

INFORME DE CALIDAD

**“NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA
PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DE LA CUENCA DEL RÍO
MAIPO”**

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE



Enero 2019

Contenido

1. RESUMEN.....	3
2. INTRODUCCIÓN	4
2.1 Áreas de vigilancia, red de control y red de observación	5
3. OBJETIVO DEL INFORME DE CALIDAD	8
4. DESARROLLO DE INFORME DE CALIDAD AMBIENTAL	8
4.1 Información de Calidad Ambiental de la Red de Control	8
4.2 Evaluación de parámetros de la Norma de Calidad Ambiental de la Red de Control....	9
4.2.1 CLORURO.....	10
4.2.2 SULFATO.....	12
4.2.3 NITRATO	13
4.2.4 ORTOFOSFATO.....	14
4.2.5 DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO (DBO₅)	15
4.2.6 OXÍGENO DISUELTO.....	16
4.2.7 PH.....	17
4.2.8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....	19
4.2.9 ZINC DISUELTO	20
4.2.10 PLOMO DISUELTO	22
4.2.11 NÍQUEL DISUELTO	22
4.2.12 CROMO TOTAL	23
4.3 Reporte de monitoreo de la Red de Observación	24
4.3.1 RESULTADOS BIOLÓGICOS	26
4.4 Resultados Fisicoquímicos	31
5. CONCLUSIONES.....	40
7. REFERENCIAS.....	44

1. RESUMEN

En el contexto de la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente y mediante la promulgación del D.S. N° 53/2013 del Ministerio de Medio Ambiente, se establecen las Normas Secundarias de Calidad Ambiental (NSCA) para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Maipo, cuyo objetivo es conservar o preservar los ecosistemas hídricos y sus servicios ecosistémicos a través de la mantención y/o mejoramiento de la calidad de las aguas de la cuenca.

El presente informe de calidad, da cuenta de los parámetros considerados en la NSCA de la cuenca del río Maipo monitoreados por la Dirección General de Aguas (DGA) a través de la red de control, así como también las estaciones complementarias monitoreadas por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) en la red de observación. El periodo analizado da cuenta de las campañas de monitoreo comprendidas entre el 1 de enero del año 2015 hasta el 31 de diciembre del año 2017 y realizadas en el marco del seguimiento de los parámetros establecidos para cada una de las áreas de vigilancia definidas en la norma.

En el cumplimiento normativo de la NSCA de la cuenca del río Maipo se establece la evaluación para todas las áreas de vigilancia y los 12 parámetros normados: Oxígeno disuelto, Conductividad Eléctrica, pH, Cloruro, Sulfato, Demanda biológica de oxígeno, Nitrato, Ortofosfatos, Plomo disuelto, Níquel Disuelto, Zinc disuelto y Cromo Total, estableciendo condiciones de excedencia en base a dos criterios a) percentiles de cumplimiento que consideran la concentración de los distintos parámetros normados y b) si uno o más parámetros superan, al menos, en dos oportunidades consecutivas los límites establecidos estándares establecidos. Para determinar las excedencias anteriores se considerarán cuatro monitoreos al año, con representatividad estacional y con un periodo de tres años calendarios consecutivos (Artículo 7º, Condiciones de excedencia, D.S. 53/2013). De manera complementaria a lo establecido en el D.S. N°53/2013, el presente informe incorpora los resultados correspondientes al monitoreo de la Red de Observación de la NSCA la cuenca del río Maipo, la cual incluye parámetros y áreas de vigilancia complementarios a los señalados en la norma.

Por último, es importante destacar que este informe reporta el cumplimiento normativo según lo establecido en el Artículo 15 de la norma. Este Informe de Calidad tiene por objetivo divulgar el cumplimiento de las normas secundarias de calidad contenidas en el mencionado decreto.

2. INTRODUCCIÓN

El D.S. N°53/2013 que establece las Normas Secundarias de Calidad del Agua para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del río Maipo (en adelante, D.S. N°53/2013 MMA) fue publicado en el Diario Oficial con fecha 04 de julio de 2014, y define un total de once áreas de vigilancia con niveles de calidad específicos para cada una de ellas, respecto a los parámetros: pH, Conductividad Eléctrica (CE), Oxígeno Disuelto (OD), Cloruros (Cl), Sulfatos (SO₄), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅), Nitratos (NO₃), Ortofosfatos (P-PO₄), Plomo Disuelto (Pb), Níquel Disuelto (Ni), Zinc Disuelto (Zn) y Cromo Total(Cr).

En su Título VI, artículo 12°, establece que el control de estas normas deberá efectuarse de acuerdo a un Programa de Vigilancia, el cual será elaborado por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), con la colaboración del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), la Dirección General de Aguas (DGA) y el Servicio Agrícola Ganadero (SAG).

En este contexto, con fecha 06 de marzo del año 2018, la SMA, mediante Resolución Exenta N°271, rectificadora mediante Resolución Exenta N° 354/2018, 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 Maipo (en adelante Programa de Medición y Control de Calidad Ambiental, PMCCA).

A su vez en el artículo 7° del D.S. 53/2018 se establecen las condiciones de excedencia de la norma, indicando que “se considerarán sobrepasadas las NSCA cuando el percentil 95 de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas para un parámetro (Oxígeno disuelto, Conductividad Eléctrica, pH, Cloruro, Sulfato, Demanda biológica de oxígeno, Nitrato, Ortofosfato, Plomo disuelto, Níquel Disuelto, Zinc disuelto y Cromo Total), considerando un periodo de tres años calendarios consecutivos, supere los límites establecidos en la norma”. Con excepción de parámetros como Oxígeno Disuelto y pH, los cuales tienen diferentes condiciones de excedencia: para el control del Oxígeno Disuelto, “se considerarán sobrepasadas la NSCA cuando el percentil 5 de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas, para un periodo de tres años calendarios consecutivos, sea menor a los límites establecidos en la norma” y, en el caso del pH, “se considerarán sobrepasada la NSCA, cuando el percentil 5 y 95 de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas, considerando un periodo de tres años calendarios consecutivos, se encuentren fuera del rango establecido”. Del mismo modo establece que: “se consideraran sobrepasadas la NSCA, si uno o más parámetros superan en dos oportunidades consecutivas los límites establecidos en el artículo 5°”. Para determinar las excedencias anteriores se considerarán cuatro monitoreos al año, con representatividad estacional.

Asimismo, en el Artículo 15° del decreto se establece que será el Ministerio del Medio Ambiente con la colaboración de la Superintendencia del Medio Ambiente, la Dirección General de Aguas, elaborar un Informe de Calidad destinado a divulgar el cumplimiento de las normas secundarias de calidad de las aguas de la cuenca del río Maipo.

En el marco de la NSCA de la cuenca del río Maipo, el presente documento da cuenta del informe de calidad correspondiente al monitoreo comprendido entre el 1 de enero del año 2015 y el 31 de diciembre del año 2017.

2.1 Áreas de vigilancia, red de control y red de observación

El Programa de Medición y Control de Calidad Ambiental, PMCCA, está constituido por dos redes de medición: la Red oficial o Red de control, que permite evaluar el grado de cumplimiento de las normas establecidas en el D.S. N° 53/2013 MMA y; la Red de observación, que permite evaluar otras condiciones de la cuenca necesarias para la gestión de la calidad del agua y su ecosistema, en particular entregando información adicional para apoyar un nuevo proceso de revisión de las normas.

Para la Red de control se han establecido 11 áreas de vigilancia y niveles de calidad ambiental para 12 parámetros físicos y químicos, los cuales son monitoreados desde septiembre del año 2014 al presente año por la Dirección General de Aguas. Las áreas de vigilancia se distribuyen a través de distintos cauces de la cuenca del río Maipo y su distribución geográfica se describe a continuación:

Tabla N° 1. Estaciones Red de Control, NSCA cuenca río Maipo

Cauce	Código Área	Coordenadas UTM	
		Norte	Este
Río Maipo	MA - 1	6.253.669	389.123
	MA - 2	6.277.844	374.482
	MA - 3	6.276.367	349.200
	MA - 4	6.266.233	322.141
	MA - 5	6.260.741	265.650
Río Angostura	AN - 1	6.257.192	325.666
Río Mapocho	MP - 1	6.306.676	365.034
	MP - 2	6.271.315	316.634
Estero Lampa	LA - 1	6.298.707	330.082
Estero Puangue	PU - 1	6.302.738	299.385
	PU - 2	6.272.919	283.311

Fuente: Elaboración propia a partir D.S.53/2013 MMA

Los parámetros controlados en la Red Oficial de Control son los establecidos en el artículo 5°, Tabla N°2 del D.S. N°53/2013 MMA, cuya medición se realiza de forma mensual y corresponden a: Oxígeno Disuelto (mg/L), Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), pH, Cloruro(mg/L), Sulfato(mg/L), Demanda Biológica de Oxígeno(mg/L), Nitrato(mg/L), Ortofosfato(mg/L), Plomo Disuelto(mg/L), Níquel Disuelto(mg/L), Zinc Disuelto(mg/L), Cromo Total (mg/L).

Por otra parte, y con el objeto de complementar el análisis de los parámetros definidos en la NSCA de la cuenca del río Maipo, se incluyó en el informe los resultados de la Red de observación, que considera parámetros físicos, químicos y biológicos establecidos en el PMCCA¹ de la norma. La red de observación presenta puntos coincidentes con estaciones DGA de la Red de Control (ver Figura N°1) y en estaciones complementarias distribuidas en toda la cuenca del río Maipo, cuya ubicación se detalla a continuación:

¹ <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1116070>

Tabla N° 2. Estaciones Red de Observación, NSCA cuenca río Maipo

Cauce	Código Área	Coordenadas UTM	
		Norte	Este
Río Volcán	VOL – OBS	6.258.616	387.236
Río Yeso	YESO – OBS	6.260.844	386.146
Río Olivares	OL – OBS	6.294.856	394.602
Río Clarillo	CLAR 1– OBS	6.267.114	363.459
Río Clarillo	CLAR 2– OBS	6.275.845	348.814
Estero Arrayán	EA-OBS	6.311.257	364.173
Estero Yerba Loca	EYL-OBS	6.309.670	373.071
Río San Francisco	FRA – OBS	6.310.343	372.977
Río Molina	MOL-OBS	6.306.438	370.096
Estero Colina	ECO-OBS	6.327.363	347.582
Río Colorado	COL1-OBS	6.293.537	394.882
Río Colorado	COL2-OBS	6.293.537	373.148
Río Maipo	MA-1	6.253.669	389.123
Río Maipo	MA-2	6.277.844	374.482
Río Maipo	MA-2 OBS	6.265.905	379.767
Río Maipo	MA-3	6.276.367	349.200
Río Maipo	MA-3 OBS	6.281.734	361.823
Río Maipo	MA-4	6.266.233	322.141
Río Maipo	MA-5	6.260.741	265.650
Río Maipo	MA-5 OBS	6.265.497	289.204
Río Maipo	MA-6	6.275.690	258.841
Río Angostura	AN -1	6.257.192	325.666
Río Angostura	AN-1 OBS	6.251.722	337.181
Río Mapocho	MP–1	6.306. 676	365.034
Río Mapocho	MP–2	6.271. 315	316.634
Río Mapocho	MP–2.1 OBS	6.306. 994	357.994
Río Mapocho	MP–2.2 OBS	6.297.609	330.571
Río Mapocho	MP-2.3 OBS	6.286.259	328.280
Estero Puangue	PU-1	6.302.738	299.385
Estero Puangue	PU-1 OBS	6.318.119	299.624
Estero Puangue	PU-2	6.272.919	283.311
Estero Manzanito	MZ- 1 OBS	6.309.378	376.153
Río Lampa	LA-1	6.298.707	330.082

Fuente: elaboración propia a partir de PMCCA

Puntos de Muestreo
Red de Control y Red de Observación
NSCA Cuenca Río Maipo
 REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

Estaciones de Monitoreo

Red de control

Red de observación

Tramos de Monitoreo

Angostura 1
 Lampa
 Maipo 1
 Maipo 2
 Maipo 3
 Maipo 4
 Maipo 5
 Maipo 6
 Mapocho 1
 Mapocho 2
 Puangue 1
 Puangue 2
 CLAR obs
 COL obs
 EA obs
 ECO obs
 EYL obs
 FRA obs
 MOL obs
 OL obs
 VOL obs
 YESO obs

MA-6
 MA-5
 MA-4
 MA-3
 MA-2
 MA-1
 AN-1
 MP-2
 MP-2.2
 MP-2.3
 MP-1
 MP-2.1
 PU-1
 PU-2
 PU-1 obs
 ECO obs
 EA obs
 EYL obs
 FRA obs
 MOL obs
 OL obs
 COL obs
 YESO obs
 VOL obs

Informe de Calidad - NSCA Cuenca río Maipo

3. OBJETIVO DEL INFORME DE CALIDAD

Analizar los niveles de calidad ambiental en las áreas de vigilancia establecidas en el D.S. N° 53/2013 MMA durante el período comprendido entre el 1 de enero del año 2015 al 31 de diciembre del año 2017, con el objeto de verificar el cumplimiento del artículo 7° de la norma secundaria de calidad ambiental de la cuenca del río Maipo.

4. DESARROLLO DE INFORME DE CALIDAD AMBIENTAL

El análisis realizado incluye información de monitoreo para el periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2015 y el 31 de diciembre del año 2017, correspondiente a los resultados de la red de control monitoreada por la Dirección General de Aguas (DGA). A su vez, estos datos fueron validados por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) en diciembre del año 2018, mediante el primer Informe Técnico de Cumplimiento de las Normas de Calidad del río Maipo, el cual se encuentra publicado en el expediente DFZ-2018-2854-XIII-NC- del Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental² (SNIFA) (en adelante Informe técnico de cumplimiento de la SMA), obteniendo así una base de datos validada que permite evaluar el cumplimiento de la NSCA de la cuenca del río Maipo.

