en río Don Guillermo; y Cromo en SE-20 en el río Serrano y VI-10 en río Vizcachas.
- Parámetros analizables de forma referencial: Todos los parámetros en DG-10 del río Don Guillermo, y adicionalmente Mercurio, Molibdeno, Níquel y Plomo en todas las áreas de vigilancia; Cromo en todas las áreas de vigilancia a excepción de SE-20 en el río Serrano y VI-10 en río Vizcachas; y Sulfato en SE-20 en río Serrano.

## 6.2. Resultados de la evaluación del cumplimiento normativo

A continuación, se presentan los resultados obtenidos asociados a la evaluación de cumplimiento normativo de los datos obtenidos en el análisis del período bienal calendario 2018-2019. Toda la información utilizada para la evaluación, junto con los resultados de la aplicación de criterios de cumplimiento, se encuentran expuestos en el **Anexo 5**.

Con el fin de facilitar la comprensión de los resultados obtenidos, a continuación, se detalla la nomenclatura de colores de las celdas utilizada en las **Tabla 13** a la **Tabla 21**:

	Corresponden a los parámetros cuya evaluación de cumplimiento supera los límites máximos permisibles, es decir, el resultado es mayor al 100% respecto del límite establecido en las NSCA río Serrano (o bajo al 100% para el caso de Oxígeno disuelto, en concentración). Esta condición configura <u>Incumplimiento Normativo</u> .
	Corresponden a los parámetros cuya evaluación de cumplimiento está bajo los límites máximos permisibles, pero en un “nivel de advertencia” debido a que el valor obtenido está próximo a los límites permisibles, es decir: el valor medido está entre el 80% y 100% respecto del límite establecido en las NSCA río Serrano (o entre el 100% y 120% para el caso de Oxígeno disuelto). Esta condición configura <u>Cumplimiento Normativo</u> .
	Corresponden a los parámetros cuya evaluación de cumplimiento está bajo los límites máximos permisibles y bajo los niveles de advertencia, es decir, el resultado es menor al 80% respecto del límite establecido en las NSCA río Serrano (o sobre el 120% para el caso de Oxígeno disuelto). Esta condición configura <u>Cumplimiento Normativo</u> .
	Corresponden a los parámetros cuya evaluación de cumplimiento es <u>referencial</u> debido a que no se cuenta con el número mínimo de resultados válidos en el período bienal analizado (cuatro por año) según NSCA río Serrano.
	Corresponden a aquellos parámetros que no disponen de registros en todas o algunas de las campañas de muestreo consideradas en las NSCA río Serrano (SM: Sin Medición).
	Corresponde a datos inválidos por uso de una metodología distinta a la fijada en las normas o en el PV río Serrano (INV: Invalidado).
	Corresponde a datos inválidos por determinación de concentración bajo del límite de detección (LD), cuyo valor es menor al 80% de la concentración fijada en las NSCA río Serrano (INV: Invalidado).
	Corresponde a datos inválidos por ejecución de análisis de laboratorio fuera del tiempo máximo de almacenamiento de las muestras (INV: Invalidado).

**Tabla 13. Verificación NSCA en estación PA-10, Río Paine en Parque Nacional 2. Área de Vigilancia Río Paine**

Parámetro	Unidad	Verano 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Primavera 2018	Verano 2019	Otoño 2019	Invierno 2019	Primavera 2019	Percentil 66	Valor Norma	% Respecto a Norma	Observaciones
Al	mg/L	1,6	0,7	0,6	< 0,6	0,6	2,0	< 0,6	1,2	<b>0,7</b>	<b>9,0</b>	<b>7,8</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cd	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	0,0003	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,003	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>0,01</b>	<b>&lt; 1,0</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cl <sup>-</sup>	mg/L	0,4	0,7	0,5	1,7	< 0,4	< 0,4	0,4	< 0,4	<b>0,4</b>	<b>8,0</b>	<b>5,0</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cu	mg/L	0,0015	< 0,0005	< 0,0005	0,0006	0,0010	0,0011	0,0011	< 0,003	<b>0,0011</b>	<b>0,05</b>	<b>2,2</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
CE	µS/cm	35	38	44	45	38	39	48	44	<b>44</b>	<b>80</b>	<b>55,0</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cr	mg/L	INV	< 0,0006	0,0074	0,0006	0,0017	0,0007	0,0009	< 0,003	<b>0,0017</b>	<b>0,06</b>	<b>2,8</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Fe	mg/L	1,59	0,99	0,83	0,37	1,22	3,18	0,77	0,98	<b>0,99</b>	<b>16,0</b>	<b>6,2</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Mn	mg/L	0,05	0,04	0,03	< 0,01	0,03	0,09	0,03	0,04	<b>0,04</b>	<b>0,3</b>	<b>13,3</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Hg	mg/L	< 0,0005	< 0,0005	INV	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	<b>&lt; 0,0005</b>	<b>0,001</b>	<b>&lt; 50,0</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Mo	mg/L	INV	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	<b>&lt; 0,0003</b>	<b>0,01</b>	<b>&lt; 3,0</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Ni	mg/L	INV	< 0,0003	0,0088	< 0,0003	0,0016	0,0013	0,0013	< 0,0003	<b>0,0013</b>	<b>0,01</b>	<b>13,0</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
OD	mg/L O <sub>2</sub>	14,39	10,70	15,18	16,59	11,95	16,17	18,07	16,47	<b>16,17</b>	<b>9,8</b>	<b>165,0</b>	Percentil 66 superior al umbral mínimo, configura cumplimiento normativo.
pH	Unidad	7,74	7,46	7,90	6,93	7,74	7,76	7,59	7,32	<b>7,74</b>	<b>7 - 8</b>	-	Percentil 66 entre umbral mínimo y máximo del rango, configura cumplimiento normativo <sup>(8)</sup> .
Pb	mg/L	INV	< 0,00025	0,01617	< 0,00025	0,00119	0,00090	0,00077	< 0,003	<b>0,00119</b>	<b>0,01</b>	<b>11,9</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
RAS	-	0,09	0,08	0,11	0,12	0,07	0,09	0,11	0,11	<b>0,11</b>	<b>0,2</b>	<b>55,0</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Se	mg/L	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	INV	<b>&lt; 0,0005</b>	<b>0,001</b>	<b>&lt; 50,0</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/L	7,9	7,5	6,1	7,2	4,1	6,5	5,9	5,2	<b>6,5</b>	<b>5,0</b>	<b>130,0</b>	Percentil 66 por sobre umbral máximo, configura incumplimiento normativo.
Zn	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	<b>&lt; 0,01</b>	<b>0,04</b>	<b>&lt; 25,0</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.

