

DICTA EL PROGRAMA DE MEDICIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA PARA LAS NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS CONTINENTALES SUPERFICIALES DE LA CUENCA DEL RÍO ACONCAGUA.

RESOLUCIÓN EXENTA N° 2787

Santiago, 12 de diciembre de 2025

VISTOS:

Lo dispuesto en el artículo segundo de la Ley N°20.417, que establece la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente (en adelante, “LOSMA”); en la Ley N°19.880, que establece las Bases de los Procedimientos Administrativos que rigen los Actos de los Órganos de la Administración del Estado; en la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (en adelante, “Ley N°19.300”); en la Ley N°18.834, que aprueba el Estatuto Administrativo; en el Decreto Supremo N°41, de 2021, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Aconcagua (en adelante, “D.S. N°41/2021 MMA” o “NSCA Río Aconcagua”); en el Decreto con Fuerza de Ley N°3, de 2010, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que fija la planta de la Superintendencia del Medio Ambiente; en la Resolución Exenta N°1338, de 2025, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que fija su organización interna y en la Resolución Exenta N°2668, de 2025, que la modifica; en el Decreto N°70, de 2022, del Ministerio del Medio Ambiente, que nombra a la Superintendenta del Medio Ambiente; en la Resolución Exenta RA 119123/98/2023, de 2023, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que nombra Jefa de la División de Fiscalización de la Superintendencia del Medio Ambiente; en la Resolución Exenta RA 119123/73/2024, de 2024, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que nombra Fiscal de la Superintendencia del Medio Ambiente; y, en la Resolución N°36, de 2024, de la Contraloría General de la República, que fija normas sobre exención del trámite de toma de razón y sus modificaciones posteriores.

CONSIDERANDO

1°. Que, la Superintendencia del Medio Ambiente (en adelante e indistintamente, “Superintendencia” o “SMA”), fue creada para ejecutar, organizar y coordinar el seguimiento y fiscalización de las Resoluciones de Calificación Ambiental, de las medidas de los Planes de Prevención y/o de Descontaminación Ambiental, del contenido de las Normas de Calidad Ambiental y Normas de Emisión, y de todos aquellos otros instrumentos de gestión ambiental que establezca la ley, así como imponer sanciones en caso que se constaten infracciones de su competencia.

2°. Que, de acuerdo a las letras n) y ñ) del artículo 2 de la Ley N° 19.300, las Normas de Calidad Ambiental establecen los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la



vida o la salud de la población (normas primarias); o para la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza (normas secundarias).

3°. Que, el artículo 33 de la Ley N°19.300, establece que el Ministerio del Medio Ambiente (en adelante, "MMA") administrará la información de los Programas de Medición y Control de la Calidad Ambiental (en adelante, "PMCCA") del aire, agua y suelo para los efectos de velar por el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación.

4°. Que, el literal u) del artículo 70 de la Ley N°19.300, establece que corresponde al MMA administrar la información de los Programas de Monitoreo de Calidad del aire, agua y suelo, proporcionada por los organismos competentes, cuando corresponda.

5°. Que, la letra ñ) del artículo 3° de la LOSMA, establece que corresponde a la SMA impartir directrices técnicas de carácter general y obligatorio, definiendo los protocolos, procedimientos y métodos de análisis que los organismos fiscalizadores, las entidades acreditadas conforme a la referida ley y, en su caso, los sujetos de fiscalización, deberán aplicar para el examen, control y medición del cumplimiento de las Normas de Calidad Ambiental y de Emisión.

6°. Que, el artículo 48 bis de la Ley N° 19.300 establece que los actos administrativos que se dicten por los Ministerios o servicios para la ejecución o implementación de Normas de Calidad, Emisión y Planes de Prevención o Descontaminación, señalados en tales instrumentos, deberán contar siempre con informe previo del MMA.

7°. Que, el Oficio ORD. N°04645, de 2025, del Ministerio del Medio Ambiente, remite minuta técnica para la dictación del Programa de Medición y Control de la Calidad Ambiental del agua para las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Aconcagua.

8°. Que, mediante el Oficio ORD. N°220, de 2025, de la Dirección General de Aguas, informa Metodología DGA para el cálculo de año hidrológico como insumo para elaborar PMCCA de la NSCA del río Aconcagua.

9°. Que, a través del ORD. N°2063, de fecha 15 de septiembre de 2025, la SMA solicitó el informe previo que consagra el artículo 48 bis de la Ley N°19.300 respecto del PMCCA del agua para las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Aconcagua.

10°. Que, por medio del Oficio ORD. N°07424, de 2025, del Ministerio del Medio Ambiente, ingresado a la SMA con fecha 19 de noviembre de 2025, se evaca el informe previo favorable del artículo 48 bis de la Ley N°19.300.

11°. Que la SMA, en el ejercicio de la función de dar seguimiento y fiscalización del contenido de las Normas de Calidad Ambiental, tiene el rol de asegurar la fiabilidad de los datos obtenidos de acuerdo a los PMCCA que administra el MMA,



definiendo las condiciones bajo las cuales es posible obtener datos representativos de acuerdo al estado del arte en la comunidad científico-técnica.

12°. Que, en atención a las consideraciones anteriores, se procede a resolver lo siguiente:

RESUELVO:

PRIMERO: DÍCTESE el Programa de Medición y Control de la Calidad Ambiental del Agua para la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Aconcagua, en los siguientes términos.

Párrafo 1°
Disposiciones Generales

Artículo Primero. **Destinatarios.** Son destinatarios del Programa de Medición y Control de la Calidad Ambiental del Agua para la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Aconcagua (en adelante, “PMCCA Rio Aconcagua”); el Ministerio del Medio Ambiente y la Dirección General de Aguas, quienes para estos efectos son los organismos responsables de las campañas de monitoreo, en los términos establecidos en la presente resolución.

Artículo Segundo. **Ámbito de aplicación.** El PMCCA Rio Aconcagua establece las condiciones bajo las cuales se realizará el monitoreo destinado a caracterizar, medir, controlar y evaluar la variación de las aguas en un periodo de tiempo y en un espacio determinado.

Párrafo 2°
De las áreas de vigilancia

Artículo Tercero. **Áreas de Vigilancia y estaciones de monitoreo.** Para efectos de la caracterización de la calidad de las aguas de la cuenca del Río Aconcagua, se han definido estaciones de monitoreo donde se realizarán las campañas de muestreo para determinar el cumplimiento normativo, denominándose “Red de Control”. Adicionalmente, se establecen nuevas estaciones de monitoreo de calidad de aguas, sedimentos y fluviométricas según se requiera, con la finalidad de generar información para revisiones futuras de las presentes normas, que se denominan “Red de Observación”.