Cabe destacar que la Dirección General de Aguas fue el organismo técnico encargado de monitorear y remitir la información sobre las mediciones efectuadas tanto a la SMA como al Ministerio del Medio Ambiente. La información otorgada por la DGA generó una base de datos con monitoreos mensuales durante un periodo comprendido entre el 1 de septiembre del año 2014 y el 31 de diciembre 2017.

4.1 Información de Calidad Ambiental de la Red de Control

Como se señaló anteriormente, la validación de los datos de monitoreo realizada por la Superintendencia del Medio Ambiente permitió obtener la información necesaria para realizar este informe y evaluar el cumplimiento de la norma. Los criterios 5 técnicos utilizados por la SMA en la validación de los datos se describen a continuación:

- a) Si el resultado de un parámetro es menor al límite de detección (LD), los datos serán validados en base a lo siguiente:
 - Si $LD \geq$ al 80% del límite normativo, se considerará que el resultado corresponde a un valor no válido para efectos de la evaluación de cumplimiento.
 - Si $LD <$ 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.
- b) Para los parámetros que corresponden a la suma de sus fracciones orgánicas, inorgánicas o disueltas, 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.

² <http://snifa.sma.gob.cl/v2/Fiscalizacion/Ficha/1041410>

- c) Sólo se considerarán válidos los datos obtenidos en campañas de monitoreo realizadas conforme a la representatividad estacional establecida en el artículo 7° del D.S. N° 53/2013 MMA. Se exceptúa de lo anterior, aquellos casos donde 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 8° del mismo Decreto.
- d) Obtención de resultados de los parámetros normados utilizando las metodologías de ensayo establecidas en los artículos 9° y 10° del D.S. N° 53/2013 MMA.
- e) Validación de los resultados obtenidos acorde a diversos criterios de representatividad, es decir, tiempos de preservación, límites de detección acorde a las consideraciones existentes respecto de los límites normativos, etc.

De acuerdo a las definiciones establecidas en el D.S. N° 53/2013 MMA y en la Resolución Exenta N°271/2018 correspondiente al Programa de Medición y Control de Calidad Ambiental, para determinar las excedencias de la NSCA se deben considerar cuatro monitoreos al año, con una representatividad estacional de doce datos para evaluar excedencia de percentil. De esta forma, la estacionalidad comprendida por trimestre calendario queda establecida de la siguiente manera:

Estación	Meses
Verano	Enero - Febrero – Marzo
Otoño	Abril - Mayo – Junio
Invierno	Julio - Agosto – Septiembre
Primavera	Octubre - Noviembre - Diciembre

4.2 Evaluación de parámetros de la Norma de Calidad Ambiental de la Red de Control

El Artículo 5° de la norma secundaria de calidad ambiental indica que para la protección de la calidad de las aguas de la cuenca del río Maipo es necesario mantener los siguientes niveles de calidad para cada parámetro y para cada una de las áreas de vigilancia (Tabla N°3):

Tabla N° 3 Niveles de Calidad por Área de Vigilancia en la cuenca del río Maipo (D.S. N°53/2013 MMA)

Parámetro	Unidad	MA1	MA2	MA3	MA4	MA5	MP1	MP2	AN1	LA1	PU1	PU2
OD	mg/L	8	8	8	8	6	8	6	6	5	8	5
Ce	us/cm	1900	1900	1900	1600	1600	400	1600	1600	1900	400	1750
pH	...	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,7
Cl	mg/L	300	240	240	180	180	30	240	180	240	30	240
SO ₄	mg/L	430	380	380	380	380	150	380	380	480	150	380
DBO	mg/L	8	8	8	8	8	5	10	10	10	5	10
NO ₃	mg/L	0,5	0,5	0,5	4	8	1,5	10	4	4	1,5	10
PO ₄	mg/L	0,08	0,08	0,08	0,15	1	0,08	2,5	0,15	0,6	0,6	2,5
Pb	mg/L	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007

Parámetro	Unidad	MA1	MA2	MA3	MA4	MA5	MP1	MP2	AN1	LA1	PU1	PU2
Ni	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Zn	mg/L	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Cr	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Fuente: elaboración propia a partir D.S.53/2013 MMA

El análisis que se presenta corresponde a las condiciones de excedencia para cada parámetro y área de vigilancia establecida en el D.S.53/2013 y de acuerdo a los criterios indicados en el Artículo 7° del mismo decreto.

Es importante destacar que para la obtención de los promedios trimestrales que definen la representatividad estacional establecida en la norma, se utilizó redondeo del resultado al número de cifras significativas reportadas por el método analítico cada parámetro establecido en la Tabla N°2 del artículo 5° de la NSCA.

A continuación, se analiza el cumplimiento normativo para cada uno de los parámetros físico-químicos establecidos en el D.S. 53/2018 del MMA considerando los dos criterios de excedencia definidos por la normas, es decir, a) si uno o más parámetros superan, al menos, en dos oportunidades consecutivas los límites establecidos estándares establecidos, y b) excedencia considerando percentiles de cumplimiento para los distintos parámetros normados

4.2.1 Cloruro

De la Tabla N° 4, se muestran cuatro monitoreos anuales con representatividad estacional del periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2015 hasta el 31 de diciembre del año 2017.


- En relación al criterio de excedencia de superación de, al menos, en dos oportunidades consecutivas de los límites establecidos en el artículo 5º, se puede observar que para las áreas de vigilancia MA-2 y MA-5, durante el año 2015, ocurrió superación del valor norma de concentración de Cloruro de forma consecutiva en tres oportunidades: verano, otoño e invierno. A su vez, en las áreas de vigilancia de las estaciones MA-3, LA-1 y PU-2 para el mismo año 2015, la concentración de Cloruro es superior al valor norma de forma consecutiva en dos oportunidades, otoño e invierno. Para el área de vigilancia MA-1 la concentración de cloruro fue superior al valor norma de forma consecutiva en otoño e invierno del año 2016.

Tabla N°4. Resultados representativos del parámetro Cloruro (mg/L) en las áreas de vigilancia durante el periodo estacional año 2015-2017

Área de vigilancia	Verano 2015	Otoño 2015	Invierno 2015	Primavera 2015	Verano 2016	Otoño 2016	Invierno 2016	Primavera 2016	Verano 2017	Otoño 2017	Invierno 2017	Primavera 2017	Valor Norma
MA-1	281	229	149	167	200	311	372	222	203	241	170	216	300
MA-2	278	293	343	178	144	209	265	198	141	229	222	142	240
MA-3	135	263	507	162	124	170	217	130	105	164	199	128	240
MA-4	142	179	188	128	121	143	165	122	118	156	162	107	180
MA-5	195	204	220	138	153	159	173	160	148	170	170	160	180
MP-1	9	26	39	9	9	12	18	9	6	17	60	9	30
MP-2	169	214	228	136	149	174	203	154	159	176	177	158	240
AN-1	148	164	155	100	129	121	115	128	130	121	110	125	180
LA-1	197	248	262	129	148	163	183	70	155	148	137	126	240
PU-1	SM	SM	3	3	SM	SM	SM	SM	SM	SM	0,4	8	30
PU-2	223	260	512	181	188	192	204	182	191	196	207	181	240

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en diciembre 2018.

SM: Sin medición.

En nivel de saturación 

- En relación al criterio de excedencia relacionado al percentil 95 de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas y la comparación de esta concentración ambiental con el valor norma, se obtiene que las concentraciones de Cloruro superan el valor normado en las áreas de vigilancia MA-1, MA-2, MA-3, MA-5, MP-1, LA-1, PU-2. Mientras que en las áreas de vigilancia MA-4, AN-1 y MP-2 se mantuvieron bajo la norma, pero en un nivel de latencia³ que supera el 80% de la norma (99%,91% y 95% respectivamente).

El área de vigilancia PU-1 fue evaluada debido a la ausencia de agua en el cauce para el punto de muestreo (Informe técnico SMA 2018 a partir de Informes DGA), esto se repite para los otros 12 parámetros establecidos en la NSCA para este punto (Tabla N°5).

3 Zona Latente: aquella en que la medición de la concentración de contaminantes en el aire, agua o suelo, se sitúa entre el 80% y el 100% del valor de la respectiva norma de calidad ambiental. Artículo 2, letras t) y u) de la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente

Tabla N°5. Resultado del monitoreo de Cloruro (mg/L) en las áreas de vigilancia durante el período 2015-2017.

Criterio de Superación NSCA	Periodo Monitoreo	MA-1	MA-2	MA-3	MA-4	MA-5	MP-1	MP-2	AN-1	LA-1	PU-1	PU-2
Percentil 95	2015-2017	311	293	263	179	204	39	214	155	248	NPA	260
	Valor Norma	300	240	240	180	180	30	240	180	240	30	240

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en diciembre 2018.

NPA: No permite análisis.

Valor Norma Saturación Latencia

4.2.2 Sulfato

La Tabla N°6 muestra cuatro monitoreos anuales con representatividad estacional del periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2015 hasta el 31 de diciembre del año 2017, con excepción del promedio trimestral correspondiente a primavera del año 2015 donde la cantidad de resultados necesarios para realizar la evaluación fue insuficiente.


- En relación al criterio de excedencia de superación de, al menos en dos oportunidades consecutivas, los límites establecidos en la norma, es posible determinar que para las áreas de vigilancia MA- 2 y PU-2 durante el año 2015 la concentración de Sulfato superó en dos oportunidades consecutivas el valor norma, para MA-2 periodo verano – otoño 2015 y PU-2 periodo verano-otoño 2015.
- En relación a la evaluación del percentil 95, no fue realizada puesto que la data validada por la SMA no permite contar con la cantidad de resultados necesarios para su evaluación.

Tabla N°6. Resultados representativos del parámetro Sulfato (mg/L) en las áreas de vigilancia durante el periodo estacional año 2015-2017

Área de vigilancia	Verano 2015	Otoño 2015	Invierno 2015	Primavera 2015	Verano 2016	Otoño 2016	Invierno 2016	Primavera 2016	Verano 2017	Otoño 2017	Invierno 2017	Primavera 2017	Valor Norma
MA-1	379	246	162	SM	355	295	259	279	352	363	203	311	430
MA-2	386	442	356	SM	315	241	285	252	358	438	348	289	380
MA-3	301	437	380	SM	333	239	293	261	328	316	334	300	380
MA-4	314	349	324	SM	293	232	267	240	321	347	346	225	380
MA-5	375	436	353	SM	328	247	275	257	300	351	276	258	380
MP-1	127	130	53	SM	133	51	31	42	154	91	55	95	150
MP-2	311	291	319	SM	264	260	297	224	298	351	322	245	380
AN-1	340	267	291	SM	292	170	225	246	335	320	327	227	380
LA-1	402	450	384	SM	324	292	248	131	318	344	241	302	480
PU-1	SM	SM	32	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	31	56	150
PU-2	387	386	377	SM	339	271	286	263	316	358	350	277	380

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en diciembre 2018.

SM: Sin Medición.

Nivel de saturación 

4.2.3 Nitrato

La Tabla N°7 corresponde al reporte de cuatro monitoreos anuales con representatividad estacional para el periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2015 hasta el 31 de diciembre del año 2017.

- En relación a la superación de, al menos, en dos oportunidades consecutivas de los límites establecidos en la norma, se obtiene que para el año 2017 en el área de vigilancia MA-3 la norma de concentración de Nitrato se superó en dos oportunidades consecutiva durante las estaciones de verano - otoño.


Debido a la ausencia de datos, el área de vigilancia PU-1 no fue evaluada en el periodo 2015 a 2017. Lo anterior, debido a la ausencia de agua en el punto de muestreo. No obstante, con la escasa información de monitoreo disponible para el año 2015 una evaluación referencial muestra que se superan en forma consecutiva los valores norma para el periodo estacional de invierno y primavera.

Tabla N°7. Resultados representativos del parámetro Nitrato (mg/L) en las áreas de vigilancia durante el periodo estacional año 2015-2017

Área de vigilancia	Verano 2015	Otoño 2015	Invierno 2015	Primavera 2015	Verano 2016	Otoño 2016	Invierno 2016	Primavera 2016	Verano 2017	Otoño 2017	Invierno 2017	Primavera 2017	Valor Norma
MA-1	0,4	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,5
MA-2	0,5	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	2,9	0,3	0,3	0,2	0,5
MA-3	0,6	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	2,9	0,7	0,3	0,2	0,5
MA-4	6	2	2	1	1	1	2	1	3	2	2	2	4
MA-5	5	8	6	6	5	6	6	5	5	6	7	6	8
MP-1	0,3	0,4	0,9	0,4	0,4	0,7	0,8	0,6	0,4	0,8	0,7	0,4	1,5
MP-2	10	8	5	12	5	5	5	3	7	7	5	5	10
AN-1	7	3	3	5	2	2	4	3	3	4	3	5	4
LA-1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	2	4
PU-1	SM	SM	1,7	1,8	SM	SM	SM	SM	SM	SM	0,4	0,01	1,5
PU-2	9	12	10	9	9	10	9	9	12	9	9	10	10

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en diciembre 2018.

SM: Sin Medición de datos.

En nivel de saturación 

- En relación a la evaluación del criterio percentil 95 de las concentraciones de Nitrato del periodo entre los años 2015 y 2017, se superó la normativa en nivel de saturación para nitrato en las áreas de vigilancia MA-3, AN-1 y PU-2. Mientras que en el área de vigilancia MP-2, MA-2, MA-4 y

MA-5 se mantuvo bajo el nivel normado, pero en un nivel que supera el 80% del valor de la norma (>90%).

Tabla N°8. Resultado del monitoreo de Nitrato (mg/L) en las áreas de vigilancia durante el período 2015-2017.

Criterio de Superación	Periodo Monitoreo	MA1	MA2	MA3	MA4	MA5	MP1	MP2	AN1	LA1	PU1	PU2
Percentil 95	2015-2017	0,4	0,5	0,7	3	7	0,8	10	5	2	NPA	12
	Valor Norma	0,5	0,5	0,5	4	8	1,5	10	4	4	1,5	10

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en diciembre 2018.

NPA: No permite análisis.

