

**cenma**  
Centro Nacional del Medio Ambiente

## **INFORME FINAL-corregido**

# **“ESTUDIO MONITOREO Y ACTUALIZACIÓN DE ANTECEDENTES TÉCNICOS PARA DESARROLLAR NORMA SECUNDARIA DE CALIDAD PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS CONTINENTALES EN LA CUENCA DEL RÍO HUASCO, REGIÓN DE ATACAMA”**

**Preparada por el Centro Nacional de Medio Ambiente (CENMA),  
Fundación de la Universidad de Chile para el  
Ministerio del Medio Ambiente,  
Secretaría Ministerial de Atacama**

**SANTIAGO DE CHILE**

**22-Diciembre- 2016**

### Historia del documento

Revisión	Fecha de revisión	Revisado por	Aprobado por	Fecha de aprobación	Tipo de revisión
A	25-04-2016	Isel Cortes			Interna
B	27-06-2016	Isel Cortes			Interna
0					

### Distribución de copias

Revisión	Número de copias	Distribuidas a
A	1	Isel Cortes

<b>Imprimido</b>	21 diciembre 2016
<b>Último guardado</b>	21 diciembre 2016 12:29 a.m.
<b>Nombre del archivo</b>	LQA-C01-P06-PRO-022_NSCA-HUASCO-INFORME AVANCE3
<b>Autor</b>	Isel Cortes
<b>Jefe de proyecto</b>	Isel Cortes
<b>Nombre organización</b>	Centro Nacional del Medio Ambiente
<b>Nombre del proyecto</b>	Informe Final-correctado
<b>Nombre del documento</b>	Estudio Monitoreo y Actualización de Antecedentes Técnicos para Desarrollar Norma Secundaria de Calidad para la Protección de las Aguas Continentales en la Cuenca del Río Huasco, Región de Atacama
<b>Versión</b>	A

## ÍNDICE

1	RESUMEN EJECUTIVO.....	9
2	METODOLOGIA.....	16
2.1	Metodología para el trabajo con antecedentes disponibles.....	16
2.1.1	Obtención de antecedentes relevantes al estudio.....	16
2.1.2	Sistematización de información desde los antecedentes disponibles.....	16
2.1.3	Evaluación cualitativa de la información de calidad fisicoquímica de aguas.....	17
2.1.4	Evaluación cuantitativa de la información de calidad fisicoquímica de aguas.....	17
2.2	Metodología para la obtención de nuevos datos de calidad de aguas.....	18
2.2.1	Campañas de muestreo.....	18
2.2.2	Análisis de muestras.....	24
3	REFERENCIAS.....	31
4	RESULTADOS Y DISCUSION.....	35
4.1	Presentación del problema de estudio.....	35
4.2	Objetivos.....	37
4.2.1	Objetivo general.....	37
4.2.2	Objetivos Específicos.....	37
4.3	Alcance del documento.....	38
4.4	Historia del proceso normativo para dictar NSCA para las aguas del Río Huasco.....	38
4.5	Resultados de la recopilación y ordenamiento de datos de calidad de agua en la cuenca del Río Huasco.....	39
4.5.1	Evaluación cualitativa de la información de calidad de aguas.....	71
4.5.1.3	Evaluación cuantitativa de la información de calidad de aguas.....	81
4.5.2	Bases para una propuesta de NSCA para la protección de las aguas superficiales de la cuenca del Río Huasco.....	147
4.5.3	Referencias en base de datos Science Direct.....	191
4.6	RECOPIACION DE DATA BIOLOGICA.....	191
4.7	CAMPAÑAS DE MUESTREO.....	193
4.7.1	Planes de Muestreo.....	193
4.7.2	Resultados de las mediciones en terreno y resultados de laboratorio.....	198
5	CONCLUSIONES.....	218
6	ANEXO 1: ANTECEDENTES GENERALES DE LA CUENCA DEL RIO HUASCO	221
6.1.1	Clima.....	224

6.1.2	Hidrología.....	224
6.1.3	Hidrogeología.....	225
6.1.4	Geología y geomorfología .....	225
6.2	Estaciones de monitoreo de la Dirección General de Aguas (DGA).....	225
7	ANEXO 2: EVALUACIÓN CUALITATIVA GENERAL DE ANTECEDENTES SOBRE EL ESTADO DE LA CUENCA. ....	229
7.1.1	DSS Ambiente para DGA (2009): Análisis de Impacto económico y social de anteproyecto de normas secundarias de calidad-Cuenca de Río Huasco .....	229
7.1.2	Agrosuper (2009). Informe Monitoreo de la fauna de vertebrados terrestres en el humedal Huasco Bajo, III Región.....	230
7.1.3	Agrosuper (2009). Informe Monitoreo de la fauna de vertebrados terrestres en el humedal de Tatara, III Región. ....	230
7.1.4	Agrosuper (2009): Informe monitoreo de calidad de aguas superficiales, Río Huasco. ....	230
7.1.5	Agrosuper (2008). Informe monitoreo de aguas superficiales, Río Huasco.....	231
7.1.6	Ecometric (2011). Estudio limnológico en Río Huasco para proyecto "Mejoramiento Planta de tratamiento de aguas servidas, Freirina". Aguas Chañar SA. ....	232
7.1.7	Algoritmos SA para MMA (2013): Diagnóstico, inventario de emisiones y monitoreo de la calidad de las aguas de la cuenca del Río Huasco. ....	233
7.1.8	Barrick (2010): Informe planta aguas servidas. ....	240
7.1.9	Proust Consultores para Barrick (2009). Informe Programa de monitoreo de aguas Julio 2008 a Junio 2009. Proyecto Pascua Lama.....	242
7.1.10	Proust Consultores para Barrick (2010). Informe Programa de monitoreo de aguas Junio 2009 a Julio 2010. Proyecto Pascua Lama.....	244
7.1.11	Proust Consultores para Barrick (2012). Informe Programa de monitoreo de aguas Julio 2010 a Junio 2011. Proyecto Pascua Lama.....	246
7.1.12	Compañía Minera Nevada SpA (2014). Línea base actualizada de calidad del agua superficial proyecto Pascua Lama. ....	247
7.1.13	Universidad de Atacama (2009). Informe Final Caracterización físicoquímica del Río Huasco. Áreas de vigilancia anteproyecto norma agua superficial cuenca Río Huasco. ....	247
7.1.14	Universidad de Atacama (2010). Informe Final Caracterización físicoquímica del Río Huasco. Áreas de vigilancia anteproyecto norma agua superficial cuenca Río Huasco. ....	248
7.1.15	ANAM (2012) Informe Final Caracterización físicoquímica del Río Huasco. Áreas de vigilancia anteproyecto norma agua superficial cuenca Río Huasco.....	248



7.1.16	Knight Piesold para DGA (2013). Análisis integrado de gestión en cuenca del Río Huasco. Región de Atacama. ....	249
7.1.17	U. Católica del Norte, SERNAGEOMIN (2010) Evaluación hidrogeológica de la Cuenca del Río Huasco, con énfasis en la cuantificación y dinámica de los recursos hídricos superficiales y subterráneos. ....	250
7.1.18	SEREMI Atacama (2012) Informe Piloto basado en metodología APPA. Índice de Funcionalidad Fluvial Río Huasco. Región de Atacama. ....	253
7.1.19	Anteproyecto de NSCA para la protección de las aguas de la Cuenca del Río Huasco y su Expediente Público. ....	254
7.1.20	2012-2013: Programas de Vigilancia en Normas Secundarias de Calidad de Aguas Vigente y las que están en proceso, con el objeto de avanzar en el estado ecológico de las aguas superficiales desarrollado por CENMA para la Subsecretaría de Medio Ambiente. ....	255
7.1.21	2014: “EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES PARA USO AGRÍCOLA EN UNA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL NORTE CHICO, EN EL PERÍODO 2003 -2013” Seminario de Título de la estudiante Carolina Andrea Campos Briones como requisito para obtener el Título de Químico Ambiental. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile. ....	257
7.1.22	2014: Análisis de metales pesados presentes en sedimentos de las cuencas de los Ríos Huasco, Elqui y Limarí, con el objeto de completar la evaluación del estado ecológico”. Seminario de Título del estudiante Pablo Enrique Cabello Espinoza como requisito para obtener el Título de Químico Ambiental. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile. ....	257

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros a analizar en laboratorio y en terreno. ....	24
Tabla 2 : Métodos de análisis en LQA-CENMA. ....	27
Tabla 3: Descripción general de los hitos del proceso normativo para dictar NSCA para las aguas del Río Huasco. ....	38
Tabla 4: Listado de proyectos aprobados en el SEIA para las comunas de Huasco, Freirina, Vallenar y Alto de Carmen. ....	41
Tabla 5: Proyectos En Calificación en el SEIA para las comunas Huasco, Freirina, Vallenar y Diego de Almagro. ....	58
Tabla 6. Listado de estudios analizados en este proyecto. ....	61
Tabla 7. Compilación de estaciones de monitoreo ubicadas en la cuenca del Río Huasco, provenientes de distintas fuentes de información. ....	72
Tabla 8: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 1. ....	82

Tabla 9: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 2. ....	86
Tabla 10: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 3. ....	90
Tabla 12: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 4. ....	94
Tabla 12: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 5. ....	97
Tabla 13: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 6. ....	101
Tabla 14: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 7. ....	105
Tabla 15: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 8. ....	109
Tabla 16: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 9. ....	112
Tabla 17: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 4. ....	116
Tabla 18: Parámetros para los cuales se encontraron resultados en más de 60 de las 73 estaciones de muestreo. Valor promedio de cada parámetro en la cuenca de estudio. .	120
Tabla 19: Parámetros para los cuales se encontraron resultados en menos de 40% de los datos. Valor promedio de cada parámetro en la cuenca de estudio. ....	122
Tabla 20: Evaluación cualitativa de la importancia y utilidad de la información aportada con el análisis de cada parámetro.....	125
Tabla 21: Resumen de los parámetros propuestos para incluir en la formulación de NSCA para la protección de las aguas del Río Huasco. ....	144
Tabla 22: Identificación general del área de vigilancia Río Conay (propuesta).....	150
Tabla 23: Identificación general del área de vigilancia Río Estrecho (propuesta).....	153
Tabla 24: Identificación general del área de vigilancia Río Tres Quebradas (propuesta). ....	155
Tabla 25: Identificación general del área de vigilancia Río Toro (propuesta). ....	157
Tabla 26: Identificación general del área de vigilancia Río Chollay (propuesta). ....	159
Tabla 27: Identificación general del área de vigilancia Río Tránsito (propuesta). ....	162
Tabla 28: Identificación general del área de vigilancia Río Potrerillo (propuesta).....	165
Tabla 29: Identificación general del área de vigilancia Río Carmen (propuesta). ....	168
Tabla 30: Identificación general del área de vigilancia Naciente Río Huasco (propuesta). ....	171
Tabla 31: Identificación general del área de vigilancia Embalse Santa Juana (propuesta). ....	174

Tabla 32: Identificación general del área de vigilancia Río Huasco desde el Embalse Santa Juana hasta Vallenar (propuesta).....	177
Tabla 33: Identificación general del área de vigilancia Río Huasco desde Vallenar hasta Freirina (propuesta). .....	180
Tabla 34: Identificación general del área de vigilancia Río Huasco desde Freirina hasta desembocadura Freirina (propuesta). .....	183
Tabla 35: Identificación general del área de vigilancia Humedal de la desembocadura Río Huasco (propuesta). .....	186
Tabla 36: Concentración (mg/kg) de metales en sedimentos del Río Huasco. En rojo se destacan los valores que superan el criterio PEL y en naranja los valores que superan el criterio TEL, ambos de Canadá. ....	188
Tabla 37: Número de referencias bibliográficas en base de datos Science Direct. ....	191
Tabla 38: Resultados de mediciones en terreno, todas las estaciones, todas las campañas. ....	199
Tabla 39: Resultados de concentración (mg/L) de metales totales. Parte 1. ....	201
Tabla 40: Resultados de concentración (mg/L) de metales totales. Parte 2. ....	203
Tabla 41: Concentración de metales disueltos (mg/L). Parte 1 .....	205
Tabla 44: Concentración de metales disueltos (mg/L). Parte 2 .....	208
Tabla 43: Concentración de metales As, Se, Hg, Si y DQO, todos los resultados en mg/L. ....	210
Tabla 44: Concentración de aniones (mg/L). Parte 1 .....	213
Tabla 45: Concentración de aniones (mg/L). Parte 2 .....	215
Tabla 46. Identificación y área de las subsubcuencas para la cuenca del Río Huasco. .	221
Tabla 47. Principales sistemas hídricos de la cuenca del Río Huasco .....	223
Tabla 48: Resumen de documentos con información de calidad de aguas, consultadas y/o reportadas como antecedentes.....	255

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ubicación de las estaciones de muestreo para este estudio. ....	18
Ilustración 2: Ubicación de proyectos aprobados en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, Región de Atacama.....	40
Ilustración 3. Ubicación de las distintas estaciones de monitoreo identificadas como válidas para este estudio. Cuenca del Río Huasco .....	80
Ilustración 4: División general de la cuenca del Río Huasco, en dos sectores divididos por el Embalse Santa Juana. ....	147
Ilustración 5: Representación aproximada del área de vigilancia Río Conay, propuesta para la formulación de NSCA.....	151

Ilustración 6: Representación aproximada del área de vigilancia Río Chollay, propuesta para la formulación de NSCA.....	160
Ilustración 7: Representación aproximada del área de vigilancia Río Tránsito, propuesta para la formulación de NSCA.....	163
Ilustración 8: Representación aproximada del área de vigilancia Río Tránsito, propuesta para la formulación de NSCA.....	166
Ilustración 9: Representación aproximada del área de vigilancia Río Carmen, propuesta para la formulación de NSCA.....	169
Ilustración 10: Representación aproximada del área de vigilancia Naciente Río Huasco, propuesta para la formulación de NSCA.....	172
Ilustración 11: Representación aproximada del área de vigilancia Embalse Santa Juana, propuesta para la formulación de NSCA.....	175
Ilustración 12: Representación aproximada del área de vigilancia Río Huasco desde el Embalse Santa Juana hasta Vallenar, propuesta para la formulación de NSCA.....	178
Ilustración 13: Representación aproximada del área de vigilancia Río Huasco desde Vallenar hasta Freirina, propuesta para la formulación de NSCA.....	181
Ilustración 14: Representación aproximada del área de vigilancia Río Huasco desde Freirina hasta la desembocadura, propuesta para la formulación de NSCA.....	184
Ilustración 15: Figura que ilustra las estaciones de monitoreo de parámetros biológicos en la zona alta de la cuenca.....	192
Ilustración 16: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-1 (Río Conay), primera campaña (fotografía superior) y segunda campaña (fotografía inferior).....	193
Ilustración 17: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-2 (Río Potrerillo), primera campaña (fotografía izquierda) y segunda campaña (fotografía derecha).....	194
Ilustración 18: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-3 (Río Tránsito ante de la junta con Río Carmen).....	194
Ilustración 19: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-4 (Río Carmen antes de la junta con Río Tránsito), primera campaña (fotografía izquierda) y segunda campaña (fotografía derecha).....	195
Ilustración 20: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-5 (Río Carmen), primera campaña (fotografía izquierda) y segunda campaña (fotografía derecha).....	195
Ilustración 21: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-6, (Río Chollay antes de la junta con el Río Conay) primera campaña (fotografía superior) y segunda campaña (fotografía inferior).....	196
Ilustración 22: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-7 (Río Estrecho), primera campaña (fotografía izquierda) y segunda campaña (fotografía derecha).....	196
Ilustración 23: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-8 (Río Huasco sector Chañar Blanco) , primera campaña (fotografía superior) y segunda campaña (fotografía inferior).....	197

Ilustración 24: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-9 (Río Huasco aguas debajo de la descarga de la PTAS Vallenar), primera campaña (fotografía superior) y segunda campaña (fotografía inferior). .....	197
Ilustración 25: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-10 (Río Huasco aguas debajo de la descarga PTAS Freirina), primera campaña (fotografía superior) y segunda campaña (fotografía inferior).....	198
Ilustración 26. Subcuencas y Ríos tributarios del Río Huasco. ....	223
Ilustración 27. Ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA en la cuenca del Río Huasco.....	226
Ilustración 28. Ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA (Estaciones de Calidad Química) en la cuenca del Río Huasco, destacando 6 estaciones suspendidas. ....	226
Ilustración 29. Ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA (Estaciones Fluviométricas) en la cuenca del Río Huasco, destacando 8 estaciones suspendidas... ..	227
Ilustración 30. Ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA (Estaciones Sedimentométricas) en la cuenca del Río Huasco.....	227
Ilustración 31. Ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA (Estaciones Meteorológicas) en la cuenca del Río Huasco, destacando 4 estaciones suspendidas. ..	228
Ilustración 32. Ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA (Estaciones para medir Niveles de Pozos Vigentes) en la cuenca del Río Huasco. ....	228
Ilustración 33. Zonas de restricción a los derechos de agua en la cuenca del Río Huasco. ....	229
Ilustración 34: Resumen del estado ecológico de las aguas en las estaciones de la Cuenca del Río Huasco, según estudio CENMA .....	256
.....	

## 1 RESUMEN EJECUTIVO.

El proyecto “Estudio Monitoreo y Actualización de Antecedentes Técnicos para Desarrollar Norma Secundaria de Calidad (NSCA) para la Protección de las Aguas Continentales en la Cuenca del Río Huasco, Región de Atacama” se desarrolló para recopilar, actualizar, sistematizar y analizar toda la información existente, al año 2015, respecto de la calidad de las aguas continentales correspondientes a la cuenca del Río Huasco, proponer una red de observación de metales disueltos y propuesta de campañas de monitoreo de calidad de agua para metales en áreas sin información o relevantes en la cuenca, con límite de detección menores a los utilizados por la Dirección General de Aguas (DGA).

La cuenca del Río Huasco es el segundo eje de crecimiento de la Región de Ataca,a. donde se llevan a cabo diferentes actividades económicas de gran relevancia para la región y el país. En la misma, las aguas constituyen una fuente fundamental para el desarrollo de dichas actividades, uso en riego y doméstico; pero a su vez es el receptor de las descargas de las mismas. Además, dado que en la zona, las precipitaciones son escasas, el recurso hídrico es un factor estratégico para el desarrollo económico, productivo y social de la comuna de Huasco y de la Región de Atacama en general.