La Red de Control está conformada por dieciséis (16) estaciones de monitoreo distribuidas en dieciséis (16) áreas de vigilancia, y la Red de Observación está conformada por veinticinco (25) estaciones de monitoreo en total, incorporándose nueve (9) estaciones de vigilancia adicionales, tal como se indica en la **Tabla 1**.



Tabla 1. Áreas de vigilancia y estaciones de monitoreo que componen la Red de Control y la Red de Observación de la NSCA del Río Aconcagua.

CAUCE	ÁREA DE VIGILANCIA	TRAMO	ESTACIÓN DE MUESTREO	COORDENADAS UTM (WGS84, HUSO 19S)		CÓDIGO BNA	TIPO DE RED
				(N)	(E)		
Río Blanco	BL -10	De: Naciente río Blanco Hasta: Aguas abajo Est. DGA río Blanco en Río blanco	Río Blanco en río Blanco (BL-1)	6.357.627	378.554	05402001-5	Control y observación
Río Juncal	JU - 1	De: Naciente río Juncal Hasta: Río Juncal antes de Río Juncalillo	Río Juncal en Juncal (JU-1)	6.362.502	392.658	05401003-6	Control y observación
Río Colorado	CO - 1	De: Naciente río Colorado Hasta: Confluencia río Aconcagua	Río Colorado antes Junta Río Aconcagua (CO-1) Canal Colorado en Bocatoma (CO-1.1)	6.363.469 6.365.821	367.934 373.160	05406002-5 05404001-6	Control y observación Observación
Río Aconcagua	AC - 1	De: Confluencia río Blanco y Juncal Hasta: Aguas debajo de Est. DGA río Aconcagua en Chacabuquito	Río Aconcagua en Chacabuquito (AC-1)	6.364.293	358.758	05410002-7	Control y observación
			Río Aconcagua después Junta río Blanco (AC-1.1)	6.357.909	377.520	05403002-7	Observación
			Río Riebillas en Riebillas (RI-1)	6.355.580	373.117	05403005-3	Observación
	AC - 2	De: aguas abajo Est. DGA río Aconcagua en Chacabuquito Hasta: aguas abajo Junta río Putaendo	Río Aconcagua en San Felipe 2 (AC-2)	6.374.323	337.314	05410024-8	Control y observación
	AC - 3	De: Aguas abajo junta río Putaendo Hasta: Est. DGA en Romeral	Río Aconcagua en Romeral (AC-3) Río Aconcagua antes Estación DGA en Romeral (AC-3.1)	6.364.620 6.365.918	310.429 312.430	05423003-6 05422007-3	Observación Control y observación
	AC - 4	De: Est. DGA en Romeral Hasta: Límite con estuario	Río Aconcagua en puente Colmo (AC-4)	6.354.605	271.692	05426003-2	Control y observación
	AC - 5	De: Límite con estuario Hasta: desembocadura con el mar	Río Aconcagua en puente Concón (AC-5) Río Aconcagua en La Isla (AC-5.1)	6.354.733 6.354.369	265.649 266.842	05428014-9 05428016-5	Control y observación Observación
	PU - 1 ¹	De: Naciente Río Putaendo Hasta: aguas arriba embalse Chacrillas	Río Rocín Antes Embalse Chacrillas (RO-1)	6.402.451	357.632	05412001-K	Control y observación
	PU - 2	De: aguas arriba embalse Chacrillas	Río Putaendo en El Badén (PU-2)	6.392.331	338.931	05414003-7	Control y observación

1. Debido a que en el D.S. N°41/2021 MMA existe una superposición de coordenadas geográficas entre las áreas de vigilancia PU-1 y PU-2, se utiliza la descripción referencial de los límites de las áreas de vigilancia asociados a la sección del cauce principal para discriminar entre ambas y proponer puntos de muestreo que permitan caracterizar ambas áreas.



CAUCE	ÁREA DE VIGILANCIA	TRAMO	ESTACIÓN DE MUESTREO	COORDENADAS UTM (WGS84, HUSO 19S)		CÓDIGO BNA	TIPO DE RED
				(N)	(E)		
		Hasta: confluencia con Río Aconcagua aguas abajo DGA en el badén	Río Putaendo en Resguardo Los Patos (PU-2.1)	6.402.846	351.474	05414001-0	Observación
Estero Pocuro	PO - 1	De: Naciente estero Pocuro	Estero Pocuro en El Sifón (PO-1)	6.356.459	355.681	05411001-4	Observación
		Hasta: Confluencia Río Aconcagua	Estero Pocuro en Ruta 57 (PO-2)	6.372.924	338.404	05411006-5	Control y observación
Estero Quilpué	QUI - 1	De: Naciente estero Quilpué Hasta: Confluencia río Putaendo	Estero Quilpué en Santa María (QUI-1)	6.376.729	345.242	05415011-3	Control y observación
Estero Catemu	CA - 1	De: Naciente estero Catemu Hasta: Confluencia río Aconcagua	Estero Catemu en Catemu (CA-1)	6.372.439	315.594	05421004-3	Control y observación
Estero Los Loros	LO - 1	De: Naciente estero Los Loros Hasta: Confluencia río Aconcagua	Estero Las Vegas en Desembocadura (LO-1)	6.364.755	312.765	05422001-4	Control y observación
Estero Limache	LI - 1	De: Naciente estero Limache	Estero Limache Entrada Tranque Los Aromos (LI-1)	6.349.362	282.934	05427001-1	Control y observación
		Hasta: Confluencia río Aconcagua	Estero Limache después junta Estero Pelumpén (LI-1.1)	6.347.188	286.285	05427024-0	Observación
Estero Los Litres	LIT - 1	De: Naciente Estero El Sauce	Estero El Melón en La Peña (MEL-1)	6.374.118	295.734	05424018-K	Control y observación
		Hasta: Confluencia río Aconcagua	Estero El Cobre después de Mina El Soldado (ECO-1)	6.386.655	294.908	05424020-1	Observación

Artículo Cuarto. *Parámetros a monitorear.* En el caso de la Red de Control, esta contempla el muestreo, medición y análisis para la evaluación del cumplimiento de los parámetros a continuación:

- Red de Control: Aluminio total; Arsénico total; Aceites y Grasas; Coliformes Fecales; Conductividad eléctrica; Clorofila *a*; Cloruros; Cromo total; Cobre total; Demanda Bioquímica de Oxígeno; Demanda Química de Oxígeno; Fósforo de Fosfatos; Fósforo total; Hierro total; Hierro disuelto; Mercurio total; Manganeso total; Molibdeno total; Níquel total; Nitrógeno de Amonio; Nitrógeno de Nitrato; Nitrógeno total; Oxígeno Disuelto; Plomo Total; pH; Sulfatos; Sólidos Suspensidos Totales y Zinc Total.