Valor Norma Saturación Latencia

4.2.4 Ortofosfato

La Tabla N°9 muestra los resultados de promedios trimestrales por año, para el periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2015 y el 31 de diciembre del año 2017 (Tablas N°9 y 10).

- En relación a la superación de la norma de manera consecutiva, se observa que en el área de vigilancia AN-1 se supera la norma durante el año 2015, la concentración de Ortofosfato superó al valor normativo de forma consecutiva en dos oportunidades durante el periodo de verano y otoño.

En la evaluación del área de vigilancia PU-1 y considerando la falta de información por ausencia de agua en el punto de muestreo, el análisis de los datos escasos existentes muestra que esta área cumple las concentraciones normadas para ortofosfato.

Tabla N°9. Resultados representativos del parámetro Ortofosfato (mg/L) en las áreas de vigilancia durante el periodo estacional año 2015-2017

Área de vigilancia	Verano 2015	Otoño 2015	Invierno 2015	Primavera 2015	Verano 2016	Otoño 2016	Invierno 2016	Primavera 2016	Verano 2017	Otoño 2017	Invierno 2017	Primavera 2017	Valor Norma
MA-1	0,03	0,01	0,004	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,08
MA-2	0,02	0,004	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,005	0,01	0,08
MA-3	0,03	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	0,02	0,08
MA-4	0,09	0,11	0,06	0,02	0,05	0,03	0,06	0,05	0,09	0,04	0,04	0,05	0,15
MA-5	0,3	0,5	0,4	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	1
MP-1	0,01	0,004	0,03	0,01	0,01	0,04	0,02	0,003	0,01	0,01	0,02	0,01	0,08
MP-2	0,4	0,6	0,8	0,7	0,5	0,8	0,8	0,8	1,2	0,9	1	0,8	2,5
AN-1	0,19	0,21	0,15	0,08	0,11	0,07	0,11	0,09	0,17	0,1	0,1	0,28	0,15

Área de vigilancia	Verano 2015	Otoño 2015	Invierno 2015	Primavera 2015	Verano 2016	Otoño 2016	Invierno 2016	Primavera 2016	Verano 2017	Otoño 2017	Invierno 2017	Primavera 2017	Valor Norma
LA-1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1	0,3	0,2	0,2	0,3	0,6
PU-1	SM	SM	0,02	0,01	SM	SM	SM	SM	SM	SM	0,003	0,01	0,6
PU-2	0,4	0,8	1,0	0,4	0,6	0,7	0,8	0,6	0,8	0,7	0,6	0,7	2,5

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en diciembre 2018.

SM: Sin Medición de datos.

En nivel de saturación

- Al evaluar el percentil 95 de la concentración de Ortofosfato, el área de vigilancia AN-1 muestra superación de la normativa en nivel de saturación durante el periodo 2015 a 2017 (tabla N°10).

Tabla N°10. Resultado del monitoreo de Ortofosfato (mg/L) en las áreas de vigilancia durante el período 2015-2017

Criterio de Superación	Período Monitoreo	MA1	MA2	MA3	MA4	MA5	MP1	MP2	AN1	LA1	PU1	PU2
Percentil 95	2015-2017	0,02	0,02	0,03	0,09	0,4	0,03	1,0	0,21	0,3	NPA	0,8
	Valor Norma	0,08	0,08	0,08	0,15	1	0,08	2,5	0,15	0,6	0,6	2,5

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en diciembre 2018.

NPA: No permite análisis.

Valor Norma Saturación Latencia

4.2.5 Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅)

La Tabla N°11 muestra los resultados de promedios de monitoreos con representatividad estacional para el periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2015 y el 31 de diciembre del año 2017. Producto del análisis de validez de datos realizado por la SMA reportado en Informe Técnico de Cumplimiento (diciembre del año 2018), este parámetro presenta una baja representatividad de mediciones ya que las muestras superaron el tiempo de preservación definido para la técnica analítica aplicada.

- En relación a la superación de los límites de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅) establecidos en la norma de forma consecutiva, no se observan incumplimientos normativos empleando este criterio
- Por otro lado, no fue posible evaluar el percentil 95 durante el periodo mencionado anteriormente, debido a la baja cantidad de datos válidos con que se cuenta (Tabla N°11).

Tabla N°11. Resultados representativos del parámetro Demanda Biológica de Oxígeno (mg/L) en las áreas de vigilancia durante el periodo estacional año 2015-2017

Área de vigilancia	Verano 2015	Otoño 2015	Invierno 2015	Primavera 2015	Verano 2016	Otoño 2016	Invierno 2016	Primavera 2016	Verano 2017	Otoño 2017	Invierno 2017	Primavera 2017	Valor Norma
MA-1	SM	DI	DI	DI	DI	2	2	2	2	3	2	2	8
MA-2	SM	DI	DI	DI	DI	4	2	2	2	2	2	2	8
MA-3	SM	DI	DI	DI	DI	2	2	2	2	2	2	2	8
MA-4	SM	DI	DI	DI	DI	2	2	3	2	2	2	2	8
MA-5	SM	DI	DI	4	DI	2	5	3	4	3	3	2	8
MP-1	SM	DI	DI	DI	DI	3	3	2	8	2	2	2	5
MP-2	SM	DI	DI	DI	DI	6	6	4	2	3	3	2	10
AN-1	SM	SM	SM	SM	SM	2	2	2	2	2	2	2	10
LA-1	SM	DI	DI	DI	DI	3	4	3	7	2	2	2	10
PU-1	SM	SM	DI	DI	SM	SM	SM	SM	SM	SM	3	2	5
PU-2	SM	DI	DI	8	DI	4	9	7	6	3	3	2	10

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en diciembre 2018.

SM: Sin Medición de datos.

DI: Dato invalidado.

4.2.6 Oxígeno Disuelto

De la Tabla N° 12 es posible visualizar los resultados de promedios de monitoreos estacionales para el periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2015 y el 31 de diciembre del año 2017.

- En relación al criterio de superación de los límites establecidos para el Oxígeno Disuelto al menos en dos oportunidades consecutivas, se obtiene que en el área de vigilancia MA-4 se supera la norma en primavera del año 2016, verano del año 2017 y otoño del mismo año, para el área de vigilancia PU-1 ocurre la misma condición en invierno y primavera del año 2017.

Tabla N°12. Resultados representativos del parámetro Oxígeno Disuelto (mg/L) en las áreas de vigilancia durante el periodo estacional año 2015-2017

Área de vigilancia	Verano 2015	Otoño 2015	Invierno 2015	Primavera 2015	Verano 2016	Otoño 2016	Invierno 2016	Primavera 2016	Verano 2017	Otoño 2017	Invierno 2017	Primavera 2017	Valor Norma
MA-1	8	9	9	8	10	9	10	9	9	9	8	9	8
MA-2	9	10	11	9	11	10	11	9	8	9	10	9	8
MA-3	9	10	11	8	10	10	10	9	8	9	9	7	8
MA-4	8	8	10	8	9	10	9	7	7	8	8	7	8
MA-5	7	10	8	7	8	8	8	8	8	7	7	7	6

Área de vigilancia	Verano 2015	Otoño 2015	Invierno 2015	Primavera 2015	Verano 2016	Otoño 2016	Invierno 2016	Primavera 2016	Verano 2017	Otoño 2017	Invierno 2017	Primavera 2017	Valor Norma
MP-1	9	10	11	9	8	11	10	10	9	10	9	9	8
MP-2	9	9	9	6	7	7	7	7	6	7	7	7	6
AN-1	7	8	9	7	8	8	9	8	7	8	8	7	6
LA-1	5	8	8	5	5	7	8	6	5	6	7	6	5
PU-1	SM	SM	11	8	SM	SM	SM	SM	SM	SM	6	7	8
PU-2	7	6	7	6	8	6	8	6	6	7	7	7	5

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en diciembre 2018.

SM: Sin Medición de datos

Nivel de saturación

- Para el control del oxígeno disuelto, se considerarán sobrepasadas las normas, cuando el percentil 5 de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas sea menor a los límites establecidos. Bajo esta condición de excedencia, en las áreas de vigilancia MA-3, MA-4 y LA-1 se observa incumplimiento normativo al nivel de saturación por poseer concentraciones menores al límite normado. Mientras que para las otras áreas de vigilancia presentan concentraciones de latencia encontrándose entre el 100% y 120% respecto al límite normativo.

Tabla N°13. Resultado del monitoreo de Oxígeno (mg/L) en las áreas de vigilancia durante el período 2015-2017.

Criterio de Superación	Periodo Monitoreo	MA1	MA2	MA3	MA4	MA5	MP1	MP2	AN1	LA1	PU1	PU2
Percentil 5	2015-2017	8	8	7	7	7	8	6	7	5	NPA	6
	Valor Norma	8	8	8	8	6	8	6	6	5	8	5

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en diciembre 2018.

NPA: No permite análisis.

Valor Norma Saturación Latencia

4.2.7 pH

De la Tabla N° 14 es posible visualizar resultados de promedios de monitoreos trimestrales para el periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2015 y el 31 de diciembre del año 2017.

- En la evaluación de cumplimiento consecutivo de los promedios trimestrales del parámetro pH no se observan incumplimientos normativos.

Tabla N°14. Resultados representativos del parámetro pH en las áreas de vigilancia durante el periodo estacional año 2015-2017

Área de vigilancia	Verano 2015	Otoño 2015	Invierno 2015	Primavera 2015	Verano 2016	Otoño 2016	Invierno 2016	Primavera 2016	Verano 2017	Otoño 2017	Invierno 2017	Primavera 2017	Valor Norma
MA-1	8,2	8,3	8,5	8,2	7,7	8,1	8,3	8,6	9,2	7,8	8,5	9,2	6,5 – 8,7
MA-2	8,2	8,5	8,6	8,2	7,8	8,4	8	8,5	9,1	8,2	8,6	9	6,5 – 8,7
MA-3	7,9	8,8	8,5	8,1	7,5	8,1	8,3	8,4	8,9	8,5	8,5	9,1	6,5 – 8,7
MA-4	8,2	8,1	8,2	7,8	7,9	7,9	8,3	8,1	8,7	8,5	8,3	9,3	6,5 – 8,7
MA-5	7,6	8,3	7,9	7,6	7,8	7,7	8,1	8,2	8,7	8,0	8,1	8,5	6,5 – 8,7
MP-1	6,5	8,3	8,0	7,3	6,4	7,5	8,2	8,3	7,9	7,9	8,5	9,3	6,5 – 8,7
MP-2	7,7	8,1	8,0	7,3	7,6	7,9	8,0	8,0	8,3	8,2	7,9	9,4	6,5 – 8,7
AN-1	7,4	7,9	8,0	7,5	7,5	7,7	7,9	8,0	8,5	8,4	8,2	8,5	6,5 – 8,7
LA-1	7,6	8,0	7,6	7,6	7,7	7,7	7,9	7,9	8,2	8,0	7,9	8,5	6,5 – 8,7
PU-1	SM	SM	7,9	8,1	SM	SM	SM	SM	SM	SM	8,4	8,6	6,5 – 8,7
PU-2	7,8	7,9	8,0	7,6	7,5	7,5	7,8	8,0	8,4	7,8	7,9	8,4	6,5 – 8,7

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en diciembre 2018.

SM: Sin Medición de datos

- En el caso del control de pH, se considerarán sobrepasadas las normas secundarias de calidad ambiental, cuando el percentil 5 y 95 de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas, considerando un periodo de tres años calendarios consecutivos, se encuentren fuera del rango establecido en el D.S. 53/2013. En este caso, todas las áreas se encuentran dentro del rango normativo dado que se requiere la superación de ambos límites. Sin embargo, al analizar la información se obtienen límites superiores (correspondiente al percentil 95) que superan al valor normado. Sin embargo, en su límite inferior (correspondiente al percentil 5) se observaron valores dentro del rango normado. La situación antes descrita se presenta en las áreas de vigilancia MA-1, MA-2 y MA-3 y de forma inversa se constató en el área de vigilancia MP-1 (Tabla N°15).

Tabla N°15. Resultado del monitoreo pH en las áreas de vigilancia durante el período 2015-2017.

Área de Vigilancia	Percentil 5 (límite inferior)	Percentil 95 (límite superior)	Valor Normado pH
MA1	7,7	9,2	6,5 - 8,7
MA2	7,8	9,0	6,5 - 8,7
MA3	7,5	8,9	6,5 - 8,7
MA4	7,8	8,7	6,5 - 8,7
MA5	7,6	8,5	6,5 - 8,7
MP1	6,4	8,5	6,5 - 8,7
MP2	7,3	8,3	6,5 - 8,7
AN1	7,4	8,5	6,5 - 8,7
LA1	7,5	8,2	6,5 - 8,7
PU2	7,5	8,4	6,5 - 8,7

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en diciembre 2018.

Valor Norma Saturación Latencia

Tabla N°16. Resultado del monitoreo de pH en las áreas de vigilancia durante el período 2015-2017.

Criterio de Superación	Periodo Monitoreo	MA1	MA2	MA3	MA4	MA5	MP1	MP2	AN1	LA1	PU1	PU2
Percentil 5 y 95	2015-2017	7,7-9,2	7,8-9,0	7,5-8,9	7,8-8,7	7,6-8,3	6,4-8,5	7,3 -8,3	7,4-8,5	7,6-8,2	NPA	7,5-8,2
	Valor Norma	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,7

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en diciembre 2018.

NPA: No permite análisis.

Valor Norma Saturación Latencia

4.2.8 Conductividad Eléctrica

La Tabla N° 17 muestra los resultados de promedios trimestrales con representatividad estacional del periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2015 y el 31 de diciembre del año 2017.

- En el análisis de superación de los promedios de conductividad eléctrica de forma consecutiva se evidencian incumplimientos normativos en las áreas de vigilancia MA-2, MA-5 y PU-2.