En el año 2006 comenzó el proceso de dictación de NSCA cuyo anteproyecto fue sometido a consulta pública en 2008. La intención general de las NSCA es que constituyan un instrumento de gestión ambiental, ya que, al establecer niveles de calidad ambiental en la cuenca, contribuyen a salvaguardar el recurso, maximizando los beneficios sociales, económicos y ambientales. Durante la consulta pública realizada en 2008 se levantaron numerosos antecedentes, sin embargo, el proceso normativo se vió afectado desde el punto de vista reglamentario porque no fue posible disponer del Análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES) ya que la metodología empleada en la consultoría de apoyo contratada por la DGA no fue validada, impidiendo disponer del mencionado análisis en los tiempos reglamentarios. De este modo, el proceso de dictación de las NSCA de las aguas del Río Huasco, quedó en condición de *inconcluso* y a la fecha de terminar este estudio, ha sido retrotraído y comenzará nuevamente con las actualizaciones que corresponden.

De 2008 a la fecha, se han incrementado los proyectos en la zona con capacidad potencial para afectar la calidad de las aguas y en 2012, además, se modificó el propio reglamento que estipula la dictación de normas de calidad ambiental, en relación con la nueva institucionalidad ambiental, por lo que existen antecedentes actualizados que no fueron considerados en el anteproyecto original.

En el portal del Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (<http://seia.sea.gob.cl/busqueda/buscarProyectoAction.php>) se reportan 696 proyectos aprobados para la III Región, de los cuales 148 se ubican en las comunas de Huasco, Freirina, Vallenar y Alto del Carmen. De ellos 126 proyectos (85%) han sido aprobados por Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y 22 proyectos (15%) mediante Estudios de Impacto Ambiental (EIA). Respecto a las actividades industriales, 54 proyectos (36%) corresponden a Minería, 37 proyectos (25%) corresponden a Energía y 18 proyectos (12%) corresponden a Saneamiento. Además hay otros 13 proyectos En Calificación

El cúmulo de proyectos aprobados y en evaluación en la cuenca, refleja, por una parte, una tendencia evidente al aumento de las presiones sobre la cuenca, tanto por la cantidad



como por la calidad del agua, relacionado especialmente con nuevos proyectos mineros en la cabecera de la cuenca y una cantidad importante de proyectos en la parte baja. En consecuencia, se puede plantear que es una cuenca muy estudiada, con muchos datos, con muchos resultados tanto de análisis físicoquímicos como biológicos y de evaluación ecológica. De la misma manera, hay sectores de la cuenca con amplia repercusión para la conservación de la biodiversidad y el Programa de Recuperación Ambiental y Social (PRAS) de Huasco. Para recuperar las condiciones ambientales y sociales de la comuna de Huasco, es imprescindible disponer de herramientas de gestión ambiental apropiadas para las aguas del Río Huasco en la totalidad de la cuenca.

A la fecha de este informe, se han recibido aproximadamente 250 archivos con antecedentes (en formatos diferentes) que contienen información de la cuenca y resultados de análisis de calidad de agua en diferentes sectores de la cuenca del Río Huasco. Como la información disponible es muy heterogénea en contenido y en formato, se comenzó realizando una compilación detallada en formato Excel<sup>1</sup>, donde se identificaron 130 parámetros que han sido analizados (con alguna frecuencia) en las estaciones de la cuenca del Río Huasco. La base de datos, en formato Excel acordado con la contraparte, se encuentra poblada con el 100% de la información disponible.

Se identificaron 63 estaciones o puntos de muestreo donde se ha reportado análisis de calidad de agua, según los diferentes antecedentes, independientemente de la frecuencia y duración de dichos análisis. La siguiente figura ilustra la ubicación de todas las estaciones donde se ha identificado información válida para este estudio.

---

<sup>1</sup> Se entrega copia de la base de datos elaborada para sistematizar la información contenida en los antecedentes recopilados.



La evaluación inicial de esta figura indica que hay estaciones de muestreo distribuidas en toda la cuenca. Sin embargo, esa impresión es errónea. Las principales diferencias se encuentran en:

- Cobertura temporal de los estudios: algunos datos corresponden a años específicos mientras que otros reflejan evaluaciones de largo tiempo (más de 10 años).
- Frecuencia de los muestreos: Los muestreos se han realizado con diferentes frecuencias: los valores aportados por Barrick corresponden aproximadamente a análisis mensuales durante algunos años mientras que los aportados por DGA corresponden a tres o cuatro valores al año, durante muchos años.
- Parámetros analizados: No ha sido posible identificar una batería de analitos que sea comparable para las distintas estaciones y a lo largo de los años. Es decir, cada estudio consideró analitos diferentes, en ocasiones medidos en la fracción disuelta y en ocasiones en la fracción total, por lo que la serie de tiempo no es homogénea a lo largo de toda la cuenca.
- Análisis en terreno: Algunos resultados tienen mediciones en terreno y otros no.

Se realizó una síntesis de la evaluación cualitativa acerca de la utilidad de la información que se obtiene con el análisis de cada parámetro y su relevancia para ser incorporados en una NSCA, considerando que el objetivo supremo es la protección de los ecosistemas acuáticos en general.

En base a ello, los 27 parámetros de alta utilidad, que debiesen estar contenidos en las NSCA son:

1. Oxígeno disuelto
2. Conductividad eléctrica



3. Temperatura del agua en terreno
4. pH en terreno
5. Sólidos Suspendidos totales
6. Aluminio total ( $Al_{total}$ )
7. Arsénico total ( $As_{total}$ )
8. Cadmio total ( $Cd_{total}$ )
9. Cobre total ( $Cu_{total}$ )
10. Cromo total ( $Cr_{total}$ )
11. Hierro total ( $Fe_{total}$ )
12. Cobalto total ( $Co_{total}$ )
13. Manganeso total ( $Mn_{total}$ )
14. Mercurio total ( $Hg_{total}$ )
15. Molibdeno total ( $Mo_{total}$ )
16. Níquel total ( $Ni_{total}$ )
17. Plomo total ( $Pb_{total}$ )
18. Vanadio total ( $V_{total}$ )
19. Zinc total ( $Zn_{total}$ )
20. Sulfato
21. Cianuro
22. Fosfatos
23. Cloruros
24. Nitratos
25. Nitritos
26. Nitrógeno total
27. Amonio

Sin embargo, esta recomendación no significa que todos los parámetros se tengan que establecer como valores normados en todas las áreas de vigilancia.

Se recopiló la data biológica disponible en relación al monitoreo biológico y ecotoxicológico histórico desarrollado a nivel público o privado en la cuenca del Río Huasco. La base de datos se trabajó en formato Excel, considerando el tipo de monitoreo biológico y/o ecotoxicológico, valor, unidad, fecha de muestreo, punto de monitoreo, fuente de información, entre otros.

Este estudio propone 14 áreas de vigilancia para las NSCA en base a la morfología y a las presiones antrópicas que pueden influir en la calidad de las aguas en la cuenca del Río Huasco. Estas áreas de vigilancia, orientadas desde la parte alta de la cuenca hasta la desembocadura, se han denominado como:

1. Río Conay
2. Río Estrecho
3. Río Tres Quebradas
4. Río Toro
5. Río Chollay
6. Río Transito
7. Río Potrerillo
8. Río Carmen
9. Naciente del Río Huasco

10. Embalse Santa Juana
11. Río Huasco del embalse Santa Juana hasta Vallenar
12. Río Huasco desde Vallenar hasta Freirina
13. Río Huasco desde Freirina hasta desembocadura
14. Humedal en la desembocadura Río Huasco

La propuesta de parámetros a incluir en las NSCA por cada área de vigilancia, es la siguiente:

	Parametro	Unidad	Area de vigilancia													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Oxígeno disuelto	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	Conductividad	US/cm	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	Temperatura terreno	C	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	pH en terreno	Unidad de pH	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	Sólidos suspendidos totales	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	Aluminio total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x						
7	Arsenico total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x						
8	Cadmio total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x						
9	Cobre total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x						
10	Cobalto total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x						
11	Cromo total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x						
12	Hierro total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x						
13	Manganeso total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x						
14	Mercurio total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x						
15	Molibdeno total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x						
16	Niquel total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x						

17	Plomo total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
18	Vanadio total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
19	Zinc total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
20	Cianuro	mg/L	x	x	x	x	x		x								
21	Nitratos	mg/L							x		x		x	x	x	x	x
22	Nitritos	mg/L							x		x		x	x	x	x	x
23	Amonio	mg/L							x		x		x	x	x	x	x
24	Nitrogeno total	mg/L							x		x		x	x	x	x	x
25	Fosfatos	mg/L							x		x		x	x	x	x	x
26	Cloruro	mg/L											x	x	x	x	x
27	Sulfato	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Durante el estudio, además, se han realizado las siguientes campañas de muestreo:

- La primera campaña de muestreo se realizó entre los días 27 de Noviembre al 1 de Diciembre de 2015, coincidiendo con la estación de primavera.
- La segunda campaña de muestreo se realizó entre los días 25 al 27 de Enero de 2016, coincidiendo con la estación del verano.
- La tercera campaña de muestreo se realizó entre los días 27 al 30 de Abril de 2016 coincidiendo con la estación del otoño.
- La cuarta campaña de muestreo se realizó entre los días 18 al 21 de Julio de 2016 coincidiendo con la estación del invierno, con la participación de la contraparte técnica de este estudio.

En el **Anexo 1** de este informe se presentan detalles de antecedentes generales de la cuenca del Río Huasco. En el **Anexo 2** se entrega la evaluación cualitativa general de algunos de los numerosos antecedentes sobre el estado de la cuenca.

## 2 METODOLOGIA.

En este capítulo se describen los principios metodológicos que se utilizaron en el estudio. En general, el trabajo se dividió en dos grandes bloques: uno para abordar los antecedentes disponibles y otro para obtener nuevos antecedentes mediante muestreo y análisis.

### 2.1 Metodología para el trabajo con antecedentes disponibles.

#### 2.1.1 Obtención de antecedentes relevantes al estudio.

La secuencia metodológica para obtener los antecedentes evaluados en este estudio, se resume como:

- a) Recibir información remitida por la contraparte técnica.
- b) Buscar información desde el portal electrónico de la Dirección General de Aguas. Información Oficial Hidrometeorológica y de calidad de aguas en línea, para las estaciones de la cuenca del Río Huasco (<http://snia.dga.cl/BNAConsultas/reportes>).
- c) Buscar información en el portal del Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (<http://seia.sea.gob.cl/busqueda/buscarProyectoAction.php>). Consiste en buscar proyectos aprobados en la III Región, para todos los sectores productivos. Posteriormente, se filtró el listado para identificar los proyectos que se ubican en las comunas de Huasco, Freirina, Vallenar, Alto del Carmen (considerando todas o algunas de ellas).
- d) Extraer información del Atlas del Agua 2016 (DGA).
- e) Solicitar información por el mecanismo de la Ley de Transparencia a la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA).
- f) Buscar información en revistas científicas disponibles en el portal Scienedirect (<http://www.sciencedirect.com/science/journals>) para las palabras claves Huasco + valley, Huasco + basin, Huasco + river.

#### 2.1.2 Sistematización de información desde los antecedentes disponibles.

Una vez disponible la información, se procede a su sistematización, lo que incluye los siguientes pasos:

- a) Examinar las referencias científicas que no corresponden a estudios en la cuenca del río Huasco y descartarlas.
- b) Conformar tabla unificada con toda la información encontrada.
- c) Identificar los antecedentes que contienen datos de calidad de agua, tanto físico químicos como biológicos.
- d) Identificar los antecedentes que describen las condiciones generales de la cuenca y sus presiones antrópicas.

### 2.1.3 Evaluación cualitativa de la información de calidad físicoquímica de aguas.

La evaluación cualitativa de la información de calidad físicoquímica de aguas se realiza según la siguiente secuencia de pasos:

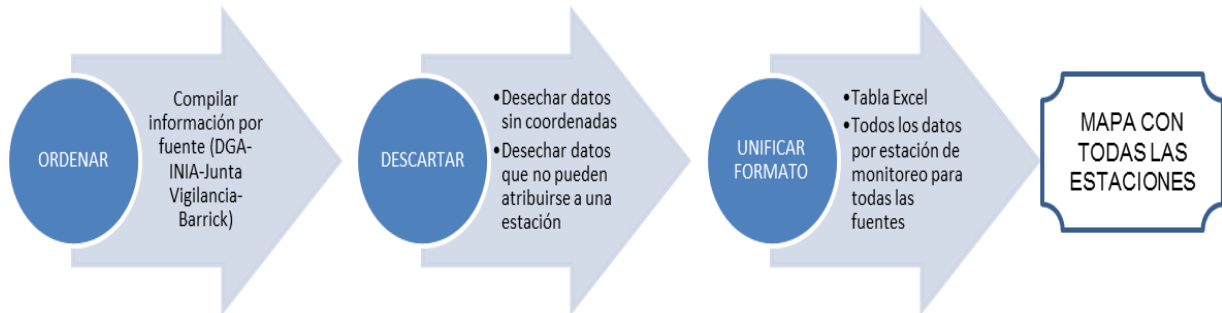


Ilustración 1: Secuencia de pasos ejecutados para sistematizar la información disponible.

El primer paso consistió en **ordenar** la información, identificando las estaciones o puntos de muestreo donde se ha reportado análisis de calidad de agua, según los diferentes antecedentes, independientemente de la frecuencia y duración de dichos análisis.

Posteriormente, se **descartaron** aquellos datos que no tenían coordenadas o que no pudieron atribuirse a una estación específica, porque podrían generar confusiones en la interpretación.

Con esto se construyó una **tabla Excel en formato unificado**, que permite disponer de toda la información y además, filtrar datos, realizar cálculos y otras ventajas generales.

### 2.1.4 Evaluación cuantitativa de la información de calidad físicoquímica de aguas.

La evaluación cuantitativa se desarrolló mediante análisis estadístico, que comenzó con identificar valores estadísticamente desviados o anómalos (outliers) los que fueron detectados mediante el test de Dixon y otros contenidos en el programa ProUCL como se explica más adelante. Los outliers para cada parámetro y para cada estación se eliminaron, lo que significa la depuración estadística de la base de datos.

Con la base de datos depurada, se estimaron los descriptores característicos de cada parámetro: valor mínimo, valor máximo, valor promedio, desviación estándar, mediana, percentiles.

Esta evaluación cuantitativa permite identificar tendencias en la composición de las aguas.



## 2.2 Metodología para la obtención de nuevos datos de calidad de aguas.

Para obtener nuevos datos que permitan estimar la calidad de las aguas en la cuenca del Río Huasco, se realizaron cuatro campañas de muestreo siguiendo la variabilidad estacional (primavera, verano, otoño, invierno).

### 2.2.1 Campañas de muestreo.

Todas las actividades de muestreo fueron planificadas y ejecutadas según protocolos estandarizados que comienzan con la elaboración del respectivo Plan de Muestreo. En todas las campañas se tomaron muestras puntuales y se realizaron mediciones en terreno.

Los puntos de muestreo se seleccionaron de acuerdo a los antecedentes disponibles, siguiendo las áreas de vigilancia consideradas en el anteproyecto inicial de norma combinado con cubrir la totalidad de la cuenca, como se indica en la siguiente figura:

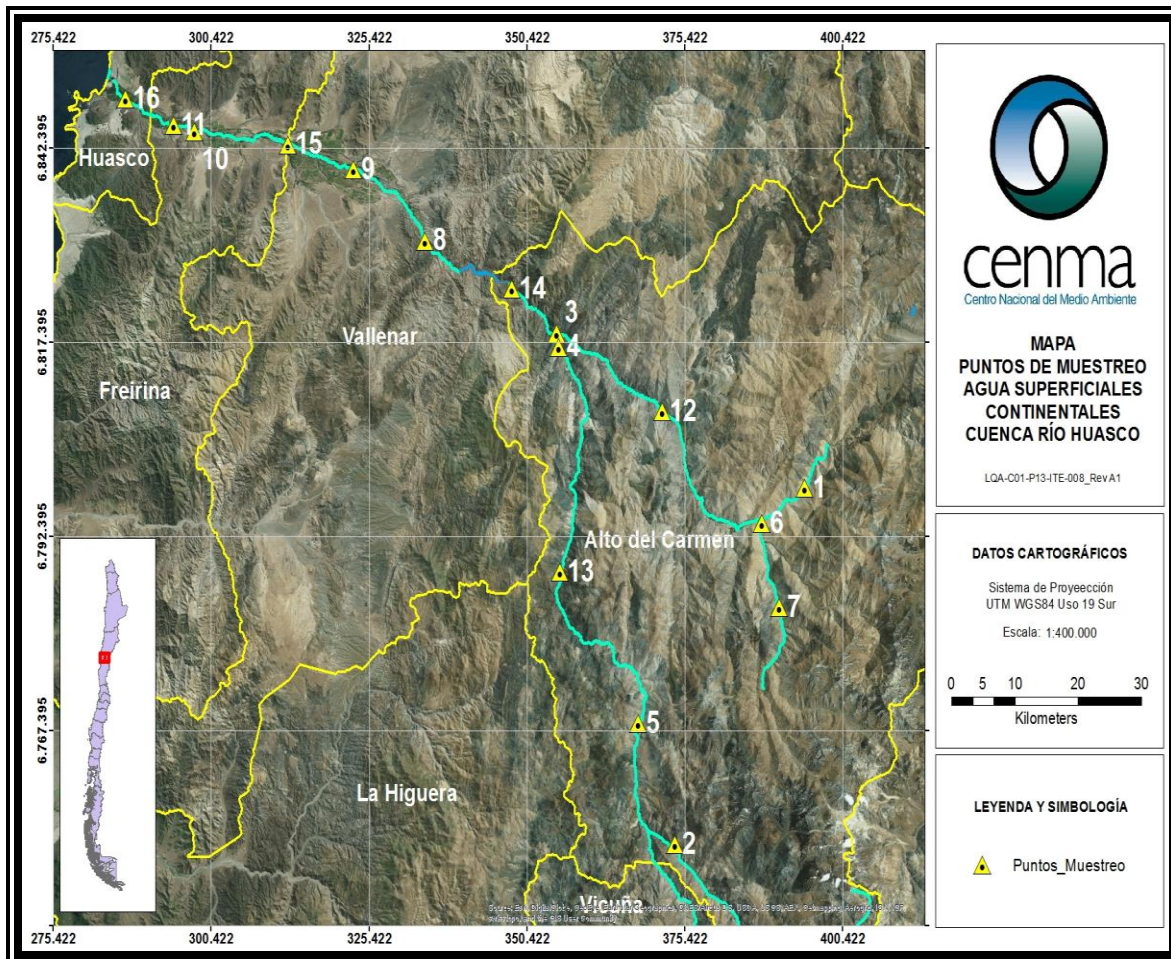


Ilustración 1: Ubicación de las estaciones de muestreo para este estudio.

