

Santiago, 28 de febrero de 2020

PL-005/2020

Señor
Guillermo Ready Salamé
SEREMI de Medio Ambiente
Región de Atacama
Av Portales N°830
Copiapo
Presente

INGRESO DE CORRESPONDENCIA	
SEREMI DEL MEDIO AMBIENTE ATACAMA	
CORRELATIVO N° 166	FECHA: 02 MAR. 2020
PASO A: <i>Natalia</i>	

MAT.: Elaboración de Anteproyecto de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para las Aguas Superficiales de la Cuenca del Río Huasco

ANT.: Análisis Minuta Técnica para la Elaboración de Anteproyecto de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para las Aguas Superficiales de la Cuenca del Río Huasco

De nuestra consideración:

Por medio de la presente, en el marco del proceso de elaboración de la Norma Secundaria de Calidad del Agua del Río Huasco (NSCA del río Huasco) y del antecedente indicado "Minuta Técnica para la Elaboración de Anteproyecto de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para las Aguas Superficiales de la Cuenca del Río Huasco", adjunto a Usted un análisis realizado a la evolución de la calidad del agua en la cuenca del río Estrecho Chollay y otras cuencas aledañas, en el contexto de la menor disponibilidad de recursos hídricos producto de varios años de sequía continua registrados en la último años, en particular desde antes del año 2008 y hasta al menos el año 2015. El objetivo de este análisis es proveer antecedentes adicionales a ser ponderados dentro del proceso de elaboración de la NSCA en dicha cuenca.

De acuerdo a los antecedentes analizados para el área de estudio, se verifica que existe una relación directa entre la disponibilidad de recursos hídricos superficiales y la calidad del agua registrada en distintas subcuencas de la parte alta de la cuenca del río Huasco.

De acuerdo a la revisión de los antecedentes disponibles, dentro de los análisis técnicos realizados para el Anteproyecto de NSCA del Río Huasco, en particular para el Área de Vigilancia ES-10, no se ha considerado para la definición de clases de calidad natural del río del Estrecho la información posterior al año 2009, debido a la influencia del proyecto Pascua Lama. Sin embargo, el análisis de información de quebradas laterales al río del Estrecho, sin intervención del proyecto, además de los registros de cuencas aledañas, muestra la importancia de considerar el periodo posterior a dicho año, el cual podría ser analizado mediante métodos indirectos que permitan proyectar la calidad del agua que se habría

producido en ausencia del proyecto Pascua Lama. Este enfoque de análisis ha sido reconocido por la Autoridad Ambiental en el proceso de 25 quinquies el que modificó, a través de la RCA N°94/2016, la Resolución de Calificación Ambiental original del proyecto Pascua Lama, RCA N°24/2006.

Finalmente, y dado el escenario actual de escasez hídrica que enfrenta el país, se considera importante que la NSCA del río Huasco, así como otras normas en proceso, sean capaces de anticipar el efecto de este tipo de escenarios, para poder cumplir de manera exitosa con la implementación de la norma y con los objetivos de protección o conservación del medio ambiente.

De esta forma, le hago llegar a través de esta carta el informe Técnico "Efecto de la Sequía Prolongada Sobre la Calidad del Agua en el Contexto de la NSCA de la Cuenca del Río Huasco" preparado por HIDROMAS.

Sin otro particular, se despide atentamente,



Rodrigo Lucero Chilovitis
Representante Legal
Compañía Minera Nevada Spa.



Informe Técnico

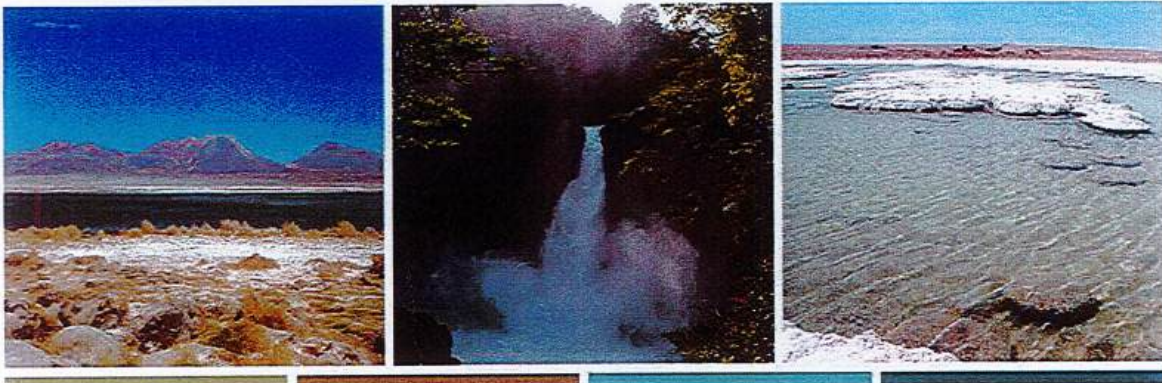
Efecto de la Sequía Prolongada Sobre la Calidad del
Agua en el Contexto de la NSCA de la Cuenca del
Río Huasco

INFORME REV 0

PREPARADO PARA

BARRICK

24 de Febrero de 2020



Efecto de la Sequía Prolongada Sobre la Calidad del Agua en el Contexto de la NSCA de la Cuenca del Río Huasco

Código de Proyecto: [2013 - 147 - MHPL]

HIDROGEOLOGIA y MEDIO AMBIENTE SUSTENTABLE LTDA

Suecia 211, Oficina 701-A, Providencia - Santiago Chile

e-mail: contacto@hidromas.cl

website: www.hidromas.cl

Tel: +(56-2) 232027540

REV.	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	DESCRIPCIÓN
Rev.A	Claudia Mellado	Carlos Espinoza	Carlos Espinoza	Coordinación Interna
	[20.01.209]	[20.01.20]	[20.01.20]	
Rev.B	Carlos Espinoza	Claudia Mellado	Carlos Espinoza	Revisión y Aprobación Cliente
	[21.01.20]	[21.01.20]	[21.01.20]	
Rev.0			Carlos Espinoza	Versión Final
			[24.02.20]	

TABLA DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Aspectos Generales	1
1.2	Contenidos del Documento	1
2	ANTECEDENTES GENERALES ÁREA DE ESTUDIO	2
2.1	Descripción del Área de Estudio	2
2.2	Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) del río Huasco	2
3	ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA EN FUNCIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS	6
3.1	Antecedentes Meteorológicos	6
3.2	Caudal Superficial y Calidad del Agua en el río del Estrecho.....	8
3.3	Análisis de la Calidad del Agua en las AV del río del Estrecho, Chollay, Del Toro, Tres Quebradas y Carmen.....	11
3.3.1	Aspectos Generales.....	11
3.3.2	Cuenca Río del Estrecho - Chollay.....	12
3.3.3	Otras Cuencas	12
4	COMENTARIOS FINALES	20
5	REFERENCIAS	21

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2-1: Cuenca del río Huasco y subcuencas aportantes.....	3
Figura 2-2: Áreas de Vigilancia Cuenca del Río Huasco.....	5
Figura 3-1: Precipitación en Contexto Regional del Proyecto.....	7
Figura 3-2: Nieve Caída Anual en Campamento Barriales, 2001 a 2018.....	7
Figura 3-3: Ubicación de Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial en Río del Estrecho.....	8
Figura 3-4: Evolución de la Conductividad Eléctrica y Caudal en NE-5.....	10
Figura 3-5: Evolución de la Conductividad Eléctrica en Quebradas Laterales.....	10
Figura 3-6: Ejemplo de Exclusión de Registros Fuera de Tendencia (Outliers) en AV QU-10.....	11
Figura 3-7: Evolución temporal de la CE (superior) y sulfato (inferior) en el AV ES-10.....	13
Figura 3-8: Evolución temporal de la CE (superior) y sulfato (inferior) en el AV CH-10.....	14
Figura 3-9: Evolución temporal de la CE (superior) y sulfato (inferior) en el AV TO-10.....	15
Figura 3-10: Evolución temporal de la CE (superior) y sulfato (inferior) en el AV QU-10.....	16
Figura 3-11: Evolución temporal de la CE (superior) y sulfato (inferior) en el AV PO-10.....	17
Figura 3-12: Evolución temporal de la CE (superior) y sulfato (inferior) en el AV PO-20.....	18
Figura 3-13: Evolución temporal de la CE (superior) y sulfato (inferior) en el AV CA-10.....	19

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2-1: Áreas de Vigilancia Propuestas para la NSCA de la Cuenca del Río Huasco.....	4
Tabla 3.1: Coordenadas UTM de las estaciones meteorológicas analizadas.....	6

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Aspectos Generales

En el marco del trabajo de apoyo y asesoría de HIDROMAS Ltda a Barrick – Pascua Lama, se ha realizado un análisis de la evolución de la calidad del agua en la cuenca del río Estrecho Chollay y otras cuencas aledañas, en el contexto de la menor disponibilidad de recursos hídricos producto de varios años de sequía registrados en la última década.

Este análisis se ha realizado utilizando la información contenida en la Minuta Técnica para la Elaboración del Anteproyecto de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) para las Aguas Superficiales de la Cuenca del Río Huasco (MMA, 2019), así como información complementaria proporcionada por Barrick.