Por su parte, la Red de Observación considera el monitoreo de otros parámetros de interés detallados a continuación, junto con el muestreo de **bioindicadores y bioensayos** como herramientas complementarias para determinar los efectos de la calidad del agua en las comunidades acuáticas, lo que podría verse afectado por la disponibilidad presupuestaria y/o aspectos técnicos-administrativos de cada organismo responsable, en cuyo caso deberá darse la debida justificación.



- Red de Observación:
 - Agua: Alcalinidad; Aluminio disuelto; Arsénico disuelto; Boro disuelto; Boro total; Cadmio disuelto; Cadmio total; Cobalto disuelto; Cobalto total; Cromo disuelto; Cobre disuelto; Mercurio disuelto; Manganese disuelto; Níquel disuelto; Plata disuelta; Plata total; Plomo disuelto; Potencial Redox; Sólidos sedimentables; Turbidez y Zinc disuelto.
 - Biota: Fauna Íctica y Macroinvertebrados Bentónicos, además de Bioensayos.

En el **Anexo 1** se indica el detalle de los parámetros a medir en cada una de las estaciones de la **Tabla 1**, junto con la frecuencia de monitoreo considerada en un año calendario, y el organismo público responsable del muestreo, medición y/o análisis de cada uno de ellos.

Párrafo 3°
De las campañas de monitoreo

Artículo Quinto. *Campañas de monitoreo.* Las campañas de monitoreo comprenden tres etapas: i) el aviso y coordinación previa entre los organismos participantes y/o responsables y la Superintendencia del Medio Ambiente, ii) la ejecución de las actividades de medición, muestreo y análisis, y iii) la remisión del reporte técnico con los resultados consolidados a la Superintendencia del Medio Ambiente y a la Seremi de Medio Ambiente Región de Valparaíso.

Artículo Sexto. *Aviso y coordinación previa.* El organismo responsable de la campaña de medición, muestreo y/o análisis deberá informar a la Superintendencia del Medio Ambiente, dentro del primer mes de cada año, el programa anual de ejecución de las campañas, no obstante, en el transcurso de éste también podrá informar las modificaciones que surjan para su ejecución.

Artículo Séptimo. *Ejecución de las campañas de medición, muestreo y análisis.* El PMCCA Río Aconcagua considera al menos cuatro campañas de monitoreo al año para la Red de Control (**Anexo 1**), con representatividad estacional, esto es, verano, otoño, invierno y primavera.

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.

Para la Red de Observación se comprometen campañas con frecuencia anual o bianual (1 o 2 veces al año), a ejecutarse preferentemente en primavera y/o verano.

Artículo Octavo. *Metodologías de medición, muestreo y análisis.* Para la ejecución de las actividades de medición, muestreo y análisis se deberá proceder según lo establecido en las metodologías de medición, muestreo y análisis, o sus versiones actualizadas, que se incluyen en el **Anexo 2**, o alguna otra contemplada en referencias técnicas de la materia que previamente haya sido validado su uso por algún organismo competente de manera explícita en los respectivos Reportes Técnicos. Lo anterior, sin perjuicio que, una vez dictado el Compendio de Métodos de Medición, Muestreo y Análisis por esta Superintendencia, se deberá proceder como allí se indique en cuanto a la materia.



La ejecución de las actividades de muestreo, medición y análisis deberán ser realizadas por entidades técnicas autorizadas por la Superintendencia del Medio Ambiente u Organismos del Estado competentes.

Artículo Noveno. *Contenido mínimo del Reporte Técnico.* El Reporte técnico corresponde a un consolidado anual de los resultados obtenidos en las actividades de medición, muestreo y/o análisis realizados por cada organismo responsable durante cada una de las campañas de monitoreo ejecutadas en el año calendario. El mencionado reporte deberá contener, por cada campaña de monitoreo, al menos lo siguiente:

- a) Individualización de las Normas y Programa de Medición y Control de la Calidad del agua a la que está asociado el reporte técnico;
- b) El período sobre el cual reporta;
- c) Identificación de las instituciones y/o equipo de trabajo responsable de las actividades de medición, control y/o análisis y de la elaboración del reporte, singularizando cargos o funciones desempeñadas;
- d) La ubicación de los puntos de medición, expresados en sistema de coordenadas UTM, datum WGS84 e indicando el Huso que corresponda;
- e) Parámetros medidos y número de muestras por cada punto de medición;
- f) Las fechas de toma de muestra, medición y del inicio del análisis de cada parámetro;
- g) Descripción del procedimiento de toma de muestra, incluyendo el tipo de envase y preservantes utilizados para cada muestra;
- h) Método o procedimiento de medición y método de análisis para cada parámetro y sus respectivos límites de detección y/o cuantificación;
- i) Tablas con los resultados de las mediciones y cuantificación de parámetros monitoreados en cada campaña realizada en el periodo;
- j) Antecedentes o justificación que respalte la no realización de alguna campaña de monitoreo (o parte de ella) por motivos de fuerza mayor, si así aconteciese;
- k) Incorporar antecedentes o justificación que respalte la declaración de no representatividad de las muestras, en el caso de ocurrencia de situaciones excepcionales y transitorias, tales como inundaciones y catástrofes naturales, si así aconteciese, o en su defecto, la indicación explícita del desarrollo en normalidad del monitoreo;
- l) Incorporar antecedentes que den cuenta de la ocurrencia de un año definido hidrológicamente como húmedo, según la metodología descrita en el **Artículo Décimo** del presente documento.
- m) Medios de verificación que permitan realizar una trazabilidad de los resultados obtenidos, tales como informes de ensayo y copia de la cadena de custodia de cada muestra;
- n) Cualquier otro antecedente que se estime pertinente.

Artículo Décimo. *Metodología para determinar un año definido hidrológicamente como húmedo.* La Dirección General de Aguas incorporará en el Reporte Técnico el análisis de año húmedo, de acuerdo a la metodología fijada mediante la propuesta para determinar año húmedo o condición de humedad en base a estadísticas de caudal y lluvias señalada en el **Anexo 3**.

Artículo Undécimo. *Plazo para remitir el Reporte Técnico.* El organismo responsable de la campaña de medición, muestreo y/o análisis deberá remitir a la Superintendencia del Medio Ambiente, **dentro de los cuatro primeros meses de cada año siguiente**, el Reporte técnico descrito en el **Artículo Noveno**. Sin perjuicio de lo anterior, los servicios responsables de las campañas



deberán informar periódicamente a la Superintendencia del Medio Ambiente respecto de situaciones que pudieran comprometer la obtención de datos bajo las condiciones establecidas en el presente documento.