### Equipos y Elementos para la toma de muestras

- Implemento de extensión para evitar tomar la muestra en los límites del cauce.



- Balde o bidón de 10 L aprox. con cuerda, en caso de disponer de un puente u otra estructura que permita su uso. En caso de toma de muestras microbiológicas, el balde y cuerda deben estar esterilizados.
- Se utilizaron guantes para realizar todas las actividades de manipulación de las muestras hasta su sellado (cierre final del envase), para evitar la contaminación de las mismas y como medida de seguridad para el personal de muestreo (el uso de guantes también es obligatorio durante la medición de los parámetros en terreno).
- Bomba de vacío



- Sistema de Filtración



- Convertidor corriente (conexión bomba vacío con toma corriente camioneta)





- Filtros membrana 0,45 µm tamaño de poro



- Preservantes (Hielo o Ice-pack, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
- Implementos de seguridad (bototos, botas y ropa de agua, chaleco reflectante)
- Equipo Multiparametro



- Camioneta doble tracción

### Método de Muestreo de agua superficial

Consiste en sumergir un recipiente de boca ancha (balde o cubo) de volumen suficiente para realizar los distintos análisis, justo por debajo de la superficie para recolectar la muestra. Es recomendable tomar la muestra en envases previamente preservados y de esta manera, evitar trasvasijos intermedios.

Las muestras en aguas superficiales de ríos y cursos de aguas son muestras puntuales, que se toman como se describe a continuación:

- Se ubica el lugar de geo referencia y se define el punto de muestreo más adecuado, registrando las coordenadas del punto con GPS. En la elección del punto de muestreo se involucran dos aspectos:

- La selección de la zona de muestreo, es decir, el emplazamiento de la sección transversal del muestreo dentro del Tramo correspondiente a cada área de observación.
  - La identificación del punto preciso de la zona de muestreo, de acuerdo a las coordenadas dadas en la licitación.
  - Para obtener una muestra representativa se efectuó el muestreo donde el cuerpo de agua era lo más homogéneo posible. No se deben tomar muestras cerca de represas, malecón (murallón para defensa y contención de las aguas) o pilares de puentes, debido a que el patrón de flujo no natural altera la representatividad de la muestra.
  - Se debe evitar remover el fondo del cuerpo de agua cuando este no es profundo, y tomar muestras en el fondo u orilla del cuerpo de agua. Se debe tener cuidado de no perturbar los sedimentos
  - Los puntos de muestreo no deberán estar cerca de los límites de cauce.
  - No se deben tomar muestras cerca de la superficie, fondo u orilla. Las muestras deberán tomarse al menos 30 cm bajo la superficie, en caso de que sea posible.
- Tomar el envase de la base y sumergirlo rápidamente unos 30 cm con el cuello hacia abajo, enseguida darlo vuelta de modo que el gollete quede más elevado que la base del envase. La boca del envase debe estar en sentido contrario a la corriente para evitar contacto del agua con las manos.
  - Si el agua no tiene corriente natural, entonces crear una corriente artificial con las manos desplazando el envase en sentido horizontal.
  - Llenar cada uno de los envases requeridos o dejar un espacio de aireación o para mezcla dependiendo del análisis a realizar.
  - Si es utilizado un contenedor intermedio (balde), se debe ambientar al menos 3 veces con la muestra, antes de utilizarlo y posteriormente se vierte la muestra directamente al envase.
  - Se debe evitar la extracción de películas superficiales y también la toma de muestras en zonas de orillas. En algunos casos se debe utilizar brazo extensible para la toma de muestras, si procede.
  - Las muestras se preservan de acuerdo a los análisis requeridos. La metodología de preservación se encuentra descrita en instructivo "Preservación de las muestras, transporte y recepción conforme".
  - Se debe verificar el pH en aquellos envases que tengan muestras que deban preservarse a un pH determinado, según las indicaciones del laboratorio.

- Si es necesario filtrar la muestra, esta actividad debe ser realizada en terreno, lo más pronto posible, previo a la adición de preservantes.
- Etiquetar y guardar las muestras en un contenedor o cooler de material aislante, con suficiente hielo, ice o gel pack,
- Proceder a efectuar el registro primario de los datos de terreno (identificación del punto de muestreo, fecha y hora de recolección, etc.).

### **Medición en Terreno de Parámetros Físico-Químicos**

Corresponde a la medición de parámetros *in situ*, durante el proceso de toma de muestra, variables que fueron controladas con equipos de propiedad de CENMA y quedaron registradas en la Hoja de terreno. La medición de los parámetros de temperatura, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y pH se realizaron *in situ*, utilizando equipos multiparámetros.

Los equipos multiparámetros fueron utilizados de acuerdo a lo señalado en los instructivos técnicos respectivos.

### **Calibración Equipo Multiparametro.**

Al inicio del día de monitoreo se verificó el funcionamiento del equipo, con dos estándares para pH y uno conductividad. Esta verificación quedó registrada en la Planilla Ajuste y/o verificación de equipos.

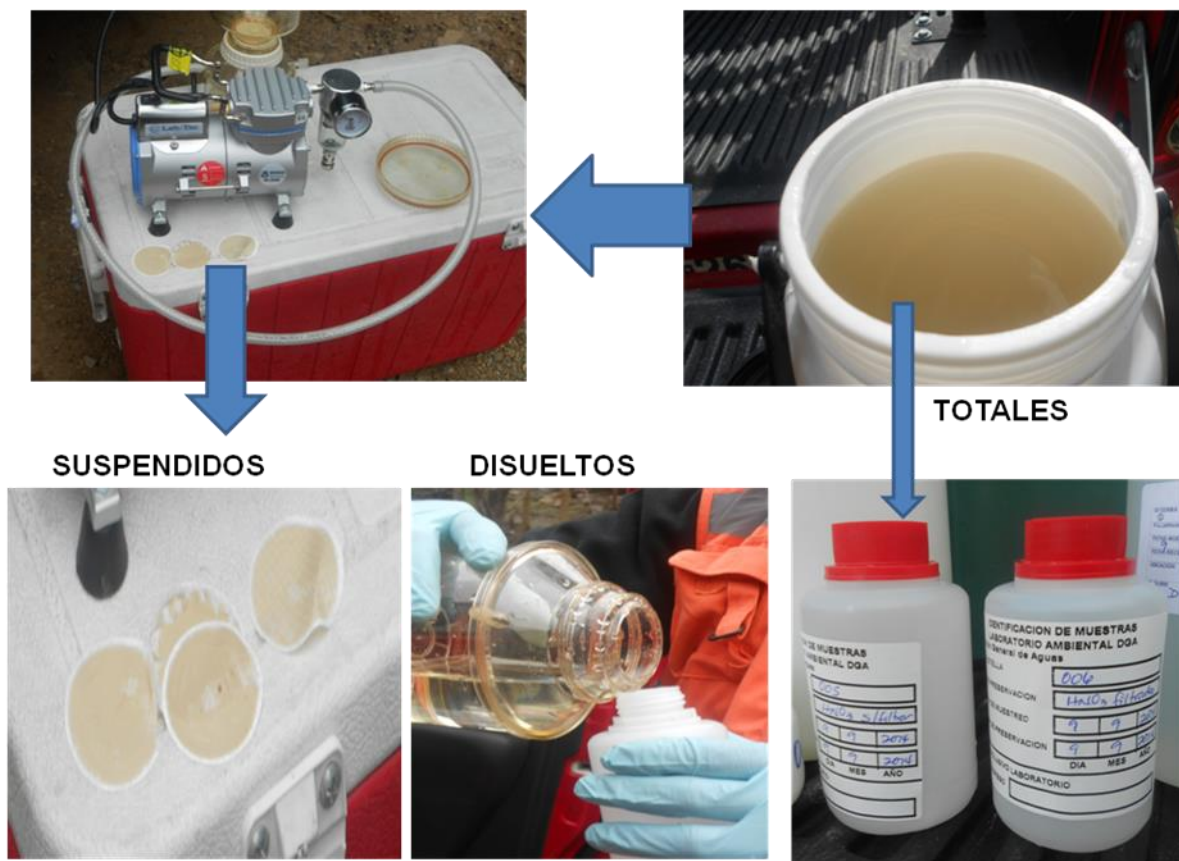
Para la verificación de los equipos existen rangos de aceptación señalados en el correspondiente instructivo para pH 4, pH 7, pH 10, conductividad eléctrica.

Cada vez que se realiza el ajuste o verificación del equipo, la solución estándar de conductividad y de buffer de pH se descartan en envase definido para este fin, siendo eliminada en el Laboratorio de acuerdo a procedimientos CENMA.

### **Procedimiento de filtración en terreno**

- La filtración se realiza utilizando un sistema de filtración conectado a una bomba de vacío.
- Se pone un filtro de membrana de nitrocelulosa de 0,45  $\mu\text{m}$  tamaño de poro en el plato - soporte del sistema de filtración. Una vez situado el filtro de membrana se asegura que los anillos que fijan el sistema queden bien cerrados para evitar fuga de la muestra. Si la muestra presenta materia en suspensión considerable, es recomendable realizar en una primera etapa una filtración previa con un filtro de porosidad mayor, como por ejemplo, filtro del tipo Wathman 41, de esta manera se evita cambiar el filtro de porosidad menor varias veces.
- Se conecta una manguera por uno de los brazos laterales de la cámara de recepción a la bomba de vacío, mientras que el otro brazo se cubre con una tapa TPE (para lograr el vacío).
- Se vierte un pequeño volumen de la muestra en la cámara superior del sistema (a modo de cebar la cámara de filtración) y se enciende la bomba, inmediatamente comenzará a pasar la muestra hacia la cámara inferior de recepción ya filtrada. Se utiliza este filtrado para cebar la cámara inferior de recepción del sistema de vacío, debiendo descartarse.

- Se vierte la muestra en la cámara superior del sistema y se enciende la bomba; inmediatamente comenzará a pasar la muestra hacia la cámara inferior de recepción ya filtrada.
- Una vez que haya pasado toda la muestra a la cámara inferior de recepción, se debe parar la bomba, desmontar la cámara superior, rodando los anillos y retirar el plato soporte con la membrana ya utilizada.
- Finalmente, se saca el filtrado, vertiéndolo por la parte superior de la cámara de recepción inferior o bien por los brazos laterales de esta.
- Inmediatamente terminado el filtrado, se debe preservar la muestra.



### Preservación, Transporte y Almacenamiento de muestras

Las muestras fueron preservadas inmediatamente después de su colección, las condiciones de almacenamiento y transporte son también críticas y se describen en el instructivo "Preservación de las muestras, almacenamiento y transporte"

La preservación de las muestras se refiere al control de pH, adición de compuestos químicos y a la refrigeración de éstas, de acuerdo a normativas vigentes y a lo señalado por el laboratorio en que se realizan los análisis de las muestras.

El tipo de preservante y el pH requerido se indican en las etiquetas de los envases.

El laboratorio, entrega los envases con los preservantes incorporados, de acuerdo a las baterías de análisis solicitadas por el mandante. Además, también otorga preservantes adicionales, para agregar en terreno, en caso que las muestras no cumplan con el pH requerido

Las muestras se conservaron refrigeradas de acuerdo a la normativa vigente durante el transporte ( $4 \pm 2^\circ\text{C}$ ), evitando el congelamiento.

Las muestras recolectadas se guardan inmediatamente en cajas refrigeradas (cooler) con hielo y protegidas de la luz, de manera tal, que no se deterioren ni se pierda su contenido.

### Transporte de Muestras al Laboratorio de Análisis

Todas las muestras colectadas fueron entregadas al laboratorio cumpliendo los tiempos de envase establecidos, manteniendo su  $T^\circ$  en el rango óptimo permitido por las normativas vigentes. Todas las muestras ingresaron al laboratorio químico con sus respectivas cadenas de custodia, las que fueron firmadas por el personal de recepción del laboratorio, evidenciando su conformidad.

### Registro de Información de Datos de Monitoreo

Toda la información del monitoreo realizado por personal de CENMA se registra en:

- Registro para Muestreo de Aguas
- Cadena de Custodia de muestras

La información registrada es trazable, lo que permite el control efectivo de las muestras y el seguimiento de las condiciones en que fueron recolectadas y manipuladas.

#### 2.2.2 Análisis de muestras

Respecto de los análisis señalados en las bases técnicas, el CENMA cuenta con Laboratorios Acreditados de acuerdo a norma NCh-ISO 17025.Of2005 que cumplen con el alcance en cuanto a los parámetros y su aplicación a muestras de agua continentales superficiales, como se explica en la tabla a continuación. En caso que por motivo logísticos (holding-times u otro) se requiera externalizar análisis el CENMA subcontratarán los análisis en Laboratorios Acreditados de acuerdo a norma NCh-ISO 17025.Of2005 que cumplan con el alcance en cuanto a los parámetros y su aplicación a muestras de agua cruda (superficial).

En la siguiente tabla se indican los parámetros a analizar y las condiciones de envasado.

Tabla 1. Parámetros a analizar en laboratorio y en terreno

Parámetros	Volumen y tipo de envase	Preparación muestras	Preparación muestras	Tiempo de almacenaje	Lugar de análisis
<b>NUTRIENTES</b>					
Fosfato	1 litro plástico	Filtrada/SP	Congelar en terreno y en el LQA Filtrar por 0,45 y refrigerar a $4^\circ\text{C}$	48 hrs	Externalizar
Nitratos				48 hrs	Externalizar
Nitritos				48 hrs	Externalizar



Nitrógeno amoniacal				48 hrs	Externalizar
Sílice				28 días	Externalizar
Nitrógeno de nitrato + nitrito	1 litro plástico	Filtrada/H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Congelar en terreno y en el LQA Filtrar por 0,45 + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> y refrigerar a 4°C	28 días	Externalizar
DQO	500 vidrio	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Acidificar con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> y refrigerar a 4°C	28 días	Externalizar
Nitrógeno total	1 litro plástico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Acidificar con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> y refrigerar a 4°C		Externalizar
Fosforo total			Acidificar con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> y refrigerar a 4°C	28 días	Externalizar
Cianuro	500 plástico	NaOH	NaOH	14 días	Externalizar
Clorofila	1 litro plástico	SP	Congelar en terreno y en el LQA Filtrar con microfibra de vidrio y refrigerara a -20°C	28 días	LQA
<b>MICRO ELEMENTOS</b>					
Barrido de Metales Boro	1 litro plástico	HNO <sub>3</sub>	Acidificar con HNO <sub>3</sub>	6 meses	LQA
Na K, Ca y Mg (Macro elementos)					LQA
As y Se (Generación hidruros)					LQA
Hg (VF)					LQA
Metales disueltos	1 litro plástico	Filtrada/ HNO <sub>3</sub>	Congelar en terreno y en el LQA Filtrar por 0,45 Acidificar con HNO <sub>3</sub> y refrigerar a 4°C	6 meses	LQA
<b>MACRO ELEMENTOS</b>					
Cloruros	1 litro plástico	SP	Sin preservante	28 días	Externalizar
Sulfatos				28 días	Externalizar
Fluor				28 días	Externalizar
<b>PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS</b>					
pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto	Sonda multipará metros medición en terreno				Terreno

Fuente: Elaboración propia.

Todos los análisis químicos se realizaron siguiendo protocolos estandarizados y acreditados, basados en el Manual de Métodos Estándares para Análisis de Aguas y Aguas residuales, Edición 22 (2012), incluyendo además controles de calidad tales como análisis de muestras en blanco, análisis de muestras en duplicado y análisis de materiales de referencia, con equipos calibrados y personal entrenado. Todos los resultados son supervisados y aprobados antes de su reporte.