<sup>(8)</sup> Adicionalmente, se determinó percentil 33 para evaluación de Norma, en vista que valor establecido en D.S. MINSEGPRES N° 75/2009 corresponde a un rango. Así, para las mediciones en la estación PA-10 el percentil 33 correspondió a 7,46 unidades de pH.

**Tabla 14. Verificación NSCA en estación SE-10, Río Serrano en desagüe Lago del Toro. Área de Vigilancia Río Serrano**

Parámetro	Unidad	Verano 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Primavera 2018	Verano 2019	Otoño 2019	Invierno 2019	Primavera 2019	Percentil 66	Valor Norma	% Respecto a Norma	Observaciones
Al	mg/L	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	1,0	< 60,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cd	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	0,0002	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,003	< 0,0001	0,01	< 1,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cl <sup>-</sup>	mg/L	1,1	1,5	1,5	1,9	1,0	< 0,4	1,4	1,1	1,4	10,0	14,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cu	mg/L	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,003	< 0,0005	0,08	< 0,6	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Coliformes Fecales	NMP/100mL	< 1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8	10	< 18,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
CE	µS/cm	69	78	75	69	78	68	80	74	75	180	41,7	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cr	mg/L	INV	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,003	< 0,0006	0,06	< 1,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Fe	mg/L	0,04	0,03	0,06	< 0,02	0,05	0,11	0,06	0,07	0,06	1,0	6,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Mn	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1	< 10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Hg	mg/L	< 0,0005	< 0,0005	INV	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Mo	mg/L	INV	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,0004	< 0,0003	0,0004	< 0,0003	< 0,0003	0,01	< 3,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Ni	mg/L	INV	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,01	< 3,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
OD	mg/L O <sub>2</sub>	12,15	10,02	12,80	13,65	10,28	13,04	15,26	13,24	13,04	9,5	137,3	Percentil 66 superior al umbral mínimo, configura cumplimiento normativo.
pH	Unidad	7,94	7,60	7,18	7,82	7,56	7,90	7,86	7,67	7,82	7 - 8	-	Percentil 66 entre umbral mínimo y máximo del rango, configura cumplimiento normativo <sup>(9)</sup> .
Pb	mg/L	INV	< 0,00025	0,00397	< 0,00025	< 0,00025	< 0,00025	< 0,00025	< 0,003	< 0,00025	0,01	< 2,5	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
RAS	-	0,21	0,39	0,26	0,25	0,25	0,18	0,26	0,23	0,25	0,5	49,4	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Se	mg/L	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	INV	< 0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/L	8,0	10,4	7,1	8,2	6,7	8,5	8,2	6,7	8,2	13,0	63,1	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Zn	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.

<sup>(9)</sup> Adicionalmente, se determinó percentil 33 para evaluación de Norma, en vista que valor establecido en D.S. MINSEGPRES N° 75/2009 corresponde a un rango. Así, para las mediciones en la estación SE-10 el percentil 33 correspondió a 7,60 unidades de pH.

**Tabla 15. Verificación NSCA en estación SE-20, Río Serrano en desembocadura. Área de Vigilancia Río Serrano**

Parámetro	Unidad	Verano 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Primavera 2018	Verano 2019	Otoño 2019	Invierno 2019	Primavera 2019	Percentil 66	Valor Norma	% Respecto a Norma	Observaciones
Al	mg/L	2,5	1,2	< 0,6	0,7	1,2	1,2	1,9	1,8	1,2	3,0	40,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cd	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	0,0003	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,003	< 0,003	0,0001	< 0,01	< 1,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cl <sup>-</sup>	mg/L	5,1	1,2	4,0	2,6	0,6	0,6	1,6	0,6	1,6	8,0	20,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cu	mg/L	< 0,0005	0,0010	< 0,0005	< 0,0005	0,0037	< 0,0005	< 0,003	0,003	0,001	0,01	10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
CE	µS/cm	36	55	59	40	45	60	68	15	55	80	68,8	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cr	mg/L	0,05	0,0007	0,0057	< 0,0006	0,1011	< 0,0006	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,01	< 30,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Fe	mg/L	1,90	1,20	0,97	3,06	1,89	1,00	0,99	1,78	1,78	3,0	59,3	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Mn	mg/L	0,13	0,07	0,04	0,09	0,08	0,08	0,07	0,09	0,08	0,2	40,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Hg	mg/L	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	INV	INV	< 0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Mo	mg/L	INV	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,0109	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,01	< 3,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Ni	mg/L	INV	0,0046	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,01	< 3,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
OD	mg/L O <sub>2</sub>	12,80	12,09	11,85	11,14	12,53	14,63	14,27	12,62	12,62	7,9	159,7	Percentil 66 superior al umbral mínimo, configura cumplimiento normativo.
pH	Unidad	7,26	6,43	7,54	7,51	7,43	7,25	7,14	7,13	7,26	7 - 8	-	Percentil 66 entre umbral mínimo y máximo del rango, configura cumplimiento normativo <sup>(10)</sup> .
Pb	mg/L	INV	0,00264	0,01299	< 0,00025	0,00157	< 0,00025	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,01	< 30,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
RAS	-	0,11	0,15	0,19	0,13	0,14	0,19	0,20	0,11	0,150	0,4	37,5	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Se	mg/L	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	INV	INV	< 0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/L	14,9	14,4	5,2	9,2	INV	6,8	6,9	6,3	9,2	5,0	184,0	Percentil 66 por sobre umbral máximo, configura incumplimiento normativo referencial.
Zn	mg/L	< 0,01	0,01	< 0,01	0,02	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,04	< 25,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.