El objetivo de este análisis es proveer antecedentes adicionales a ser ponderados dentro del proceso de elaboración de la NSCA en dicha cuenca.

1.2 Contenidos del Documento

Este documento se divide en las siguientes secciones:

- La Sección 2 incluye una revisión de los antecedentes generales del área de estudio, así como de la Norma Secundaria en desarrollo.
- En la Sección 3 se resume un análisis de la calidad de agua en función de la disponibilidad de recursos hídricos en diferentes sectores tanto de la cuenca del río Estrecho como en sectores aledaños.
- En la Sección 4 se resumen los aspectos más relevantes de este documento.

2 ANTECEDENTES GENERALES ÁREA DE ESTUDIO

2.1 Descripción del Área de Estudio

La cuenca hidrográfica del río Huasco (Código DGA 038) se encuentra ubicada en la provincia de Huasco, Región de Atacama, entre los paralelos 28°27'-29°33'S y los meridianos 71°11'-69°56'W, y posee una superficie de 9.813 km². El río Huasco se forma en el sector de Junta del Carmen, a 90 km de su desembocadura en el océano Pacífico, por la confluencia de sus dos tributarios principales: los ríos Tránsito y Carmen. En su cuenca fue construido en 1995 el embalse Santa Juana, el cual, además de proveer de agua necesaria a todo el sector meridional, es la reserva acuática mediante la cual se abastece la agricultura del sector. La cuenca involucra las comunas de Alto del Carmen, Vallenar, Freirina y Huasco de la Región de Atacama, y se compone de tres subcuencas aportantes principales: Río Tránsito (Código 0380), Río del Carmen (Código 0381) y Río Huasco (Código 0382). La Figura 2-1 muestra de manera general la ubicación de la cuenca, y las subcuencas que la componen (KP, 2019).

De acuerdo a MMA (2019), el régimen del río Huasco es de tipo nival, ya que sus principales ríos aportantes nacen de la alta cordillera de Los Andes, a una altura que alcanza los 5000 m s.n.m. La cuenca del Río Huasco se caracteriza por una marcada variación climática, lo cual provoca años con abundantes precipitaciones y caudales, mientras que también existen periodos prolongados de sequía, manifestándose un déficit hídrico.

El presente análisis se enfoca en la parte alta de la subsubcuenca del río Estrecho, donde se ubica el proyecto Pascua Lama, además de otras cuencas aledañas a esta.

2.2 Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) del río Huasco

La Ley N°19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, define a las Normas Secundarias de Calidad Ambiental (NSCA) como "aquellas que establecen los valores de las concentraciones y períodos máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza".

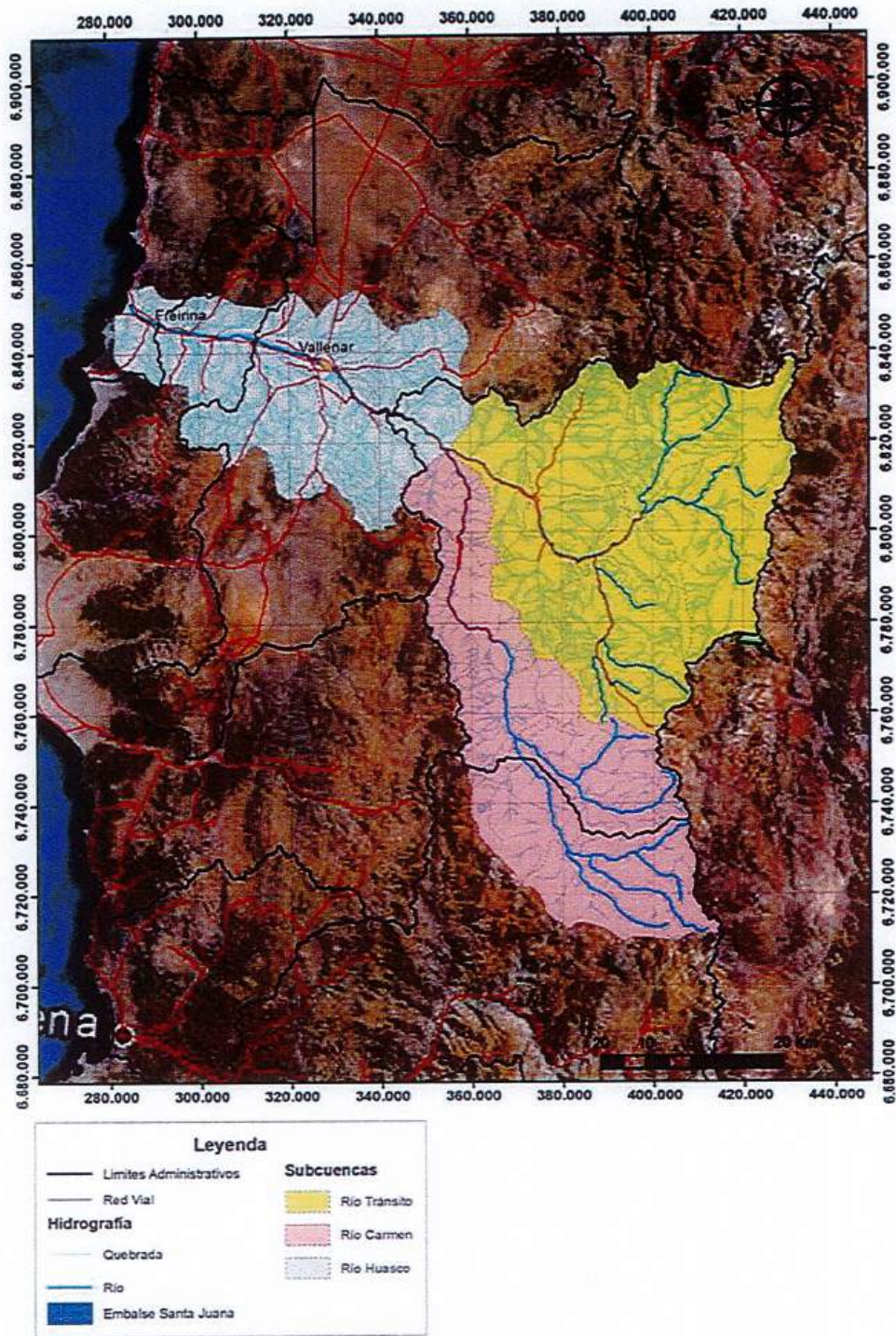
La elaboración de una NSCA considera cinco etapas que comprenden el desarrollo de estudios científicos, análisis técnico y económico, consulta a organismos competentes, públicos y privados, y análisis de las observaciones formuladas. En el caso de la NSCA, el proceso se encuentra¹ en la Elaboración del Anteproyecto (etapa 2 de 5), encontrándose pendiente la PAC, consulta indígena, elaboración del proyecto definitivo y presentación al Consejo de Ministros.

El Anteproyecto de NSCA del Río Huasco (MMA, 2019) ha desarrollado los estudios científicos necesarios para la elaboración de dicha norma. En ese contexto, se ha subdividido a la cuenca en Áreas de Vigilancia (AV) que comparten ciertas características, de manera de analizar cada una de ellas de manera diferenciada de acuerdo a sus características naturales, usos y presiones antrópicas.

En la Figura 2-2 y en la Tabla 2-1 se identifican las AV propuestas para la cuenca del río Huasco, donde el AV codificada como ES-10, corresponde a la cuenca del río del Estrecho, desde su nacimiento hasta el punto de monitoreo superficial NE-4.

¹ www.planesynormas.mma.gob.cl. Consulta 17 enero 2020.

Figura 2-1: Cuenca del río Huasco y subcuencas aportantes.