**Tabla 2 : Métodos de análisis en LQA-CENMA**

Parámetro	Unidad	Metodología analítica	Técnica analítica	LD	Referencia normativa	Instructivo de análisis	Acreditación	Comentarios
Cobre (Cu)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,005 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	<b>Metales totales:</b> Acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2 <b>Metales disueltos:</b> Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2
Níquel (Ni)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,0032 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	<b>Metales totales:</b> Acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2 <b>Metales disueltos:</b> Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2
Cadmio (Cd)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,0012 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	<b>Metales totales:</b> Acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2 <b>Metales disueltos:</b> Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2
Cinc (Zn)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,009 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	<b>Metales totales:</b> Acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2 <b>Metales disueltos:</b> Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2
Plomo (Pb)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,0005 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	<b>Metales totales:</b> Acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2 <b>Metales disueltos:</b> Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2
Cobalto (Co)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,0006 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	<b>Metales totales:</b> Acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2 <b>Metales disueltos:</b>



Parámetro	Unidad	Metodología analítica	Técnica analítica	LD	Referencia normativa	Instructivo de análisis	Acreditación	Comentarios
								Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2
Plata (Ag)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,0005 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	<b>Metales totales:</b> Acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2 <b>Metales disueltos:</b> Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2
Hierro (Fe)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,0046 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	<b>Metales totales:</b> Acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2 <b>Metales disueltos:</b> Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2
Manganeso (Mn)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,0006 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	<b>Metales totales:</b> Acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2 <b>Metales disueltos:</b> Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2
Cromo (Cr)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,0056 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	<b>Metales totales:</b> Acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2 <b>Metales disueltos:</b> Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2
Aluminio (Al)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,026 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	<b>Metales totales:</b> Acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2 <b>Metales disueltos:</b> Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2
Molibdeno (Mo)	mg/L	Espectroscopía de emisión	ICP-OES	0,006 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	<b>Metales totales:</b> Acidificar con HNO <sub>3</sub>

Parámetro	Unidad	Metodología analítica	Técnica analítica	LD	Referencia normativa	Instructivo de análisis	Acreditación	Comentarios
		atómica						a pH <2 <b>Metales disueltos:</b> Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2
Boro (B)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,104 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	<b>Metales totales:</b> Acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2 <b>Metales disueltos:</b> Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2
Mercurio (Hg)	mg/L	Espectroscopía de absorción atómica	EAA-VF	0,00012 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3112B	ILQAL-0018	LE-173	<b>Metales totales:</b> Acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2 <b>Metales disueltos:</b> Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2
Arsénico (As)	mg/L	Espectroscopía de absorción atómica	EAA-HG	0,00050 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3114	ILQAL-0008	LE-173	<b>Metales totales:</b> Acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2 <b>Metales disueltos:</b> Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2
Selenio (Se)	mg/L	Espectroscopía de absorción atómica	EAA-VF	0,00055 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3114	ILQAL-0008	LE-173	<b>Metales totales:</b> Acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2 <b>Metales disueltos:</b> Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2
Potasio (K)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,19 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	Validado	<b>Metales totales:</b> Acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2 <b>Metales disueltos:</b> Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2

Parámetro	Unidad	Metodología analítica	Técnica analítica	LD	Referencia normativa	Instructivo de análisis	Acreditación	Comentarios
Magnesio (Mg)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,26 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	Validado	<b>Metales totales:</b> Acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2 <b>Metales disueltos:</b> Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2
Calcio (Ca)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,34 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	Validado	<b>Metales totales:</b> Acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2 <b>Metales disueltos:</b> Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2
Sodio (Na)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,15 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	Validado	<b>Metales totales:</b> Acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2 <b>Metales disueltos:</b> Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO <sub>3</sub> a pH <2
Cloruro (Cl)	mg/L	Titulación	Volume-tría	3 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 4500 Cl	ILQAL-0029	Validado	-
Sulfato (SO <sub>4</sub> )	mg/L	Turbidimetría	Nefelo-metría	5 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 4500 E	ILQAL-0029	Validado	-

El resto de los parámetros para análisis físico químicos, se propone externalizarlos por razones de holding time y tiempo disponible para recibir las muestras en el Laboratorio del CENMA en Santiago, de común acuerdo con la contraparte.

### 3 REFERENCIAS.

1. Ley 19.300/1994. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Aprueba Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Disponible en: [http://www.sinia.cl/1292/articles-51743\\_Ley19300\\_12\\_2011.pdf](http://www.sinia.cl/1292/articles-51743_Ley19300_12_2011.pdf)
2. CADE – IDEPE (Consultores en ingeniería) (2004), “Diagnóstico y clasificación de los cuerpos de agua según objetivos de calidad”, Diciembre. [En línea: [http://www.sinia.cl/1292/articles-31018\\_Huasco.pdf](http://www.sinia.cl/1292/articles-31018_Huasco.pdf) ]
3. Norma NCh17025.Of2005 Requisitos generales para la acreditación de laboratorios de ensayo y calibración.
4. Resolución Exenta N° 3403. Comisión Nacional del Medio Ambiente. 18 de Diciembre de 2006. Da Inicio a la elaboración de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del Río Huasco.
5. GCF Ingenieros Consultores Ltda (2006). Informe Final. Estudio de calidad de aguas subterráneas Huasco y Mataquito.
6. Estrategia Regional de Desarrollo (ERD) de Atacama 2007-2017. Disponible en: [http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/desarrollo\\_de\\_atacama.pdf](http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/desarrollo_de_atacama.pdf)
7. GMA (Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores) (2007) “Consultoría para la recopilación de información sobre la biodiversidad y la situación socio-económica en apoyo a la elaboración del anteproyecto de la norma secundaria de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del Río Huasco”, Vallendar, Región de Atacama, Chile, Diciembre.
8. Barrick (2007). Informe Final Plan de monitoreo bioindicadores
9. Centro de Ecología Aplicada (2007). Informe Final Plan de monitoreo limnológico
10. Agrosuper (2008). Informe monitoreo de aguas superficiales, Río Huasco..
11. Barrick (jul 2008 a jun 2009). Informe planta aguas servidas
12. Proust Consultores (julio 2008 a junio 2009). Informe Programa de monitoreo de aguas Julio 2008 a Junio 2009. Proyecto Pascua Lama.
13. Barrick (2008). Plan de uso bioindicadores
14. Decreto 75/2009. Del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. “Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Serrano”. Disponible en: [http://www.leychile.cl/Navegar/index\\_html?idNorma=1011869](http://www.leychile.cl/Navegar/index_html?idNorma=1011869)
15. Decreto 122/2009. Del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. “Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas del Lago Llanquihue”. Disponible en [http://www.leychile.cl/Navegar/index\\_html?idNorma=1014239](http://www.leychile.cl/Navegar/index_html?idNorma=1014239)
16. DSS Ambiente (2009). Análisis de Impacto económico y social de anteproyecto de normas secundarias de calidad-Cuenca de Río Huasco
17. Agrosuper (2009). Informe Monitoreo de la fauna de vertebrados terrestres en el humedal Huasco Bajo, III Región.
18. Agrosuper (2009). Informe Monitoreo de la fauna de vertebrados terrestres en el humedal de Tatara, III Región.
19. Agrosuper (2009). Informe monitoreo de calidad de aguas superficiales, Río Huasco.

20. Universidad de Atacama (2009). Informe Final Caracterización físicoquímica del Río Huasco. Áreas de vigilancia anteproyecto norma agua superficial cuenca Río Huasco.
21. Centro de Ecología Aplicada (2009). Plan de uso de Bioindicadores Proceso de Validación Índice Biótico SIGNAL-2PL
22. Proust Consultores (julio 2009 a junio 2010). Informe Programa de monitoreo de aguas Julio 2009 a Junio 2010. Proyecto Pascua Lama.
23. Centro de Ecología Aplicada (2009). Informe Final Plan de monitoreo limnológico
24. Alexis Almarza Tapia.(2009). Efectos naturales y antrópicos en la calidad de las aguas superficiales del Río Huasco y afluentes. Institute for Technology and Resources Management in the Tropics and Subtropics
25. Jorge Cubillos (2009). Evaluación de la aplicabilidad del programa de simulación de calidad de las aguas WASP en las cuencas de los Ríos Elqui y Choapa, región de Coquimbo, Chile. Universidad de La Serena.
26. Lesly Espejo. (2009). Desarrollo de un índice de calidad de aguas superficiales y análisis de la red de monitoreo en las cuencas de Huasco, Elqui, Limarí y Choapa. Universidad de La Serena.
27. DGA (2009). Reevaluación de los recursos hídricos subterráneos del acuífero del Río Huasco aguas abajo del embalse Santa Juana.
28. INNOVA-INIA. Informe compilado cuenca del Río Huasco. Desarrollo de un modelo de gestión integral para el resguardo de la calidad del agua en los valles de Huasco, Limarí y Choapa. Proyecto INNOVA-INIA. Septiembre 2010.
29. Ley 20.417/2010. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. Disponible en: <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1010459>
30. Proust Consultores (julio 2010 a junio 2011). Informe Programa de monitoreo de aguas Julio 2010 a Junio 2011. Proyecto Pascua Lama.
31. Centro de Ecología Aplicada (2010). Informe Plan de monitoreo limnológico
32. Centro de Ecología Aplicada (2010). Plan de uso de Bioindicadores Proceso de Validación Índice Biótico SIGNAL-2PL
33. Universidad de Atacama (2010). Informe Final Caracterización físicoquímica del Río Huasco. Áreas de vigilancia anteproyecto norma agua superficial cuenca Río Huasco.
34. U. Católica del Norte (2010). Evaluación hidrogeológica de la Cuenca del Río Huasco, con énfasis en la cuantificación y dinámica de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.
35. INIA-Junta de Vigilancia Recursos Hídricos (JVRH) (2010). Informe Final Aplicación red de monitoreo de calidad de agua en la cuenca del Río Huasco y sus afluentes.
36. CAZALAC (Centro del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe) (2011), "Modelo para la gestión hídrica de la cuenca de Huasco: Evaluación de caudal ambiental y valoración de servicios hidrológicos", Mayo.
37. Ecometric (2011). Estudio limnológico en Río Huasco para proyecto "Mejoramiento Planta de tratamiento de aguas servidas, Freirina". Aguas Chañar SA.
38. ANAM (2011). Informe Final Caracterización físicoquímica del Río Huasco. Áreas de vigilancia anteproyecto norma agua superficial cuenca Río Huasco

39. CENMA. Programas de Vigilancia en Normas Secundarias de Calidad de Aguas Vigente y las que están en proceso, con el objeto de avanzar en el estado ecológico de las aguas superficiales. (2012-2013) desarrollado para la Subsecretaría de Medio Ambiente.
40. CENMA. Instructivo Ejecución de Actividades de Control y Aseguramiento de Calidad. ILQAG-0023. Diciembre 2012.
41. DGA (2012), "Información pluviométrica, fluviométrica, estado de embalses y aguas subterráneas". N° 413, septiembre [En línea: [http://www.dga.cl/productosyservicios/informacionhidrologica/Informacin%20Mensual/Boletin\\_092012.pdf](http://www.dga.cl/productosyservicios/informacionhidrologica/Informacin%20Mensual/Boletin_092012.pdf)]
42. M. Pouilly, G. Aguilera (2012). Evaluación Inicial de Caudales Ecológicos/Ambientales en la cuenca del Río Huasco – Chile, mediante la simulación del hábitat físico del pejerrey *Basilichthys microlepidotus* y el camarón de Río *Cryphiops caementarius*. UICN, Quito, Ecuador. 57 pp.
43. Manual de Métodos Estándares de Análisis de Aguas y Aguas residuales. 22 edición (2012). Knight Piesold (2013). Análisis integrado de gestión en cuenca del Río Huasco. Región de Atacama.
44. SEREMI Atacama (2012). Informe Piloto basado en metodología APPA. Índice de Funcionalidad Fluvial Río Huasco. Región de Atacama.
45. Centro de Agua para Zonas Áridas y Semiáridas para América Latina y el Caribe (CAZALAC) (jul-2012). Modelo para la gestión hídrica de la cuenca del Huasco: Evaluaciones de caudal ambiental y valoración de servicios hidrológicos.
46. Institut de recherche pour le developpement (IRD). Fundación Miguel Lillo-CONICET (ene-2012). Evaluación preliminar de caudales ecológicos en la cuenca del Río Huasco (Chile) mediante la simulación del hábitat físico del pejerrey *Basilichthys microlepidotus* y el camarón de Río *Cryphiops caementarius*.
47. Centro de Agua para Zonas Áridas y Semiáridas para América Latina y el Caribe (CAZALAC) (jul-2012). Modelación de recursos hídricos de la cuenca del Río Huasco.
48. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN) (jul-2012). Evaluación Inicial de Caudales Ecológicos/Ambientales en la cuenca del Río Huasco-Chile.
49. Philipp Wagnitz (2012). Thesis "Cost-benefit analysis regarding environmental flow implementation in the semi-arid Huasco watershed, northern Chile". Thesis to obtain the degree of Master of Science (M.Sc.). Cologne University of Applied Sciences. Institute for Technology and Resources Management in the Tropics and Subtropics. CAZALAC.
50. Ministerio de Desarrollo Social (2012). Estudio Ex Post de corto y mediano plazo Embalse Santa Juana, III Región de Atacama.
51. Análisis integrado de gestión en cuenca del Río Huasco, región de Atacama. Ministerio de Obras Públicas. 2013.
52. Algoritmos-MMA. (2013). Diagnóstico, inventario de emisiones, y monitoreo de la Calidad de las Aguas de la cuenca del Río Huasco. Febrero
53. CENMA. Instructivo Externalización de Ensayos. ILQAG-0725. Junio 2013.



54. CENMA. Instructivo Subcontratación de Ensayo. ILQAG-0724. Marzo 2013.
55. Decreto 54/2013. Del Ministerio de Medio Ambiente. Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Bío-Bío. En Tramitación.
56. Decreto 55/2013 del Ministerio de Medio Ambiente. Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Valdivia. En Tramitación.
57. Decreto 19/2013. Del Ministerio de Medio Ambiente. “Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas del Lago Villarica”. Disponible en <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1055224&idParte=&idVersion=2013-10-16>
58. Centro de Estudios Científicos (CECs) (2013). Plan de monitoreo glaciares. Proyecto Pascua Lama. PMGv4
59. Barrick (2013). Informe monitoreo limnológico Marzo 2013
60. Barrick (2013). Informe de monitoreo de aguas, período Julio 2012 a Junio 2013
61. Barrick (2013). Informe monitoreo calidad de agua subterránea del relleno sanitario 1er semestre 2013
62. Barrick (2013). Informe limnológico Septiembre 2013
63. Barrick (2013). Informe monitoreo calidad de agua subterránea del relleno sanitario Jul-Dic 2013
64. Barrick (2013). Informe hidrobiología 2013
65. Análisis de metales pesados presentes en sedimentos de las cuencas de los Ríos Huasco, Elqui y Limarí, con el objeto de completar la evaluación del estado ecológico”. (2014) Seminario de Título del estudiante Pablo Enrique Cabello Espinoza como requisito para obtener el Título de Químico Ambiental. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile
66. CENMA. Instructivo Determinación de Metales por ICP. ILQAL-0019. Noviembre 2014.
67. Decreto 73/2014 del Ministerio de Medio Ambiente. “Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Maipo. Disponible en <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1063954&idParte=0>
68. Barrick (2014). Línea base actualizada de calidad del agua superficial proyecto Pascua Lama.
69. Evolución de la calidad de aguas superficiales para uso agrícola en una cuenca hidrográfica del Norte Chico, en el período 2003 -2013” (2014) Seminario de Título de la estudiante Carolina Andrea Campos Briones como requisito para obtener el Título de Químico Ambiental. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile
70. Barrick (2014). Informe monitoreo calidad de agua subterránea del relleno sanitario.
71. Barrick (2014) Monitoreo de agua.
72. Barrick (2014). Informe limnológico campaña Marzo.
73. Barrick (2014). Informe de monitoreo limnológico.
74. Barrick (2014). Informe hidrobiológico.
75. Barrick (2014). Informe calidad del agua subterránea del relleno sanitario

76. Barrick (2014). Informe descarga Río Estrecho desde piscina pulido mes Diciembre
77. Estudio de Impacto Ambiental. PROYECTO EL MORRO. DISPONIBLE EN <http://seia.sea.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=3344443>
78. <http://www.dga.cl>
79. <http://www.seia.cl>
80. <http://www.sciencedirect.cl>
81. Barrick (2015). Informe autocontrol mes Enero Descarga Río Estrecho
82. Barrick (2015). Informe descarga Río Estrecho desde PTAC Febrero
83. Barrick (2015). Informe de descarga ARD Marzo del 2015
84. Barrick (2015). Informe monitoreo y descarga PTAC Abril
85. Barrick (2015). Informe de descarga Río Estrecho Mayo
86. Barrick (2015). 2015-07 Informe Descarga ARD Junio
87. Barrick (2015). Informe monitoreo agua subterránea del relleno sanitario Ene-Jun
88. Barrick (2015). Informe anual de monitoreo de aguas Jul 14- Jun 2015
89. Barrick (2015). 2015-08 Informe descarga ARD Julio
90. Barrick (2015). 2015-09 Informe descarga ARD Agosto
91. Barrick (2015). Informe descarga ARD mes Septiembre
92. Barrick (2015). Informe captación de agua Julio-Septiembre
93. Barrick (2015). Informe descarga ARD Octubre
94. Barrick (2015). Informe descarga ARD Noviembre
95. Barrick (2015). Informe descarga ARD Diciembre
96. Barrick (2015). Monitoreo calidad agua subterránea relleno sanitario 2° Sem 2015
97. Barrick (2015). Informe captación agua Octubre- Diciembre
98. Barrick (2015). Informe descarga ARD Enero
99. Barrick (2015). Informe trimestral calidad aguas Río Estrecho Octubre- Diciembre
100. Junta de Vigilancia de la Cuenca del Río Huasco y sus Afluentes (2016). Minuta ESJ N° 95 2016.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Presentación del problema de estudio.

La Ley 20.417, creó el Ministerio del Medio Ambiente, como la Secretaría de Estado, encargada del diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, promoviendo el desarrollo sustentable, la integridad de la política ambiental y su regulación normativa, y modificó la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente (Ley 19.300). En el Artículo 70 indica que le corresponderá al Ministerio del Medio Ambiente, entre otras funciones i) Proponer políticas y formular planes, programas y acciones que establezcan los criterios básicos y las medidas preventivas para favorecer la recuperación y conservación de los recursos hídricos, genéticos, la flora, la fauna, los hábitats, los paisajes, ecosistemas y espacios naturales, en especial los frágiles y degradados, contribuyendo al cumplimiento de los convenios internacionales de conservación de la biodiversidad y ii) Coordinar el proceso de generación de las normas de calidad ambiental,



de emisión y de planes de prevención y descontaminación, determinando los programas para su cumplimiento.

Dentro de los Instrumentos de Gestión Ambiental establecidos por la Ley 19.300 (modificada en 2010 por la Ley 20.417), se encuentran las normas de calidad ambiental, entre las cuales pueden identificarse las Normas Primarias de Calidad Ambiental, cuyo objetivo principal de protección es la vida y la salud de la población y las Normas Secundarias de Calidad Ambiental (NSCA), cuyo objetivo es la protección del medio ambiente o la preservación de la naturaleza.

Para gestionar de manera adecuada la calidad de las aguas superficiales continentales, se han promulgado, varios decretos que establecen las normas secundarias de calidad de las aguas de los Ríos Serrano (D 75/2009)<sup>2</sup>, Maipo (D 73/2014)<sup>3</sup>, Bío Bío (D 54/2013)<sup>4</sup>, Valdivia (D 55/2013)<sup>5</sup> y de las aguas de los Lagos Llanquihue (D 122/2009)<sup>6</sup> y Villarica (D 19/2013)<sup>7</sup>.