Tabla N°17. Resultados representativos del parámetro Conductividad eléctrica (uS/cm) en las áreas de vigilancia durante el periodo estacional año 2015-2017

Área de vigilancia	Verano 2015	Otoño 2015	Invierno 2015	Primavera 2015	Verano 2016	Otoño 2016	Invierno 2016	Primavera 2016	Verano 2017	Otoño 2017	Invierno 2017	Primavera 2017	Valor Norma
MA-1	1674	1393	948	931	1448	1748	1852	1298	1542	1492	1121	1413	1900
MA-2	1428	1910	1982	1158	1209	1411	1435	1119	1308	1605	1553	1178	1900
MA-3	1139	1817	1869	1176	1159	1305	1408	1016	1146	1338	1486	1143	1900
MA-4	1314	1449	1387	1018	1183	1339	1313	1149	1276	1386	1323	1127	1600
MA-5	1509	1660	1667	1187	1415	1361	1366	1322	1418	1465	1451	1430	1600
MP-1	358	382	280	160	341	267	179	236	353	280	208	225	400
MP-2	1475	1554	1642	1152	1370	1609	1556	1287	1490	1536	1499	1386	1600
AN-1	1342	1142	1283	846	1290	1143	1109	1153	1373	1274	1183	1087	1600
LA-1	1755	1994	1505	1057	1484	1313	1392	957	1508	1300	1212	1242	1900
PU-1	SM	SM	289	264	SM	SM	SM	SM	SM	SM	294	310	400
PU-2	1751	1929	1978	1355	1632	1537	1563	1475	1685	1621	1645	1564	1750

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en diciembre 2018.

SM: Sin Medición de datos

En nivel de saturación

- Al analizar el percentil 95 de los datos para el periodo de evaluación, las áreas de vigilancia MA-2, MA-5, MP-2 y PU-2 presentan superación del límite normado (en nivel de saturación), mientras que las áreas de vigilancia MA-1, MA-3, MA-4, MP-1, AN-1 y LA-1 se encuentran entre el 80% y 100% del valor normado, correspondiente a latencia (tabla N°18).

Tabla N°18. Resultado del monitoreo de Conductividad Eléctrica (uS/cm) en las áreas de vigilancia durante el periodo 2015-2017.

Criterio de Superación	Periodo Monitoreo	MA1	MA2	MA3	MA4	MA5	MP1	MP2	AN1	LA1	PU1	PU2
Percentil 95	2015-2017	1748	1910	1817	1387	1660	358	1609	1342	1755	NPA	1929
	Valor Norma	1900	1900	1900	1600	1600	400	1600	1600	1900	400	1750

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en diciembre 2018.

NPA: No permite análisis.

Valor Norma Saturación Latencia

4.2.9 Zinc disuelto

La Tabla N° 19 muestra los resultados de promedios trimestrales del periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2015 y el 31 de diciembre del año 2017.

- En el análisis de superación de los promedios de Zinc de forma consecutiva, se constata la existencia de incumplimiento normativo en el área de vigilancia MP-1 para los años 2015, 2016 y 2017.

Tabla N°19. Resultados representativos del parámetro Zinc Disuelto (mg/L) en las áreas de vigilancia durante el periodo estacional año 2015-2017.

Área de vigilancia	Verano 2015	Otoño 2015	Invierno 2015	Primavera 2015	Verano 2016	Otoño 2016	Invierno 2016	Primavera 2016	Verano 2017	Otoño 2017	Invierno 2017	Primavera 2017	Valor Norma
MA-1	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03
MA-2	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03
MA-3	0,07	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	0,01	0,03
MA-4	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,05	0,03	0,01	0,02	0,03
MA-5	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03
MP-1	0,11	0,06	0,02	0,01	0,09	0,05	0,02	0,04	0,11	0,03	0,03	0,07	0,03
MP-2	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03
AN-1	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03
LA-1	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
PU-1	SM	SM	0,01	0,01	SM	SM	SM	SM	SM	SM	0,01	0,10	0,03
PU-2	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en diciembre 2018.

SM: Sin Medición de datos.

En nivel de saturación

- Al evaluar el percentil 95 de los promedios de concentraciones de Zinc del periodo analizado, se evidenció superación de la normativa para este parámetro en las áreas de vigilancia MA-3, MP-1. Mientras que en las áreas de vigilancia MA-4, MA-2, MA-4, MA-5, MP-2, AN-1, LA-1 y PU-2 se mantuvieron bajo norma pero en un nivel de latencia que supera el 80% de la norma.

Tabla N°20. Resultado del monitoreo de Zinc Disuelto (mg/L) en las áreas de vigilancia durante el período 2015-2017.

Criterio de Superación	Periodo Monitoreo	MA1	MA2	MA3	MA4	MA5	MP1	MP2	AN1	LA1	PU1	PU2
Percentil 95	2015-2017	0,02	0,02	0,04	0,03	0,02	0,11	0,03	0,02	0,02	NPA	0,03
	Valor Norma	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en diciembre 2018.

NPA: No permite análisis.

Valor Norma Saturación Latencia

4.2.10 Plomo disuelto

En la Tabla N° 21 es posible visualizar los resultados de promedios trimestrales con representatividad estacional del periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2015 y el 31 de diciembre del año 2017 para el parámetro Plomo disuelto.

- En la evaluación de promedios consecutivos no se evidencia superaciones de los límites normados para este parámetro.
- La información analizada no presenta datos para el periodo estacional verano del año 2015, dado que fue invalidada por los criterios técnicos empleados por SMA. De esta forma, no fue posible evaluar cumplimiento normativo para esa estación del año.
- Al evaluar el percentil 95 de los promedios de concentraciones de Plomo disuelto no se presentan incumplimientos normativo para este parámetros en el periodo analizado.

Tabla N°21. Resultados representativos del parámetro Plomo Disuelto (mg/L) en las áreas de vigilancia durante el periodo estacional año 2015-2017

Área de vigilancia	Verano 2015	Otoño 2015	Invierno 2015	Primavera 2015	Verano 2016	Otoño 2016	Invierno 2016	Primavera 2016	Verano 2017	Otoño 2017	Invierno 2017	Primavera 2017	Valor Norma
MA-1	DI	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,001	0,004	0,01	0,008	0,005	0,006	0,007
MA-2	DI	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006	0,007
MA-3	DI	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,009	0,007
MA-4	DI	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,007
MA-5	DI	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,007
MP-1	DI	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,007
MP-2	DI	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,007
AN-1	DI	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,010	0,005	0,005	0,016	0,007
LA-1	DI	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,007
PU-1	SM	SM	0,005	0,005	SM	SM	SM	SM	SM	SM	0,005	0,005	0,007
PU-2	DI	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,007

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en diciembre 2018.

SM: Sin Medición de datos

DI: Dato invalidado.

4.2.11 Níquel Disuelto

De la Tabla N° 22, es posible visualizar resultados de promedios trimestrales para el periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2015 y el 31 de diciembre del año 2017.

- En la evaluación de promedios consecutivos no se evidencian superación de los límites normados para este parámetro.
- Para este parámetro no fue posible evaluar percentil 95, dado a la ausencia de datos para el periodo estacional del verano del año 2015.

- Al evaluar el percentil 95 de los promedios de concentraciones de Níquel disuelto no se presentan incumplimientos normativos para este parámetro en el periodo analizado.

Tabla N°22. Resultados representativos del parámetro Níquel Disuelto (mg/L) en las áreas de vigilancia durante el periodo estacional año 2015-2017

Área de vigilancia	Verano 2015	Otoño 2015	Invierno 2015	Primavera 2015	Verano 2016	Otoño 2016	Invierno 2016	Primavera 2016	Verano 2017	Otoño 2017	Invierno 2017	Primavera 2017	Valor Norma
MA-1	DI	0,003	0,001	0,001	0,001	0,01	0,01	0,01	0,003	0,004	0,01	0,01	0,02
MA-2	DI	0,002	0,002	0,001	0,001	0,01	0,001	0,004	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
MA-3	DI	0,01	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,004	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
MA-4	DI	0,004	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,004	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
MA-5	DI	0,02	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0,004	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
MP-1	DI	0,005	0,002	0,001	0,001	0,01	0,002	0,004	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
MP-2	DI	0,02	0,001	0,001	0,001	0,01	0,002	0,004	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
AN-1	DI	0,025	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0,004	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
LA-1	DI	0,01	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,004	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
PU-1	SM	SM	0,001	0,001	SM	SM	SM	SM	SM	SM	0,01	0,01	0,02
PU-2	DI	0,03	0,002	0,001	0,001	0,003	0,001	0,004	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en diciembre 2018.

SM: Sin Medición de datos.

DI: Dato invalidado.

4.2.12 Cromo Total

La Tabla N° 23 muestra los resultados de promedios trimestrales con representatividad estacional del periodo comprendido entre el 1 de enero del año 2015 y el 31 de diciembre del año 2017 para el parámetros Cromo total.

- En la evaluación de promedios consecutivos no se evidencian superación de los límites normados para este parámetro.

Tabla N°23. Resultados representativos del parámetro Cromo Total (mg/L) en las áreas de vigilancia durante el periodo estacional año 2015-2017

Área de vigilancia	Verano 2015	Otoño 2015	Invierno 2015	Primavera 2015	Verano 2016	Otoño 2016	Invierno 2016	Primavera 2016	Verano 2017	Otoño 2017	Invierno 2017	Primavera 2017	Norma
MA-1	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,003	0,001	0,001	0,001	0,05
MA-2	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,003	0,001	0,001	0,002	0,05
MA-3	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,002	0,002	0,003	0,002	0,05
MA-4	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	0,001	0,001	0,001	0,05
MA-5	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	0,001	0,001	0,002	0,05

Área de vigilancia	Verano 2015	Otoño 2015	Invierno 2015	Primavera 2015	Verano 2016	Otoño 2016	Invierno 2016	Primavera 2016	Verano 2017	Otoño 2017	Invierno 2017	Primavera 2017	Norma
MP-1	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	0,001	0,001	0,001	0,05
MP-2	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	0,002	0,001	0,001	0,05
AN-1	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	0,001	0,001	0,001	0,05
LA-1	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	0,001	0,001	0,001	0,05
PU-1	SM	SM	0,01	0,01	SM	SM	SM	SM	SM	SM	0,001	0,01	0,05
PU-2	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	0,002	0,001	0,003	0,05

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en diciembre 2018.

SM: Sin Medición de datos

- En la evaluación del percentil 95, el parámetro Cromo total presenta concentraciones menores valor norma para todas las áreas de vigilancia. Sólo existe un promedio trimestral en nivel de latencia en el área de vigilancia AN-1 (tabla N°24).

Tabla N°24. Resultado del monitoreo de Cromo total (mg/L) en las áreas de vigilancia durante el período 2015-2017.

Criterio de Superación	Periodo Monitoreo	MA1	MA2	MA3	MA4	MA5	MP1	MP2	AN1	LA1	PU1	PU2
Percentil 95	2015-2017	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	NPA	0,01
	Valor Norma	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA, en base a los resultados de monitoreo realizados por DGA, validados por SMA en el Informe Técnico de Cumplimiento publicado en diciembre 2018.

NPA: No permite análisis.

Valor Norma Saturación Latencia

4.3 Reporte de monitoreo de la Red de Observación

Con el objeto de contar con una herramienta de apoyo a los parámetros físico-químicos establecidos en la red de control de la NSCA de la cuenca del río Maipo, se ha establecido una red de observación (ver Tabla N° 2) que complementa dicha información con monitoreos de otros parámetros físico-químicos no normados en la Red de Control, ensayos ecotoxicológicos, bioindicadores: macroinvertebrados y peces. Los monitoreos se han realizado desde el año 2015 hasta el año 2017, particularmente durante la época de primavera tardía.

Tabla 25. Monitoreo de bioindicadores (MBIO), ensayos ecotoxicológicos (MEB) y de fauna íctica (FI) realizado entre los años 2015- 2016 – 2017

Cauce	Punto de monitoreo	2015			2016			2017		
		MBIO	MEB	FI	MBIO	MEB	FI	MBIO	MEB	FI
Río Maipo	MA – 1	X	X	--	X	X	X	X	X	X
	MA-1 OBS *	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	MA – 2	X	X	--	X	X	--	X	X	--
	MA – 3	X	X	--	X	X	--	X	X	--
	MA-3 OBS	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	MA – 4	X	X	--	X	X	X	X	X	X
	MA – 5	X	X	--	X	X	X	X	X	X
	MA-5 OBS	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Río Angostura	AN – 1	X	X	--	X	X	--	X	X	--
	AN-1 OBS	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Río Mapocho	MP – 1	X	X	--	X	X	--	X	X	--
	MP – 2	X	X	--	X	X	--	X	X	--
	MP-2.2 OBS	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	MP-2.3 OBS	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Estero Lampa	LA – 1	X	X	--	X	X	--	X	X	--
Estero Puangue	PU – 1*	X	X	--	X	X	--	X	X	--
	PU-1 OBS	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	PU – 2	X	X	--	X	X	--	X	X	--
Río Volcán	VOL – OBS	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Río Yeso	YESO – OBS	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Río Olivares	OL – OBS*	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Río Clarillo	CLAR – OBS	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Estero Arrayán	EA-OBS	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Estero Yerba Loca	EYL-OBS	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Río San Francisco	FRA – OBS	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Río Molina	MOL-OBS	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Estero Colina	ECO-OBS	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Río Colorado	COL- OBS	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Cauce	Punto de monitoreo	2015			2016			2017		
		MBIO	MEB	FI	MBIO	MEB	FI	MBIO	MEB	FI
Río Colorado	COL1-OBS**	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia a partir de Reporte Técnico sobre el monitoreo calidad de las aguas de la Cuenca del río Maipo, MMA.

(*) Sin agua en cauce

(**) Cambio en coordenada

4.3.1 Resultados Biológicos

4.3.1.1 Bioindicadores

A través del monitoreo de macroinvertebrados se analizaron los Índices Bióticos utilizados como indicadores del estado ambiental del ecosistema dulceacuícola, los índices utilizados fueron el ChSIGNAL y ChBMWP. Además, se incorporaron datos de riqueza específica por familia y abundancia total, los cuales fueron obtenidos para primavera tardía (octubre) durante los años 2015, 2016 y 2017.