<sup>(10)</sup> Adicionalmente, se determinó percentil 33 para evaluación de Norma, en vista que valor establecido en D.S. MINSEGPRES N° 75/2009 corresponde a un rango. Así, para las mediciones en la estación SE-20 el percentil 33 correspondió a 7,14 unidades de pH.



**Tabla 16. Verificación NSCA en estación GR-10, Río Grey antes junta Serrano. Área de Vigilancia Río Grey**

Parámetro	Unidad	Verano 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Primavera 2018	Verano 2019	Otoño 2019	Invierno 2019	Primavera 2019	Percentil 66	Valor Norma	% Respecto a Norma	Observaciones
Al	mg/L	1,6	1,1	1,4	1,3	1,4	1,7	1,7	1,9	1,6	3,0	53,3	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cd	mg/L	< 0,0001	0,0003	0,0003	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,003	< 0,0001	0,01	< 1,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cl <sup>-</sup>	mg/L	0,6	0,6	0,8	1,3	0,5	< 0,4	0,8	0,4	0,6	8,5	7,1	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cu	mg/L	0,0012	< 0,0005	< 0,0005	0,0012	0,0015	0,0009	0,0012	< 0,003	0,001	0,07	1,7	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
CE	µS/cm	26	33	49	36	28	31	46	31	33	340	9,7	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cr	mg/L	INV	0,0101	0,0101	0,0018	0,0029	0,0007	0,0015	< 0,003	< 0,003	0,06	< 5,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Fe	mg/L	0,99	1,72	1,30	0,87	1,84	2,30	1,55	1,34	1,55	5,0	31,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Mn	mg/L	0,04	0,06	0,05	< 0,01	0,06	0,07	0,05	0,04	0,05	0,08	62,5	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Hg	mg/L	< 0,0005	< 0,0005	INV	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Mo	mg/L	INV	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,0005	< 0,0003	0,0004	< 0,0003	< 0,0003	0,01	< 3,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Ni	mg/L	INV	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,0027	0,0013	0,0016	< 0,0003	0,0013	0,01	13,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
OD	mg/L O <sub>2</sub>	13,27	11,42	13,29	15,41	11,00	15,32	16,09	14,29	14,29	8,6	166,2	Percentil 66 superior al umbral mínimo, configura cumplimiento normativo.
pH	Unidad	7,91	6,65	7,14	7,30	6,70	7,23	7,63	7,26	7,26	7-8	-	Percentil 66 entre umbral mínimo y máximo del rango, configura cumplimiento normativo <sup>(11)</sup> .
Pb	mg/L	INV	0,01586	0,01586	< 0,00025	0,00181	0,00090	0,00141	< 0,003	< 0,003	0,01	< 30,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
RAS	-	0,09	0,08	0,11	0,11	0,09	0,08	0,11	0,09	0,092	0,7	13,1	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Se	mg/L	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	INV	< 0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/L	5,4	5,4	6,6	5,7	2,4	5,0	5,0	3,3	5,4	5,0	108,0	Percentil 66 por sobre umbral máximo, configura incumplimiento normativo.
Zn	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.

<sup>(11)</sup> Adicionalmente, se determinó percentil 33 para evaluación de Norma, en vista que valor establecido en D.S. MINSEPREN N° 75/2009 corresponde a un rango. Así, para las mediciones en la estación GR-10 el percentil 33 correspondió a 7,14 unidades de pH.