Muchas otras cuencas han sido estudiadas, avanzando hasta diferentes estadios de sus respectivos anteproyectos de normas secundarias de calidad ambiental, entre las cuales se encuentra la cuenca del Río Huasco.

De acuerdo a la Estrategia Regional de Desarrollo (ERD) de Atacama, la cuenca del Río Huasco es el segundo eje de crecimiento de la región donde se llevan a cabo diferentes actividades económicas de gran relevancia para la región y el país.

La cuenca proyecta una importante actividad minera en la cordillera, como son los Proyectos Pascua Lama, ubicado en la naciente Río Estrecho, el cual es tributario del Río Transito y el proyecto El Morro cuya mina se emplaza en el sector El Morro, en la cuenca

---

<sup>2</sup> Decreto 75/2009. Del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. “Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Serrano”. Disponible en: [http://www.leychile.cl/Navegar/index\\_html?idNorma=1011869](http://www.leychile.cl/Navegar/index_html?idNorma=1011869)

<sup>3</sup> Decreto 73/2014 del Ministerio de Medio Ambiente. “Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Maipo. Disponible en <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1063954&idParte=0>

<sup>4</sup> Decreto 54/2013. Del Ministerio de Medio Ambiente. Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Bío-Bío. En Tramitación.

<sup>5</sup> Decreto 55/2013 del Ministerio de Medio Ambiente. Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Valdivia. En Tramitación.

<sup>6</sup> Decreto 122/2009. Del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. “Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas del Lago Llanquihue”. Disponible en [http://www.leychile.cl/Navegar/index\\_html?idNorma=1014239](http://www.leychile.cl/Navegar/index_html?idNorma=1014239)

<sup>7</sup> Decreto 19/2013. Del Ministerio de Medio Ambiente. “Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas del Lago Villarica”. Disponible en <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1055224&idParte=&idVersion=2013-10-16>

de las Quebradas Larga y Piuquenes, ambas tributarias de la cuenca del Río Cazadero, el cual confluye al Río Conay. Este sector se ubica aproximadamente a 72 km al nororiente del poblado de Chancoquín, y a 144 km al oriente de la ciudad de Vallenar<sup>8</sup>.

En el sector de Freirina, se emplazó entre 2006 y 2012 un Proyecto Agroindustrial de Agrosuper asociado a crianza de cerdos, cuya actividad se encuentra detenida actualmente.

En el valle existe una rica agricultura, destacándose las plantaciones de parronales y olivos, lo que incluye la producción de aceituna de mesa y de aceite de oliva.

Las aguas de la cuenca del Huasco, constituyen una fuente fundamental para el desarrollo de dichas actividades, uso en riego y doméstico; pero a su vez es el receptor de las descargas de las mismas. Además, dado que, en la zona, las precipitaciones son escasas, el recurso hídrico es un factor estratégico para el desarrollo económico, productivo y social de la comuna de Huasco y de la Región de Atacama en general.

A la fecha de este informe, existe un anteproyecto de NSCA para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Huasco, de las que se espera constituyan un instrumento de gestión ambiental, ya que, al establecer niveles de calidad ambiental en la cuenca, contribuyen a salvaguardar el recurso, maximizando los beneficios sociales, económicos y ambientales.

Las NSCA requieren antecedentes técnicos y científicos que permitan determinar niveles máximos o mínimos de concentraciones para cada uno de los parámetros normados, en función de las características naturales de la cuenca, la protección de las comunidades acuáticas, la sustentabilidad del recurso y los usos de agua. Tales determinaciones deben ser avaladas por la información biológica referida a la presencia y/o estado de conservación de las comunidades acuáticas, información que constituye un factor limitante en el reconocimiento del impacto de los valores normados.

## 4.2 Objetivos

### 4.2.1 Objetivo general

El objetivo general de este estudio es:

Recopilar, actualizar, sistematizar y analizar toda la información existente, al año 2015, respecto de la calidad de las aguas continentales correspondientes a la cuenca del Río Huasco y proponer una red de observación de metales disueltos y propuesta de campañas de monitoreo de calidad de agua para metales en áreas sin información o relevantes en la cuenca, con límite de detección menores a los utilizados por la Dirección General de Aguas.

### 4.2.2 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos son los siguientes:

---

<sup>8</sup> Estudio de Impacto Ambiental. Proyecto El Morro. Disponible en <http://seia.sea.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=3344443>

- a) Revisar el estado del arte de calidad de aguas y biológica que incluya la revisión de información pública y privada con énfasis en los contaminantes derivados de los procesos mineros, actividad agrícola y agroindustrial con presencia en la cuenca.
- b) Revisar y proponer mejoras al anteproyecto<sup>9</sup> de NSCA para la cuenca del Río Huasco.
- c) Realizar cuatro campañas de monitoreo (primavera-verano- otoño-invierno), en puntos dados en tabla N° 10 de las bases técnicas, utilizando cuando sea factible límites de detección menores a los utilizados por DGA (según factibilidad técnica de equipos y metodologías de análisis acreditadas por la Norma ISO N°17025), monitoreando, como mínimo, micro elementos y macro elementos de tabla N°1 de las bases Técnicas, incluyendo Arsénico, Boro, Flúor, Fosforo, Sodio y Cianuro.

### 4.3 Alcance del documento

El presente documento es el **Informe Final - corregido** del proyecto “Estudio Monitoreo y Actualización de Antecedentes Técnicos para desarrollar Norma Secundaria de Calidad para la Protección de las Aguas Continentales en la Cuenca del Río Huasco, Región de Atacama”, según licitación ID 610176-2-LE15.

### 4.4 Historia del proceso normativo para dictar NSCA para las aguas del Río Huasco.

El proceso normativo para dictar NSCA que permitan la protección de las aguas continentales de la cuenca del Río Huasco, ha seguido, aproximadamente los hitos de la secuencia descrita en la tabla a continuación:

**Tabla 3: Descripción general de los hitos del proceso normativo para dictar NSCA para las aguas del Río Huasco.**

	Fecha	Hito	Observaciones y comentarios
1	14-diciembre-2004	Sra Alcaldesa de la Comuna de Alto del Carmen solicita a CONAMA <sup>10</sup> considerar el Río Huasco entre las cuencas priorizadas para implementar NSCA.	
2	21-abril-2005	Se aprueba el Décimo Programa Priorizado de Normas Ambientales 2005/2006 que incluye a las NSCA para la cuenca del Río Huasco.	
3	31-mayo-2005	Se constituye Comité Operativo Regional anticipado para apoyar técnicamente el proceso. Formado por: Gobernación de Huasco, Gobernación Marítima de Caldera, Seremi de Agricultura, Dirección Regional de	

<sup>9</sup> Se refiere al anteproyecto que existió en 2008 cuyo proceso quedó inconcluso como se explica más adelante.

<sup>10</sup> Autoridad ambiental de la época.

		SAG, DGA, Sernapesca, DOH, CONAMA.	
4	17-abril-2008	Se firma RE N° 1.238 que Aprueba anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la Cuenca del Río Huasco.	Objetivo: "proteger la calidad de las aguas...de manera de salvaguardar el aprovechamiento del recurso hídrico, las comunidades acuáticas y los ecosistemas, maximizando los beneficios ambientales, sociales y económicos".
5	2-mayo-2008	Publicación del anteproyecto en el Diario Oficial	
6	3-mayo al 29-julio 2008	Consulta pública del anteproyecto	

Durante la consulta pública se levantaron numerosos antecedentes, sin embargo, el proceso normativo se vió afectado desde el punto de vista reglamentario porque no fue posible disponer del Análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES) ya que la metodología empleada en la consultoría de apoyo contratada por la DGA no fue validada, impidiendo disponer del mencionado análisis en los tiempos reglamentarios. De este modo, la dictación de las NSCA de las aguas del Río Huasco, quedó en condición de *inconclusa*.

Desde esa fecha, se han incrementado los proyectos en la zona con capacidad potencial para afectar la calidad de las aguas y en 2012, además, se modificó el propio reglamento que estipula la dictación de normas de calidad ambiental, en relación con la nueva institucionalidad ambiental, por lo que se dispone de antecedentes no considerados en el anteproyecto original.

En correspondencia con lo anterior, también se han generado numerosos estudios que pretenden actualizar la información originalmente disponible en el anteproyecto de 2008, como se describe a lo largo de este informe.

#### **4.5 Resultados de la recopilación y ordenamiento de datos de calidad de agua en la cuenca del Río Huasco.**

Desde el portal del Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (<http://seia.sea.gob.cl/busqueda/buscarProyectoAction.php>) se obtuvieron 696 proyectos aprobados para la III Región.





**Ilustración 2: Ubicación de proyectos aprobados en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, Región de Atacama.**

Para las comunas de Huasco, Freirina, Vallenar y Alto del Carmen existen 148 proyectos aprobados, cuyos detalles se presentan a continuación:

**Tabla 4: Listado de proyectos aprobados en el SEIA para las comunas de Huasco, Freirina, Vallenar y Alto de Carmen.**

Nombre	Tipo	Comunas	Titular	Fecha presentación	Fecha calificación	Sector productivo	Latitud punto representativo	Longitud punto representativo
DIA Divisadero	DIA	Vallenar	Avenir El Divisadero SpA	20-Dic-2013	1-Jul-2014	Energía	-29.129483	-70.9078441
Parque Solar Abasol	DIA	Vallenar	ABASOL SpA	20-Dic-2013	1-Ago-2014	Energía	-28.610494	-70.806398
Modificación de la Localización y Dimensiones Proyecto Depósito de Relaves Espesados Planta Vallenar	DIA	Vallenar	EMPRESA NACIONAL DE MINERIA	3-Dic-2013	6-Ago-2015	Minería	-28.5563558	-70.7393277
Recepción y embarque de graneles minerales	DIA	Huasco	Puerto Las Losas S.A.	8-Nov-2013	14-Ene-2015	Infraestructura Portuaria	-28.471147	-71.2362343
Regularización Torres Línea de Transmisión Eléctrica 2x220 Maitencillo - Caserones	DIA	Tierra Amarilla-Vallenar	SCM MINERA LUMINA COPPER CHILE	8-Nov-2013	5-Mar-2014	Energía	-28.5570026	-70.6063187
Prospección Geológica Sector Alcaparra D	DIA	Vallenar	Compañía Minera del Pacífico S.A.	6-Nov-2013	15-May-2014	Minería	-28.6450549	-70.9120492
DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL "CONTINUIDAD PROSPECCIONES GEOLÓGICAS PROYECTO PRODUCTORA"	DIA	Vallenar	Sociedad Minera El Águila Limitada	23-Ago-2013	5-Jun-2014	Minería	-28.696817	-70.826346
Valleland Solar	DIA	Vallenar	Valleland SpA	27-Jun-2013	5-Feb-2014	Energía	-28.147759	-70.67062
El Romero Solar	DIA	Vallenar	Avenir El Romero SpA	26-Jun-2013	10-Mar-2014	Energía	-29.109077	-70.918256
LÍNEA DE	EIA	Freirina-	AM Eolica Sarco	26-Jun-2013	22-Ene-	Energía	-28.857261	-71.421233



TRANSMISIÓN ELÉCTRICA 2 X 220 kV, TRAMO SARCO – MAITENCILLO, COMUNAS DE FREIRINA Y VALLENAR, PROVINCIA DEL HUASCO, REGIÓN DE ATACAMA		Vallenar	SpA		2015			
Adaptación de Unidades a la Nueva Norma de Emisión Para Centrales Termoeléctricas	DIA	Huasco	Empresa Eléctrica Guacolda S.A.	4-Jun-2013	25-Feb-2014	Otros	-28.465376	-71.256238
Línea de Alta Tensión de Doble Circuito de 220 kV Subestación Domeyko a Subestación Maitencillo	DIA	Freirina-Vallenar	Ibereólica Cabo Leones II S.A.	11-Abr-2013	10-Ene-2014	Energía	-28.980345	-70.911165
Proyecto Cerro Blanco	EIA	Freirina-Huasco-Vallenar	SCM White Mountain Titanium	28-Feb-2013	22-May-2015	Minería	-28.611387	-71.097513
Explotación y procesamiento de minerales de hierro, Soberana	DIA	Vallenar	Admiralty Minerals Chile PTY LTD	27-Feb-2013	19-Ago-2015	Minería	-28.7186449	-70.8369142
Subestación Eléctrica y Línea de Transmisión 110 KV desde S/E propia a S/E Maitencillo	DIA	Freirina-Vallenar	DESARROLLO ENERGÉTICO SOLAR CHILE SPA	21-Feb-2013	29-Oct-2013	Energía	-28.4190119	-70.7730599
Extracción de Aridos Pozo Domeyko para el Mejoramiento Ruta 5 Norte Tramo Límite Regional - Vallenar	DIA	Vallenar	Sacyr Chile S.A.	24-Dic-2012	27-Jun-2013	Minería	-27.532534	-70.067031
Prospecciones	DIA	Vallenar	Sociedad Minera	9-Nov-2012	8-Mar-2013	Minería	-28.71187	-70.808122

Geológicas Proyecto Productora			El Águila Limitada					
Parque Eólico Sarco	EIA	Freirina	AM Eolica Sarco SpA	1-Oct-2012	11-Feb-2014	Energía	-28.854822	-71.454338
Guanaku Turismo Sustentable	DIA	Huasco	Felipe Omar Vera Soto	28-Sept-2012	7-Mar-2013	Inmobiliarios	-28.173082	-71.159175
Cierre y Sellado Vertedero Comuna de Huasco Vertedero Huasco	DIA	Huasco	Ilustre Municipalidad de Huasco	26-Jun-2012	7-Feb-2013	Saneamiento Ambiental	-28.480081	-71.213558
Cierre y Sellado Vertedero de Freirina	DIA	Freirina	Ilustre Municipalidad de Freirina	8-Jun-2012	5-Feb-2013	Saneamiento Ambiental	-28.534418	-71.072934
Parque Eólico Cabo Leones II	DIA	Freirina	Ibereólica Cabo Leones II S.A.	12-Abr-2012	22-Oct-2012	Energía	-28.950682	-71.446123
Parque Eólico san Juan de Chañaral de Aceituno	DIA	Freirina	Sociedad por Acciones "San Juan SpA"	21-Mar-2012	19-Feb-2013	Energía	-28.909301	-71.456471
Modificación del Proyecto Central Hidroeléctrica Río Huasco Mediante Instalación de Subestación Eléctrica Río Huasco	DIA	Vallenar	Hidroeléctrica Río Huasco S.A.	15-Mar-2012	8-Ago-2012	Energía	-28.675662	-70.645721
Línea de Transmisión Eléctrica de Doble Circuito de 220 kV Cabo Leonés y Subestación Eléctrica Domeyko	DIA	Freirina-Vallenar	Ibereólica Cabo Leones I S.A.	1-Mar-2012	19-Oct-2012	Energía	-28.943245	-71.441815
Planta fotovoltaica Denersol III, 30 MW, Provincia de Huasco, Región de Atacama.	DIA	Vallenar	Denersol III SPA	14-Feb-2012	8-Nov-2012	Energía	-28.41804	-70.783221
Planta Fotovoltaica, 7,5	DIA	Vallenar	DENERSOL	9-Feb-2012	24-Oct-2012	Energía	-28.411907	-70.773952

MW, Provincia de Huasco, Región de Atacama			CHILE II SPA					
Planta Fotovoltaica Canto del Agua 21 MW, Provincia de Huasco, Región de Atacama	DIA	Vallenar	Canto del Agua Spa	3-Feb-2012	22-Oct-2012	Energía	-28.418312	-70.781765
Ampliación Subestación Eléctrica Los Colorados	DIA	Huasco	Compañía Minera del Pacífico S.A.	26-Oct-2011	1-Feb-2012	Energía	-28.288918	-70.814106
Ampliación Subestación Eléctrica (S/E) Planta Pellets	DIA	Huasco	Compañía Minera del Pacífico S.A.	26-Oct-2011	1-Feb-2012	Energía	-28.480627	-71.24435
Parque Eólico Cabo Leones	DIA	Freirina	Ibereólica Cabo Leones I S.A.	28-Sept-2011	29-Mar-2012	Energía	-28.929466	-71.441974
PROSPECCION MINERA CACHIYUYO	DIA	Freirina	SOCIEDAD CONTRACTUAL MINERA ROCK EXPLORATION	29-Ago-2011	21-Feb-2012	Minería	-29.295134	-71.086629
Modificación Línea de Transmisión 2x220 kV Maitencillo – Caserones, Variante Maitencillo Norte	EIA	Vallenar	SCM MINERA LUMINA COPPER CHILE	5-Ago-2011	31-Ene-2012	Energía	-28.539751	-70.7202
Prospección Minera Distrito Pleito	DIA	Vallenar	Compañía Minera del Pacífico S.A.	1-Ago-2011	1-Feb-2012	Minería	-29.227205	-71.105513
Aumento Producción Recuperación de Mineral de Hierro Contenido en Rechazos, Sector Desvío Norte	DIA	Vallenar	CONSTRUCCION ES ESPECIALIZADAS LENBOX CHILE LIMITADA	30-Jun-2011	13-Mar-2012	Minería	-29.260406	-71.03282
Prospección Sector Cortadera	DIA	Vallenar	Minera Fuego Limitada	19-May-2011	18-Oct-2011	Minería	-28.788568	-70.692126
Prospección Minera Relincho	DIA	Vallenar	Compañía Minera Relincho Copper S.A.	3-May-2011	15-Sept-2011	Minería	-28.508858	-70.331482