El análisis de las abundancias totales de macroinvertebrados bentónicos muestra una mayor abundancia de individuos para el año 2016 con mayor variación de los datos obtenidos. En el análisis de las estaciones de muestreo se puede observar que las mayores abundancias se presentaron en el río Maipo, en sus estaciones cercanas a la desembocadura, como son MA-4 y MA-5; y con valores menores aguas arriba. Este mismo patrón se observa en el río Mapocho en la estación MP-2, donde las abundancias son mayores que en MP-1. El análisis de la riqueza de macroinvertebrados bentónicos muestra una mayor riqueza en la cuenca durante el año 2016. Para ese mismo año la diversidad evaluada mediante el índice de diversidad de Shannon, mostró que la estación AN-1 ubicada en río Angostura presentó una mayor diversidad de taxa de macroinvertebrados, seguida por MP-1 y MA-4 (Tabla N° 26)

Tabla N° 26. Comparación de abundancias y riqueza totales de taxa para los años 2015, 2016 y 2017

Taxa / Estación	MA1			MA2			MA3			MA4			MA5			AN1			MP1			MP2			LA1			PU1			PU2		
AÑO	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
ABUNDANCIA TOTAL	2	36,7	9	15	180,9	29	5	93,8	12	200	1371	49	200	2705	85	70	219,7	40	73	48,1	97	200	1607	12	*	39	46	200	*	126	200	528,6	52
RIQUEZA TOTAL	2	6	3	3	8	6	3	5	7	6	10	5	4	8	4	10	12	8	9	7	7	5	7	3	*	4	9	5	*	11	3	8	3

Fuente: Elaboración propia a partir de Consultorías 2015-2016 -2017

Considerando que una alta abundancia no siempre refleja una mejor calidad de agua, ya que el aumento puede significar la existencia de taxa más tolerantes a la contaminación, la riqueza de taxa podría reflejar una medida de diversidad y, por tanto, una mejor calidad de agua. Un ejemplo de ello es la estación AN- con una fauna bentónica más diversa.

Por otro lado, el aumento en la abundancia y riqueza observadas en este periodo podría estar relacionado a un muestreo más exhaustivo de los microhábitats presentes en cada sitio. El muestreo del año 2015 fue semicuantitativo y realizado sólo con red de mano (20 kicks o sitios específicos de muestreo), mientras que el muestreo del año 2016 fue realizado con red de mano (10 kicks de muestreo) y red Surber (6 réplicas por sitio).

Al comparar los valores obtenidos para el índice ChBMWP entre el año 2015, el 2016 y año 2017 (Tabla N° 27), se observa un cambio en la clase de calidad del agua (por indicadores bióticos) para varias estaciones. Así, se encontró una mejora en la calidad del agua para las estaciones MA-1, MA-2, MA-3, MA-4, ubicadas en el río Maipo a excepción del año 2017 en MA-1. El estero Lampa (LA-1) presenta una calidad muy mala, lo que podría dar indicios de que estaría perturbada (color rojo). Por otro lado, se observó un deterioro en la calidad del agua para las estaciones MP-1 y PU-2, mientras que en las estaciones MA-5, MP-2 y PU-2, la calidad del agua se mantendría de un año a otro. Una mejora en las clases de calidad de agua podría estar relacionada a la mayor abundancia y/o riqueza reportada en este monitoreo. Sin embargo un deterioro de la calidad del agua en las estaciones MP-1 y PU-2 debería ser revisado con mayor precisión.

Tabla N°27.Comparación entre valores del índice ChBMWP periodo 2015, 2016 y 2017.

CHBMWP			
Punto de monitoreo	2015	2016	2017
MA-1	12	42	15
MA-2	8	46	36
MA-3	9	22	31
MA-4	21	43	18
MA-5	12	20	17
AN-1	38	46	45
MP-1	49	43	46
MP-2	11	24	29
LA-1	0	14	9
PU-2	6	31	10

Fuente: Elaboración propia a partir de consultoría. Colores: verde: buena calidad, amarillo: buena a regular calidad, naranja: regula a mala calidad, rojo: mala calidad.

Al revisar los resultados del índice ChSIGNAL2, se observa una calidad buena en la mayoría de la cuenca del río Maipo. Estos resultados darían cuenta de condiciones físico-químicas favorables para el asentamiento de invertebrados acuáticos, situación que no condice con los valores físico-químicos observados en los monitoreos. Considerando los análisis de riqueza y diversidad, el índice que mejor reflejaría las condiciones del estado ecológico actual y la relación con la calidad de agua físico-química reportada para la cuenca del río Maipo, sería el índice ChBMWP. Por esta razón, para futuros monitoreos y seguimiento de los bioindicadores acuáticos se continúa con la aplicación del índice ChBMWP.

Tabla N°28. Resultados índices ChSIGNAL2 para los años 2016 y 2017-

SITIO	ChSIGNAL2	ChSIGNAL2
MA-1	15,38	1,6
MA-2	6,56	6
MA-3	7,28	4,4
MA-4	7,15	3,6
MA-5	7,4	4,25
AN-1	6,93	5
MP-1	6,72	5,75
MP-2	8,12	4,1
LA-1	8,88	3
PU-2	2,17	3,3

Fuente: Informe Consultorías Red de Observación para la norma secundaria de calidad ambiental del río Maipo, 2016 y 2017.
Colores: Azul: Muy bueno, Amarillo: bueno, Naranja: regular, Rojo: malo.

4.3.1.2 Fauna Íctica

Los peces han emergido como indicadores para los programas de monitoreo biológico por muchas razones, entre las que se incluyen:

- Son organismos relativamente fáciles de capturar e identificar.
- Existe amplia información sobre las historias de vida de muchas especies; las comunidades generalmente comprenden una amplia variedad de especies que representan diferentes niveles tróficos (incluyendo especies que consumen alimentos tanto de origen acuático como terrestre).
- Son los organismos mejor conocidos de estos hábitats, tanto por el público general como por los científicos, y están presentes en los pequeños cuerpos de agua y aun en aquellos ecosistemas con ciertos niveles de contaminación (Velázquez y Vega, 2004, Velásquez et al. 2006)

La ictiofauna chilena, presenta varias características únicas, como es su alto endemismo, es decir, una alta representación de especies que son propias de esta zona geográfica y que no están en otras zonas del mundo. Concordante con el nivel de aislamiento que presentan las cuencas hidrográficas chilenas respecto a las demás dentro de Sudamérica (Habit & Victoriano 2012, Vila et al. 2006). Otro aspecto que caracteriza los peces nativos de Chile, es su tamaño pequeño (Vila et al. 1999, Vila et al. 2006). Esto implica que poseen menor capacidad de natación que un pez grande y que son susceptibles a ser depredados por organismos de mayor talla como los salmónidos.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las especies de peces que potencialmente se distribuyen en la cuenca del río Maipo.

Tabla N°29. Especies de distribución potencial en la cuenca del Maipo.

Nº	Especie	Nombre Común	Categoría de Conservación
1	<i>Basilichthys microlepidotus</i>	Pejerrey del Norte	VU (Vulnerable)
2	<i>Cheirodon pisciculus</i>	Pocha	VU (Vulnerable)
3	<i>Diplomystes chilensis</i>	Bagre/Tollo de agua dulce	EN (En Peligro)
4	<i>Galaxias globiceps</i>	Puye	EN (En Peligro)
5	<i>Galaxias maculatus</i>	Puye	VU (Vulnerable)
6	<i>Mugil cephalus</i>	Lisa	LC (Preocupación Menor)
7	<i>Nematogenis inermis</i>	Bagre Grande	EN (En Peligro)
8	<i>Odontesthes brevianalis</i>	Cauque del Norte	VU (Vulnerable)
9	<i>Percichthys melanops</i>	Trucha negra/Trucha criolla	VU (Vulnerable)
10	<i>Percichthys trucha</i>	Perca Trucha/Trucha criolla	NT (Casi Amenazada)
11	<i>Percilia gillissi</i>	Carmelita/coloradita	EN (En Peligro)
12	<i>Trichomycterus aerolatus</i>	Bagrecito	VU (Vulnerable)

El monitoreo de peces se realizó el año 2016, y se prospectaron tres zonas de la cuenca del río Maipo, correspondientes a las siguientes estaciones de monitoreo:

1. Estación MA-1 (zona alta cordillera): Esta estación está ubicada en zona de alta cordillera. Se apreció flujo constante de agua, escasos pozones en la orilla, con presencia de rápidos. Se observó abundante vegetación en la ribera del tipo arbustiva y arbórea, generando un tramo sombreado con ventanas. Se apreciaron restos de ramas y troncos en la orilla. El sustrato del lecho estuvo compuesto principalmente de piedras-grava y en menor cantidad de arena. La columna de agua en la zona de muestreo presentó una profundidad menor a 1 m. Las aguas se apreciaron muy turbias.

2. Estación MA-4 (zona media): Esta estación está ubicada en zona media de la cuenca. Se apreció flujo constante de agua, escasos pozones en la orilla, con presencia de rápidos. Se observó escasa vegetación en la ribera principalmente del tipo arbustiva, generando un tramo totalmente expuesto. Se apreció extracción de áridos cercano y restos de basura. El sustrato del lecho estuvo compuesto principalmente de grava y arena. La columna de agua en la zona de muestreo presentó una profundidad menor a 1 m. Las aguas se apreciaron muy turbias.

3. Estación MA-5 (zona baja): Esta estación está ubicada en zona baja de la cuenca. Se apreció flujo constante de agua, con pozones en la orilla, sin presencia de rápidos. Se observó abundante vegetación en la ribera principalmente del tipo arbustiva, generando un tramo totalmente expuesto. El sustrato del lecho estuvo compuesto principalmente de arena y limo-arcilla. La columna de agua en la zona de muestreo presentó una profundidad menor a 1 m. Las aguas se apreciaron muy turbias.

En estas 3 estaciones se registró la riqueza de tres especies *Percichthys trucha* (Perca Trucha), *Basilichthys* sp. (Pejerrey), *Trichomycterus areolatus* (Bagrecito) (ver tabla N°23), siendo la especie *Percichthys trucha* la más abundante con un total de 9 individuos, seguido de *Trichomycterus areolatus* y *Basilichthys* sp.,

con 1 individuo respectivamente. Es importante destacar que las especies *Trichomycterus aerolatus* y *Basilichthys* sp. se encuentran clasificadas como “Vulnerable”. Por su parte, *Percichthys trucha* se encuentra categorizada como “Casi Amenazada”. Todas consideradas como especies nativas de acuerdo a los procesos de clasificación de especies del Ministerio del Medio Ambiente (un resumen de esta información en la Tabla N°30).

Tabla N° 30. Fauna íctica en Cuenca del río Maipo año 2016

Estación	<i>Trichomycterus areolatus</i>	<i>Percichthys trucha</i>	<i>Basilichthys</i> sp
Sector Alto de la Cuenca (MA-1)	-	-	-
Sector Medio de la Cuenca (MA-4)	1	2	-
Sector bajo de la Cuenca (MA-5)	-	7	1

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la morfometría de las especies se registraron las siguientes características:

- *Trichomycterus areolatus*, fue registrado en las estaciones MA-4 (sector medio), reportando una talla de 2,5 cm y peso de 0,1 g. El índice de condición fue de 0,640 gr/cm³.
- *Percichthys trucha*, fue registrado en las estación MA-4 (sector medio) y MA-5 (sector bajo) reportando una talla entre 2,1 cm a 12,5 cm y peso máximo de 23,8 g. El índice de condición fue entre 1,219 gr/cm³ y 4,100 gr/cm³.
- *Basilichthys* sp, fue registrado en las estaciones MA-5 (sector bajo), reportando una talla de 7,7 cm y peso de 5,9 g. El índice de condición fue de 1,292 gr/cm³.

Es importante mencionar que, el levantamiento de fauna íctica para la campaña primavera 2017 no arrojó la presencia de fauna íctica en ninguna de las tres estaciones programadas en la campaña de primavera tardía (MA-1, MA-4 y MA-5).

4.3.1.3 Ensayos ecotoxicológicos

El resultado de los bioensayos de toxicidad crónica con el microalga *Selenastrum capricornutum* realizado en los distintos puntos de la cuenca del Maipo para el año 2015, muestra que el control de toxicidad con *Dicromato de Potasio* es inhibido desde la concentración más baja ensayada (0,15 µg/L) y, por lo tanto, muestra sensibilidad a un tóxico conocido, siendo una buena cepa para realizar bioensayo. Las muestras de las estaciones MA-3, MA-4, MA-5, MP-1, LA-1 y AN-1 mostraron efectos significativos de inhibición del crecimiento poblacional de *P. subcapitata* en todas las concentraciones ensayadas, inhibiendo al 50% de la población en la concentración sin diluir (100%) luego de 96 horas. Las muestras MP-2 y PU-2 mostraron efectos significativos de inhibición del crecimiento poblacional de *P. subcapitata* desde una concentración ensayada de 12,5%, y sin llegar a inhibir al 50% de la población en la máxima concentración (sin diluir, 100%) luego de 96 horas.

Para el año 2016, del total de muestras de la cuenca del río Maipo ensayadas al 100% de su concentración, cinco presentaron un leve efecto inhibitor del crecimiento de *S. capricornutum*, que no alcanzó a un 10% inferior al crecimiento del control, pero estadísticamente significativo. Las muestras restantes manifiestan un crecimiento igual o levemente superior al del control.

La estación MP-1, fue la única muestra de agua ensayada al 100% de su concentración que tuvo un efecto inhibidor considerable del crecimiento de *S. capricornutum*, entre un 67% y 98% inferiores a la tasa de crecimiento del control.