Párrafo 4°
De la evaluación de cumplimiento

Artículo Duodécimo. Cálculo de la evaluación de condiciones de excedencia. La concentración que se utilice para la evaluación de cada parámetro de la norma corresponderá al percentil 85 de sus mediciones bienales, para el que deberá existir al menos un dato estacional en el área de vigilancia a evaluar, es decir, deben existir al menos ocho (8) datos para el periodo en análisis de dicho parámetro.

Si durante el período de cumplimiento analizado, se constatará la ocurrencia de, al menos, un año definido hidrológicamente como húmedo, según lo indicado en el **Artículo Décimo**, se considerarán sobrepasadas las normas secundarias de calidad ambiental para las Áreas de Vigilancia BL-1, JU-1, CO-1 y AC-1 cuando el percentil 75 de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas para los parámetros Aluminio total, Arsénico total, Conductividad Eléctrica, Cromo total, Cobre total, Hierro total, Hierro disuelto, Mercurio total, Manganeso total, Molibdeno total, Níquel total, Plomo total, Sulfatos y Zinc total, considerando un período de dos años calendarios consecutivos, supere los valores establecidos en las NSCA Río Aconcagua.

Para el control de Nitrógeno de Nitrato, Nitrógeno total, Fósforo de Fosfatos, Fósforo total, y Clorofila *a*, se considerarán sobrepasadas las normas secundarias de calidad ambiental cuando el promedio de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas, considerando un período de dos años calendarios consecutivos, supere los valores establecidos en las NSCA Río Aconcagua.

Para el control del Oxígeno disuelto, se considerarán sobrepasadas las normas secundarias de calidad ambiental cuando el percentil 15 de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas, considerando un período de dos años calendarios consecutivos, sea menor a los valores establecidos en las NSCA Río Aconcagua.

En el caso del control de pH, se considerarán sobrepasadas las normas secundarias de calidad ambiental cuando el percentil 15 o el percentil 85 de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas, considerando un período de dos años calendarios consecutivos, se encuentre fuera del rango establecido en las NSCA Río Aconcagua.

También se considerarán sobrepasadas las normas secundarias de calidad ambiental si, en un año de monitoreo, uno o más parámetros superan al menos en tres oportunidades consecutivas los límites establecidos en las NSCA Río Aconcagua.

Artículo Decimotercero. Criterios de validación de datos. Para los efectos de la evaluación de las normas por parte de la Superintendencia del Medio Ambiente, se utilizarán los siguientes criterios para analizar y validar los datos reportados por el organismo responsable de la campaña de monitoreo:



- a) Si el resultado de un parámetro resulta bajo el límite de detección (LD) y/o límite de cuantificación (LQ), según se informe, los datos serán validados en base a lo siguiente:
 - Si el LD y/o LQ \geq al 80% del límite normativo, se considerará que el resultado corresponde a un valor no válido para efectos de la evaluación de cumplimiento.
 - Si LD y/o LQ $<$ al 80% del límite normativo, se considerará que el valor es válido para efectos de la evaluación de cumplimiento y que el resultado es igual al LD y/o LQ, según corresponda.
- b) Para los parámetros que corresponden a la suma de sus fracciones orgánicas, inorgánicas o disueltas, tales como: Nitrógeno de Amonio; Nitrógeno de Nitrato; Nitrógeno de Nitrito y Nitrógeno Total; Fósforo de Ortofósfato y Fósforo Total, los datos serán validados en base a lo siguiente:
 - Los análisis de todas las fracciones deben ser realizados por un mismo laboratorio de ensayo.
 - El dato será válido si y solo si la suma de las fracciones es menor o igual al valor del resultado del parámetro total.
- c) Sólo se considerarán válidos los datos obtenidos en campañas de monitoreo realizadas conforme a la representatividad estacional definida en el **Artículo Séptimo** del presente documento. Se exceptúa de lo anterior, aquellos casos cuando la representatividad de las muestras analizadas se vea afectada por fenómenos excepcionales y/o transitorios tales como inundaciones, sequías o catástrofes naturales, en los términos establecidos en el artículo 8º de las NSCA Río Aconcagua, o bien cuando la ejecución del muestreo se vea afectada por otras situaciones debidamente justificadas.
- d) Cuando no se tenga datos en una o más de las coordenadas de las estaciones definidas en la **Tabla 1**, podrán considerarse monitoreos levantados en otras coordenadas por los organismos responsables del mismo, siempre que éste presente información técnica y/o científica que fundamente que dicha muestra es representativa del área de vigilancia y/o tramo correspondiente.

Artículo Decimocuarto. Evaluación de cumplimiento. La evaluación de estas normas de calidad será realizada por la Superintendencia del Medio Ambiente, considerando los reportes remitidos por los organismos responsables de las campañas de monitoreo.

Mientras no se complete el periodo de evaluación establecido en las NSCA Río Aconcagua, o cuando en un periodo no se cuente con los resultados de campañas que permitan la obtención de un dato representativo, ya sea en los términos establecidos en el artículo 8º de las NSCA Río Aconcagua, o bien por eventuales circunstancias asociadas al monitoreo que no hubieren permitido la ejecución del muestreo o, incluso, por la invalidación de muestras según lo fijado en el artículo precedente de este documento, la Superintendencia del Medio Ambiente realizará una **evaluación referencial** de los datos validados bajo los mismos cánones utilizados según **Artículo Decimotercero**, la que podrá ser utilizada por el Ministerio del Medio Ambiente de manera fundada.

En ningún caso, la Superintendencia podrá sustituir datos o incorporar información que no pudiese ser validada.

Artículo Decimoquinto. Informe técnico de cumplimiento. Anualmente, la Superintendencia del Medio Ambiente elaborará un informe técnico de cumplimiento con base en los reportes entregados por los organismos responsables de la campaña de monitoreo. En este informe, se presentarán de manera consolidada los resultados del examen y validación de los datos, la evolución



de la calidad del agua de acuerdo a los resultados de los periodos anteriores y el estado en que se encuentra el cuerpo de agua protegido, ya sea que se encuentre conforme a lo establecido en las normas de calidad, en nivel de advertencia o incumplimiento normativo.

El informe será remitido al Ministerio del Medio Ambiente dentro del segundo semestre del año siguiente al evaluado y será publicado en el Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA).

Los datos del primer año serán remitidos una vez que se cuente con los datos del periodo bienal de las NSCA Río Aconcagua.

SEGUNDO: VIGENCIA. La presente resolución, junto con sus anexos, entrará en vigencia desde la fecha de su publicación en el Diario Oficial.