Fuente : KP, 2013

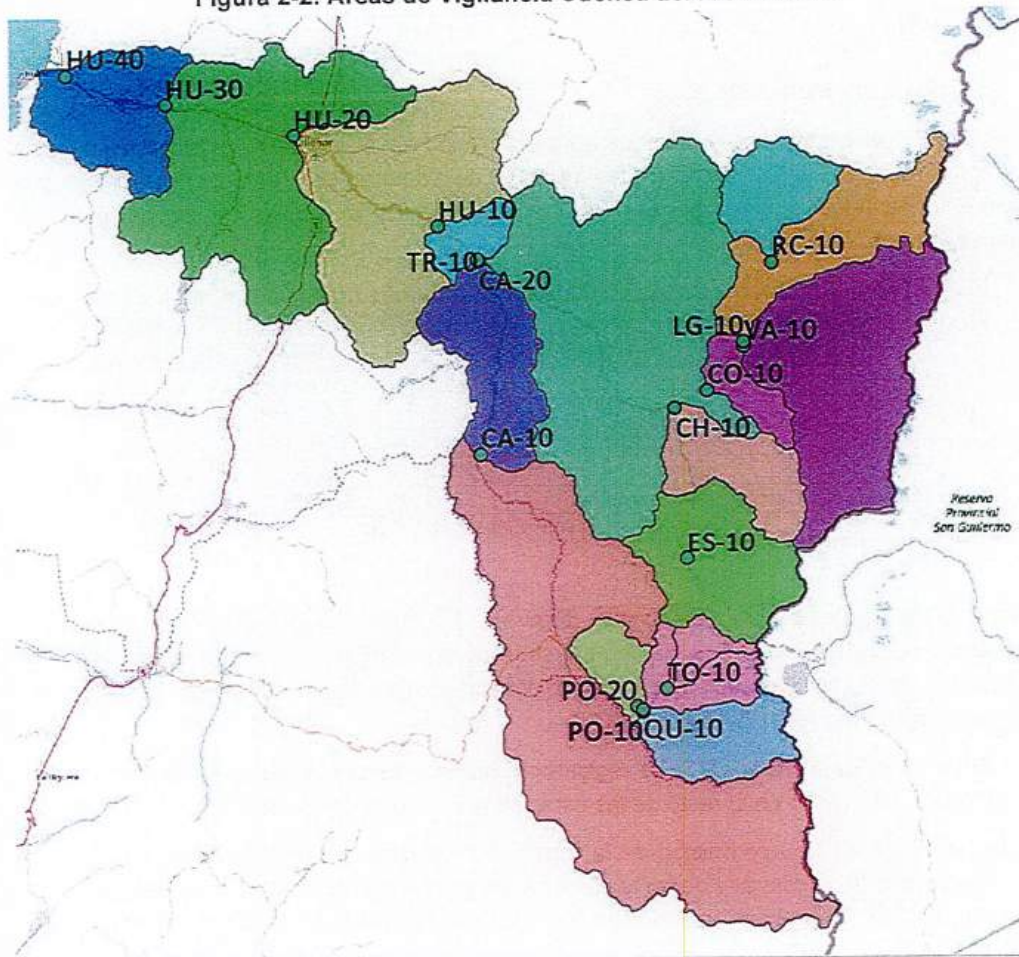
Tabla 2-1: Áreas de Vigilancia Propuestas para la NSCA de la Cuenca del Río Huasco

AV	Río	Delimitación de cada área de vigilancia
HU-10	Río Huasco	Desde punto de encuentro del Río Tránsito y Río del Carmen hasta estación DGA Chépica
HU-20		Desde estación DGA Chépica hasta estación DGA Panamericana
HU-30		De estación DGA Panamericana hasta estación INIA 03-H
HU-40		De estación INIA 03-H hasta estación DGA Huasco Bajo
CA-10	Río Carmen	Desde inicio del Río Carmen hasta estación CMN CA4
CA-20		Desde estación CMN CA4 hasta intersección de Río Carmen con Río Huasco
PO-10	Río Potrerillos	Desde inicio del Río Potrerillos hasta estación CMN VIT5
PO-20		Desde estación CMN VIT5 hasta final Río Potrerillos
QU-10	Río Tres Quebradas	Desde inicio Río Tres Quebradas hasta intersección con Río Potrerillos
TO-10	Río del Toro	Desde inicio del Río Toro, hasta inicio Río Tres Quebradas
TR-10	Río El Tránsito	Desde confluencia del Río Conay y Río Chollay hasta intersección con ríos Huasco y Carmen
CH-10	Río Chollay	Desde inicio del Río Chollay hasta intersección con Río El Tránsito
ES-10	Río Estrecho	Desde inicio del Río Estrecho hasta inicio del Río Chollay
CO-10	Río Conay	Desde estaciones El Morro RH-7 y RH-8 hasta estación DGA 03802001-3
VA-10	Río Valeriano	Desde inicio del Río Valeriano (y sus subcuencas) hasta estación El Morro RH-7
LG-10	Río Laguna Grande	Desde estación El Morro LG-10 hasta estación El Morro RH-8
RC-10	Río Cazadero	Desde inicio del Río Cazadero (y subcuencas de éste) hasta estación El Morro LG-10

Fuente: MMA, 2019.

Respecto a la data de calidad del agua utilizada para definir los valores límites propuestos en el Anteproyecto de NSCA, se recopiló la información más reciente disponible (agosto 2018), pero se utilizó aquella información que representara la situación natural de cada cuenca. En ese contexto, para el Área de Vigilancia ES-10 (parte alta del Río del Estrecho), se consideró la información disponible hasta el año 2008, dado que el proyecto Pascua Lama, ubicado aguas arriba de esta área, comenzó su fase de construcción el año 2009. Como se verá en secciones siguientes de este documento, la calidad del agua registrada posterior al año 2009, reflejó un comportamiento asociado a la menor disponibilidad de recursos hídricos, producto de la sequía prolongada que afectó a la cuenca hasta el año 2015.

Figura 2-2: Áreas de Vigilancia Cuenca del Río Huasco



Fuente : Modificado de MMA, 2019.

3 ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA EN FUNCIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS

3.1 Antecedentes Meteorológicos

En la Figura 3-1 se muestran los registros de precipitación anual en cuatro estaciones meteorológicas en el entorno regional del área de estudio. En la Figura 3-2 se muestran los registros de nieve caída en la estación Campamento Barriales, operada por Barrick Pascua Lama. En la Tabla 3.1 se muestra la ubicación de las estaciones meteorológicas.

Tabla 3.1: Coordenadas UTM de las estaciones meteorológicas analizadas.

Nombre Estación	Altitud (m.s.n.m)	Coordenadas WGS 84	
		Norte (m)	Este (m)
Vallenar	420	6.836.664	329.988
El Tránsito	1.100	6.805.357	374.948
Conay en Albaricoque	1.600	6.796.784	391.773
Juntas	2.150	6.683.217	394.411
Campamento Barriales	3.717	6.761.608	396.352

Fuente: Elaboración Propia

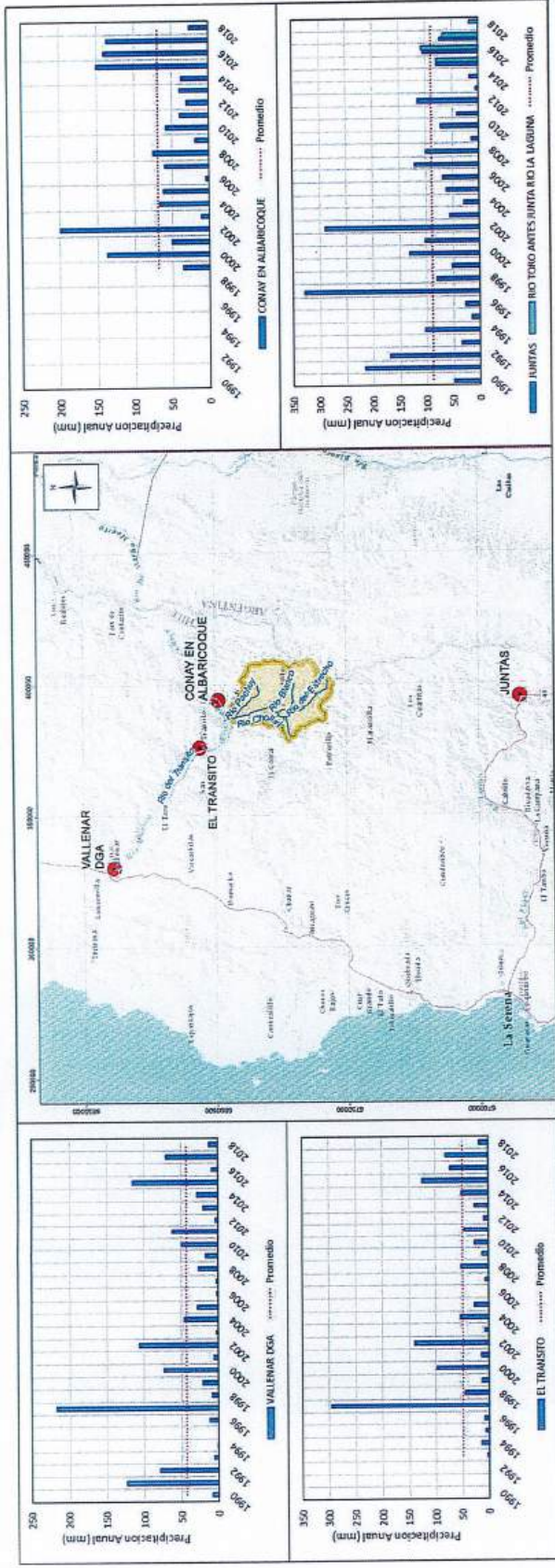
La información de precipitación disponible (Figura 3-1 y Figura 3-2) indica que previo al año 2006 se observaron periodos de 2 a 3 años de sequía, separados por años de mayor precipitación. Posteriormente, entre los años 2006 y 2015 se registró un periodo prolongado de sequía intensa, que se observó tanto a escala local (Figura 3-2) como regional (Figura 3-1).

Luego, entre los años 2015 y 2017, se registraron importantes precipitaciones, tanto en la parte alta de la cuenca (Figura 3-2), como en el resto de las estaciones analizadas (Figura 3-1).

Respecto al año 2018, la información de la Figura 3-2 muestra que durante el invierno las precipitaciones ocurridas en el sector cordillerano de la Región de Atacama fueron considerablemente menores a las ocurridas durante el año 2017 y también bajo el promedio histórico, lo que concuerda con el escenario general de la región.