**Tabla 17. Verificación NSCA en estación CH-10, Río Las Chinas en Cerro Guido. Área de Vigilancia Río Las Chinas**

Parámetro	Unidad	Verano 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Primavera 2018	Verano 2019	Otoño 2019	Invierno 2019	Primavera 2019	Percentil 66	Valor Norma	% Respecto a Norma	Observaciones
Al	mg/L	1,3	< 0,6	11,3	10,8	< 0,6	9,5	< 0,6	6,7	6,7	10,0	67,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cd	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	0,0013	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,003	< 0,0001	0,01	< 1,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cl <sup>-</sup>	mg/L	< 0,4	0,5	1,6	1,7	< 0,4	< 0,4	< 0,4	0,6	0,5	8,0	6,3	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cu	mg/L	0,0013	< 0,0005	< 0,0005	0,0112	0,0019	< 0,0005	0,0010	0,0030	0,001	0,05	2,6	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Coliformes Fecales	NMP/10 OmL	14	79	130	7	49	33	22	13	33	-	-	Parámetro no normado para esta estación.
CE	µS/cm	158	122	141	103	153	154	271	133	153	300	51,0	Parámetro no normado para esta estación.
Cr	mg/L	INV	0,0006	0,2852	0,0105	0,0019	0,0006	0,0006	0,003	0,003	0,05	6,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Fe	mg/L	1,59	0,82	35,59	16,46	1,49	17,11	0,47	5,19	5,19	12,7	40,9	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Mn	mg/L	0,03	0,01	0,78	0,19	0,02	0,19	0,01	0,08	0,08	2,0	4,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Hg	mg/L	< 0,0005	< 0,0005	INV	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Mo	mg/L	INV	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,01	< 3,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Ni	mg/L	INV	< 0,0003	0,3207	< 0,0003	0,0016	< 0,0003	0,0011	0,003	0,0016	0,01	16,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
OD	mg/L O <sub>2</sub>	11,09	9,60	15,04	14,94	10,03	14,01	17,19	14,84	14,84	7,0	212,0	Percentil 66 superior al umbral mínimo, configura cumplimiento normativo.
pH	Unidad	8,11	8,12	7,64	8,62	8,27	7,96	8,41	7,59	8,12	7-8	-	Percentil 66 sobre umbral máximo del rango, configura incumplimiento normativo <sup>(12)</sup> .
Pb	mg/L	INV	< 0,00025	0,21992	< 0,00025	0,00154	< 0,00025	0,00035	< 0,003	0,00154	0,01	15,4	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
RAS	-	0,37	0,39	0,32	0,25	0,35	0,28	0,44	0,34	0,347	1,0	34,7	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Se	mg/L	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,0010	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	INV	< 0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/L	32,4	30,7	27,6	12,9	24,2	26,0	33,4	15,3	27,6	56,0	49,3	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Zn	mg/L	< 0,01	< 0,01	0,10	0,05	< 0,01	0,03	< 0,01	0,01	0,01	0,09	11,1	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.

<sup>(12)</sup> Adicionalmente, se determinó percentil 33 para evaluación de Norma, en vista que valor establecido en D.S. MINSEGPRES N° 75/2009 corresponde a un rango. Así, para las mediciones en la estación CH-10 el percentil 33 correspondió a 7,96 unidades de pH.

**Tabla 18. Verificación NSCA en estación BA-10, Río Baguales en Cerro Guido. Área de Vigilancia Río Baguales**

Parámetro	Unidad	Verano 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Primavera 2018	Verano 2019	Otoño 2019	Invierno 2019	Primavera 2019	Percentil 66	Valor Norma	% Respecto a Norma	Observaciones
Al	mg/L	0,6	6,2	0,8	4,9	< 0,6	< 0,6	< 0,6	1,5	0,8	7,0	11,4	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cd	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,01	< 1,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cl <sup>-</sup>	mg/L	< 0,4	< 0,4	< 0,4	2,4	< 0,4	< 0,4	0,5	< 0,4	< 0,4	10,0	< 4,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cu	mg/L	0,0008	< 0,0005	< 0,0005	0,0058	< 0,0005	0,0007	0,0006	< 0,003	0,0007	0,09	0,8	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
CE	µS/cm	231	191	219	124	293	210	330	202	219	370	59,2	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cr	mg/L	INV	< 0,0006	0,0067	0,0040	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,003	< 0,003	0,06	< 5,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Fe	mg/L	0,37	10,08	0,97	7,83	0,16	0,95	0,43	1,39	0,97	35,0	2,8	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Mn	mg/L	< 0,01	0,19	0,04	0,15	< 0,01	0,03	0,02	0,03	0,03	0,7	4,3	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Hg	mg/L	< 0,0005	< 0,0005	INV	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,010	< 5,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Mo	mg/L	INV	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,0005	< 0,0003	0,0005	< 0,0003	< 0,0003	0,01	< 3,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Ni	mg/L	INV	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,0006	0,0008	0,0007	< 0,0003	0,0006	0,01	6,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
OD	mg/L O <sub>2</sub>	12,14	11,10	13,97	12,08	9,27	15,45	15,37	14,90	13,97	9,2	151,8	Percentil 66 superior al umbral mínimo, configura cumplimiento normativo.
pH	Unidad	8,26	7,90	8,03	7,61	9,28	7,56	7,88	8,14	8,03	7 - 8	-	Percentil 66 sobre umbral máximo del rango, configura incumplimiento normativo <sup>(13)</sup> .
Pb	mg/L	INV	< 0,00025	0,00800	< 0,00025	< 0,00025	< 0,00025	< 0,00025	< 0,003	< 0,00025	0,01	< 2,5	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
RAS	-	0,56	0,54	0,63	0,47	0,63	0,50	0,68	0,57	0,569	0,8	71,1	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Se	mg/L	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	INV	< 0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/L	24,2	22,5	19,2	8,6	24,5	26,6	24,3	15,0	24,2	30,0	80,7	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Zn	mg/L	< 0,01	0,03	< 0,01	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,04	< 25,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.

<sup>(13)</sup> Adicionalmente, se determinó percentil 33 para evaluación de Norma, en vista que valor establecido en D.S. MINSEGPRES N° 75/2009 corresponde a un rango. Así, para las mediciones en la estación BA-10 el percentil 33 correspondió a 7,88 unidades de pH.