**ANÓTESE, PUBLÍQUESE EN EL DIARIO OFICIAL, DESE
CUMPLIMIENTO Y ARCHÍVESE.**

**MARIE CLAUDE PLUMER BODIN
SUPERINTENDENTA DEL MEDIO AMBIENTE**

BRS/JAA/CLV/CPH/VGD/ESE

Distribución:

- Ministerio del Medio Ambiente. Correo electrónico: oficinadepartesmma@mma.gob.cl
- División de Recursos Naturales y Biodiversidad, Ministerio del Medio Ambiente. Correo electrónico: sjofre@mma.gob.cl
- SEREMI del Medio Ambiente de la Región del Aconcagua. Correo electrónico: oficinadepartesvalparaiso@mma.gob.cl
- Dirección General de Aguas. Plataforma <https://receppciondocumental.mop.gob.cl/>
- Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos, Dirección General de Aguas. Correo electrónico: diego.sanmiguel@mop.gov.cl

C.c.:

- Fiscalía, SMA.
- División de Fiscalización, SMA.
- Oficina Regional de Valparaíso, SMA
- Oficina de Partes, SMA.

Expediente cero papel N°27000/2025



Anexo 1. Frecuencia mínima anual de medición de parámetros en las estaciones de monitoreo que componen la Red de Control y la Red de Observación de la NSCA Río Aconcagua

Parámetros	RO-1	PU-2	JU-1	CO-1	BL-1	AC-1	AC-2	AC-3.1	AC-4	AC-5	QUI-1	PO-2	CA-1	LO-1	LI-1	MEL-1	CO-1.1	AC-1.1	RI-1	AC-3	AC-5.1	PU-2.1	PO-1	LI-1.1	ECO-1
Matriz Acuosa																									
Aluminio total ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
Arsénico total ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
Aceites y Grasas ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
Coliformes Fecales ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
Conductividad eléctrica ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
Cloruros ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
Cromo total ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
Cobre total ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
Demanda Biológica de Oxígeno ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
Demanda química de oxígeno (DQO) ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
Hierro total ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
Hierro disuelto ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
Mercurio Total ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
Manganoso Total ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
Molibdeno Total ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
Níquel total ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
N-Amonio ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
N-Nitrato ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
Nitrógeno total ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2



Parámetros	RO-1	PU-2	JU-1	CO-1	BL-1	AC-1	AC-2	AC-3.1	AC-4	AC-5	QUI-1	PO-2	CA-1	LO-1	LI-1	MEL-1	CO-1.1	AC-1.1	RI-1	AC-3	AC-5.1	PU-2.1	PO-1	LI-1.1	ECO-1
Oxígeno Disuelto ^(1,2)	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
Plomo Total ^(1,2)	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
pH ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
P-Fosfatos ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
Fósforo Total ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
Sulfatos ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
Sólidos Suspensidos totales ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
Zinc Total ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
Clorofila <i>a</i> ^(1,2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2
Alcalinidad ⁽²⁾	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Aluminio disuelto ⁽²⁾	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Arsénico disuelto ⁽²⁾	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Boro total ⁽²⁾	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Boro disuelto ⁽²⁾	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Cadmio total ⁽²⁾	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Cadmio disuelto ⁽²⁾	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Cobalto total ⁽²⁾	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Cobalto disuelto ⁽²⁾	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Cromo disuelto ⁽²⁾	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Cobre disuelto ⁽²⁾	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Mercurio disuelto ⁽²⁾	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Manganoso disuelto ⁽²⁾	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Níquel disuelto ⁽²⁾	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Plata total ⁽²⁾	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2



Parámetros	RO-1	PU-2	JU-1	CO-1	BL-1	AC-1	AC-2	AC-3.1	AC-4	AC-5	QUI-1	PO-2	CA-1	LO-1	LI-1	MEL-1	CO-1.1	AC-1.1	RI-1	AC-3	AC-5.1	PU-2.1	PO-1	LI-1.1	ECO-1
Plata disuelta ⁽²⁾	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Plomo disuelto ⁽²⁾	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Potencial Redox ⁽²⁾	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sólidos sedimentables ⁽²⁾	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Turbidez ⁽²⁾	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Zinc disuelto ⁽²⁾	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Matriz Biológica																									
Fauna íctica ⁽²⁾	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Macroinvertebrados bentónicos ⁽²⁾	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bioensayos	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

⁽¹⁾ Parámetro Red de Control.

⁽²⁾ Parámetro Red de Observación.

Responsabilidades:

 Dirección General de Aguas

 Ministerio del Medio Ambiente



Anexo 2: Metodologías de muestreo, medición y análisis de parámetros.

a) Metodologías de muestreo:

Identificación	Título de la Norma
Norma Chilena 411/1, Of. 1996, declarada Norma Oficial de la República por medio del Decreto Supremo N° 501, de fecha 11 de julio de 1996, del Ministerio de Obras Públicas, o su versión vigente.	Calidad el agua – Muestreo Parte 1: Guía para el diseño de programas de muestreo
Norma Chilena 411/2, Of. 1996, declarada Norma Oficial de la República por medio del Decreto Supremo N° 501, de fecha 11 de julio de 1996, del Ministerio de Obras Públicas, o su versión vigente.	Calidad del agua - muestreo - parte 2: guía sobre técnicas de muestreo
Norma Chilena 411/3, Of. 1996, declarada Norma Oficial de la República por medio del Decreto Supremo N° 501, de fecha 11 de julio de 1996, del Ministerio de Obras Públicas, o su versión vigente.	Calidad del agua - muestreo - parte 3: guía sobre la preservación y manejo de las muestras
Norma Chilena 411/6, Of. 1998, declarada Norma Oficial de la República por medio del Decreto Supremo N° 84, de fecha 4 de febrero de 1998, del Ministerio de Obras Públicas, o su versión vigente.	Calidad del agua - muestreo - parte 6: guía para el muestreo de ríos y cursos de agua
Recolección y preservación de muestras	Describas en el número 1060 del "Standard Methods for Examination of Water and Wastewater" (SMEWW), última edición
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

b) Metodologías de análisis:

Parámetro	Metodología (s) analítica (s)	
Matriz agua		
Aceites y Grasas	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 5520-C. Método de partición infrarroja.
Alcalinidad	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 2320 B. Método de titulación.
Aluminio total	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3120 B. Método de Espectrofotometría de Emisión Atómica por plasma acoplado inductivamente (ICP-OES).
	2	EPA 200.8: 1997 Rev 5.4 Determinación de elementos traza en aguas y aguas residuales por Plasma de acoplamiento inductivo (ICP)-Espectrometría de masa
	3	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3125 B. Método de Plasma de acoplamiento inductivo-Espectrometría de masa (ICP/MS)
	4	USEPA. Método 6020 - B. Plasma Acoplado Inductivamente: Espectrometría De Masas (2014).