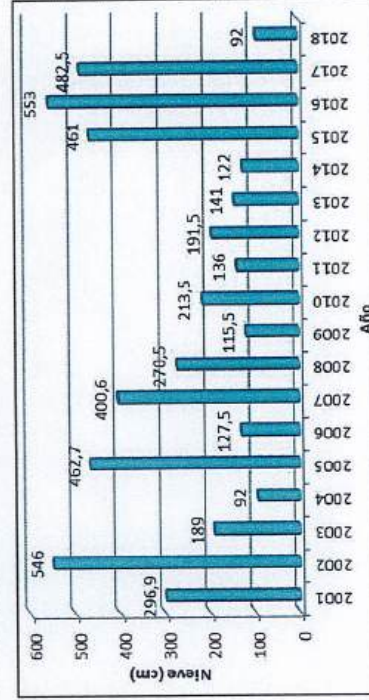
Como se analiza posteriormente, la ocurrencia de los ciclos meteorológicos señalados, tuvo una implicancia directa en la disponibilidad de caudal superficial, así como en la calidad de dichas aguas.

Figura 3-1: Precipitación en Contexto Regional del Proyecto.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-2: Nieve Caída Anual en Campamento Barriales, 2001 a 2018.



Fuente: Elaboración propia

3.2 Caudal Superficial y Calidad del Agua en el río del Estrecho.

En esta sección se analiza la relación entre la calidad del agua y la disponibilidad de agua superficial en el río del Estrecho, la cual a su vez está relacionada con los eventos meteorológicos analizados en el acápite 3.1. Dado que a fines del año 2009 se dio inicio a la fase de construcción del proyecto Pascua Lama, el presente análisis distingue entre la información registrada antes del año 2009 y posterior. Los puntos analizados corresponden a estaciones de monitoreo de agua superficial en el río del Estrecho, cuya ubicación se muestra en la Figura 3-3.

Figura 3-3: Ubicación de Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial en Río del Estrecho



Fuente: Elaboración propia

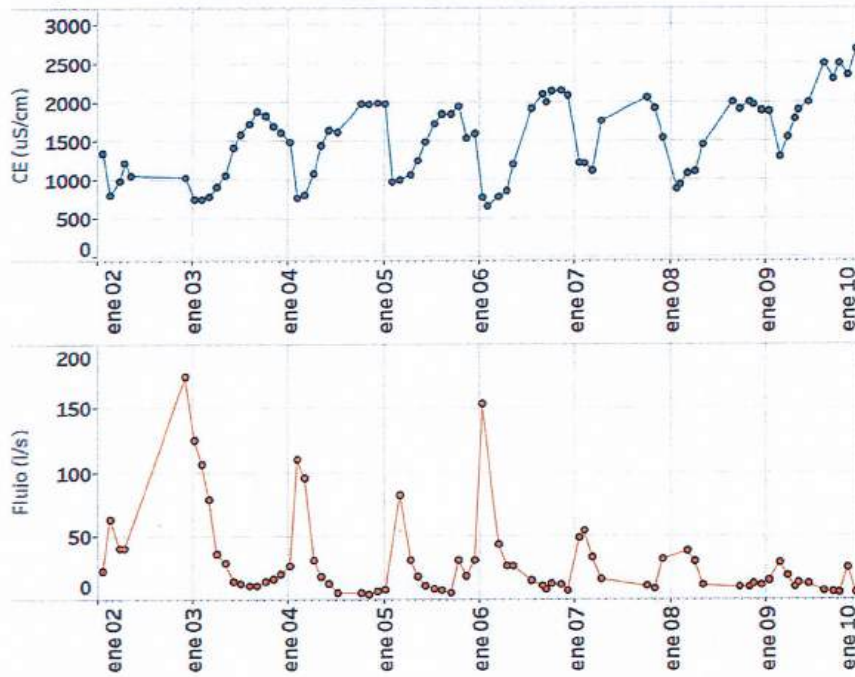
En la Figura 3-4 se muestra la evolución conjunta del caudal y la Conductividad Eléctrica (CE) medidas en el nacimiento del río del Estrecho (estación NE-5), hasta el año 2009. De la figura se observa un comportamiento cíclico en la calidad del agua a nivel anual, con mayores valores de CE que coinciden con menores caudales, y menor CE para periodos de mayor disponibilidad de caudal superficial. Además, se observa que en los años 2002, 2005 y 2007, donde se registró mayor cantidad de agua caída (Figura 3-2), coinciden con los mayores caudales superficiales y mejores calidades de agua (menor CE) del periodo previo al proyecto Pascua Lama. Respecto a la tendencia temporal global de la calidad del agua en este periodo, se registró una tendencia creciente de los valores máximos medidos, aspecto que fue reconocido por la Autoridad Ambiental en el proceso de 25 quinquies a través de la RE 94/2016, la que modificó la Resolución de Calificación Ambiental original del proyecto Pascua Lama, la RCA N°24/2006.

Respecto a la calidad del agua posterior al año 2009, se han analizado estaciones de monitoreo ubicadas en cauces laterales aportantes al río del Estrecho, sin influencia del proyecto Pascua Lama (estaciones en color blanco, Figura 3-3). Estas corresponden a la estación NE-1A (quebrada Barriales), PX-1 (quebrada Agua de la Falda) y CN-2 (río del Toro).

En la Figura 3-5 se observa la evolución de la CE en quebradas laterales aportantes al río del Estrecho. En términos globales, todas las quebradas registran una tendencia creciente en la conductividad eléctrica hasta el año 2015, la cual es una medida de la concentración de iones disueltos en el río. Esto es coherente con la menor capacidad de dilución de los cauces superficiales, producto de la sequía prolongada registrada hasta el año 2015. Posteriormente, la mayor cantidad de precipitación registrada entre el año 2015 y 2017 incidió en una mayor disponibilidad de agua superficial, y en una disminución en la concentración de iones disueltos. Los últimos registros graficados, correspondientes al año 2018, muestran nuevamente la tendencia creciente en la concentración de solutos, la que se relaciona con la menor cantidad de precipitaciones de dicho año (Figura 3-2).

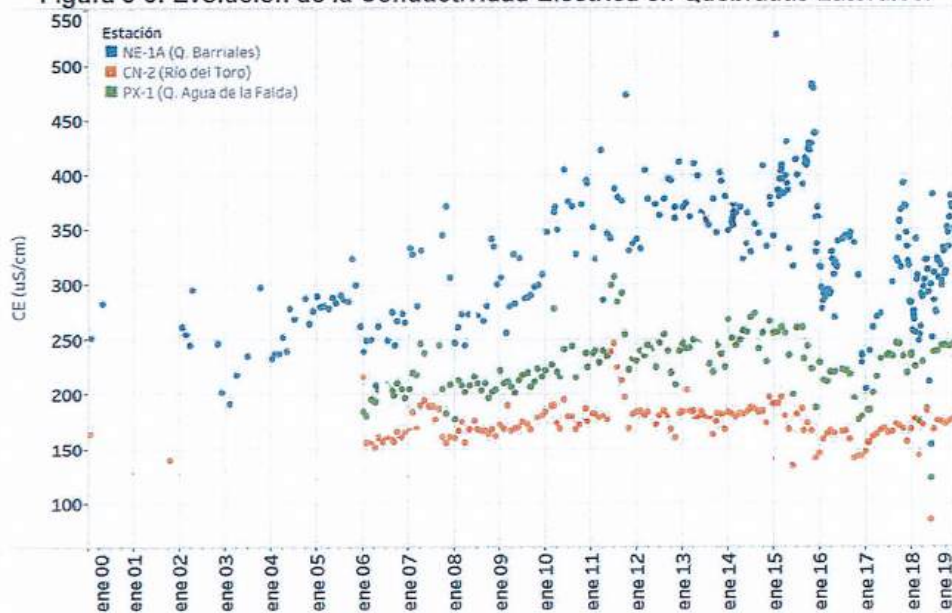
De esta forma y con base en la información disponible en las quebradas laterales aportantes al río del Estrecho, se proyecta que, de no haberse ejecutado las obras del proyecto Pascua Lama, la calidad del agua en el río del Estrecho, en particular en la estación NE-4 que define el límite del Área de Vigilancia ES-10, habría experimentado concentraciones aún mayores a las que fueron registradas en el periodo previo al año 2010. En efecto, los datos de calidad de agua en dichas quebradas muestran la misma tendencia creciente en la concentración que se observó en el río del Estrecho en la situación sin Proyecto (Figura 3-5), la cual se prolongó hasta el año 2015, para luego revertirse en los años 2016 y 2017, producto de la mayor disponibilidad hídrica.

Figura 3-4: Evolución de la Conductividad Eléctrica y Caudal en NE-5.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-5: Evolución de la Conductividad Eléctrica en Quebradas Laterales.