Los resultados del bioensayo de toxicidad crónica con *Selenastrum capricornutum*, para la campaña de primavera 2017, reportan que la mayoría de las muestras de agua de las estaciones (ensayadas al 100% de su concentración) manifestaron una leve inhibición del crecimiento de la microalga con diferencias de crecimiento con respecto al control estadísticamente significativas en todas ellas excepto en la muestra de la estación MA-4. Las muestras de las estaciones MA-1, MA-2 y MA-3, ensayadas al 100% de su concentración manifestaron una leve inhibición del crecimiento de la microalga con una diferencia entre 4,7 y 5,9% de crecimiento inferior al registrado en el control, estas diferencias son estadísticamente significativas. Por su parte, las muestras PU-1 y MP-1 mostraron una leve inhibición del crecimiento del alga con una diferencia de 3,3 y 3,8 % de crecimiento inferior al registrado en el control.

4.4 Resultados Físicoquímicos

De forma complementaria y con el objeto de evaluar otras condiciones de la cuenca para la gestión de la calidad del agua, en particular para aportar con mayores antecedentes en un nuevo proceso de revisión de las normas, se monitorearon parámetros complementarios en la Red de observación durante los años 2015, 2016 y 2017.

En las siguientes tablas se presentan los resultados del monitoreo de parámetros físico-químicos obtenidos de las campañas realizadas para la red de observación. Estos resultados son resultados solo referenciales y complementarios a la Red de Control (tabla N°31 a 36).

Tabla N°31. Parámetros físicoquímicos río Maipo puntos de monitoreo MA-1, MA-2, MA-3, MA-4, MA-5

Parámetro	Unidad	MA – 1			MA – 2			MA – 1		MA – 2		MA – 3			MA – 4			MA – 3		MA – 4		MA – 5			MA-5	
		oct-15	nov-15	dic-15	oct-15	nov-15	dic-15	ago-16	oct-16	ago-16	oct-16	oct-15	nov-15	dic-15	oct-15	nov-15	dic-15	ago-16	nov-16	ago-16	oct-16	oct-15	nov-15	dic-15	ago-16	oct-16
T	°C	10,32	11,31	10,73	9,9	11,75	11	9,6	7,6	9,9	9,8	16,9	14,23	13,54	14,15	12,5	17,6	14,2	15,9	12	21,7	15,83	20,02	19,81	12,8	20,1
pH	upH	6,12	6,23	6,56	6,89	6,86	7,25	8,17	7,88	8,27	7,82	6,74	6,81	7,34	7,66	7,73	7,35	8	8,2	8,05	8,05	7,85	7,87	7,65	8	8,7
C.E	uS/cm	729	1359	1189	1394	1066	1032	2040	1736	1589	1369	1642	995	973	1240	1020	989	1495	1002	1248	1257	1658	1306	1259	1366	1431
O.D.	mg/L	7,81	7,93	8,88	9,55	8,75	9,95	9,7	11,3	10,2	11,17	7,36	8,7	10,02	7,38	8,24	8,3	9,5	9	9,7	10,2	7,31	8,76	8,45	8,5	8,8
O.D.	% Sat	85,4	85	96,9	96	92,7	100,1	86	112,6	94,6	110	88,1	93	100,2	73,6	80,3	90,4	101	93	93,2	121,2	73,3	94,2	90,7	80,6	97,6
SST	mg/L	7	390	454	184	536	548	139	38	65	129	185	1233	899	62	62	625	517	963	181	54	56	56	397	110	41
SDT	mg/L	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1220	506	552	--	--	--	1072	784	814	1210	1007	1007	813	980	1182
Turbidez	NTU	--	--	--	--	--	--	53,2	8,77	19,9	30,5	190	1400	900	--	--	--	382	1134	64,7	7,02	34	34	450	18,6	0,85
Aceites y Grasas	mg/L	--	--	--	--	--	--	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	--	--	--	<10	<10	<10	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<10	<10	<10	<5,0	<5,0
Detergente	mg/L	--	--	--	--	--	--	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	--	--	--	<0,1	<0,1	<0,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,10	<0,10
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	--	--	--	--	--	--	200	<1,8	20	170	--	--	--	>1600*	>1600*	5E+05	230	130	79	3,3x10 ³	>1600*	>1600*	33	79	330

Salini dad	%o	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	<1	<1	<1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Alcalini dad	mg/L	76,7	95,5	119	109	77,5	123	94,7	97,4	88,9	104	144	72,0	180,0	144	144	160	107	84,3	119	152	161	161	162	104	176			
NH ₄	mg/L	--	--	--	--	--	--	0,14	1,1	0,25	1,49	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,2	0,79	0,2	1,49	<0,03	<0,03	<0,03	0,15	0,71			
NTK	mg/L	--	--	--	--	--	--	2,14	1,98	2,99	2,5	0,9	1	--	3,5	3,5	1,2	3,29	2,46	1,88	3,55	7,6	7,6	3,8	2,48	2,72			
Cl ⁻	mg/L	114,3	250,2	149,5	254,4	171,4	108,4	--	--	--	--	261,4	136,6	88,2	185,4	112,2	86,4	--	--	--	--	188,2	121,6	102,8	--	--			
Cr (t)	mg/L	<0,01	<0,01	--	<0,01	<0,01	--	--	--	--	--	<0,01	<0,01	--	<0,01	<0,01	--	--	--	--	--	<0,01	<0,01	--	--	--			
Ni(d)	mg/L	<0,01	<0,01	--	<0,01	<0,01	--	--	--	--	--	<0,01	<0,01	--	<0,001	<0,001	--	--	--	--	--	<0,001	<0,001	--	--	--			
Pb (d)	mg/L	<0,005	<0,005	--	<0,005	<0,005	--	--	--	--	--	<0,005	<0,005	--	<0,005	<0,005	--	--	--	--	--	<0,005	<0,005	--	--	--			
Zn (d)	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	--	--	--	--	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	--	--	--	--	<0,01	<0,01	<0,01	--	--			
N ₃ -(NO ₃)	mg/L	0,176	--	0,234	0,229	--	0,252	0,24	0,59	0,21	0,76	0,283	--	0,257	<0,010	--	0,728	0,41	0,36	0,5	2,61	7,307	3,035	3,852	9,16	5,07			
P - PO ₄ ⁻²	mg/L	0,011	--	--	0,009	--	--	--	--	--	--	0,02	--	--	0,046	--	--	--	--	--	--	0,388	--	--	--	--			
P - PO ₄ ⁻³	mg/L	--	--	0,008	--	--	0,011	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0,226	0,178	--	--			
NO ₂	mg/L	--	--	--	--	--	--	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	--	--	--	--	--	--	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	--	--	--	<0,10	<0,10			
N (t)	mg/L	--	--	--	--	--	--	2,38	2,57	3,2	3,26	--	--	--	--	--	--	3,7	2,82	2,38	6,16	--	--	--	11,6	7,79			
S ⁻	mg/L	--	--	--	--	--	--	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	--	--	--	--	--	--	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	--	--	--	<0,10	<0,10			
As (d)	mg/L	--	--	--	--	--	--	0,008	0,005	0,004	0,003	--	--	--	--	--	--	0,004	0,003	0,004	0,004	--	--	--	0,005	0,004			
Cu (d)	mg/L	--	--	--	--	--	--	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	--	--	--	--	--	--	<0,005	<0,005	<0,005	0,107	--	--	--	<0,005	0,067			
Fe (d)	mg/L	--	--	--	--	--	--	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	--	--	--	--	--	--	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	--	--	--	<0,002	<0,002			
Fenol	mg/L	--	--	--	--	--	--	142,6	146,4	114,0	112,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°32 Parámetros Físicoquímicos río Mapocho puntos de monitoreo MP-1 y MP-2 Años 2015-2016

Parámetro	Unidad	MP – 1			MP – 2			MP-1		MP -2	
		oct-15	nov-15	dic-15	oct-15	nov-15	dic-15	ago-16	nov-16	ago-16	oct-16
T	°C	5,18	11,9	11,24	15,5	17	22,34	7,2	10,2	14	22,8
pH	upH	5,72	5,96	6,38	7,88	7,45	7,62	8	7,74	7,6	8,34
C.E	uS/cm	258	217	383	1744	1190	1262	211	257	1547	1414
O.D.	mg/L	10,6	5,92	8,53	7,7	6,43	6,34	10,8	9,7	6,9	12,2
O.D.	% Sat	91,2	60,4	90,4	77	68,8	70,2	88,6	88,2	69	143
SST	mg/L	61	422	83	13	13	249	208	117	87	6
SDT	mg/L	--	--	--	989	989	691	150	184	1144	905
Turbidez	NTU	--	--	--	5,2	5,2	230	54,4	27,2	19,1	0,71
Aceites y Grasas	mg/L	--	--	--	<10	<10	<10	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Detergente	mg/L	--	--	--	<0,1	<0,1	<0,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	17	1600	33	>1600*	>1600*	350	13	2	13	49
Alcalinidad	mg/L	45,8	29,7	29,7	193	193	146	40	23,5	125	153
NH ₄	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,14	0,81	0,69	4,44
NTK	mg/L	--	--	--	6,6	6,6	11,5	2,2	2,81	6,14	8,63
Cl ⁻	mg/L	17,4	4,4	7,6	200,7	--	103,5	--	--	--	--
Cr (d)	mg/L	< 0,01	< 0,01	--	< 0,01	< 0,01	--	--	--	--	--
Ni (t)	mg/L	< 0,001	< 0,001	--	< 0,001	< 0,001	--	--	--	--	--
Pb (t)	mg/L	< 0,005	< 0,005	--	< 0,005	< 0,005	--	--	--	--	--
Zn (t)	mg/L	< 0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	< 0,01	--	--	--	--
N-(NO ₃ ⁻)	mg/L	0,833	--	0,428	4,882	--	12,039	1,12	0,53	8,5	4,84
NO ₂	mg/L	--	--	--	--	--	--	<0,10	<0,10	<0,10	0,96
N (t)	mg/L	--	--	--	--	--	--	3,32	3,34	14,6	14,4
P - PO ₄ ⁻²	mg/L	0,011	--	--	1,102	--	--	--	--	--	--
P - PO ₄ ⁻³	mg/L	--	--	0,008	--	--	0,653	--	--	--	--
S ⁻	mg/L	--	--	--	--	--	--	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
As (d)	mg/L	--	--	--	--	--	--	0,002	<0,001	0,005	0,003
Cu (d)	mg/L	--	--	--	--	--	--	0,022	<0,005	0,014	0,227
Fe (d)	mg/L	--	--	--	--	--	--	0,131	<0,002	<0,002	<0,002

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°33. Parámetros Físico – Químicos. Río Angostura, Estero Lampa y Estero Puangue.

Parámetro	Unidad	AN - 1			LA - 1			LA - 1		AN - 1		PU - 1			PU - 2			PU - 2	
		oct-15	nov-15	dic-15	oct-15	nov-15	dic-15	ago-16	oct-16	ago-16	nov-16	oct-15	nov-15	dic-15	oct-15	nov-15	dic-15	ago-16	oct-16
T	°C	13,91	10,6	17,02	13,4	16	22,7	11,6	18,5	13,3	16,5	17,3	20,51	25,7	15,49	19,5	21,42	13,3	17,7
pH	upH	7,11	7,65	7,33	6,4	7,86	7,89	7,82	7,3	7,97	7,01	7,35	8,73	7,65	7,59	7,69	7,82	7,8	7,76
C.E	uS/cm	1175	788	1166	1580	871	1226	1429	1127	945	1183	329	339	328	1801	1560	1650	1648	1520
O.D.	mg/L	6,71	8,59	8,76	7,05	6,73	4,12	8,1	11	9	9,73	8,48	9,86	6,54	6,47	7,4	7,85	7,3	7,62
O.D.	% Sat	67,4	82,9	95,2	72,8	68	53,5	73,1	122	88,8	103,1	92,1	100,03	80,7	64,7	79,6	83,2	70,2	81,2
SST	mg/L	116	234	364	101	101	162	108	62	92	201	<5	<5	35	64	88	53	100	99
SDT	mg/L	--	--	--	901	901	1023	918	1110	636	1125	--	--	--	--	--	--	1188	1350
Turbidez	NTU	--	--	--	80	80	190	30,2	24,9	30,3	13,3	--	--	--	--	--	--	26,4	26,5
Aceites y Grasas	mg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<5,0	<5,0
Detergente	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,10	<0,10
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	>1600*	>1600*	140	240	240	350	23	23	33	130	49	49	23	>1600*	>1600*	1300	49	1,1x10 ³
Alcalinidad	mg/L	138	101	166	156	156	180	128	129	112	132	106	106	125	161	160	178	113	143
NH ₄	mg/L	--	--	--	<0,03	<0,03	<0,03	0,15	1,45	0,14	1,11	--	--	--	--	--	--	0,13	3,96
NTK	mg/L	2,8	2,3	3	1,8	1,8	1,8	4,03	2,77	2,2	2,21	1	1	0,5	8,4	8,3	9,3	5,29	6,17
CN	mg/L	--	--	--	<0,02	<0,02	<0,02	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S ⁻	mg/L	--	--	--	<0,2	<0,2	<0,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	<0,10	<0,10
Fenol	mg/L	--	--	--	<0,001	<0,001	<0,001	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Cl ⁻	mg/L	140,8	80,8	77	180,5	89,9	56,8	--	--	--	--	<2,5	<2,5	2,5	223,7	156,5	163,4	--	--
Cr (t)	mg/L	<0,01	<0,01	--	<0,01	<0,01	--	--	--	--	--	<0,01	<0,01	--	<0,01	<0,01	--	--	--
Ni (d)	mg/L	<0,001	<0,001	--	<0,001	<0,001	--	--	--	--	--	<0,001	<0,001	--	<0,001	<0,001	--	--	--
Pb (d)	mg/L	<0,005	<0,005	--	<0,005	<0,005	--	--	--	--	--	<0,005	<0,005	--	<0,005	<0,005	--	--	--
Zn (d)	mg/L	<0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	--	--	--	--	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	--	--
N-(NO ₃ ⁻)	mg/L	2,671	--	4,626	1,006	--	0,956	1,66	1,85	3,97	1,41	8,062	--	1,776	0,304	6511	16802	14,4	9,45
NO ₂	mg/L	--	--	--	--	--	--	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	--	--	--	--	--	--	<0,10	0,56
N (t)	mg/L	--	--	--	--	--	--	5,69	4,62	6,17	3,62	--	--	--	--	--	--	19,7	16,2
P - PO ₄ ⁻²	mg/L	0,125	--	--	0,199	--	--	--	--	--	--	0,01	--	--	0,061	--	--	--	--