Parámetro	Metodología (s) analítica (s)	
Matriz agua		
	5	ISO 17294-2:2023 Calidad de aguas — Aplicación de Espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) Parte 2: Determinación de elementos seleccionados, incluidos los isótopos de uranio.
Arsénico total	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3120 B. Método de Plasma de acoplamiento inductivo (ICP).
	2	ISO 17294-2:2023 Calidad de aguas — Aplicación de Espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) Parte 2: Determinación de elementos seleccionados, incluidos los isótopos de uranio.
	3	LADGA ITM17, basado en SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3112 B. Determinación de metales en agua mediante espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CV-AAS)
	4	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3114 B. Método de espectrometría de absorción atómica de generación de hidruro.
Boro total	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3120 B. Método de Espectrofotometría de Emisión Atómica por plasma acoplado inductivamente (ICP-OES).
	2	ISO 17294-2:2023 Calidad de aguas — Aplicación de Espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) Parte 2: Determinación de elementos seleccionados, incluidos los isótopos de uranio.
	3	LADGA-ITM-15. Basado en AOAC Método oficial 982,01
Cadmio total	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3120 B. Método de Espectrofotometría de Emisión Atómica por plasma acoplado inductivamente (ICP-OES).
	2	ISO 17294-2:2023 Calidad de aguas — Aplicación de Espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) Parte 2: Determinación de elementos seleccionados, incluidos los isótopos de uranio.
	3	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3111 B. Método de espectrometría de absorción atómica de llama aire-acetileno.
Calcio total	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3120 B. Método de Espectrofotometría de Emisión Atómica por plasma acoplado inductivamente (ICP-OES).
Clorofila a	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 10200 H. Clorofila. Espectroscopía absorción molecular
	2	LADGA-IML-11 Instructivo de filtrado de muestras para clorofila. Basado en Método Scorr Unesco Working group 17., 1966.
	3	EPA Método 445.0 (1997)
Cloruro total	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 4110 Determinación de Aniones por Cromatografía iónica
	2	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 4500 Cl C. Método de Nitrato mercúrico
	3	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 4500-Cl B. Método Argentométrico
Cobalto total	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3120 B. Método de Espectrofotometría de Emisión Atómica por plasma acoplado inductivamente (ICP-OES).
	2	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3111 B. Método de espectrometría de absorción atómica de llama aire-acetileno.
Cobre total	1	ISO 17294-2:2023 Calidad de aguas — Aplicación de Espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) Parte 2: Determinación de elementos seleccionados, incluidos los isótopos de uranio.



Parámetro	Metodología (s) analítica (s)	
Matriz agua		
	2	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3120 B. Método de Plasma de acoplamiento inductivo (ICP).
	3	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3111 B. Método de espectrometría de absorción atómica de llama aire-acetileno.
Coliformes Fecales	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 9221 - E. MULTIPLE-TUBE FERMENTATION TECHNIQUE FOR MEMBERS OF THE COLIFORM GROUP. E. Thermotolerant (Fecal) Coliform Procedure
	2	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 9222. Técnica de Filtro de membrana para miembros de grupo Coliforme
	3	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 9221 B. Técnica de fermentación multitubo para miembros del grupo de coliformes
	4	Determinación directa en Equipo TECTALERT-B4, IDEXX Laboratories, Inc. Certificación Performance Tested Métodos de AOAC para la prueba combinada Tecta de E. coli y coliformes totales, certificado n.º 010801.
Conductividad eléctrica	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 2510 B. Método de laboratorio
Cromo total	1	ISO 17294-2:2023 Calidad de aguas — Aplicación de Espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) Parte 2: Determinación de elementos seleccionados, incluidos los isótopos de uranio.
	2	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3120 B. Método de Plasma de acoplamiento inductivo (ICP).
	3	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3111 B. Método de espectrometría de absorción atómica de llama aire-acetileno.
DBO₅	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 5210 B. Prueba de cinco días.
DQO	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 5220 D. Método colorimétrico, de reflujo cerrado
	2	Método Hach 8000, aprobado por USEPA
	3	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 5220 B. Método de Reflujo abierto
Fósforo	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 4500 P-J. Determinación simultánea de Nitrógeno y Fósforo total por persulfato
	2	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 4500 P-E. Método del Ácido Ascórbico
Hierro total	1	LEE-MET-504-VAL-11 v.02. Basado en SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3120 B. Método de Espectrofotometría de Emisión Atómica por plasma acoplado inductivamente (ICP-OES).
	2	EPA 200.8: 1997 Rev 5.4 Determinación de elementos traza en aguas y aguas residuales por Plasma de acoplamiento inductivo (ICP)-Espectrometría de masa.
	3	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3120 B. Método de Plasma de acoplamiento inductivo (ICP).
	4	ISO 17294-2:2023 Calidad de aguas — Aplicación de Espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) Parte 2: Determinación de elementos seleccionados, incluidos los isótopos de uranio.
	5	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3111 B Método de Espectrometría de absorción atómica de llama
Magnesio total	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3111 B Método de Espectrometría de absorción atómica de llama



Parámetro	Metodología (s) analítica (s)	
Matriz agua		
	2	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3120 B. Método de Espectrofotometría de Emisión Atómica por plasma acoplado inductivamente (ICP-OES).
Manganeso total	1	ISO 17294-2:2023 Calidad de aguas — Aplicación de Espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) Parte 2: Determinación de elementos seleccionados, incluidos los isótopos de uranio.
	2	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3120 B. Método de Plasma de acoplamiento inductivo (ICP).
	3	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3111 B. Método de espectrometría de absorción atómica de llama aire-acetileno.
Mercurio total	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3112 B. Determinación de metales en agua mediante espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CV-AAS)
	2	LADGA ITM17, basado en SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3112 B. Determinación de metales en agua mediante espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CV-AAS)
	3	ISO 17294-2:2023 Calidad de aguas — Aplicación de Espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) Parte 2: Determinación de elementos seleccionados, incluidos los isótopos de uranio.
Molibdeno total	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3111 D. Método de espectrometría de absorción atómica de llama de óxido nitroso-acetileno
	2	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3120 B. Método de Plasma de acoplamiento inductivo (ICP).
	3	ISO 17294-2:2023 Calidad de aguas — Aplicación de Espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) Parte 2: Determinación de elementos seleccionados, incluidos los isótopos de uranio.
	4	NCh 2313/25.Of.1997
N-Amonio	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 4500 NH ₃ -BD. Método de Electrodo selectivo de Amonio.
	2	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 4500-NH ₃ F. Método de Fenato
	3	Hach Método 8038, USEPA Approved
Níquel total	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3120 B. Método de Plasma de acoplamiento inductivo (ICP).
	2	ISO 17294-2:2023 Calidad de aguas — Aplicación de Espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) Parte 2: Determinación de elementos seleccionados, incluidos los isótopos de uranio.
	3	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3111 B. Método de espectrometría de absorción atómica de llama aire-acetileno.
Nitrato (N-NO ₃)	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 4500-NO ₃ D. Método del electrodo de Nitrato.
	2	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 4500-NO ₃ E. Método de Reducción de Cadmio.
	3	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 4500-NO ₃ B. Método de barrido espectrofotométrico ultravioleta.
	4	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 4110 B. Cromatografía iónica con supresión química del eluyente.
	5	Método Rodier, 1981. Espectroscopía de absorción molecular.