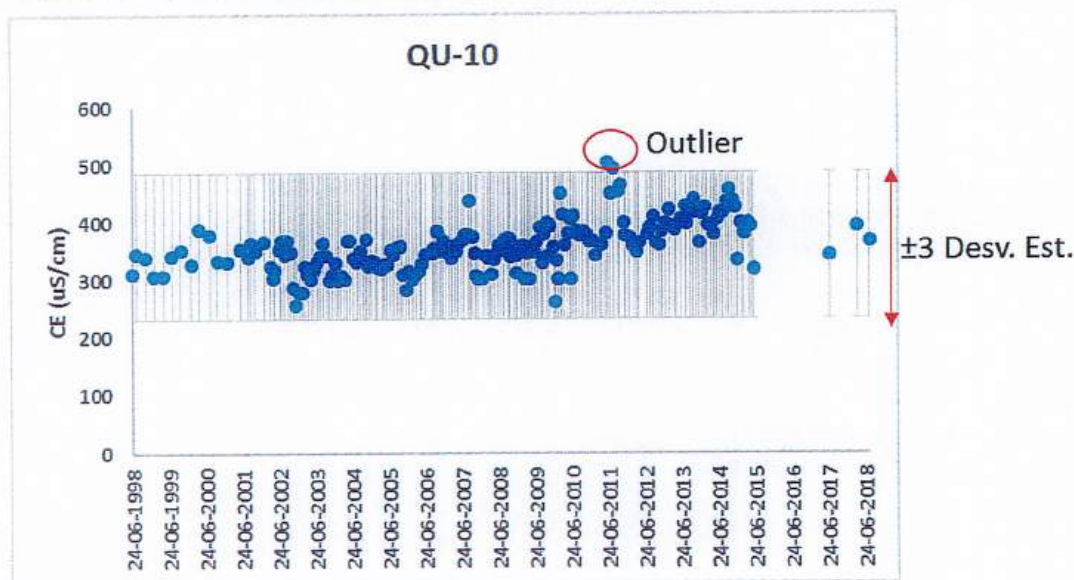
Fuente: Elaboración propia

3.3 Análisis de la Calidad del Agua en las AV del río del Estrecho, Chollay, Del Toro, Tres Quebradas y Carmen.

3.3.1 Aspectos Generales

En esta sección se presenta un análisis de la evolución de la calidad del agua en la parte alta de la cuenca del río Huasco, utilizando la información que forma parte del Anteproyecto de NSCA de dicha cuenca. Esta información fue compilada desde la base de datos disponible en MMA, 2019 y tratada estadísticamente de acuerdo al criterio planteado por MMA (2017), que indica la exclusión de valores fuera de tendencia o "outliers" bajo el criterio de 3 desviaciones estándar fuera de la serie de datos. Un ejemplo de la aplicación de este criterio se muestra en la Figura 3-6. Cabe destacar que en el AV del río del Estrecho (ES-10), para determinar los valores de clase de mejor calidad (clase 1) y peor calidad (clase 4) de cada parámetro, el Anteproyecto de NSCA del Huasco utilizó la base de datos histórica de todas las áreas de vigilancia, excepto los datos del área ES-10 puesto que, a solicitud del Comité Operativo, se utilizaron los datos hasta el año de la instalación del Provento Pascua Lama (2008). Lo anterior no sería correcto, ya que el proyecto comenzó su construcción en octubre de 2009, por lo que los datos deben ser analizados al menos hasta dicha fecha, lo cual ha sido reconocido expresamente por la autoridad.

Figura 3-6: Ejemplo de Exclusión de Registros Fuera de Tendencia (Outliers) en AV QU-10.



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las Áreas de Vigilancia utilizadas para comparar con el río del Estrecho, se eligieron AV contiguas a ES-10, y que tuviesen los mejores índices biológicos de calidad (TO-10 y QU-10).

Respecto a los parámetros de calidad de agua analizados, se eligieron Conductividad Eléctrica (CE) y Sulfato (SO_4), como una medida de los elementos disueltos que se transportan en el agua. Además, se ha considerado lo indicado por el Anteproyecto de NSCA del Huasco (MMA, 2019), que define a ambos elementos como indicadores de Drenaje Ácido en Roca (DAR), y que destaca su importancia por ser indicadores de alteraciones metabólicas y problemas de osmorregulación en organismos vivos (CE), además de indicar toxicidad de metales pesados e inhibición de fotosíntesis (SO_4).

3.3.2 Cuenca Río del Estrecho - Chollay

En la Figura 3-7 y Figura 3-8 se presentan las gráficas de CE y SO₄ para el río del Estrecho (AV ES-10) y río Chollay (AV CH-10), respectivamente. En cada figura se han graficado dos series de datos, una que abarca el período previo al proyecto Pascua Lama (año 2009), y una serie posterior a 2009.

En la Figura 3-7 se observa que, antes del año 2009, la tendencia en la concentración de solutos disueltos (medidos indirectamente a través de la CE y SO₄) presentaban un comportamiento general estable hasta el año 2002, donde se observa una disminución significativa de SO₄ producto de las altas precipitaciones registradas ese año (Figura 3-2). Posteriormente, se observa una tendencia natural creciente en las concentraciones, la cual se revierte momentáneamente a fines del año 2007, debido a las altas precipitaciones registradas. En el período posterior al año 2009, se observa un incremento de las concentraciones en una magnitud mayor a la observada en el período anterior a Pascua Lama, situación que puede ser explicada por la fase de construcción del proyecto. En el año 2015 se observa la influencia de años hidrológicos húmedos, donde la mayor disponibilidad de agua incidió en una baja en las concentraciones de solutos.

En la Figura 3-8 se observa un comportamiento muy similar al antes descrito, dado que el río Chollay corresponde a la continuación del río del Estrecho.

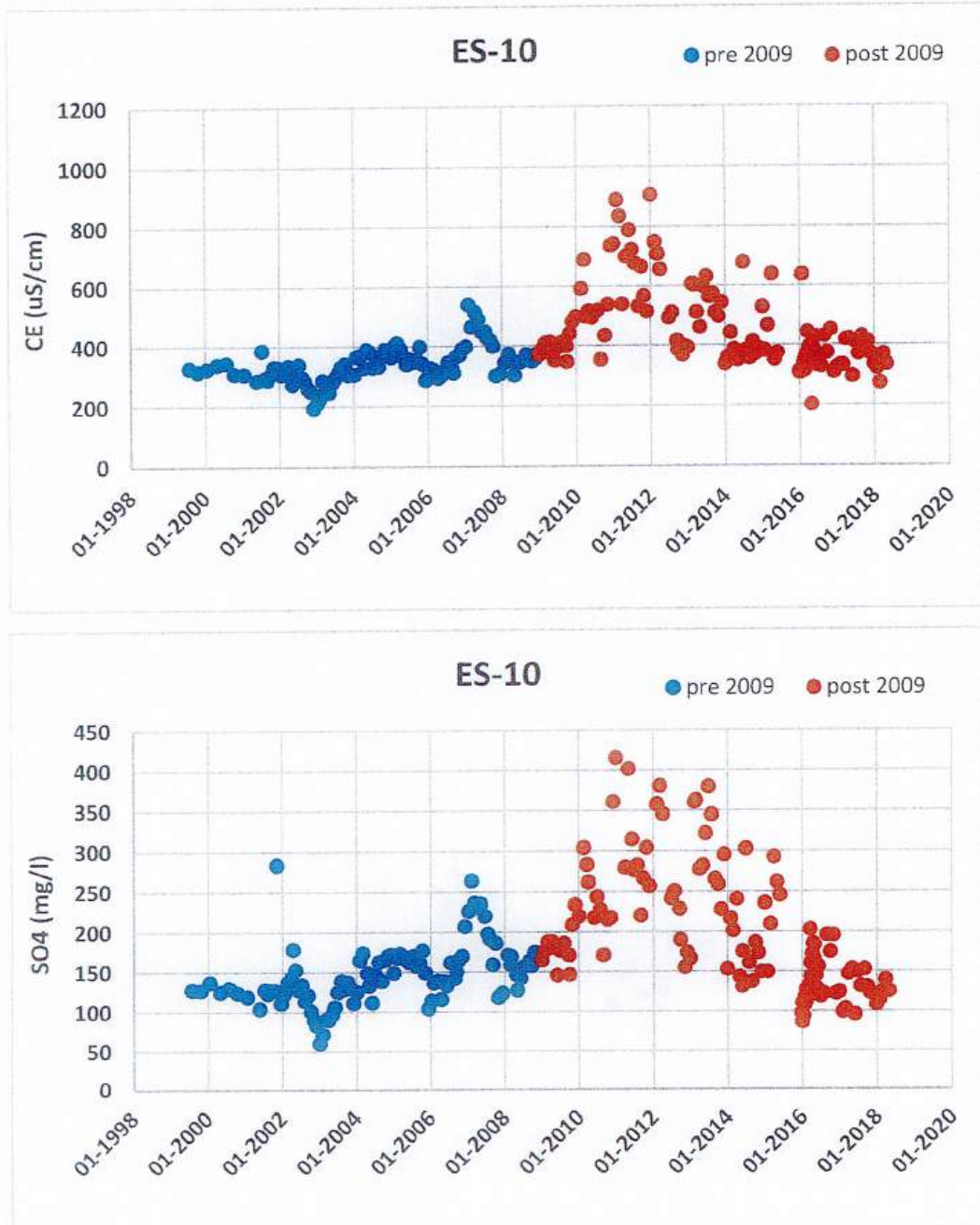
3.3.3 Otras Cuencas

Con objeto de verificar si el comportamiento observado en el río del Estrecho-Chollay se observa en otros sectores sin influencia del proyecto Pascua Lama, se han analizado Áreas de Vigilancia contiguas a dicho río. Estas corresponden al río del Toro (AV TO-10), río Tres Quebradas (QU-10), río Potrerillos (PO-10 y PO-20) y río Carmen en su arte alta (CA-10). Cabe destacar que, de estas AV, TO-10 y QU-10 destacan por su buena calidad en cuanto a sus índices biológicos (MMA, 2019).