Parámetro	Unidad	AN - 1			LA - 1			LA - 1		AN - 1		PU - 1			PU - 2			PU - 2	
		oct-15	nov-15	dic-15	oct-15	nov-15	dic-15	ago-16	oct-16	ago-16	nov-16	oct-15	nov-15	dic-15	oct-15	nov-15	dic-15	ago-16	oct-16
P - PO ₄ ³⁻	mg/L	--	--	0,077	--	--	0,165	--	--	--	--	--	--	0,004	--	0,591	0,595	--	--
S ⁻	mg/L	--	--	--	--	--	--	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	--	--	--	--	--	--	--	--
As (d)	mg/L	--	--	--	--	--	--	0,006	0,006	0,004	0,004	--	--	--	--	--	--	0,004	0,005
Cu (d)	mg/L	--	--	--	--	--	--	0,012	<0,005	<0,005	<0,005	--	--	--	--	--	--	<0,005	0,318
Fe (d)	mg/L	--	--	--	--	--	--	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	--	--	--	--	--	--	<0,002	<0,002

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°34. Parámetros Físico – Químicos Río Maipo, Mapocho, Angostura, Estero Puangue, Río Colorado Años 2015-2016

Parámetro	Unidad	MA-1 OBS	AN-1 OBS	MP-2.2 OBS	PU-1 OBS	MA – 3 OBS		MA – 5 OBS		MP-2.2 OBS		MP-2.3 OBS		AN-1 OBS		PU-1 OBS		COL OBS	COL 1- OBS	COL – OBS	
		oct-15	oct-15	oct-15	oct-15	sept-16	nov-16	sept-16	dic-16	sept-16	nov-16	sept-16	nov-16	ago-16	nov-16	sept-16	nov-16	oct-15	nov-16	sept-16	nov-16
pH	upH	7,79	7,98	7,31	7,2	8	7,04	8	7,6	7,7	7,67	7,8	7,22	8	7,55	8,5	7,52	8,27	7,64	8	7,38
T	°C	15	20	13,92	18,3	10,2	11,4	14	22,6	9,5	16,9	15,5	18,7	14,1	20,1	16	21	11,76	15,6	9,4	8,9
C.E	uS/cm	1570	324	871	251	1330	948	1401	1371	1020	804	1330	570	476	500	235	271	957	944	1013	770
O.D.	mg/L	7,35	8,14	9,18	9,7	9,6	11,3	9	8	9,6	9,67	7,7	8,61	10	12,3	12,2	7,67	8,63	9,15	9,8	11,3
O.D.	% Sat	89,8	94,6	95,4	100	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	92,3	--	--	--
SST	mg/L	6	50	721	<0,5	--	7	--	169	--	13	--	692	--	172	--	971	91	121	--	819
SDT	mg/L	--	--	--	--	--	390	--	1156	--	206	--	878	--	616	--	636	--	--	--	796
Aceites y Grasas	mg/L	--	<10	<10	<10	--	<5,0	--	<5,0	--	<5,0	--	<5,0	--	<5,0	--	<5,0	--	--	--	<5,0
Detergente	mg/L	--	--	<0,1	<0,1	--	<0,10	--	0,12	--	<0,10	--	<0,10	--	<0,10	--	0,16	--	--	--	<0,10
Coli. Fecales	NMP/100 ml	--	220	>1600 *	49	--	23	--	220	--	130	--	330	--	4,5	--	17	--	--	--	240
Alcalinidad	mg/L	83,2	53,9	97,2	91,7	--	111	--	188	--	108	--	102	--	78,6	--	81,6	51,7	67	--	88,7
NH ₄	mg/L	--	--	<0,03	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
NTK	mg/L	--	1,8	1,5	0,4	--	1,37	--	2,67	--	1,9	--	12,3	--	1,51	--	2,13	0,8	2,24	--	1,36
DBO ₅	mg/L	--	2	5	<2	--	<2	--	4	--	<2	--	12	--	<2	--	<2	<2	2	--	<2
PO ₄	mg/L	--	0,06	0,09	<0,02	--	<1,00	--	<1,00	--	<1,00	--	<1,00	--	<1,00	--	<1,00	0,12	<1,0	--	<1,00
NO ₃	mg/L	--	5,9	--	0,05	--	<0,20	--	7,15	--	<0,20	--	1,2	--	0,69	--	0,44	--	0,46	--	1,52
NO ₂	mg/L	--	--	--	--	--	<0,10	--	0,2	--	<0,10	--	1,24	--	<0,10	--	<0,10	--	<0,10	--	<0,10
N (t)	mg/L	--	--	--	--	--	1,37	--	10	--	1,9	--	14,7	--	2,2	--	2,57	--	2,7	--	2,88
S ⁻	mg/L	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Parámetro	Unidad	MA-1 OBS	AN-1 OBS	MP-2.2 OBS	PU-1 OBS	MA – 3 OBS		MA – 5 OBS		MP-2.2 OBS		MP-2.3 OBS		AN-1 OBS		PU-1 OBS		COL OBS	COL 1- OBS	COL – OBS	
		oct-15	oct-15	oct-15	oct-15	sept-16	nov-16	sept-16	dic-16	sep-16	nov-16	sept-16	nov-16	ago-16	nov-16	sept-16	nov-16	oct-15	nov-16	sept-16	nov-16
As (d)	mg/L	--	--	--	--	0,004	--	0,003	--	**	--	0,004	--	0,002	--	<0,001	--	--	--	0,008	--
Cu (d)	mg/L	--	--	--	--	<0,01	--	<0,01	--	<0,01	--	<0,01	--	<0,1	--	<0,01	--	--	--	<0,01	--
Fe (d)	mg/L	--	--	--	--	<0,02	--	<0,02	--	<0,02	--	<0,02	--	<0,02	--	<0,02	--	--	--	<0,02	--
Turbidez	UNT	--	--	--	--	--	1,53	--	56,3	--	5,41	--	220	--	3,91	--	0,41	--	--	--	431
Pb (d)	mg/L	--	--	--	--	<0,02	--	<0,02	--	<0,02	--	<0,02	--	<0,02	--	<0,02	--	--	<0,010	<0,02	--
Ni(d)	mg/L	--	--	--	--	<0,05	--	<0,05	--	<0,05	--	<0,05	--	<0,05	--	<0,05	--	--	<0,005	<0,05	--
Zn (d)	mg/L	--	--	--	--	<0,01	--	<0,01	--	**	--	0,02	--	<0,01	--	--	--	--	<0,002	<0,01	--
Cl ⁻	mg/L	--	--	--	--	186,8	--	164,7	--	137,5	--	181,7	--	36	--	<0,4	--	--	--	93,4	--
SO ₄ ²⁻	mg/L	--	--	--	--	315,1	--	295,5	--	217	--	256,2	--	90	--	25,6	--	--	--	305,3	--
P (t)	mg/L	--	--	--	--	0,978	--	0,293	--	0,242	--	0,877	--	0,076	--	0,009	--	--	--	0,095	--
Na	mg/L	--	--	--	--	153,7	--	97,7	--	107,5	--	143,7	--	22,3	--	20,7	--	--	--	89,4	--
Ca	mg/L	--	--	--	--	177,9	--	181,2	--	107,9	--	135,6	--	57	--	28,8	--	--	--	146,3	--
Mg	mg/L	--	--	--	--	25,02	--	22,76	--	14,8	--	16	--	14,1	--	9,15	--	--	--	18,52	--
K	mg/L	--	--	--	--	6,4	--	6,5	--	3,2	--	8,2	--	2,2	--	0,4	--	--	--	3,4	--
Al (d)	mg/L	--	--	--	--	*	--	*	--	*	--	*	--	*	--	*	--	--	--	*	--
Cd (d)	mg/L	--	--	--	--	<0,01	--	<0,01	--	<0,1	--	<0,01	--	<0,1	--	<0,01	--	--	--	<0,01	--
Cr (d)	mg/L	--	--	--	--	*	--	*	--	*	--	*	--	*	--	*	--	--	--	--	--
Al (t)	mg/L	--	--	--	--	*	--	*	--	*	--	*	--	*	--	*	--	--	--	--	--
As (t)	mg/L	--	--	--	--	0,019	--	0,004	--	**	--	0,008	--	0,003	--	<0,001	--	--	--	0,012	--
Cd (t)	mg/L	--	--	--	--	<0,01	--	<0,01	--	<0,1	--	<0,01	--	<0,1	--	<0,01	--	--	--	<0,01	--
Cr (t)	mg/L	--	--	--	--	*	--	*	--	*	--	*	--	*	--	*	--	--	--	*	--
Cu (t)	mg/L	--	--	--	--	0,04	--	<0,01	--	0,06	--	0,01	--	<0,1	--	<0,01	--	--	--	<0,01	--
Fe (t)	mg/L	--	--	--	--	23,83	--	1,04	--	2,63	--	4	--	0,56	--	0,05	--	--	--	1,56	--
Pb (t)	mg/L	--	--	--	--	<0,02	--	<0,02	--	<0,02	--	<0,02	--	<0,02	--	<0,02	--	--	--	<0,02	--
Ni (t)	mg/L	--	--	--	--	<0,05	--	<0,05	--	<0,05	--	<0,05	--	<0,05	--	<0,05	--	--	--	<0,05	--
Zn (t)	mg/L	--	--	--	--	**	--	**	--	**	--	**	--	**	--	**	--	--	--	**	--
pH	U _{pH}	8	--	7,7	8,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	8,3	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°35. Parámetros Físico – Químicos. Río Volcán, Yeso, Olivares, Clarillo, Río Volcán, Yeso, Estero Arrayán, Yerba Loca, río San Francisco, Río Molina y Estero Colina Años 2015-2016

Parámetro	Unidad	VOL- OBS	YESO- OBS	OL- OBS	CLAR- OBS	VOL- OBS	YESO- OBS	OL- OBS	EA- OBS	EYL- OBS	FRA- OBS	CLAR- OBS	EA- OBS	EYL- OBS	MOL OBS	ECO OBS	FRA- OBS	MOL- OBS	ECO- OBS
		oct- 15	oct- 15	oct- 15	oct- 15	nov- 16	nov- 16	nov- 16	oct- 15	oct- 15	oct- 15	nov- 16	nov- 16	nov- 16	oct- 15	oct- 15	nov- 16	nov- 16	nov- 16
pH	upH	8,25	7,44	8,54	8,17	8,5	7,9	7,4	6,41	7,03	6,82	7,52	7,37	6,87	7,25	7,15	6,25	6,8	7,3
T	°C	12,82	9,64	12,83	12,3	11,3	14,1	15,3	6,89	6,98	8,96	20,4	12,9	11,8	7,68	13,45	14,1	12,3	22,2
C.E	uS/cm	1105	1254	858	150	993	359	629	368	297	432	180,1	198	422	202	195	443	310	119,2
O.D.	mg/L	7,42	8,91	7,73	9,2	10,23	9,41	9,02	9,91	9,35	9,18	8,57	10,24	10,37	9,95	9,16	9,92	10,28	8,12
O.D.	% Sat	83,7	93,7	86,8	98,0	--	--	--	91,3	92	92,8	--	--	--	97,5	97,1	--	--	--
SDT	mg/L	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SST	mg/L	<5	37	<5	7	86	34	<5,0	14	121	231	<5,0	57	33	306	1008	42	31	13
NH ₄	mg/L	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
NO ₃	mg/L	--	--	--	--	0,43	<0,20	0,52	--	--	--	<0,20	<0,20	0,43	--	--	0,52	0,66	0,37
NO ₂	mg/L	--	--	--	--	<0,10	<0,10	<0,10	--	--	--	<0,10	<0,10	<0,10	--	--	<0,10	<0,10	<0,10
NTK	mg/L	0,6	0,6	0,8	0,6	1,57	1,35	1,34	1,3	0,9	1,8	1,5	1,68	1,58	1,1	1,1	1,31	1,94	1,72
N (t)	mg/L	--	--	--	--	2	1,35	1,86	--	--	--	1,5	1,68	2,01	--	--	1,83	2,6	2,09
S ⁻	mg/L	--	<0,2	--	--	--	<0,10	--	--	<0,2	--	--	--	<0,10	--	--	<0,10	<0,10	--
CF	NMP/100 ml	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	70	--	--	33
Aceites y Grasas	mg/L	--	--	--	--	<5,0	<5,0	-	--	--	--	<5,0	--	<5,0	--	10	<5,0	<5,0	<5,0
Detergente	mg/L	--	--	--	--	0,14	<0,10	-	--	--	--	<1,0	--	<0,10	--	<0,1	<0,10	<0,10	0,26
Alcalinidad	mg/L	196	98,4	100	30,6	107	81,5	82,9	56,3	25,7	37,6	33,1	245	2,4	41,2	63,4	14,5	17,4	40,5
CN	mg/L	--	<0,02	--	--	--	--	--	--	<0,02	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Turbidez	UNT	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Fenol	mg/L	--	<0,001	--	--	--	--	--	--	<0,001	--	--	--	--	--	--	--	--	--
DBO ₅	mg/L	2	<2	<2	<2	4	3	<2	<2	4	3	4	3	<2	5	2	4	3	2
PO ₄ ⁻³	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<1,0	<1,0	<1,0	0,03	0,03	0,21	<1,0	<1,0	<1,0	0,1	0,09	<1,0	<1,0	<1,0
Pb (d)	mg/L	--	--	--	--	<0,010	<0,010	<0,010	--	--	--	<0,010	<0,010	<0,010	--	--	<0,010	<0,010	<0,010
Ni(d)	mg/L	--	--	--	--	<0,005	<0,005	<0,005	--	--	--	<0,005	<0,005	0,02	--	--	<0,005	<0,005	<0,005
Zn (d)	mg/L	--	--	--	--	0,014	<0,002	<0,002	--	--	--	<0,002	<0,002	0,3	--	--	0,174	0,062	<0,002

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°36: Parámetros Físico – Químicos para muestras de agua colectadas en octubre del año 2017

Parámetro	MA-1	MA-2	MA-3	MA-4	MA-5	AN-1	MP-1	MP-2	LA-1	PU-1	PU-2
Aceites y Grasas	-	-	-	<5	<5	-	-	-	-	-	
Alcalinidad	104,1	101,8	40,9	128,3	156,5	138,6	40,9	134,6	135,2	133	149
As disuelto	0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
As total	0,016	0,014	0,059	0,018	0,006	0,013	0,003	0,01	0,011	<0,0001	0,007
Ca total	135,4	148,1	175,3	142,8	156,5	120,7	22,8	130,2	89,8	128,1	151,2
CF	-	-	-	2400	240	23	-	2400	2400	23	240
Cu total	0,01	0,03	0,09	0,05	0,01	0,02	0,16	0,04	0,01	<0,01	0,02
Cu disuelto	<0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01
Mg total	14,46	17,47	29,52	21,77	23,29	18,23	3,53	18,07	15,1	12,04	29,32
N amoniacal	-	-	-	-	-	-	-	3,62	-	-	0,48
N total	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Pb total	0,02	<0,02	0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
SDT	1110	-	-	-	-	-	-	-	770	-	-
SST	308	434	1328	564	60	266	26	232	84	70	178
Turbiedad	-	-	1795	-	-	-	-	-	-	-	-
Zn total	0,03	0,05	0,15	0,06	0,01	0,03	0,02	0,03	<0,01	<0,01	0,02

Fuente: Elaboración propia a partir de Consultoría realizada el año 2017

Realizando un análisis referencial, se puede señalar que los valores de pH muestran patrones temporales estables. De esta forma, las medias son cercanas a valores de pH de 8 (básicos). Realizando un análisis espacial se observa un patrón de las medias estables a lo largo de la cuenca para las estaciones de muestreo, donde la estación de MP-1 presenta las mayores variaciones en los valores medidos.