**Tabla 19. Verificación NSCA en estación VI-10, Río Vizcachas en Cerro Guido. Área de Vigilancia Río Vizcachas**

Parámetro	Unidad	Verano 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Primavera 2018	Verano 2019	Otoño 2019	Invierno 2019	Primavera 2019	Percentil 66	Valor Norma	% Respecto a Norma	Observaciones
Al	mg/L	0,6	4,3	0,8	6,8	< 0,6	0,7	< 0,6	1,8	<b>0,8</b>	<b>6,0</b>	<b>13,3</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cd	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	0,0002	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,003	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>0,01</b>	<b>&lt; 1,0</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cl <sup>-</sup>	mg/L	< 0,4	< 0,4	< 0,4	2,6	< 0,4	< 0,4	0,4	< 0,4	<b>&lt; 0,4</b>	<b>11,0</b>	<b>&lt; 3,6</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cu	mg/L	0,0007	< 0,0005	< 0,0005	0,0069	0,0005	0,0007	0,0007	< 0,003	<b>0,001</b>	<b>0,06</b>	<b>1,2</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
CE	µS/cm	194	171	220	121	245	210	325	186	<b>210</b>	<b>360</b>	<b>58,3</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cr	mg/L	< 0,05	< 0,0006	0,0062	0,0045	0,0018	< 0,0006	< 0,0006	< 0,003	<b>&lt; 0,003</b>	<b>0,08</b>	<b>3,8</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Fe	mg/L	0,33	8,04	0,98	3,03	0,26	1,47	0,45	1,49	<b>1,47</b>	<b>28,0</b>	<b>5,3</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Mn	mg/L	< 0,01	0,16	0,04	0,18	< 0,01	0,04	0,02	0,04	<b>0,04</b>	<b>0,6</b>	<b>6,7</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Hg	mg/L	< 0,0005	< 0,0005	INV	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	<b>&lt; 0,0005</b>	<b>0,001</b>	<b>&lt; 50,0</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Mo	mg/L	INV	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,0006	< 0,0003	0,0005	< 0,0003	<b>&lt; 0,0003</b>	<b>0,01</b>	<b>&lt; 3,0</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Ni	mg/L	INV	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,0018	0,0009	0,0007	< 0,0003	<b>0,0007</b>	<b>0,03</b>	<b>2,3</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
OD	mg/L O <sub>2</sub>	12,72	9,06	13,98	12,01	7,44	14,34	15,17	13,97	<b>13,97</b>	<b>7,3</b>	<b>191,4</b>	Percentil 66 superior al umbral mínimo, configura cumplimiento normativo.
pH	Unidad	8,54	7,54	8,59	7,44	8,05	7,49	8,25	8,17	<b>8,17</b>	<b>7 - 8</b>	<b>-</b>	Percentil 66 sobre umbral máximo del rango, configura incumplimiento normativo <sup>(14)</sup> .
Pb	mg/L	INV	< 0,00025	0,00873	< 0,00025	< 0,00025	0,00025	< 0,00025	< 0,003	<b>&lt; 0,00025</b>	<b>0,01</b>	<b>&lt; 2,5</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
RAS	-	0,57	0,58	0,63	0,45	0,68	0,51	0,68	0,56	<b>0,577</b>	<b>0,8</b>	<b>72,2</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Se	mg/L	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,0006	0,0009	< 0,0005	0,0007	INV	<b>0,0006</b>	<b>0,001</b>	<b>60,0</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/L	17,0	21,5	18,9	7,1	23,4	25,4	23,7	15,3	<b>21,5</b>	<b>28,0</b>	<b>76,8</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Zn	mg/L	< 0,01	0,01	< 0,01	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	<b>&lt; 0,01</b>	<b>0,09</b>	<b>&lt; 11,1</b>	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.

<sup>(14)</sup> Adicionalmente, se determinó percentil 33 para evaluación de Norma, en vista que valor establecido en D.S. MINSEGPRES N° 75/2009 corresponde a un rango. Así, para las mediciones en la estación VI-10 el percentil 33 correspondió a 7,54 unidades de pH.

**Tabla 20. Verificación NSCA en estación DG-10, Río Don Guillermo en Cerro Castillo. Área de Vigilancia Río Don Guillermo**

Parámetro	Unidad	Verano 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Primavera 2018	Verano 2019	Otoño 2019	Invierno 2019	Primavera 2019	Percentil 66	Valor Norma	% Respecto a Norma	Observaciones
Al	mg/L	< 0,6	< 0,6	5,7	< 0,6	SM	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	1,0	< 60,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Cd	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	0,0004	< 0,0001	SM	< 0,0001	< 0,0001	< 0,003	< 0,0001	0,01	< 1,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Cl <sup>-</sup>	mg/L	< 0,4	< 0,4	5,9	2,3	SM	< 0,4	0,5	< 0,4	0,5	26,0	1,9	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Cu	mg/L	0,0009	< 0,0005	< 0,0005	0,0021	SM	0,0014	0,0020	< 0,003	0,002	0,06	3,3	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
CE	µS/cm	332	394	105	232	SM	276	392	262	332	550	60,4	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Cr	mg/L	< 0,05	< 0,0006	0,0282	< 0,0006	SM	< 0,0006	0,0126	< 0,003	0,0126	0,07	18,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Fe	mg/L	0,07	0,04	6,96	0,33	SM	0,46	0,57	0,37	0,46	5,0	9,2	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Mn	mg/L	< 0,01	< 0,01	0,36	< 0,01	SM	0,04	0,04	< 0,01	0,04	0,1	40,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Hg	mg/L	< 0,0005	< 0,0005	INV	< 0,0005	SM	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Mo	mg/L	INV	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	SM	< 0,0003	0,0017	< 0,0003	< 0,0003	0,01	< 3,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Ni	mg/L	INV	< 0,0003	0,0175	< 0,0003	SM	0,0008	0,0061	< 0,0003	0,001	0,008	8,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
OD	mg/L O <sub>2</sub>	12,65	10,22	15,03	12,43	SM	13,69	14,72	13,87	13,87	9,3	149,1	Percentil 66 superior al umbral mínimo, configura cumplimiento normativo referencial.
pH	Unidad	8,50	7,89	7,65	7,71	SM	7,56	7,81	8,22	7,89	7 - 8	-	Percentil 66 entre umbral mínimo y máximo del rango, configura cumplimiento normativo referencial <sup>(15)</sup> .
Pb	mg/L	INV	< 0,00025	0,02295	< 0,00025	SM	< 0,00025	< 0,00025	< 0,003	< 0,00025	0,01	< 2,5	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
RAS	-	0,92	0,80	0,48	0,79	SM-	0,80	0,63	0,75	0,796	-	-	Parámetro no normado para esta estación.
Se	mg/L	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	SM	< 0,0005	< 0,0005	INV	< 0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/L	31,3	39,5	< 1,1	7,3	SM	32,7	36,0	16,6	32,7	58,0	56,4	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Zn	mg/L	< 0,01	< 0,01	0,02	0,02	SM	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,05	< 20,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.