Deposito de Relaves Espesados Planta Vallenar	DIA	Vallenar	EMPRESA NACIONAL DE MINERIA	14-Feb-2011	18-Oct-2011	Minería	-28.559371	-70.735043
“MEJORAMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS, FREIRINA-AGUAS CHAÑAR S.A.”	DIA	Freirina	AGUAS CHAÑAR S.A.	2-Feb-2011	1-Feb-2012	Saneamiento Ambiental	-28.504913	-71.093369
Línea de Transmisión 2x220 kV Maitencillo – Caserones	EIA	Copiapó-Freirina-Tierra Amarilla-Vallenar	SCM MINERA LUMINA COPPER CHILE	30-Sept-2010	26-Jul-2011	Energía	-28.537008	-70.924533
Recuperación de Mineral de Hierro Contenido en Rechazos de la Planta de Beneficio Los Colorados	DIA	Huasco	Compañía Minera del Pacífico S.A.	28-Jul-2010	17-Ene-2011	Minería	-28.28785	-70.813142
Saneamiento Ambiental y Construcción Relleno Sanitario Provincia de Huasco	DIA	Vallenar	Ilustre Municipalidad de Vallenar	13-Jul-2010	17-Ene-2011	Saneamiento Ambiental	-28.544535	-70.780319
Sistema de Transporte de Caliza y Cal	DIA	Alto del Carmen	Compañía Minera Nevada SpA	18-May-2010	21-Oct-2010	Otros	-29.372602	-70.092769
Plan General de Administración de la Reserva Marina Isla Chañaral, Comuna de Freirina (e-seia)	DIA	Freirina	Servicio Nacional de Pesca, Región de Atacama	27-Nov-2009	18-Ene-2010	Otros	-29.031664	-71.589726
Construcción Camino Costero Sector Quebrada Tongoy - Huasco, Dm 0,000 km a DM 19,860 (e-seia)	DIA	Huasco	MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS	30-Oct-2009	14-Dic-2010	Otros	-28.587047	-71.288026

Central Hidroeléctrica Río Huasco (e-seia)	DIA	Vallenar	Hidroeléctrica Río Huasco S.A.	28-Oct-2009	12-Jul-2010	Energía	-28.67612	-70.645207
EIA Ampliación y Mejoras Operacionales en Mina Los Colorados	EIA	Freirina-Huasco-Vallenar	Compañía Minera del Pacífico S.A.	16-Sept-2009	3-Nov-2010	Minería	-28.286136	-70.81567
PROYECTO EXTRACCIÓN DE ARIDOS QUEBRADA EL ALGARROBAL PARA EL MEJORAMIENTO RUTA 5 NORTE TRAMO VALLENAR - COPIAPÓ (e-seia)	DIA	Vallenar	Sacyr Chile S.A.	31-Jul-2009	20-Oct-2009	Minería	-28.123853	-70.660813
Almacenamiento de Azufre Planta Dos Amigos (e-seia)	DIA	Vallenar	Compañía Explotadora de Minas CEMIN	23-Jun-2009	28-Oct-2009	Minería	-28.982502	-70.887499
Ampliación y Mejoras Operacionales en Planta de Pellets	EIA	Freirina-Huasco	Compañía Minera del Pacífico S.A.	7-Abr-2009	16-Sept-2010	Instalaciones fabriles varias	-28.479126	-71.246727
REPARACIÓN SIFON QUEBRADA LOS SUEROS CANAL SAN JOSE (e-seia)	DIA	Freirina	COMUNIDAD DE AGUAS CANAL SAN JOSÉ	30-Mar-2009	5-Ago-2009	Infraestructura Hidráulica	-28.505457	-70.990575
Central Termoeléctrica Punta Alcalde	EIA	Huasco	Empresa Nacional de Electricidad S.A. ENDESA	27-Feb-2009	28-Jun-2012	Energía	-28.578432	-71.2874
SISTEMA ALTERNATIVO DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE AGUA DE LAVADO Y MANEJO DE ORUJO Y ESCOBAJO EN PLANTA AGROINDUSTRIAL ALTO DEL CARMEN,	DIA	Alto del Carmen	Cooperativa Agrícola Pisquera Elquí Limitada ó Capel Limitada	3-Feb-2009	4-Ago-2009	Saneamiento Ambiental	-28.758622	-70.484555

CAPEL LTDA. (e-seia)								
Recuperación de Mineral de Hierro desde Rodados Almireces (e-seia)	DIA	Freirina	Compañía Minera del Pacifico S.A.	27-Ene-2009	3-Ago-2009	Minería	-29.072041	-71.030185
Unidad 5 Central Térmica Guacolda S.A	EIA	Huasco	Empresa Eléctrica Guacolda S.A.	22-Ene-2009	23-Ago-2010	Energía	-28.465115	-71.255619
Construcción Variante Ruta C-46, Freirina. Dm 0,000 a Dm 8,200. Región de Atacama (e-seia)	DIA	Freirina	MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS	2-Ene-2009	19-Mar-2009	Otros	-28.517483	-71.026109
Estudio de Impacto Ambiental Proyecto El Morro	EIA	Alto del Carmen-Copiapó-Freirina-Huasco-Vallenar	Sociedad Contractual Minera El Morro	25-Nov-2008	22-Oct-2013	Minería	-28.63033	-69.888225
Mina de Caliza Potrerillo (e-seia)	DIA	Alto del Carmen	Compañía Minera Nevada SpA	13-Nov-2008	12-May-2009	Minería	-29.47774	-70.114532
Planta de Equipos Generadores de Vallenar (e-seia)	DIA	Freirina	Agrocomercial AS Limitada	1-Sept-2008	18-May-2009	Energía	-28.523336	-70.963049
Implementación y Construcción de Sendero Centenario en el Parque Nacional Llanos de Challe (e-seia)	DIA	Huasco	CONAF, Región de Atacama	1-Sept-2008	7-Nov-2008	Otros	-28.185847	-71.153541
Central Termoeléctrica Maitencillo (e-seia)	DIA	Freirina	Empresa Eléctrica Vallenar	29-Jul-2008	14-Ene-2009	Energía	-28.508538	-70.91914
AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS EN CENTRAL TÉRMICA GUACOLDA	DIA	Huasco	Empresa Eléctrica Guacolda S.A.	27-May-2008	22-Ago-2008	Energía	-28.465115	-71.255619



(e-seia)								
LÍNEA DE TRANSMISIÓN 2X220 KV GUACOLDA - MAITENCILLO (e-seia)	DIA	Freirina-Huasco	Empresa Eléctrica Guacolda S.A.	19-May-2008	18-Ago-2008	Energía	-28.466022	-71.257814
Ampliación III Dos Amigos (e-seia)	DIA	Vallenar	Compañía Explotadora de Minas CEMIN	10-Abr-2008	11-Feb-2009	Minería	-28.984481	-70.886037
Modificación vialidad estructurante Plan Regulador Comunal de Vallenar (e-seia)	DIA	Vallenar	Ilustre Municipalidad de Vallenar	12-Mar-2008	29-Abr-2008	Planificación Territorial e Inmobiliarios en Zonas	-28.57612	-70.757441
Sitio 2 Puerto Las Losas (e-seia)	DIA	Huasco	Puerto Las Losas S.A.	19-Feb-2008	19-Nov-2008	Infraestructura Portuaria	-28.471501	-71.238304
SISTEMA DE MANEJO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS DE LAVADO DE PLANTA ALTO DEL CARMEN, CAPEL LTDA. (e-seia)	DIA	Alto del Carmen	Cooperativa Agrícola Pisquera Elquí Limitada ó Capel Limitada	15-Feb-2008	21-Ene-2009	Saneamiento Ambiental	-28.761622	-70.486667
Planta de Sulfuros Cobre Norte, sector Llanos de Marañon (e-seia)	DIA	Vallenar	INVERSIONES NUTRAM S.A.	12-Feb-2008	10-Jul-2008	Minería	-28.545715	-70.735862
Estación de Transferencia de Minerales de Hierro, Sector Maitencillo (e-seia)	DIA	Freirina	Compañía Minera del Pacífico S.A.	18-Dic-2007	24-Jul-2008	Minería	-28.53014	-70.922712
CONJUNTO HABITACIONAL ALTOS DE CAVANCHA (e-seia)	DIA	Vallenar	INMOBILIARIA E INVERSIONES EL DORADO LTDA.	26-Nov-2007	2-Sept-2008	Inmobiliarios	-28.560859	-70.772826
DIA Mejoramiento Ruta 5 Norte Copiapo-Vallenar_Km 665.000-783.400 (e-seia)	DIA	Copiapó-Vallenar	Sociedad Concesionaria Valles del Desierto S.A.	1-Oct-2007	18-Feb-2008	Otros	-28.559609	-70.77743
DIA Mejoramiento Ruta 5	DIA	Vallenar	Sociedad	28-Sept-2007	10-Jun-2008	Otros	-28.55898	-70.774893

Norte_Vallenar Km. 660.000 - Km. 665.000 Tramo 2b (e-seia)			Concesionaria Valles del Desierto S.A.					
DIA Mejoramiento Ruta 5 Norte Tramo 2a (e-seia)	DIA	Vallenar	Sociedad Concesionaria Ruta del Algarrobo S.A.	28-Sept-2007	18-Feb-2008	Otros	-28.956273	-70.898924
Incremento de Generación y Control de Emisiones del Complejo Generador Central Térmica Guacolda S.A.	EIA	Huasco	Empresa Eléctrica Guacolda S.A.	26-Abr-2007	24-Oct-2007	Energía	-28.465115	-71.255619
Transporte Ferroviario de alimentos (e-seia)	DIA	Freirina-Huasco	EMPRESA DE TRANSPORTE FERROVIARIO S.A	5-Abr-2007	8-Feb-2008	Infraestructura Hidráulica	-28.523331	-70.947774
Segundo Circuito 220 kV Línea Maitencillo - Cardones (e-seia)	DIA	Copiapó-Freirina-Vallenar	Empresa Eléctrica Guacolda S.A.	12-Ene-2007	31-Mar-2007	Energía	-28.535561	-70.92417
Ampliación del Proyecto Mina La Japonesa (e-seia)	DIA	Vallenar	Sociedad Contractual Minera Vallenar Iron Company	19-Dic-2006	19-Jul-2007	Minería	-28.662363	-70.833749
Modificación Proyecto Agroindustrial del Valle del Huasco (e-seia)	DIA	Vallenar	Agrocomercial AS Limitada	14-Dic-2006	27-Abr-2007	Agropecuaria	-28.39262	-70.690396
Explotación de Minerales de Hierro, Sector Cerro Negro Cristales (e-seia)	DIA	Vallenar	Compañía Minera del Pacífico S.A.	6-Dic-2006	28-Abr-2007	Minería	-29.140932	-71.044317
FLEXIBILIZACIÓN UNIDAD N°3 (e-seia)	DIA	Huasco	Empresa Eléctrica Guacolda S.A.	11-Ago-2006	23-Oct-2006	Energía	-28.464753	-71.256245
PLANTA CHANCADO MOVIL EMPRESA NACIONAL DE MINERIA	DIA	Chañaral-Copiapó-Vallenar	EMPRESA NACIONAL DE MINERIA	3-Jul-2006	8-Sept-2006	Minería	-26.418889	-70.316806

(e-seia)								
Empréstitos para Áridos Proyecto Norte Huasco (e-seia)	DIA	Freirina-Vallenar	Agrocomercial AS Limitada	19-Jun-2006	26-Ene-2007	Minería	-28.628921	-70.913956
Puerto Las Losas (e-seia)	DIA	Huasco	Puerto Las Losas S.A.	9-Jun-2006	10-Ene-2007	Infraestructura Portuaria	-28.471729	-71.241995
Subestación Eléctrica Proyecto Norte Huasco Subestación Eléctrica Proyecto Norte Huasco (e-seia)	DIA	Freirina	Agrocomercial AS Limitada	25-May-2006	29-Sept-2006	Energía	-28.537624	-70.925025
Centro Logístico Vallenar (e-seia)	DIA	Vallenar	Compañía Minera Nevada SpA	11-Abr-2006	28-Ago-2006	Inmobiliarios	-28.593534	-70.757659
Proyecto Minero Dominoceros (e-seia)	DIA	Vallenar	Sociedad de Exploración y Desarrollo Minero "EXPLODESA"	29-Dic-2005	17-May-2006	Minería	-29.042941	-70.804131
Extracción de Desmontes Distritos Fragüita y El Morado (e-seia)	DIA	Freirina	Sociedad de Exploración y Desarrollo Minero "EXPLODESA"	23-Dic-2005	31-May-2006	Minería	-28.770555	-71.150837
Proyecto Túnel de Exploración El Morro (e-seia)	DIA	Alto del Carmen-Tierra Amarilla	Falconbridge Chile Ltda.	7-Dic-2005	11-Mar-2006	Minería	-28.631843	-69.896756
Explotación de Minerales de Hierro Desvío Norte (e-seia)	DIA	Vallenar	Víctor Hugo Peña Díaz	21-Nov-2005	19-Ago-2006	Minería	-29.145289	-71.046171
PLANTA SX-EW 200 TMF/MES PLANTA VALLENAR DE ENAMI (e-seia)	DIA	Vallenar	EMPRESA NACIONAL DE MINERIA	13-Sept-2005	19-Abr-2006	Minería	-28.56488	-70.740371
Central Guacolda Unidad N° 3	EIA	Huasco	Empresa Eléctrica Guacolda S.A.	29-Jul-2005	20-Abr-2006	Energía	-28.465115	-71.255619

Ampliación II Proyecto Dos Amigos (e-seia)	DIA	Vallenar	Compañía Explotadora de Minas CEMIN	19-Jul-2005	25-Nov-2005	Minería	-28.98076	-70.895779
Mina La Japonesa (e-seia)	DIA	Vallenar	Sociedad Contractual Minera Vallenar Iron Company	8-Jul-2005	8-Nov-2005	Minería	-28.636235	-70.817952
Explotación de Minerales de Hierro desde Depósitos Aluviales, Sector Llanos de Cristales (e-seia)	DIA	Vallenar	Víctor Hugo Peña Díaz	4-Jul-2005	3-Dic-2005	Minería	-29.134096	-71.022935
Prospección Minera La Japonesa (e-seia)	DIA	Vallenar	Sociedad Contractual Minera Vallenar Iron Company	16-May-2005	29-Jul-2005	Minería	-28.636234	-70.817953
Proyecto Agroindustrial del Valle de Huasco	EIA	Freirina-Huasco-Vallenar	Agrocomercial AS Limitada	8-Feb-2005	23-Dic-2005	Agropecuaria	-28.526006	-70.960616
Modificaciones Proyecto Pascua Lama	EIA	Alto del Carmen	Compañía Minera Nevada SpA	6-Dic-2004	23-Feb-2006	Minería	-29.336331	-70.002126
Plan Regional de Desarrollo Urbano (e-seia)	DIA	Alto del Carmen-Caldera-Chañaral-Copiapó-Diego de Almagro-Freirina-Huasco-Tierra Amarilla-Vallenar	SEREMI MINVU ATACAMA	27-Sept-2004	23-Dic-2004	Planificación Territorial e Inmobiliarios en Zonas	-27.368456	-70.332717
Drenaje Subsuperficial	DIA	Vallenar	Agrícola La Rural	3-Ago-2004	27-Sept-	Infraestructu	-28.554712	-70.841458

Lote A2 Fundo Perales Vallenar (e-seia)			de Huasco S.A.		2004	ra Hidráulica		
Drenaje Subsuperficial Lote A3 Fundo Perales (e-seia)	DIA	Vallenar	Agrícola El Surco S.A.	3-Ago-2004	27-Sept-2004	Infraestructura Hidráulica	-28.548147	-70.872135
Flexibilización de la Operación en la Central Termoeléctrica Guacolda (e-seia)	DIA	Huasco	Empresa Eléctrica Guacolda S.A.	10-May-2004	18-Ago-2004	Energía	-28.463975	-71.257178
Declaración de Impacto Ambiental Plan Regulador Comunal Comuna de Huasco (e-seia)	DIA	Huasco	Ilustre Municipalidad de Huasco	16-Feb-2004	7-Jul-2007	Planificación Territorial e Inmobiliarios en Zonas	-28.467103	-71.225347
Plan Regulador Comunal de Vallenar (e-seia)	DIA	Vallenar	Ilustre Municipalidad de Vallenar	16-Feb-2004	11-Ago-2004	Planificación Territorial e Inmobiliarios en Zonas	-28.56966	-70.773273
Línea 66 kv Valle - Vallenar	DIA	Alto del Carmen-Vallenar	TRANSNET S.A.	5-Feb-2003	2-May-2003	Energía	-28.562876	-70.779249
Proyecto Minero Santa rosa	DIA	Vallenar	Sociedad de Exploración y Desarrollo Minero "EXPLODESA"	15-Nov-2002	29-Ene-2003	Minería	-29.244262	-71.058012
Plan Regulador Comunal de Freirina	DIA	Freirina	Ilustre Municipalidad de Freirina	28-Feb-2002	4-Nov-2003	Planificación Territorial e Inmobiliarios en Zonas	-28.508711	-71.078796
Sistema de Servicio de Agua Potable Rural de La Arena Comuna de Alto del Carmen	DIA	Alto del Carmen	MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS	28-Dic-2001	8-Mar-2002	Saneamiento Ambiental	-28.916567	-70.276716
Servicio de Agua Potable Rural San Félix Comuna	DIA	Alto del Carmen	MINISTERIO DE OBRAS	28-Dic-2001	8-Mar-2002	Saneamiento Ambiental	-28.933126	-70.462138

de Alto del Carmen			PÚBLICAS					
Servicio de Agua Potable Rural de la Marquesa Comuna de Alto del Carmen	DIA	Alto del Carmen	MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS	28-Dic-2001	8-Mar-2002	Saneamiento Ambiental	-28.818406	-70.370916
Mejoramiento Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Freirina	DIA	Freirina	AGUAS CHAÑAR S.A.	19-Dic-2001	22-Mar-2002	Saneamiento Ambiental	-28.505133	-71.09367
Instalación del Servicio de Agua Potable Rural de la Localidad de Camarones Comuna de Vallenar Provincia de Huasco III Región de Atacama.	DIA	Vallenar	MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS	5-Nov-2001	28-Dic-2001	Saneamiento Ambiental	-28.671357	-70.653932
Instalación del Servicio de Agua Potable Rural de la Localidad de Incahuasi Comuna de Vallenar Provincia de Huasco III Región de Atacama.	DIA	Vallenar	MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS	5-Nov-2001	28-Dic-2001	Saneamiento Ambiental	-29.22702	-71.01165
Prospección El Morro	DIA	Alto del Carmen	Noranda Chile Ltda.	5-Oct-2001	28-Dic-2001	Minería	-28.650266	-69.906251
Agroindustrial de Procesamiento de Hortalizas en el Valle de Huasco	DIA	Vallenar	Agoindustrial Vallenar SA	20-Jul-2001	12-Dic-2001	Agropecuaria	-28.55664	-70.832858
Centro de Turismo y Recreación Piscinas La Verbena	DIA	Vallenar	Samuel Cortes Molina	12-Feb-2001	21-Nov-2001	Inmobiliarios	-28.656718	-70.678346
Diseño de Instalación del Servicio de Agua Potable Rural Carrizal Bajo	DIA	Huasco	MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS	23-Ene-2001	18-May-2001	Saneamiento Ambiental	-28.082463	-71.147665
Mejoramiento Tecnológico para la	DIA	Huasco	Compañía Minera del Pacífico S.A.	22-Dic-2000	11-Abr-2001	Minería	-28.480212	-71.247192