Para efectos ilustrativos, las siguientes figuras se han graficado separando en dos series de datos el período previo al año 2009 respecto al posterior. No obstante, y dada la ausencia de influencia del proyecto Pascua Lama, toda la data puede ser interpretada de forma integrada.

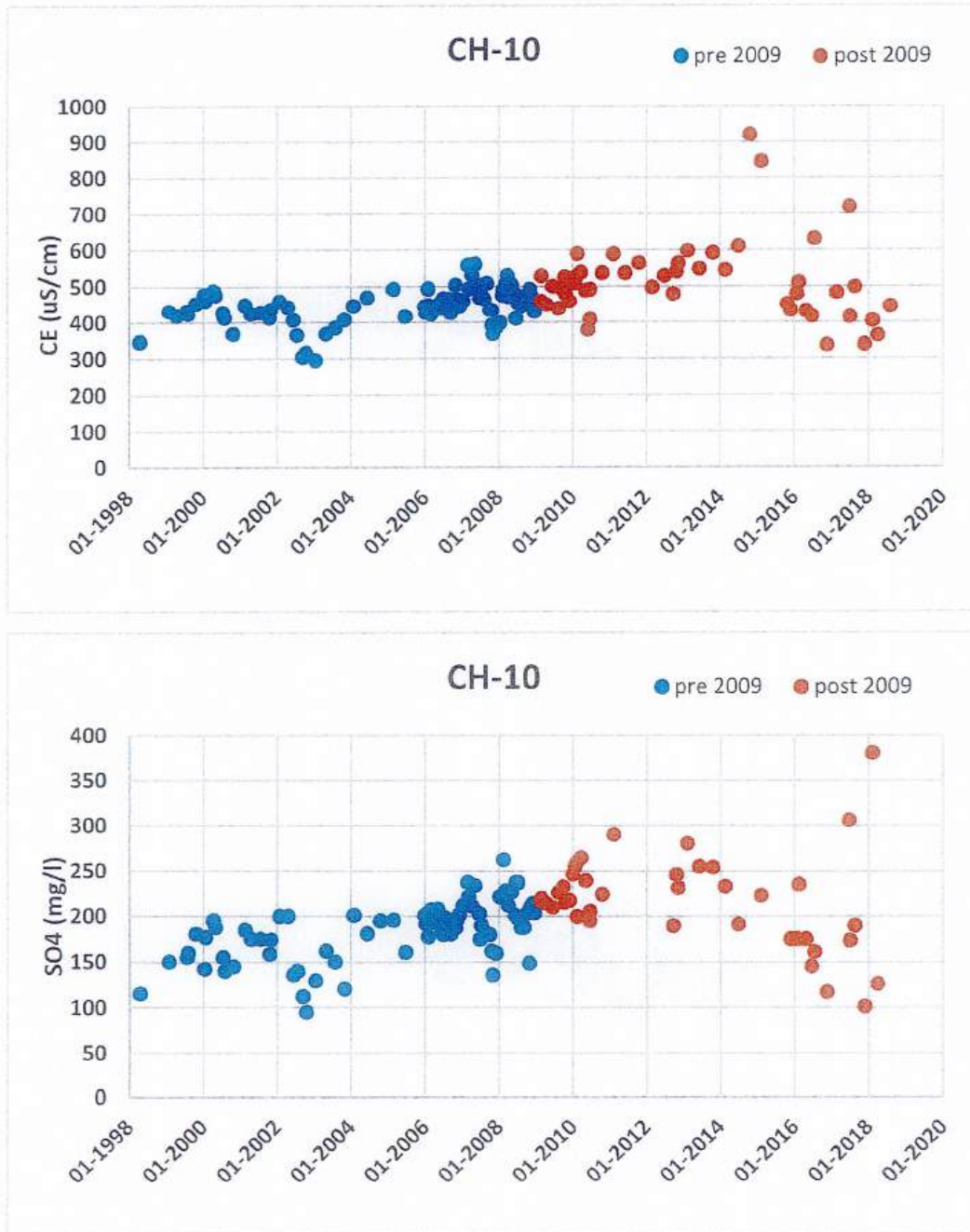
Las gráficas mostradas en la Figura 3-9 a Figura 3-13, a excepción de la Figura 3-12 (AV PO-20), muestran un comportamiento global al alza en la CE y en la concentración de sulfato, que es coherente con el comportamiento observado en quebradas laterales aportantes al río del Estrecho (Figura 3-5). Asimismo, y de acuerdo a la información disponible, las AV QU-10 (Tres Quebradas), PO-10 (Potrerillos) y CA-10 (El Carmen), registraron una mejora de la calidad del agua en el año 2017, lo que se puede atribuir al alto nivel de precipitaciones registrado en ese año.

Figura 3-7: Evolución temporal de la CE (superior) y sulfato (inferior) en el AV ES-10.



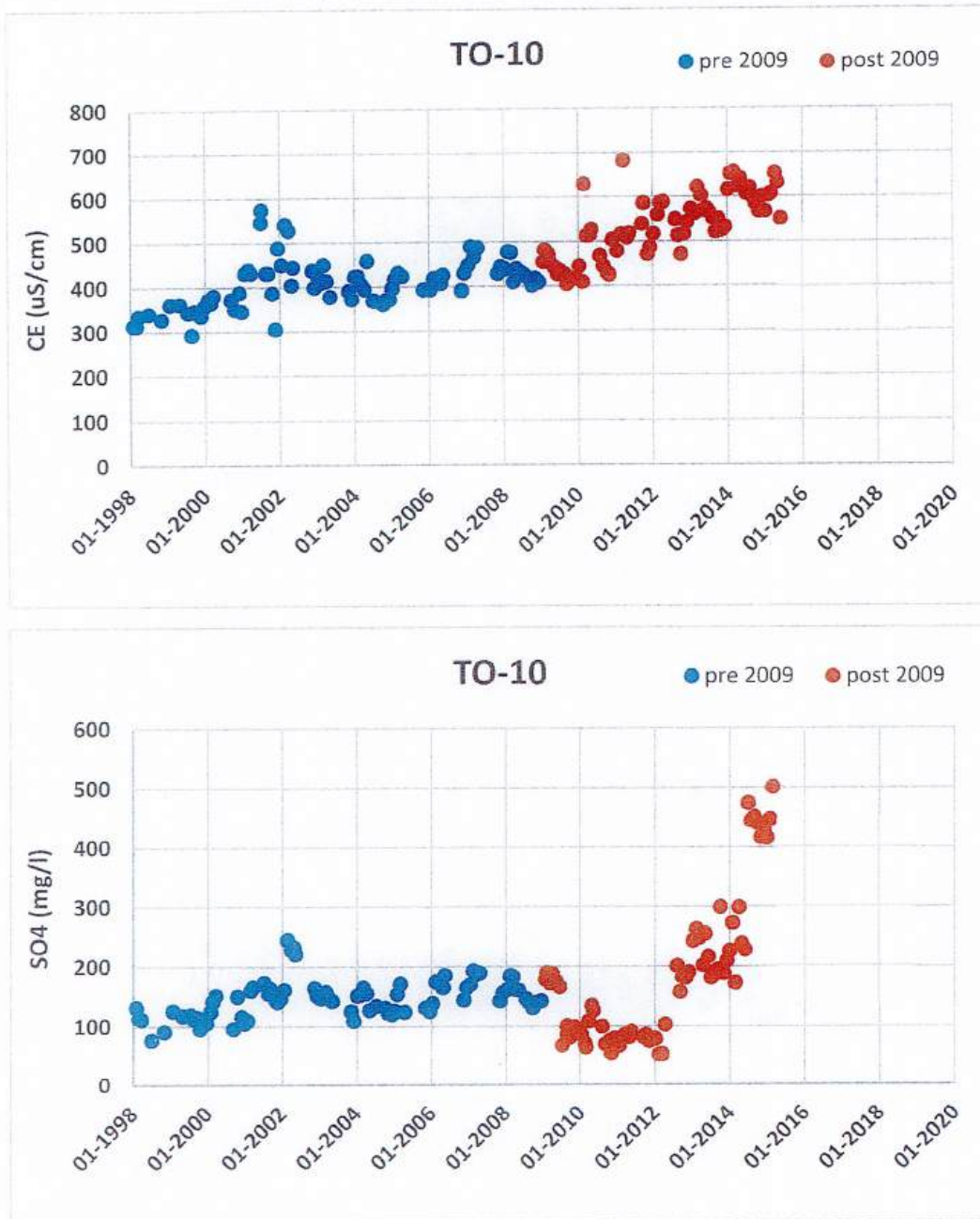
Fuente: Elaboración propia

Figura 3-8: Evolución temporal de la CE (superior) y sulfato (inferior) en el AV CH-10.