<sup>(15)</sup> Adicionalmente, se determinó percentil 33 para evaluación de Norma, en vista que valor establecido en D.S. MINSEGPRES N° 75/2009 corresponde a un rango. Así, para las mediciones en la estación DG-10 el percentil 33 correspondió a 7,65 unidades de pH.

**Tabla 21. Verificación NSCA en estación TP-10, Río Chorrillo Tres Pasos en Ruta N°9. Área de Vigilancia Río Tres Pasos**

Parámetro	Unidad	Verano 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Primavera 2018	Verano 2019	Otoño 2019	Invierno 2019	Primavera 2019	Percentil 66	Valor Norma	% Respecto a Norma	Observaciones
Al	mg/L	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	1,0	< 60,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cd	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	0,0002	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,003	< 0,0001	0,01	< 1,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cl <sup>-</sup>	mg/L	< 0,4	< 0,4	6,8	1,1	< 0,4	< 0,4	0,4	< 0,4	< 0,4	15,0	< 2,7	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cu	mg/L	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,0010	< 0,0005	0,0006	0,0008	< 0,003	0,0006	0,04	< 1,5	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
CE	µS/cm	276	280	145	186	328	226	230	198	230	370	62,2	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cr	mg/L	INV	< 0,0006	0,0053	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,003	< 0,0006	0,06	< 1,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Fe	mg/L	0,09	0,18	0,95	0,37	0,14	0,34	0,62	< 0,02	0,34	4,0	8,5	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Mn	mg/L	0,01	< 0,01	0,05	< 0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,03	0,05	60,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Hg	mg/L	< 0,0005	< 0,0005	INV	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Mo	mg/L	INV	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,0005	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,01	< 3,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Ni	mg/L	INV	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,0015	0,0006	0,0006	< 0,0003	0,0006	0,01	6,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
OD	mg/L O <sub>2</sub>	12,37	10,82	14,35	13,28	9,90	14,05	14,35	14,75	14,05	9,7	144,8	Percentil 66 superior al umbral mínimo, configura cumplimiento normativo.
pH	Unidad	8,26	8,07	7,40	7,83	8,47	7,54	7,41	8,25	8,07	7 - 8	-	Percentil 66 sobre umbral máximo del rango, configura incumplimiento normativo <sup>(16)</sup> .
Pb	mg/L	INV	< 0,00025	0,00612	< 0,00025	0,00029	< 0,00025	0,00033	< 0,003	0,00033	0,01	3,3	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
RAS	-	0,40	0,42	0,42	0,42	0,39	0,40	0,41	0,43	0,416	0,7	59,4	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Se	mg/L	< 0,0005	0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,0006	INV	< 0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/L	12,0	15,0	< 1,1	2,3	10,1	20,9	10,3	8,4	10,3	29,0	35,5	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Zn	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,05	< 20,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.

<sup>(16)</sup> Adicionalmente, se determinó percentil 33 para evaluación de Norma, en vista que valor establecido en D.S. MINSEGPRES N° 75/2009 corresponde a un rango. Así, para las mediciones en la estación TP-10 el percentil 33 correspondió a 7,54 unidades de pH.

[illegible]

Tipo Parámetro	Parámetros	Frecuencia mínima Anual de Monitoreo														
		PA-10	SE-10	SE-20	GR-10	CH-10	BA-10	VI-10	DG-10	TP-10	SE-30	CH-20	DG-20	TP-20	PA-20	PI-10
De Afectación	Cipermetrina	-	-	-	-	3	3	3	-	-	-	3	-	3	-	3
	Coliformes Fecales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3	-	3	-
	Diazinón	-	-	-	-	3	3	3	-	-	-	3	-	3	-	3
	Fosfato	-	-	-	-	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nitrato	-	-	-	-	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-
Naturales	RAS	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
Indicadores Biológicos	Macroinvertebrados Bentónicos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

De los parámetros anteriores, según indica el Programa de Vigilancia río Serrano, es la Dirección General de Aguas el organismo responsable de la información de los parámetros Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto, pH, Temperatura, RAS y Macroinvertebrados Bentónicos. El Servicio Agrícola y Ganadero es responsable de los parámetros Cipermetrina, Diazinón, Fosfato y Nitrato; mientras que la SEREMI de Salud es responsable del parámetro Coliformes Fecales.

Para la elaboración del presente análisis, se cuenta con la información reportada en los documentos señalados en la **Tabla 1**. De acuerdo a estos, fue posible constatar que durante el período comprendido entre enero de 2018 y diciembre de 2019, respecto a la Red de Observación se ejecutaron los monitoreos indicados en la **Tabla 24**.