Producción de Concentrados de Minerales de Hierro								
Mejoramiento del Proceso y Aumento de Producción Planta de Chancado y Selección de Caliza	DIA	Freirina	Sociedad de Inversiones y Servicios Ltda (SISEL Ltda)	13-Sept-2000	21-Dic-2000	Minería	-27.532534	-70.067031
Pascua Lama	EIA	Alto del Carmen	Compañía Minera Nevada SpA	3-Ago-2000	9-May-2001	Minería	-29.31966	-70.035452
Construcción Vertedero Municipal Comuna de Vallenar	DIA	Vallenar	Ilustre Municipalidad de Vallenar	15-May-2000	28-Nov-2000	Saneamiento Ambiental	-28.543078	-70.783105
Mejoramiento de Barrios Poblaciones Vicuña Mackenna Bajo El Minero y Otros-Freirina	DIA	Freirina	I. Municipalidad de Freirina	21-Dic-1999	29-May-2000	Saneamiento Ambiental	-28.466426	-71.219663
El Olivar Villa Vista Alegre	DIA	Vallenar	Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo (III Región)	20-Dic-1999	16-May-2000	Inmobiliarios	-28.589417	-70.761439
Planta Procesadora de Minerales No Metálicos Sopromin-Domeyko	DIA	Vallenar	SOPROMIN DOMEYKO LIMITADA	29-Oct-1999	4-Ene-2000	Minería	-28.971715	-70.905494
Exploraciones Mineras San Jorge	DIA	Vallenar	Compañía Minera del Pacífico S.A.	28-Oct-1999	4-Ene-2000	Minería	-29.18635	-71.028072
Proyecto San Ramón	DIA	Vallenar	Minera San Antonio	18-Oct-1999	23-Feb-2000	Minería	-29.04249	-70.803875
Diseño Ampliación Sistema de Alcantarillado Sector El Olivar de Vallenar	DIA	Vallenar	Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo (III	30-Sept-1999	27-Ene-2000	Saneamiento Ambiental	-28.573333	-70.757222

			Región)					
Usos de Mezclas de Carbón y Petcoke en Central Termoeléctrica Guacolda	EIA	Huasco	Empresa Eléctrica Guacolda S.A.	23-Jul-1999	25-May-2000	Energía	-28.465117	-71.255619
Planta Picadora de Macroalgas	DIA	Vallenar	Algas Cultivos Exportaciones Acex S.A	2-Jul-1999	27-Ene-2000	Pesca y Acuicultura	-28.48864	-70.720709
Prospección Minera Camila	DIA	Vallenar	Yeyssy Cuevas Troncoso	12-Abr-1999	31-Ago-1999	Minería	-28.594756	-70.708339
Ampliación y Habilitación Terminal Marítimo Las Losas Huasco III Región	EIA	Huasco	Compañía Minera del Pacífico S.A.	4-Ene-1999	28-Jul-1999	Infraestructura Portuaria	-28.471165	-71.236766
Relocalización y Optimización Planta de Chancado Molienda y Clasificación de Calizas	DIA	Vallenar	Sociedad Contractual Minera Pirineos	5-Ago-1998	1-Feb-1999	Minería	-28.593462	-70.600793
Planta Norte	EIA	Vallenar	Cemento Polpaico S.A.	21-Jul-1998	30-Dic-1998	Minería	-28.317073	-70.831852
Exploración Volcán Aguadita	DIA	Freirina	Inversiones North (Chile) Ltda.	16-Jul-1998	16-Feb-1999	Minería	-28.595906	-71.099901
Planta Cachiyuyo	DIA	Vallenar	Asociación Minera de Domeyko	3-Jul-1998	19-Jul-1999	Minería	-29.047699	-70.888119
Construcción de Emisario Submarino Alcantarillado Huasco	DIA	Huasco	AGUAS CHAÑAR S.A.	21-Abr-1998	23-Nov-1998	Saneamiento Ambiental	-28.464914	-71.230155
Estudio Ingeniería Red de Alcantarillado y Disposición Final de Aguas Servidas Huasco Bajo Comuna de Huasco	DIA	Huasco	Ilustre Municipalidad de Huasco	6-Abr-1998	16-Nov-1998	Saneamiento Ambiental	-28.471464	-71.179066
Ampliación Proyecto Dos Amigos	DIA	Vallenar	Compañía Explotadora Minas Sociedad	18-Mar-1998	10-Ago-1998	Minería	-28.985094	-70.885754

			Comercial Minera					
Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento	EIA	Huasco-Vallenar	Minera Melón S.A.	28-Ene-1998	1-Sept-1998	Minería	-28.470365	-71.235023
Mejoramiento de Servicios Administrativos Parque Nacional Llanos de Challe	DIA	Huasco	Corporación Nacional Forestal, CONAF	10-Dic-1997	26-Ene-1998	Otros	-28.185205	-71.157052
Reposición Casa del Profesor Localidad Canto del Agua	DIA	Huasco	Ilustre Municipalidad de Huasco	7-Jul-1997	16-Sept-1997	Equipamiento	-28.464008	-71.222024
Reparaciones Escuela F-101 Huasco Bajo	DIA	Huasco	Ilustre Municipalidad de Huasco	7-Jul-1997	16-Sept-1997	Equipamiento	-27.532534	-70.067031
Contrucción Aula y Alero Escuela G-47 Chollay	DIA	Alto del Carmen	I. Municipalidad de Alto del Carmen	7-Jul-1997	16-Sept-1997	Equipamiento	-27.532534	-70.067031
Reparaciones Mayores Escuelas de la Comuna	DIA	Alto del Carmen	I. Municipalidad de Alto del Carmen	7-Jul-1997	16-Sept-1997	Equipamiento	-28.759701	-70.486421
Mejoramiento Escuela E-51 El Tránsito	DIA	Alto del Carmen	I. Municipalidad de Alto del Carmen	7-Jul-1997	16-Sept-1997	Equipamiento	-28.876654	-70.280392
Ampliación Escuela G-52 Alto del Carmen	DIA	Alto del Carmen	I. Municipalidad de Alto del Carmen	7-Jul-1997	16-Sept-1997	Equipamiento	-28.759309	-70.486931
Los Colorados Este	EIA	Huasco	Compañía Minera del Pacífico S.A.	5-Nov-1996	23-May-1997	Minería	-28.291187	-70.803603
Proyecto Minero Dos Amigos	EIA	Vallenar	Compañía Explotadora de Minas CEMIN	21-Feb-1996	20-Ago-1996	Minería	-28.985336	-70.892331
Central Termoeléctrica Guacolda y Vertedero	EIA	Huasco	Empresa Eléctrica Guacolda S.A.	26-Dic-1994	24-May-1995	Energía	-28.465117	-71.255619

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en <http://www.seia.cl>

De acuerdo a esta información, hay 126 (85%) proyectos aprobados por Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y 22 (15%) proyectos han sido aprobados mediante Estudios de Impacto Ambiental (EIA).

Del mismo modo, 54 proyectos (36%) corresponden a Minería, 37 proyectos (25%) corresponden a Energía y 18 proyectos (12%) corresponden a Saneamiento.

Desde la página del SEIA se encontró información sobre 13 proyectos En Calificación, presentados en la siguiente tabla:

**Tabla 5: Proyectos En Calificación en el SEIA para las comunas Huasco, Freirina, Vallenar y Diego de Almagro.**

Nombre	Tipo	Comunas	Titular	Fecha presentación	Sector productivo	Latitud punto representativo	Longitud punto representativo
Transporte Terrestre de Sustancias Corrosivas en Región de Atacama	DIA	Alto del Carmen-Caldera-Chañaral-Copiapó-Diego de Almagro-Freirina-Huasco-Tierra Amarilla-Vallenar	TRANSPORTES VERASAY SPA.	30-Nov-2015	Otros	-27.4382198	-70.266326
Desarrollo Minero Distrito Cristales	DIA	Freirina-Vallenar	Compañía Minera del Pacífico S.A.	11-Nov-2015	Minería	-29.1442278	-71.0441871
Proyecto Parque Fotovoltaico ValleSolar	EIA	Vallenar	ALPIN SUN CHILE SPA	13-Ago-2015	Energía	-28.2039387	-70.6933967
Extracción de Minerales de Hierro en Distrito Pleito	DIA	Vallenar	Compañía Minera del Pacífico S.A.	10-Jul-2015	Minería	-29.2401279	-71.071274
Proyecto Solar Fotovoltaico Sol del Pacifico	EIA	Vallenar	Alto del Carmen Solar SpA	19-Jun-2015	Energía	-28.5703702	-70.712777
Planta Fotovoltaica Cachiyuyo	DIA	Vallenar	Soventix Chile SPA	24-Mar-2015	Energía	-29.0716342	-70.9155282
Parque Solar Sol del Verano	DIA	Vallenar	Parque Solar Verano Dos SpA	19-Dic-2014	Energía	-29.05168	-70.89699
Parque Solar Fotovoltaico Tamarico	EIA	Vallenar	Tamarico Solar Dos SpA	5-Dic-2014	Energía	-28.4470297	-70.7815626
DOMEYKO SOLAR	DIA	Vallenar	SOWITEC Operation Ltda	21-Nov-2014	Energía	-28.9714569	-70.8945941
Parque Solar Llano Victoria	DIA	Freirina-Vallenar	Llano Victoria SPA	20-Nov-2014	Energía	-28.5046032	-70.9302988
Parque Fotovoltaico Délano	EIA	Vallenar	Inversiones y Servicios SunEdison Chile	29-Jul-2014	Energía	-28.2971041	-70.6968171

			Limitada				
Línea de Transmisión Eléctrica de Doble Circuito de 220 kV Cabo Leonés a SE Maitencillo	DIA	Freirina-Vallenar	Ibereólica Cabo Leones I S.A.	18-Jul-2014	Energía	-28.9354589	-71.2536611
Actualización del Sistema de Depositación de Relaves de Planta de Pellets	EIA	Huasco	Compañía Minera del Pacífico S.A.	27-Jun-2013	Minería	-28.4804659	-71.2608883

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en <http://www.seia.cl>



El cúmulo de proyectos aprobados y en evaluación en la cuenca, refleja, por una parte, una tendencia evidente al aumento de las presiones sobre la cuenca, tanto por la cantidad como por la calidad del agua, relacionado especialmente con nuevos proyectos mineros en la cabecera de la cuenca y un cúmulo importante de proyectos en la parte baja. En consecuencia, se puede plantear que es una cuenca muy estudiada, con muchos datos, con muchos resultados tanto de análisis físicoquímicos como biológicos y de evaluación ecológica.

De la misma manera, hay sectores de la cuenca con amplia repercusión para la conservación de la biodiversidad y el Programa de Recuperación Ambiental y Social (PRAS) de Huasco. Para recuperar las condiciones ambientales y sociales de la comuna de Huasco, es imprescindible disponer de herramientas de gestión ambiental apropiadas para las aguas del Río Huasco en la totalidad de la cuenca.

Se solicitó a la Superintendencia del Medio Ambiente antecedentes entre abril de 2012 hasta diciembre de 2015. Se recibió por correo electrónico un link para descargar la información solicitada, de manera que se descargaron y rotularon aproximadamente 190 archivos en formato pdf. Cada uno de estos archivos posee subarchivos (archivos adjuntos). En la tabla 6 se detalla el listado de la información consultada para la elaboración de este informe.

**Tabla 6. Listado de estudios analizados en este proyecto.**

N°	Nombre	Fuente	Fecha	Formato archivo	Sub-archivos	¿Aporta datos de calidad de aguas?	Comentarios generales
1	Análisis de Impacto económico y social de anteproyecto de normas secundarias de calidad-Cuenca de Río Huasco	DSS Ambiente para DGA	dic-2009	pdf	---		Metodología no validada para la dictación de la norma
2	Informe Monitoreo de la fauna de vertebrados terrestres en el humedal Huasco Bajo, III Región.	Agrosuper	jul-2009	pdf	---		
3	Informe Monitoreo de la fauna de vertebrados terrestres en el humedal de Tatará, III Región.	Agrosuper	jul-2009	pdf	---		
4	Informe monitoreo de calidad de aguas superficiales, Río Huasco.	Agrosuper	jun-2009	pdf	---		
5	Informe monitoreo de aguas superficiales, Río Huasco.	Agrosuper	oct-2008	pdf	---		
6	Estudio limnológico en Río Huasco para proyecto "Mejoramiento Planta de tratamiento de aguas servidas, Freirina". Aguas Chañar SA.	Ecometric	oct-2011	pdf	---		
7	Diagnóstico, inventario de emisiones y monitoreo de la calidad de las aguas de la cuenca del Río Huasco.	Algoritmos SA para MMA	feb-2013	word y pdf	---		
8	Informe planta aguas servidas	Barrick	jul 2008 a jun 2009	pdf	---	Si	

N°	Nombre	Fuente	Fecha	Formato archivo	Sub-archivos	¿Aporta datos de calidad de aguas?	Comentarios generales
9	Informe Programa de monitoreo de aguas Julio 2008 a Junio 2009. Proyecto Pascua Lama.	Proust Consultores para Barrick	julio 2008 a junio 2009	word y pdf	---	Si	
10	Informe Programa de monitoreo de aguas Junio 2009 a Julio 2010. Proyecto Pascua Lama.	Proust Consultores para Barrick	junio 2009 a julio 2010	pdf	---	Si	
11	Informe Programa de monitoreo de aguas Julio 2010 a Junio 2011. Proyecto Pascua Lama.	Proust Consultores para Barrick	julio 2010 a junio 2011	pdf	---	Si	
12	Informe Plan de monitoreo limnológico	CEA para Barrick	mar-2010	pdf	---		
13	Informe Final Plan de monitoreo bioindicadores	Barrick	sep-2007	word	---		
14	Plan de uso bioindicadores	Barrick	mar-2008	word	---		
15	Plan de uso de Bioindicadores Proceso de Validación Índice Biótico SIGNAL-2PL	CEA para Barrick	mar-2009	word	---		
16	Plan de uso de Bioindicadores Proceso de Validación Índice Biótico SIGNAL-2PL	CEA para Barrick	mar-2010	pdf	---		
17	Informe Final Plan de monitoreo limnológico	CEA para Barrick	mar-2009	pdf	---		
18	Informe Final Plan de monitoreo limnológico	CEA para Barrick	sep-2007	pdf	---		
19	Plan de monitoreo glaciares. Proyecto Pascua Lama. PMGv4	Centro de Estudios Científicos (CECs) para Barrick	feb-2013	pdf	---		

N°	Nombre	Fuente	Fecha	Formato archivo	Sub-archivos	¿Aporta datos de calidad de aguas?	Comentarios generales
20	Línea base actualizada de calidad del agua superficial proyecto Pascua Lama.	Barrick	ene-2014	pdf	---		
21	Informe Final Caracterización físicoquímica del Río Huasco. Áreas de vigilancia anteproyecto norma agua superficial cuenca Río Huasco.	Universidad de Atacama	jul-2009	pdf	---	Si	
22	Informe Final Caracterización físicoquímica del Río Huasco. Áreas de vigilancia anteproyecto norma agua superficial cuenca Río Huasco.	Universidad de Atacama	jul-2010	pdf	---	Si	
23	Informe Final Caracterización físicoquímica del Río Huasco. Áreas de vigilancia anteproyecto norma agua superficial cuenca Río Huasco.	ANAM	jul-2011	word	---	Si	
24	Análisis integrado de gestión en cuenca del Río Huasco . Región de Atacama.	Knight Piesold para DGA	dic-2013	pdf	---	Si	
25	Informe Final. Estudio de calidad de aguas subterráneas Huasco y Mataquito.	GCF Ingenieros Consultores Ltda. Para CNR	feb-2006	pdf	---	Si	
26	Evaluación hidrogeológica de la Cuenca del Río Huasco, con énfasis en la cuantificación y dinámica de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.	U. Católica del Norte, SERNAGEOMIN	ene-2010	pdf	---		

N°	Nombre	Fuente	Fecha	Formato archivo	Sub-archivos	¿Aporta datos de calidad de aguas?	Comentarios generales
27	Informe Piloto basado en metodología APPA. Índice de Funcionalidad Fluvial Río Huasco. Región de Atacama.	SEREMI Atacama	nov-2012	word y pdf	---		
28	Modelo para la gestión hídrica de la cuenca del Huasco: Evaluaciones de caudal ambiental y valoración de servicios hidrológicos.	Centro de Agua para Zonas Áridas y Semiáridas para América Latina y el Caribe (CAZALAC)	jul-2012	pdf	---		
29	Evaluación preliminar de caudales ecológicos en lab cuenca del Río Huasco (Chile) mediante la simulación del hábitat físico del pejerrey <i>Basilichthys microlepidotus</i> y el camarón de Río <i>Cryphiops caementarius</i> .	Institut de recherche pour le developpement (IRD). Fundación Miguel Lillo- CONICET	ene-2012	pdf	---		
30	Modelación de recursos hídricos de la cuenca del Río Huasco	CAZALAC. Sergio Gutierrez Valdés	jul-2012	pdf	---		
31	Evaluación Inicial de Caudales Ecológicos/Ambientales en la cuenca del Río Huasco-Chile	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN)	jul-2012	pdf	---		