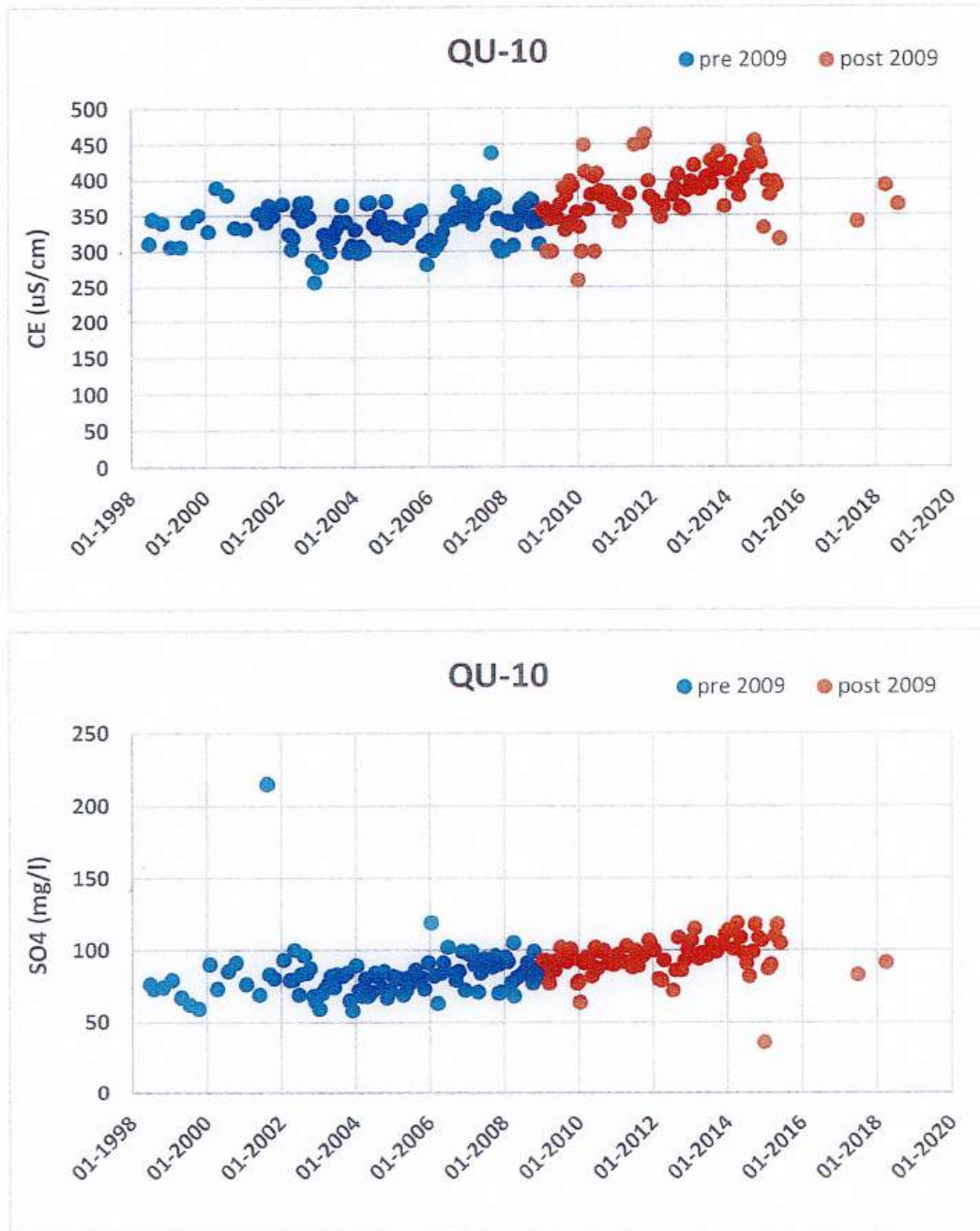
Fuente: Elaboración propia

Figura 3-9: Evolución temporal de la CE (superior) y sulfato (inferior) en el AV TO-10.



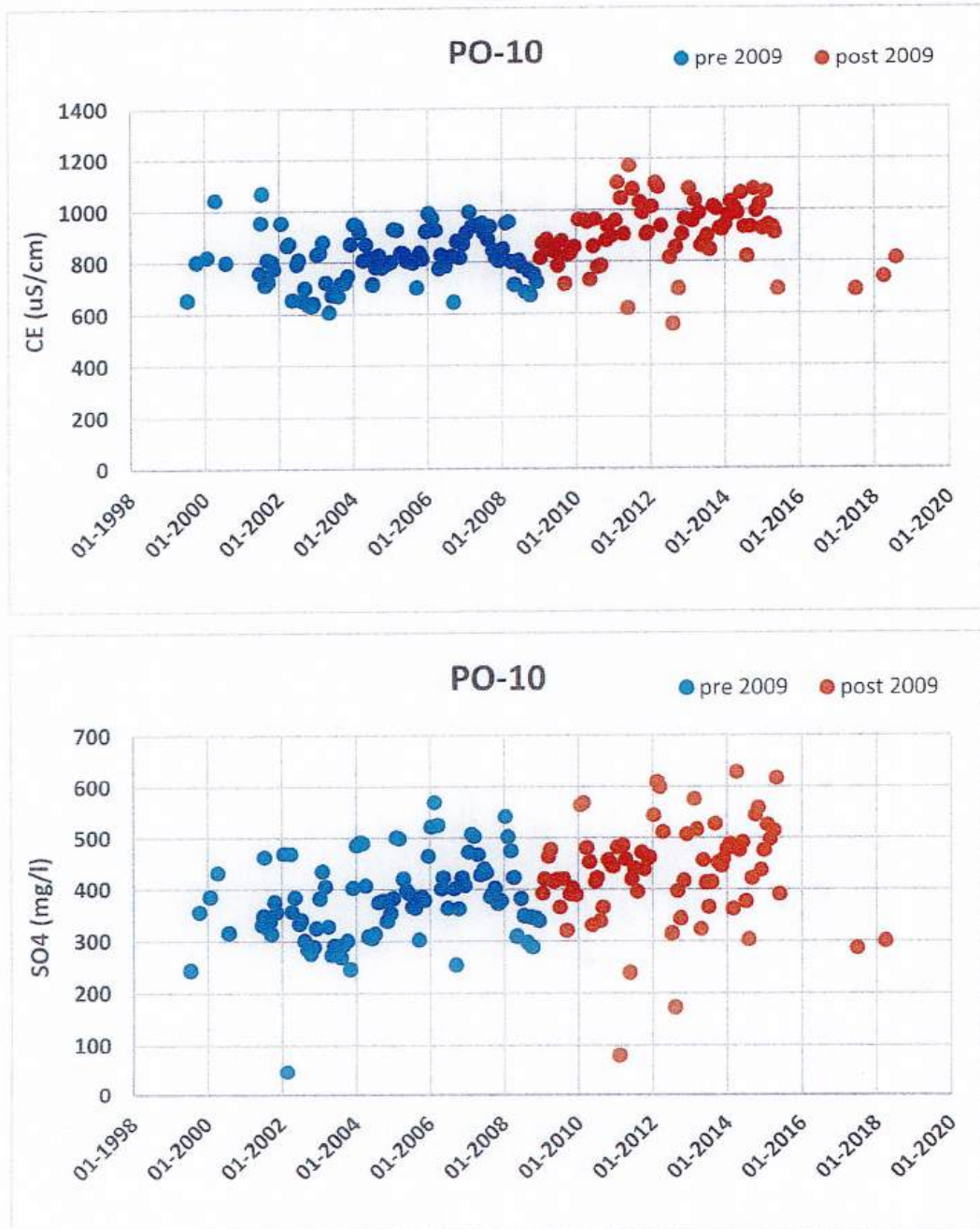
Fuente: Elaboración propia

Figura 3-10: Evolución temporal de la CE (superior) y sulfato (inferior) en el AV QU-10.