**Tabla 24. Resumen muestreos realizados en periodo 2018-2019 en Red de Observación.**

Tipo Parámetro	Parámetros	Frecuencia														
		PA-10	SE-10	SE-20	GR-10	CH-10	BA-10	VI-10	DG-10	TP-10	SE-30	CH-20	DG-20	TP-20	PA-20	PI-10
Fundamentales	Conductividad Eléctrica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
	Oxígeno Disuelto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
	pH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
	Temperatura	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/3	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
De Afectación	Cipermetrina	-	-	-	-	0/0	0/0	0/0	-	-	-	0/0	-	0/0	-	0/0
	Coliformes Fecales	-	-	-	-	4/4	-	-	-	-	4/4	-	4/4	-	4/4	-
	Diazinón	-	-	-	-	0/0	0/0	0/0	-	-	-	0/0	-	0/0	-	0/0



Tipo Parámetro	Parámetros	Frecuencia														
		PA-10	SE-10	SE-20	GR-10	CH-10	BA-10	VI-10	DG-10	TP-10	SE-30	CH-20	DG-20	TP-20	PA-20	PI-10
	Fosfato	-	-	-	-	0/0	0/0	0/0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nitrato	-	-	-	-	0/0	0/0	0/0	-	-	-	-	-	-	-	-
Naturales	RAS	-	-	-	-	-	-	-	4/3	-	-	-	-	-	-	-
Biológicos	Macroinvertebrados Bentónicos	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0

X/Y: Número de campañas efectuadas en el año 2018/ Número de campañas efectuadas en el año 2019.

En morado los parámetros que no se informaron con la frecuencia fijada(-): No Aplica medición.

### 7.3. Metodologías de muestreo y análisis

De acuerdo a lo señalado en el artículo 13° del D.S. MINSEGPRES N° 75/2009, se consideró igual metodología a la fijada para la red de control en lo referido a pH, Conductividad Eléctrica y Oxígeno Disuelto, todos cuyos análisis se realizaron de manera *in situ*, según metodología informada por la DGA, por lo que los datos medidos durante el año 2018 se consideraron como válidos.

Para el resto de los parámetros considerados en el Programa de Vigilancia no se cuenta con referencias de análisis por lo que no se puede evaluar su validez en cuanto a metodología se refiere.

Respecto al tiempo de preservación, éste fue evaluado únicamente para Coliformes Fecales, el cual se cumplió a cabalidad en todas las campañas y muestras evaluadas. Para el resto de los parámetros, el tiempo de preservación no fue analizado debido a que los parámetros considerados en la red de observación se realizan al momento del muestreo, y por tanto no requieren preservación (CE, Oxígeno Disuelto, pH y Temperatura), o porque no fueron analizados en las estaciones correspondientes (Cipermetrina, Diazinón, Nitratos y Fosfatos).

## 8. RESULTADOS RED DE OBSERVACIÓN

En el **Anexo 6** se presentan los resultados de los monitoreos realizados en la Red de Observación para el período 2018-2019, sin considerar los parámetros que no se monitorearon durante todo el período evaluado, además de los datos remitidos por el Servicio Agrícola y Ganadero medidos en el período 2011 -2015 (**Anexo 7**).

## 9. ANÁLISIS CONSOLIDADO DE DATOS HISTÓRICOS

En el **Anexo 8** se encuentran disponibles los datos históricos medidos desde el año 2011 al 2019 para la Red de Control definida en la norma, junto con una representación gráfica para las concentraciones de cada parámetro en cada estación.

Los resultados de tales monitoreos reflejan ciertos fenómenos recurrentes en el análisis de los datos. Así, ha sido posible identificar que parámetros como Cadmio, Cobre, Cromo, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo y Selenio han sido medidos bajo el límite de detección en todas las áreas de vigilancia, para todas o la mayoría de las campañas efectuadas, identificándose en algunos casos, sensibilidades analíticas por debajo de las necesarias para la evaluación de la norma.

Por otra parte, y en consideración a los parámetros efectivamente cuantificados, se puede señalar que en general no se aprecian tendencias claras respecto a temporalidad, no identificándose períodos específicos de mayor o menor concentración de metales, sales disueltas (Cloruros y Sulfatos), Oxígeno Disuelto o niveles de pH. En cambio, sí fue posible identificar que especialmente el río Las Chinas en CH-10 concentra los niveles más altos de metales en la cuenca, específicamente Hierro y Aluminio, seguido de los ríos Baguales en BA-10 y Vizcachas en VI-10, en contraste con los niveles más bajos de la cuenca, registrados en el río Serrano en SE-10, en todo el periodo evaluado.

De manera similar, se determinó que en el caso de las sales disueltas, fue el río Don Guillermo en DG-10, seguido por los ríos Las Chinas en CH-10, Baguales en BA-10 y Vizcachas en VI-10 los que han registrado históricamente las concentraciones más altas, destacando los niveles de Sulfato en todos ellos.

Por otra parte, RAS se ha registrado en mayores concentraciones en los ríos Baguales en BA-10 y Vizcachas en VI-10 durante todo el periodo analizado, en contraste con los ríos Grey en GR-10 y Paine en PA-10.

Por su parte, el parámetro pH, si bien no registra tendencias temporales claras en la mayoría de las estaciones, en SE-20 del río Serrano ha evidenciado una tendencia a la baja en el periodo histórico evaluado.

Ahora, en cuanto a la evaluación de la norma, se aprecia que en todo el periodo de evaluación analizado por esta Superintendencia (2013 - 2019), independiente que algunos periodos han sido evaluados sólo **referencialmente**, la estación PA-10 en el río Paine, y en gran parte del periodo en el caso de SE-20 en el río Serrano y GR-10 en el río Grey, han presentado un percentil 66 bienal por sobre lo normado en lo que respecta a las concentraciones de Sulfato.