En cuanto a los valores de la Conductividad Eléctrica se observan también medias estables para los años de muestreo cercano a los 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con valores extremos para el año 2015 y con algunos datos atípicos de bajos valores de conductividad para el año 2016. En el período de primavera se observa una disminución de los valores de conductividad eléctrica, esto puede ser debido al efecto de los deshielos que se producen en esta época del año.

El análisis espacial de Fosfatos por cauce mostró valores muy bajos para la parte media-alta del río Maipo, con un aumento de la concentración en la estación de desembocadura MA-5. Similar situación se observa para los ríos Mapocho y Puangue que presentan valores muy bajos para las estaciones de cabecera de subcuenca (MP-1 y PU-1) con aumentos de tres órdenes de magnitud en las estaciones de aguas abajo de estos ríos (MP-2 y PU-2).

El análisis de los Nitratos muestra que las estaciones presentan valores bajos cercanos a cero con la excepción de PU-1 con mayores valores de media y una mayor varianza.

Respecto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno este parámetro registró valores de medias de 2 mg/L. En general, las estaciones de invierno y verano presentan también las mayores varianzas, siendo el verano la estación que no presenta valores atípicos. El análisis espacial muestra varias estaciones con pocos datos que no permiten el cálculo de la varianza como son MA-1 y MA-2, MA-4 y PU-1, los cuales junto a AN-1, MA-3, MP-1 presentan medias de 2 mg/L. Las estaciones LA-1, MA-5 y MP-2 presentan medias de

3 mg/L y mayores variabilidades de datos. PU-2 presenta los mayores valores de Demanda Bioquímica con una media de 6 mg/L con valores que llegan a los 12 mg/L.

En el caso de los valores de Oxígeno Disuelto, estos muestran valores cercanos a 8 mg/L con una gran variabilidad de los datos entre 4 y 12 mg/L para el análisis temporal, presentándose la mayor varianza durante la época de otoño. El análisis espacial muestra una mayor variación de los datos, cercanos a los 8 mg/L, con los menores valores para el Estero Lampa (LA-1), las estaciones de MA-5, MP-2 y PU-2 presentan datos atípicos por sobre el 95% de los datos. En un análisis por cauce, en el río Maipo se observa una tendencia en la disminución del oxígeno disuelto hacia aguas abajo en el río, con un máximo en la estación MA-2, situación similar que se observa para los ríos Mapocho y Puangue.

Por otro lado, para los metales tales como Plomo, Níquel y Cromo se mantuvieron inferiores al límite de detección de la técnica analítica (<2 mg/L) en casi todas las áreas de vigilancia analizadas para las campañas de muestreo realizadas entre 2015 y 2016 mientras que para el parámetro de Zinc se observó concentración máxima de 0,30 mg/L en la estación EYL-OBS (Embalse el Yeso).

5. CONCLUSIONES

- Se verifica que las concentraciones ambientales medidas en las áreas de vigilancia exceden los valores normados, de acuerdo a los criterios de excedencia establecidos en el artículo 7° del D.S. N° 53/2013 MMA. En el análisis de los niveles de calidad ambiental en las áreas de vigilancia establecidas se constaron 20 incumplimientos para la evaluación de percentiles y 19 incumplimientos en la evaluación de superación del límite normativo de forma consecutiva, los que corresponden al **17,2% y 12,9%** respectivamente de los estándares definidos en estas normas de calidad ambiental.
- En la evaluación del percentil 95 para el período monitoreado (tres años calendarios consecutivos), se superaron los límites establecidos en las normas, en el nivel de saturación, para los parámetros de Conductividad Eléctrica, Cloruro, Ortofosfato, Nitrato y Zinc. En el caso de la evaluación del percentil 5 para el Oxígeno disuelto, también evidenció excedencia de los límites establecidos en la norma. En la siguiente tabla se resumen los niveles de saturación y latencia encontrada en dicho análisis:

Tabla N° 37. Evaluación Percentil NSCA áreas de vigilancia cuenca río Maipo 2015-2017

Parámetro	Unidad	MA-1	MA-2	MA-3	MA-4	MA-5	MP-1	MP-2	AN-1	LA-1	PU-1	PU-2
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	8	8	7	7	7	8	6	7	5	NPA	6
Conductividad Eléctrica (CE)	es/cm	1748	1910	1817	1387	1660	358	1609	1342	1755	NPA	1929
pH	...	7,7-9,2	7,8-9,0	7,5-8,9	7,8-8,7	7,6-8,5	6,4-8,5	7,3 - 8,3	7,4-8,5	7,5-8,2	NPA	7,5-8,4
Cloruro (Cl)	mg/L	311	293	263	179	204	39	214	155	248	NPA	260
Sulfato (SO4)	mg/L	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA
Nitrato (N-NO3)	mg/L	0,4	0,5	0,7	3	7	0,8	10	5	2	NPA	12
Ortofosfato (P-PO4)	mg/L	0,02	0,02	0,03	0,09	0,4	0,03	1	0,21	0,3	NPA	0,8
Plomo Disuelto (Pb)	mg/L	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA

Parámetro	Unidad	MA-1	MA-2	MA-3	MA-4	MA-5	MP-1	MP-2	AN-1	LA-1	PU-1	PU-2
Níquel Disuelto (Ni)	mg/L	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA	NPA
Zinc Disuelto (Zn)	mg/L	0,02	0,02	0,04	0,03	0,02	0,11	0,03	0,02	0,02	NPA	0,03
Cromo Total (Cr)	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	NPA	0,01

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Informes técnicos de la DGA con resultados de los monitoreos de la Red de Control, tratamiento de datos con criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA.

NPA: No permite análisis.

Valor bajo Norma Saturación Latencia

- Para la condición de excedencia correspondiente a la superación del valor normado en dos o más oportunidades consecutivas durante el periodo monitoreado correspondiente a tres años, también se evidenció excedencia de los límites establecidos para los parámetros de: Oxígeno disuelto, Conductividad Eléctrica, Cloruro, Sulfato, Nitrato, Ortofosfato y Zinc disuelto. En la Tabla N° 38 se resumen dichas excedencias de la norma.

Tabla N°38 Evaluación de promedios consecutivos en áreas de vigilancia de la cuenca río Maipo 2015-2017.

Parámetro	MA-1	MA-2	MA-3	MA-4	MA-5	MP-1	MP-2	AN-1	LA-1	PU-1	PU-2
Oxígeno Disuelto (OD)											
Conductividad Eléctrica (CE)											
pH											
Cloruro (Cl)											
Sulfato (SO4)											
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)											
Nitrato (N-NO3)											
Ortofosfato											

Parámetro	MA-1	MA-2	MA-3	MA-4	MA-5	MP-1	MP-2	AN-1	LA-1	PU-1	PU-2
(P-PO4)											
Plomo Disuelto (Pb)											
Níquel Disuelto (Ni)											
Zinc Disuelto (Zn)						*					
Cromo Total (Cr)											

Fuente: Elaboración propia, a partir del cálculo de criterios señalados en PMCCA y D.S.53/2013 MMA y los resultados validados del Informe Técnico SMA.

- Superación en tres oportunidades, 2015, 2016 y 2017

En nivel de saturación



- La mayor cantidad de superación a la normativa, empleando el criterio de percentil, se observa en los parámetros de Oxígeno disuelto para las áreas de vigilancia MA-3, MA-4 y LA-1; Conductividad eléctrica para las áreas de vigilancia MA-2, MA-5 y MP2; Cloruro para las áreas de vigilancia MA-1, MA-2, MA-3, MA-5, MP-1, LA-1 y PU-2; y Nitrato para las áreas de vigilancia MA-3, AN-1 y PU-2.
- Las áreas de vigilancia de la cuenca del río Mapocho, considerando el criterio de percentil, presentan incumplimiento en Conductividad Eléctrica MP-2, Cloruro MP-1 y Zinc disuelto MP-1
- El área de vigilancia del estero Lampa (LA-1) presenta niveles de saturación en el parámetro Cloruro y Oxígeno Disuelto (criterios de excedencia por percentil).
- El área de vigilancia del Estero Puangue presenta saturación, considerando un criterio de percentil, en Conductividad Eléctrica PU-2, Cloruro PU-2 y Nitrato PU-2. Además, para la misma área de vigilancia (PU-2) presenta incumplimientos del valor normado en dos o más oportunidades para los parámetros Sulfato, Cloruro, Conductividad eléctrica.
- En el Estero Puangue (PU-1), pese a no efectuar medición de forma constante para la representatividad estacional requerida, en la evaluación de dos promedios consecutivos presenta incumplimiento normativo para los parámetros de Oxígeno disuelto y Nitrato.
- En el área de vigilancia del río Angostura (AN-1), se verifica incumplimiento en los parámetros de Nitrato, Ortofosfato y Cloruro.
- Las campañas de ictiofauna realizada durante el año 2016 registraron la presencia de especies de peces en estado de conservación y endemismo. Las especies registradas fueron: *Trichomycterus aerolatus* en las estaciones MA-4, *Basilichthys* sp. en la estación MA-5 (sector bajo), ambas especies clasificadas como "Vulnerable". Por su parte, *Percichthys trucha* se encuentra categorizada como "Casi Amenazada" y fue registrada en las estaciones MA-4 (sector medio) y MA-5 (sector bajo).
- El análisis de las abundancias totales de macroinvertebrados bentónicos mostró mayor abundancia de individuos para el año 2016. Las mayores abundancias se presentaron en el río

Maipo, en las áreas de vigilancia cercanas a la desembocadura, como son MA-4 y MA-5 y con valores menores aguas arriba. Este mismo patrón se presentó en el río Mapocho en el área de vigilancia MP-2, donde las abundancias son mayores que en el área de vigilancia MP-1 que se encuentra más cercana a la cordillera. El resto de las estaciones presentaron abundancias bajas sin un patrón claro de distribución.

- La riqueza de macroinvertebrados bentónicos para el período muestreado presentó mayores valores durante el año 2016. En relación a la diversidad, evaluada por el índice de diversidad de Shannon, se obtuvo que el área de vigilancia AN-1 ubicado en río Angostura posee una mayor diversidad de taxa de macroinvertebrados, luego le siguen las áreas de vigilancia MP-1 y MA-4.
- El índice ChBMWP entre los años 2015, 2016 y 2017 presentó un cambio en la clase de calidad para el período en análisis para el río Maipo, observándose una mejora en la calidad biológica del agua para las áreas de vigilancia MA-1, MA-2, MA-3, MA-4, ubicadas en el río Maipo (a excepción del año 2017 en el área de vigilancia MA-1). El estero Lampa (LA-1) presentó una calidad muy mala, lo que podría dar indicios de perturbaciones antrópicas que sugieren atención y seguimiento.

7. REFERENCIAS

DS. N°53/2013, Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Maipo del Ministerio del Medio Ambiente.

DGA (2015) y (2016). Informe Técnico Antecedentes para elaborar Informe de Calidad, Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las aguas continentales superficiales de la Cuenca del río Maipo.

Ministerio del Medio Ambiente (2015). Informe Final “Red norma secundaria calidad ambiental Río Maipo”

Ministerio del Medio Ambiente (2016). Informe Final “Red de observación para la norma secundaria de calidad ambiental del río Maipo”

Ministerio del Medio Ambiente (2016). Informe de avance “Red de observación para la norma secundaria de calidad ambiental del río Maipo”

Ministerio del Medio Ambiente (2016). Primer Informe de calidad del Lago Villarrica. Disponible en la Web: www.sinia.gob.cl; Ficha. N° 1665333/4d53e771-442e-4102-ad29-c3c33c65f74c. http://www.sinia.cl/1292/articles-51209_TomolIII_1000_1109.pdf

Superintendencia del Medio Ambiente (2018). Resolución Exenta N°271/2018 de la SMA, que dicta el programa de medición y control de la calidad ambiental de aguas para las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Maipo.

Superintendencia del Medio Ambiente (2018). Informe Técnico de la Calidad de las Aguas Maipo 2014 – 2017