Parámetro	Metodología (s) analítica (s)	
Matriz agua		
Nitrito (N-NO ₂)	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 4500-NO ₂ C. Método cromatográfico de iones.
	2	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 4500-NO ₂ B. Método colorimétrico para N-NO ₂ .
	3	Método Hach 8048, aprobado por USEPA
Nitrógeno Total Kjeldahl	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 4500-Norg. B. Método Macro-Kjeldahl.
	2	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 4500-Norg. C. Método Semi-Micro-Kjeldahl
	3	NCh 2313/28.Of.2009
Nitrógeno Total	1	Cálculo expresado como: NT= N-NO ₃ +N-NO ₂ +NTK
	2	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 4500-N C. Método de Persulfato
	3	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. N orgánico: 4500-NorgC, 4500-NorgD + N inorgánico: 4500-N D.
Ortofósfato (P-PO ₄)	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 4500-P C. Método colorimétrico del ácido vanadomolibdofósfórico
	2	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 4110 B. Cromatografía iónica con supresión química de conductividad del eluyente
	3	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 4500-P D. Método del cloruro estañoso.
	4	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 4500-P E. Método del ácido ascórbico
Oxígeno disuelto	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 4500-O G. Método de electrodo de membrana
Plata total	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3120 B. Método de Espectrofotometría de Emisión Atómica por plasma acoplado inductivamente (ICP-OES). Previa filtración.
	2	ISO 17294-2:2023 Calidad de aguas — Aplicación de Espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) Parte 2: Determinación de elementos seleccionados, incluidos los isótopos de uranio.
	3	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3120 B. Método de Plasma de acoplamiento inductivo (ICP).
	4	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3111 B. Método de espectrometría de absorción atómica de llama aire-acetileno.
pH	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 4500-H ⁺ B. Método electrométrico
Plomo total	1	ISO 17294-2:2023 Calidad de aguas — Aplicación de Espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) Parte 2: Determinación de elementos seleccionados, incluidos los isótopos de uranio.
	2	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3120 B. Método de Plasma de acoplamiento inductivo (ICP).
	3	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3111 B. Método de espectrometría de absorción atómica de llama aire-acetileno.
	4	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3120 B. Método de Espectrofotometría de Emisión Atómica por plasma acoplado inductivamente (ICP-OES).
Potasio total	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3120 B. Método de Plasma de acoplamiento inductivo (ICP).



Parámetro	Metodología (s) analítica (s)	
Matriz agua		
Potencial Redox	1	ORP portátil pH/ORP con sensor de temperatura incorporado. Resolución 0,1 mV. Precisión +/- 0,2 mV
Sólidos sedimentables	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 2540 F. Método volumétrico
Sólidos Suspendidos Totales	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 2540 D. Método de secado a 103-105°C
Sulfato total	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 4110-B Determinación de Aniones por Cromatografía iónica
	2	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 4500 SO ₄ ⁻² -E. Método turbidimétrico
Turbidez	1	Medición con sensor de turbidez <i>in situ</i> . Rango 0-3000 NTU. Resolución 0,1(<400 NTU-1 (>400 NTU).
Zinc total	1	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3120 B. Método de Plasma de acoplamiento inductivo (ICP).
	2	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3120 B. Método de Espectrofotometría de Emisión Atómica por plasma acoplado inductivamente (ICP-OES).
	3	ISO 17294-2:2023 Calidad de aguas — Aplicación de Espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) Parte 2: Determinación de elementos seleccionados, incluidos los isótopos de uranio.
	4	SMEWW 23° Ed. APHA-WEF, 2017. Método 3111 B. Método de espectrometría de absorción atómica de llama aire-acetileno.
Matriz biológica		
Fauna íctica	USEPA (2002), Protocolos rápidos de bioevaluación (RBP) para su uso en arroyos y ríos vadeables: perifiton, macroinvertebrados bentónicos y peces. Segunda edición, u otro lineamiento definido por el MMA.	
Macroinvertebrados bentónicos	SMEWW 10500B, Macroinvertebrados Bentónicos, técnicas de muestreo. SMEWW 10500C. Macroinvertebrados Bentónicos, técnicas de procesamiento y análisis de muestras.	



Anexo 3: Metodologías para definición de año húmedo.

PROPUESTA PARA DETERMINAR AÑO HUMEDO O CONDICIÓN DE HUMEDAD EN BASE A ESTADÍSTICAS DE CAUDAL Y LLUVIAS.

1. Considerandos

- a) Que, de acuerdo al artículo 314 del Código de Aguas, la Dirección General de Aguas tiene la potestad exclusiva de calificar las épocas de extraordinaria sequía que habilitan la declaración de zonas de escasez y para ello se ha desarrollado e implementado toda una metodología basada en estadística probabilística, proveniente de estudios guiados por la Dirección General de Aguas.
- b) Que, para enfrentar esta problemática y actualizar los criterios usados para calificar las sequías, se realizó un amplio análisis de parte de la Dirección General de Aguas, incluyendo el “ESTUDIO DE PERFECCIONAMIENTO DE LAS CAPACIDADES DE LA DGA EN GESTIÓN DE CICLOS DE SEQUÍA Y ESCASEZ”, desarrollado por DICTUC S.A. en el año 2021.
- c) Que, en el año 2015, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) recomendó que, cada vez que comenzara una nueva década, los servicios meteorológicos de los países miembros de la institución deben actualizar las normales climáticas al período de 30 años más reciente, siendo el lapso 1991-2020 el que actualmente se utiliza.
- d) Que, producto de la actualización propuesta por la OMM con respecto a las normales climáticas, las condiciones de referencia para identificar la ocurrencia de sequías y/o condición húmeda también cambian, requiriéndose una revisión y ajuste del período de referencia para el cálculo de los índices de sequía/humedad.
- e) Que, toda la metodología desarrollada para determinar años de escasez puede ser usada de igual forma para determinar años húmedos, pues aplica un análisis similar, permitiendo categorizar y evaluar un período determinado de tiempo y/o condición particular.
- f) Que, para determinar años húmedos se puede usar lo que la Dirección General de Agua ya ha implementado en sus sistemas para determinar épocas de escasez, pero determinando nuevos umbrales asociados a dicha condición.