[illegible]

Período	Área de Vigilancia	Aluminio	Cadmio	Cloruro	Cobre	Coliformes Fecales	Conductividad	Cromo	Hierro	Manganeso	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Oxígeno Disuelto	pH	Plomo	RAS	Selenio	Sulfato	Zinc
	BA-10					X														
	VI-10					X														
	DG-10					X											X			
	TP-10					X														
2018-2019	PA-10					X														
	SE-10																			
	SE-20					X														
	GR-10					X														
	CH-10					X														
	BA-10					X														
	VI-10					X														
	DG-10					X											X			
	TP-10					X														

Resultado con cumplimiento normativo, o sin Exigencia normativa (X)

Resultado configura cumplimiento normativo, en nivel de advertencia.

Resultado configura incumplimiento normativo.

Análisis referencial.

La representación gráfica de la evolución normativa de cada área de vigilancia, estación y parámetro están disponibles en el **Anexo 8**.

## 10. CONCLUSIONES

La actividad de análisis y evaluación de la información que ha sido expuesta en el presente informe, consideró las campañas de monitoreo realizadas por la DGA y la Seremi de Salud de la región de Magallanes y Antártica Chilena, durante los años 2018 y 2019, en el marco de la evaluación del cumplimiento normativo definido en las NSCA río Serrano y su respectivo PV río Serrano, y de las campañas realizadas por ambos organismos, en igual período para la Red de Observación.

A partir de la información recopilada en las campañas realizadas en el periodo bienal 2018-2019, en las nueve estaciones definidas como **Red de Control**, se determina la evaluación de cumplimiento normativo según se indica a continuación:

- Aluminio: se verificó **cumplimiento normativo** en PA-10, SE-10, SE-20, GR-10, CH-10, BA-10, VI-10 y TP-10, y **cumplimiento normativo referencial** en DG-10.

- b) Cadmio: se verificó **cumplimiento normativo** en PA-10, SE-10, SE-20, GR-10, CH-10, BA-10, VI-10 y TP-10, y **cumplimiento normativo referencial** en DG-10.
- c) Cloruro: se verificó **cumplimiento normativo** en PA-10, SE-10, SE-20, GR-10, CH-10, BA-10, VI-10 y TP-10, y **cumplimiento normativo referencial** en DG-10.
- d) Coliformes Fecales: se verificó **cumplimiento normativo** en SE-10.
- e) Conductividad Eléctrica: se verificó **cumplimiento normativo** en PA-10, SE-10, SE-20, GR-10, CH-10, BA-10, VI-10 y TP-10, y **cumplimiento normativo referencial** en DG-10.
- f) Cromo: se verificó **cumplimiento normativo** en SE-20 y en VI-10, y **cumplimiento normativo referencial** en PA-10, SE-10, GR-10, CH-10, BA-10, DG-10 y TP-10.
- g) Hierro: se verificó **cumplimiento normativo** en PA-10, SE-10, SE-20, GR-10, CH-10, BA-10, VI-10 y TP-10, y **cumplimiento normativo referencial** en DG-10.
- h) Manganeso: se verificó **cumplimiento normativo** en PA-10, SE-10, SE-20, GR-10, CH-10, BA-10, VI-10 y TP-10, y **cumplimiento normativo referencial** en DG-10.
- i) Mercurio: se verificó **cumplimiento normativo referencial** en todas las áreas de vigilancia.
- j) Molibdeno: se verificó **cumplimiento normativo referencial** en todas las áreas de vigilancia.
- k) Níquel: se verificó **cumplimiento normativo referencial** en todas las áreas de vigilancia.
- l) Oxígeno Disuelto: se verificó **cumplimiento normativo** en PA-10, SE-10, SE-20, GR-10, CH-10, BA-10, VI-10 y TP-10, y **cumplimiento normativo referencial** en DG-10.
- m) pH: se verificó **cumplimiento normativo** en PA-10, SE-10, SE-20 y GR-10, **cumplimiento normativo referencial** en DG-10 e **incumplimiento normativo** en CH-10, BA-10, VI-10 y TP-10.
- n) Plomo: se verificó **cumplimiento normativo referencial** en todas las áreas de vigilancia.
- o) RAS: se verificó **cumplimiento normativo** en PA-10, SE-10, SE-20, GR-10, CH-10, BA-10, VI-10 y TP-10, y **cumplimiento normativo referencial** en DG-10.
- p) Selenio: se verificó **cumplimiento normativo referencial** en todas las áreas de vigilancia.
- q) Sulfato: se verificó **cumplimiento normativo** en SE-10, CH-10, BA-10, VI-10 y TP-10, **cumplimiento normativo referencial** en DG-10, **incumplimiento normativo** en PA-10 y GR-10, e **incumplimiento normativo referencial** en SE-20.
- r) Zinc: se verificó **cumplimiento normativo** en SE-10, SE-20, GR-10, CH-10, BA-10, VI-10 y TP-10, y **cumplimiento normativo referencial** en DG-10.

En conclusión, se estableció el incumplimiento de las NSCA río Serrano en el periodo bienal 2018-2019 por pH en los ríos Las Chinas en CH-10, Baguales en BA-10, Vizcachas en VI-10 y Chorrillo Tres Pasos en TP-10; y por Sulfato en los ríos Paine en PA-10 y Grey en GR-10.

## 11. ANEXOS

N° Anexo	Nombre Anexo
1	Oficio ORD.DGA N° 18, de 29 de marzo de 2019
2	Oficio ORD. DGA N° 18, de 29 de marzo de 2019
3	Oficio ORD. SEREMI Salud Magallanes N° 859, de 08 de octubre de 2019
4	Oficio ORD. DGA N° 256, de 30 de abril de 2015
5	Resumen de datos medidos en periodo 2018-2019 Red de Control cuenca del Río Serrano
6	Resumen de datos medidos en periodo 2018-2019 Red de Observación cuenca del Río Serrano
7	Oficio ORD. SAG Magallanes N° 301, de 04 de junio de 2018
8	Datos históricos 2011-2019 cuenca del Río Serrano