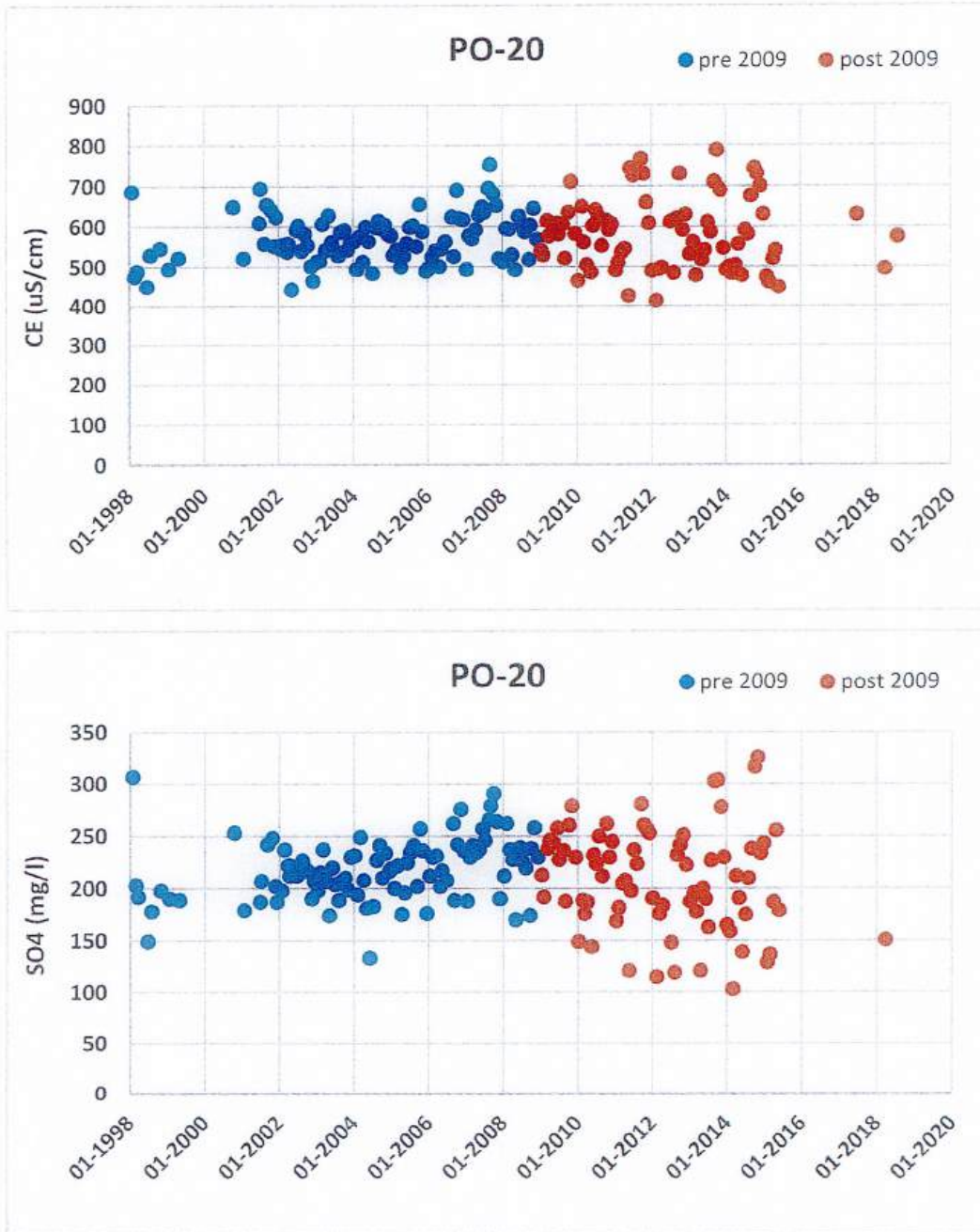
Fuente: Elaboración propia

Figura 3-11: Evolución temporal de la CE (superior) y sulfato (inferior) en el AV PO-10.



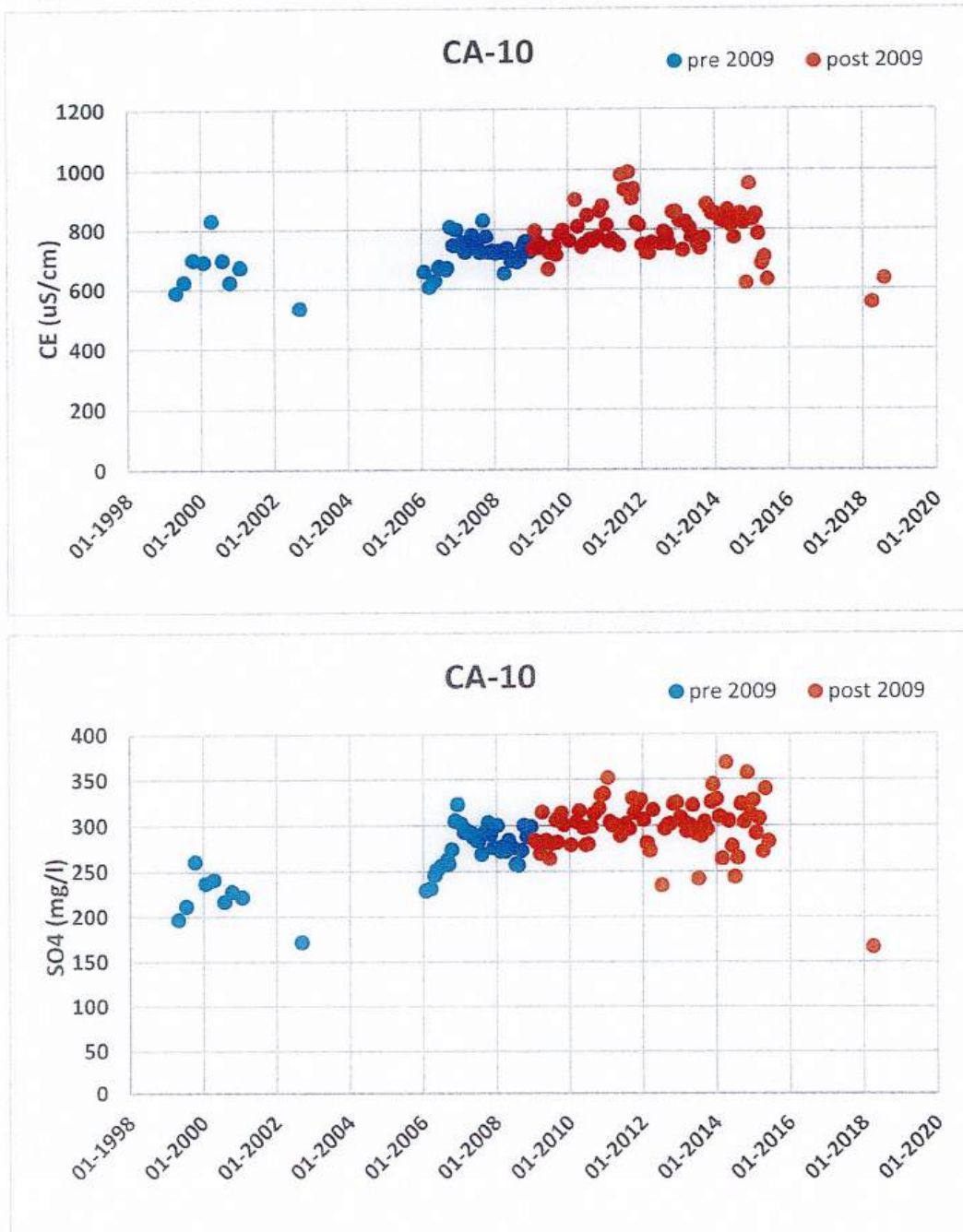
Fuente: Elaboración propia

Figura 3-12: Evolución temporal de la CE (superior) y sulfato (inferior) en el AV PO-20.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-13: Evolución temporal de la CE (superior) y sulfato (inferior) en el AV CA-10.



Fuente: Elaboración propia

4 COMENTARIOS FINALES

De acuerdo a los antecedentes analizados para el área de estudio, se verifica que existe una relación directa entre la disponibilidad de recursos hídricos superficiales y la calidad del agua registrada en distintas subcuencas de la parte alta de la cuenca del río Huasco. En particular, se ha verificado la existencia de un periodo de sequía prolongado, que se extendió aproximadamente desde antes del año 2008 al año 2015, el cual incidió en un aumento progresivo en la concentración de solutos disueltos, verificada mediante la concentración de sulfato y conductividad eléctrica.

Dentro de los análisis técnicos realizados para el Anteproyecto de NSCA del Río Huasco, en particular para el Área de Vigilancia ES-10, no se ha considerado para la definición de clases de calidad natural del río del Estrecho la información posterior al año 2009, debido a la influencia del proyecto Pascua Lama. Sin embargo, el análisis de información de quebradas laterales al río del Estrecho, sin intervención del proyecto, además de los registros de cuencas aledañas, muestra la importancia de considerar el periodo posterior a dicho año, el cual podría ser analizado mediante métodos indirectos que permitan proyectar la calidad del agua que se habría producido en ausencia del proyecto Pascua Lama. Este enfoque de análisis ha sido reconocido por la Autoridad Ambiental en el proceso de 25 quinquies el que modificó, a través de la RE 94/2016, la Resolución de Calificación Ambiental original del proyecto Pascua Lama, RCA N°24/2006.

Finalmente, y dado el escenario actual de escasez hídrica que enfrenta el país, se considera importante que la NSCA del río Huasco, así como otras normas en proceso, sean capaces de anticipar el efecto de este tipo de escenarios, para poder cumplir de manera exitosa con la implementación de la norma y con los objetivos de protección o conservación del medio ambiente.

5 REFERENCIAS

- KP (2013). Análisis Integrado de Gestión en Cuenca del Río Huasco, Región De Atacama. Informe Final. Realizado por Knight Piésold S.A. para la Dirección General de Aguas. S.I.T. N° 322. Diciembre 2013.
- MMA (2019). Minuta Técnica para Elaboración de Anteproyecto de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para las Aguas Superficiales de la Cuenca del Río Huasco. Versión 3. SEREMI del Medio Ambiente, Región de Atacama – Departamento de Ecosistemas Acuáticos, Ministerio del Medio Ambiente.
- MMA (2017). Guía para la Elaboración de Normas secundarias de Calidad Ambiental en Aguas Continentales y Marinas. Ministerio del Medio Ambiente.