2. Conceptos básicos

Para efectos de la siguiente propuesta, particularmente para su interpretación y aplicación, se entenderá por:

Estación de referencia: Estación de precipitación, caudal o de registro de nivel de pozo utilizada para el cálculo de los índices estandarizados. Estas estaciones serán definidas como representativas de una o más comunas en el país, según los antecedentes climáticos y la experiencia de la Dirección General de Aguas, sin perjuicio de que una comuna sea representada por más de una estación de referencia. La calificación de condición húmeda para la comuna será efectuada según el valor de los índices estandarizados en la o las estaciones de referencia correspondientes.

Índices estandarizados de caudales y lluvias: Índices estadísticos (IPE e ICE) que caracterizan la magnitud de una condición de humedad mediante la desviación estandarizada de alguna variable hidrometeorológica para un cierto período de acumulación con respecto a la media estadística en dicho período. Esta desviación toma en cuenta la variabilidad natural de la variable mediante una



función de distribución de probabilidad seleccionada y que modela los datos brutos de dicha variable.

Período de acumulación: Período temporal continuo, en meses, para el cual se evalúan los distintos índices estandarizados. Para efectos de esta propuesta se seleccionarán períodos de acumulación de varios meses. El período de acumulación utilizado refleja la persistencia de la condición climática de un año húmedo.

Período de referencia: Período de tiempo de 30 años definido para el cálculo de las normales climáticas, y los parámetros estadísticos utilizados en el cálculo de los índices estandarizados de humedad. Este período de referencia se debe actualizar periódicamente para reflejar cambios de largo plazo en el clima.

3. Condiciones hidrometeorológicas para la calificación de año húmedo o condición húmeda

Según el informe elaborado por el DICTUC y titulado “ESTUDIO DE PERFECCIONAMIENTO DE LAS CAPACIDADES DE LA DGA EN GESTIÓN DE CICLOS DE SEQUÍA Y ESCASEZ”, la condición de año húmedo o condición de humedad se tendrá cuando el valor estimado de ICE e IPE sea mayor a 0.84, según se detalla el siguiente cuadro del estudio.

Rangos de IPE o ICE	Probabilidad de ocurrencia	Probabilidad acumulada	Calificación
≤ -2,05	0,020	0,020	Extremadamente seco
-2,05 a -1,28	0,080	0,100	Muy seco
-1,28 a -0,84	0,100	0,200	seco
-0,84 a 0,84	0,600	0,800	Normal
0,84 a 1,28	0,100	0,900	Húmedo
1,28 a 2,05	0,080	0,980	Muy húmedo
≥ 2,05	0,020	1,000	Extremadamente húmedo

En términos gruesos, bajo estas condiciones, en un periodo de 10 años, en promedio se tendrían 6 años normales, dos años secos y dos húmedos.

Con esta categoría es posible establecer un umbral para definir un año húmedo o condición húmeda para un período en particular. Asimismo, y como se definieron distintas consideraciones para cada región del país, con el fin de establecer una condición de escasez, se puede categorizar un año húmedo o condición húmeda para cada región.

Entre las regiones de Atacama y del Maule:

ICE: se analizarán los caudales acumulados de los últimos 6 meses (ICE6). Cuando los seis meses acumulados arrojen un valor sobre el umbral (0.84), se tendrá una condición húmeda.

IPE: se analizarán las lluvias acumuladas de los últimos 12 meses (IPE12). Cuando los doce meses acumulados arrojen un valor bajo el umbral (0.84), se tendrá una condición húmeda.

4. Cálculo de índices para la identificación y calificación de condiciones de humedad



a) Índices utilizados en la identificación y calificación de condiciones de condiciones de humedad

Los índices estandarizados para evaluar la condición húmeda serán los siguientes: Índice de Precipitación Estandarizado (IPE) e Índice de Caudales Estandarizado (ICE). Los referidos índices permiten verificar la condición de humedad para una determinada zona considerando precipitaciones y caudales.

b) Cálculo de los índices utilizados en la identificación y calificación de condiciones de humedad

El procedimiento de cálculo de índices estandarizados es el mismo para las distintas variables. El cálculo será efectuado por la División de Hidrología de la Dirección General de Aguas, usando las estaciones definidas por esta misma entidad. El procedimiento de cálculo de estos índices es de amplio conocimiento nacional e internacional, y es descrito en las referencias oficiales de la Organización Meteorológica Mundial. Los principales pasos en este procedimiento son:

- Recolección periódica (mensual) de información hidrometeorológica.
- Agregación según el período de referencia para cada región.
- Cálculo de la probabilidad de no excedencia del valor previamente calculado según el registro histórico de la variable, el cual está caracterizado por una distribución de probabilidades con sus respectivos parámetros.
- Obtención del valor de la variable normal estándar asociada a esta probabilidad de no excedencia. Este valor corresponde al valor del indicador.

Mayores detalles sobre este procedimiento de cálculo se encuentran en el estudio de la Dirección General de Aguas del año 2021 “ESTUDIO DE PERFECCIONAMIENTO DE LAS CAPACIDADES DE LA DGA EN GESTIÓN DE CICLOS DE SEQUÍA Y ESCASEZ”, desarrollado por DICTUC S.A. en el año 2021”.

c) Estaciones a utilizar en el cálculo de los índices para la identificación y calificación de condiciones de humedad

La División de Hidrología de la Dirección General de Aguas seleccionará las distintas estaciones de referencia de precipitación y caudales. Estas estaciones serán definidas como representativas de una o más zonas del país, según los antecedentes climáticos y la experiencia de la Dirección General de Aguas. Las estaciones seleccionadas deben cubrir, a lo menos, el período de registro 1991-2020, y en general, deberán contar con registros de 30 años o más.

Sin perjuicio de lo anterior, la Dirección General de Aguas podrá modificar la asignación de la(s) estación(es) con sus comunas, o podrá agregar estaciones en la medida que sus períodos de registro superan la extensión temporal identificada. Asimismo, la Dirección General de Aguas podrá considerar el uso de estaciones operadas por otras instituciones o entidades públicas o privadas, previa verificación y aseguramiento de la calidad de los datos reportados y longitud del registro.