N°	Nombre	Fuente	Fecha	Formato archivo	Sub-archivos	¿Aporta datos de calidad de aguas?	Comentarios generales
32	Thesis "Cost-benefit analysis regarding environmental flow implementation in the semi-arid Huasco watershed, northern Chile". Thesis Philipp Wagnitz to obtain the degree of Master of Science (M.Sc.)	Cologne University of Applied Sciences. Institute for Technology and Resources Management in the Tropics and Subtropics. CAZALAC	mar-2012	pdf	---		
33	Tesis "Efectos naturales y antrópicos en la calidad de las aguas superficiales del Río Huasco y afluentes". Alumno memorista Ing. Civil Ambiental Alexis Almarza Tapia.	Institute for Technology and Resources Management in the Tropics and Subtropics	mar-2009	pdf	---		
34	Tesis "Evaluación de la aplicabilidad del programa de simulación de calidad de las aguas WASP en las cuencas de los Ríos Elqui y Choapa, región de Coquimbo, Chile". Alumno memorista Ing. Civil Ambiental Jorge Cubillos.	Universidad de la Serena	mar-2009	pdf	---		
35	Tesis "Desarrollo de un índice de calidad de aguas superficiales y análisis de la red de monitoreo en las cuencas de Huasco, Elqui, Limarí y Choapa". Alumna memorista Ing. Civil Ambiental Lesly Espejo.	Universidad de la Serena	may-2009	pdf	---		



N°	Nombre	Fuente	Fecha	Formato archivo	Sub-archivos	¿Aporta datos de calidad de aguas?	Comentarios generales
36	Tesis" Evolución de la calidad de las aguas superficiales para uso agrícola en una cuenca hidrográfica del norte chico, en el período 2003-2013". Alumna seminarista Químico Ambiental Carolina Campos Briones.	Universidad de Chile	jul-2014	pdf	---		
37	Informe compilado INNOVA-INIA Cuenca del Río Huasco. Desarrollo de un modelo de gestión integral para el resguardo de la calidad del agua en los valles de Huasco, Limarí y Choapa.	Proyecto INNOVA-CORFO. Instituto de Innovación Agraria (INIA)	sep-2010	pdf	---	Si	
38	Datos en excel de monitoreos realizados por DGA e INIA, entre 2007 al 2009.	Proyecto INNOVA-CORFO. INIA	2007 al 2009	excel	---	Si	
39	Informe Final Aplicación red de monitoreo de calidad de agua en la cuenca del Río Huasco y sus afluentes.	INIA- Junta de Vigilancia Recursos Hídricos (JVRH)	ago-2010	pdf	---	Si	
40	Datos en excel de monitoreos realizados Junta de Vigilancia (JV) entre Agosto 2009 a Junio 2010.	INIA-JVRH	2009 al 2010	excel	---	Si	
41	Datos en excel de monitoreos realizados Junta de Vigilancia (JV) entre Agosto 2009 a Junio 2010.	INIA-JVRH	2009 al 2010	excel	---	Si	

N°	Nombre	Fuente	Fecha	Formato archivo	Sub-archivos	¿Aporta datos de calidad de aguas?	Comentarios generales
42	Resultados finales. Aplicación Red de Monitoreo de Calidad de Agua en la Cuenca del Río Huasco y sus Afluentes	INIA-JVRH	2009 al 2010	ppt	---		
43	Estudio Ex Post de corto y mediano plazo Embalse Santa Juana, III Región de Atacama.	Ministerio de Desarrollo Social	jul-2012	pdf	---	Si	
44	Minuta ESJ N° 95 2016	Junta de Vigilancia de la Cuenca del Río Huasco y sus Afluentes	abr-2016	pdf	---		
45	Informe Final Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad.	CADE-IDEPE para DGA	jul-2004	pdf	---	Si	
46	Datos en excel de monitoreos de aguas realizados por DGA.	DGA		excel	---	Si	
47	Datos en excel de monitoreos de aguas realizados por proyecto Pascua Lama.	Barrick	1996 al 2012	excel	---	Si	
48	Reevaluación de los recursos hídricos subterráneos del acuífero del Río Huasco aguas abajo del embalse Santa Juana.	DGA	abril-2009	pdf	---		
49	Informe monitoreo limnológico Marzo 2013	Barrick	junio-2013	pdf	1		
50	Informe de monitoreo de aguas, período Julio 2012 a Junio 2013	Barrick	2013	pdf	3		

N°	Nombre	Fuente	Fecha	Formato archivo	Sub-archivos	¿Aporta datos de calidad de aguas?	Comentarios generales
51	Informe monitoreo calidad de agua subterránea del relleno sanitario 1er semestre 2013	Barrick	2013	pdf	1		
52	Informe limnológico Septiembre 2013	Barrick	2013	pdf	3		
53	Informe monitoreo calidad de agua subterránea del relleno sanitario Jul-Dic 2013	Barrick	2013	pdf	2		
54	Informe hidrobiología 2013	Barrick	2013	pdf	1		
55	Informe monitoreo calidad de agua subterránea del relleno sanitario	Barrick	2014	pdf	3		
56	Monitoreo de agua	Barrick	2014	pdf	8		
57	Informe limnológico campaña Marzo	Barrick	2014	pdf	3		
58	Informe de monitoreo limnológico	Barrick	2014	pdf	18		
59	Informe hidrobiológico	Barrick	2014	pdf	5		
60	Informe calidad del agua subterránea del relleno sanitario	Barrick	2014	pdf	3		
61	Informe descarga Río Estrecho desde piscina pulido mes Diciembre	Barrick	2014	pdf	2		

N°	Nombre	Fuente	Fecha	Formato archivo	Sub-archivos	¿Aporta datos de calidad de aguas?	Comentarios generales
62	Informe autocontrol mes Enero Descarga Río Estrecho	Barrick	2015	pdf	2		
63	Informe descarga Río Estrecho desde PTAC Febrero	Barrick	2015	pdf	2		
64	Informe de descarga ARD Marzo del 2015	Barrick	2015	pdf	2		
65	Informe monitoreo y descarga PTAC Abril	Barrick	2015	pdf	2		
66	Informe campaña limnológica Marzo 2015	Barrick	2015	pdf	21		
67	Informe de descarga Río Estrecho Mayo	Barrick	2015	pdf	2		
68	2015-07 Informe Descarga ARD Junio	Barrick	2015	pdf	1		
69	Informe monitoreo agua subterránea del relleno sanitario Ene-Jun	Barrick	2015	pdf	2		
70	Informe anual de monitoreo de aguas Jul 14- Jun 2015	Barrick	2015	pdf	10		
71	2015-08 Informe descarga ARD Julio	Barrick	2015	pdf	10		
72	2015-09 Informe descarga ARD Agosto	Barrick	2015	pdf	10		

N°	Nombre	Fuente	Fecha	Formato archivo	Sub-archivos	¿Aporta datos de calidad de aguas?	Comentarios generales
73	Informe descarga ARD mes Septiembre	Barrick	2015	pdf	10		
74	Informe captación de agua Julio-Septiembre	Barrick	2015	pdf	1		
75	Informe limnológico 2015	Barrick	2015	pdf	16		
76	Informe descarga ARD Octubre	Barrick	2015	pdf	9		
77	Informe descarga ARD Noviembre	Barrick	2015	pdf	9		
78	Informe descarga ARD Diciembre	Barrick	2015	pdf	11		
79	Monitoreo calidad agua subterránea relleno sanitario 2° Sem 2015	Barrick	2015	pdf	5		
80	Informe captación agua Octubre-Diciembre	Barrick	2015	pdf	1		
81	Informe descarga ARD Enero	Barrick	2015	pdf	10		
82	Informe trimestral calidad aguas Río Estrecho Octubre- Diciembre 2015.	Barrick	2015	pdf	1		

Fuente: Elaboración propia.

De los antecedentes anteriores, muchos aportaron datos de análisis de calidad de aguas, tanto en parámetros físicoquímicos como en resultados de monitoreos biológicos. Otros, constituyen estudios ambientales de toda la cuenca o de alguna de sus sectores.

Por la relevancia para el estudio, se comenzó con los estudios que entregan información de resultados de calidad de aguas.

#### **4.5.1 Evaluación cualitativa de la información de calidad de aguas.**

Para ejecutar este estudio, se recibieron numerosos antecedentes (en formatos diferentes como se indicó anteriormente) que contienen resultados de análisis de calidad de agua en diferentes sectores de la cuenca del Río Huasco. Al ordenar la información, se identificaron las estaciones o puntos de muestreo donde se ha reportado análisis de calidad de agua, según los diferentes antecedentes, independientemente de la frecuencia y duración de dichos análisis.

##### **4.5.1.1 Estaciones de muestreo de calidad de aguas.**

A continuación se presenta la tabla resumen de las 97 estaciones con información inicial disponible en la Base de Datos Unificada, donde se especifica el código, el nombre de la estación de monitoreo, la ubicación geográfica y la fuente de la información.



**Tabla 7. Compilación de estaciones de monitoreo ubicadas en la cuenca del Río Huasco, provenientes de distintas fuentes de información.**

N°	Código Estación	Nombre Estación	Código BNA	Coordenadas (UTM) WGS 84			Fuente	¿Información en la Base de Datos?
				Norte	Este	Altitud		
1	NE5	Río Estrecho en Nacimiento	03803003-5	6758488	398071	No inf	Barrick	SI
2	NE2A	Río Estrecho sobre Quebrada Los Barriales	03803008-6	6760264	397030	No inf	Barrick	SI
3	NE1A	Estrecho en Quebrada Los Barriales	03803010-8	6762140	396905	No inf	Barrick	SI
4	NE3	Río Estrecho bajo Quebrada Los Barriales	03803004-3	6763287	394411	No inf	Barrick	SI
5	NE4	Río Estrecho ante Junta Río del Toro	03803009-4	6769830	389677	No inf	Barrick	SI
6	NE7	Río Blanco ante Junta Río Chollay	03803005-1	6776662	389476	No inf	Barrick	SI
7	NE8	Río Chollay en Quebrada Chañarcillo	03803006-K	6780865	391193	No inf	Barrick	SI
8	NE9	Río Chollay en Conay	03803007-8	6794560	387707	No inf	Barrick	SI
9	TO3	Río El Toro	03812000-K	6754794	394732	No inf	Barrick	SI
10	TO6A	Río Tres Quebradas sobre Quebrada la Ortiga	---	6750238	388276	No inf	Barrick	SI
11	TO7	Quebrada la Ortiga	03812001-8	6748371	386272	No inf	Barrick	SI
12	VIT4	Río Tres Quebradas ante junta Río Potrerillos	03812002-6	6745316	382584	No inf	Barrick	SI
13	PO7B	Río Potrerillos bajo Quebrada Larga	03812006-9	6738364	395966	No inf	Barrick	SI
14	VIT5	Río Potrerillos ante junta Río Tres Quebradas	03812003-4	6744978	382587	No inf	Barrick	SI
15	VIT3	Río Potrerillos bajo Río	03812007-7	6745768	381582	No inf	Barrick	SI

N°	Código Estación	Nombre Estación	Código BNA	Coordenadas (UTM) WGS 84			Fuente	¿Información en la Base de
		Tres Quebradas						
16	VIT1	Río Potrerillos ante Junta Río Carmen	03812004-2	6754828	382485	No inf	Barrick	SI
17	VIT6	Río del Carmen ante Junta Río Potrerillos	03811000-4	6754568	369917	No inf	Barrick	SI
18	VIT2	Río del Carmen bajo Río Potrerillos	03813000-5	6756155	368738	No inf	Barrick	SI
19	PX1		---	6766319	391469		Barrick	SI
20	---	Río Huasco en Algodones	03820001-1	6820890	352856	750	DGA	NO
21	---	Río Huasco en Huasco bajo	03826001-4	6849338	286712	0	DGA	SI
22	---	Río Huasco en Santa Juana	03820003-8	6827205	339120	575	DGA	NO
23	---	Pozo agua potable Vallenar	03823009-3	6837171	329850	0	DGA	NO
24	PX2		---	6772402	387788		Barrick	SI
25	---	Río Huasco en Bodeguilla (CA)	03825002-7	6843912	305902	175	DGA	NO
26	CN2		---	6772553	387727		Barrick	SI
27	PX3		---	6773627	387777		Barrick	SI
28	---	Río Carmen antes Río Tránsito (CA)	03815003-0	6818784	356789	780	DGA	
29	CN7		---	6791594	387848		Barrick	SI
30	---	Río Huasco en Freirina (CA)	03825003-5	6845621	297713	75	DGA	
31	CN8		---	6791741	387891		Barrick	SI

N°	Código Estación	Nombre Estación	Código BNA	Coordenadas (UTM) WGS 84			Fuente	¿Información en la Base de
32	DGA01H	Estación Río Huasco en Puente Huasco Bajo		6848703	286798	15	INIA (DGA)	
33	DGA02H/JV-36	Estación Río Huasco en Puente Panamericana		6839156	322127	373	INIA (DGA)	SI
34	DGA03H/JV-10	Estación Río Carmen en Puente Ramadillas		6818542	355037	783	INIA (DGA)/JV	SI
35	DGA04H/JV-9	Estación Río Tránsito antes junta Río Carmen		6818556	355070	780	INIA (DGA)/ JV	SI
36	DGA05H/JV 20	Estación Río Chollay antes de Río Conay		6794233	387492	1424	INIA (DGA)/JV	SI
37	DGA06H	Estación Río Conay en las Lozas		6797080	392504	1552	INIA (DGA)	SI
38	INIA01H	Estación Río Huasco Bajo Quebrada El Negro		6845245	293956	62	INIA	SI
39	INIA02H	Estación Río Huasco en Puente Los Guindos		6844436	297679	92	INIA	SI
40	INIA03H/JV-3	Estación Río Huasco en Puente Nicolasa	03825001-9	6843939	303235	227	INIA/JV	SI
41	INIA04H	Estación Río Huasco en Chépica		6824253	348579	670	INIA	SI
42	INIA05H/JV-13	Estación Río Carmen Antes Confluencia Río Potrerillos		6754251	369736	2202	INIA/JV	SI
43	INIA06H/JV-14	Estación Río Potrerillos después Confluencia Río Tres Quebradas		6754346	370285	2227	INIA/JV	SI
44	INIA07H	Estación Río Tres Quebradas		6744965	382384	2672	INIA	SI
45	INIA08H	Estación Río Potrerillos en Zona Alta		6739348	399996	3561	INIA	SI
46	INIA09H	Estación Río El Toro (Zona Alta)		6754468	394546	3933	INIA	SI
47	INIA10H	Estación Río Tránsito aguas abajo de Chanchoquín		6807581	373519	1084	INIA	SI

N°	Código Estación	Nombre Estación	Código BNA	Coordenadas (UTM) WGS 84			Fuente	¿Información en la Base de
48	INIA11H	Estación Río Estrecho Bajo Quebrada Agua de la Falda		6769472	389471	2874	INIA	SI
49	INIA12H	Estación Río Estrecho (Zona Alta)		6759871	396895	3841	INIA	SI
50	INIA13H	Estación Río Valeriano		6804197	398158	1840	INIA	SI
51	INIA14H	Estación Río Laguna Grande		6804351	398232	1863	INIA	SI
52	INIA15H	Inicio Río Tránsito (bajo confluencia Río Conay y Río Chollay)		6794503	386736	1411	INIA	SI
53	INIA16H	Estación Pozo la Marqueza		6811185	366728	954	INIA	SI
54	JV-1	Estación Río Huasco en Puente Huasco Bajo		6848703	286798	15	JV	SI
55	JV-2	Estación Río Huasco Bajo Quebrada El Negro		6845245	293956	62	JV	SI
56	JV-4	Estación Río Huasco bajo PTAS Vallenar		6839554	323884	347	JV	JV-4
57	JV-5	Estación Río Huasco en bocatoma canal Marañón		6827112	338392	545	JV	JV-5
58	JV-6	Cabecera Embalse Santa Juana		6826666	339865	648	JV	JV-6
59	JV-7	Cola Embalse Santa Juana		6825094	346556	660	JV	JV-7
60	JV-11	Estación Río Carmen bajo pueblo San Félix		6799937	358063	1111	JV	JV-11
61	JV-12	Estación Río Carmen antes de Quebrada Plata Alta		6767986	368005	2009	JV	JV-12

N°	Código Estación	Nombre Estación	Código BNA	Coordenadas (UTM) WGS 84			Fuente	¿Información en la Base de
62	JV-15	Estación Río Tres Quebradas		6744965	382384	2672	JV	JV-15
63	JV-16	Estación Río Potrerillos en Zona Alta		6739348	399996	3561	JV	JV-16
64	JV-17	Estación Río El Toro (Zona Alta)		6754468	394546	3933	JV	JV-17
65	JV-21	Estación Río Pachuy antes de confluencia Río Chollay		6791767	388076	1507	JV	JV-21
66	JV-22	Estación Río Chollay bajo confluencia Río Blanco		6780517	390996	2058	JV	JV-22
67	JV-23	Estación Río Blanco antes de confluencia con Río Chollay		6776245	389275	2361	JV	JV-23
68	JV-24	Río Estrecho Bajo Quebrada Agua de la Falda		6769472	389471	2874	JV	JV-24
69	JV-25	Estación Río Conay en Puente Malaguín		6797080	392504	1552	JV	JV-25
70	JV-26	Estación Río Estrecho bajo Quebrada Barriales		6762994	394201	3553	JV	JV-26
71	JV-27	Estación Río Estrecho (Zona Alta)		6759871	396895	3841	JV	JV-27
72	JV-28	Estación Río Valeriano antes de confluencia con Río Laguna Grande		6804197	398158	1840	JV	JV-28

N°	Código Estación	Nombre Estación	Código BNA	Coordenadas (UTM) WGS 84			Fuente	¿Información en la Base de
73	JV-29	Estación Río Laguna Grande antes de junta con Río Valeriano		6804197	398158	1863	JV	JV-29
74	JV-30	Estación Río Laguna Chica antes de confl, Río Valeriano		6805961	409280	2309	JV	JV-30
75	JV-31	Estación Río Valeriano antes de confl. con Río Laguna Chica		6805846	409269	2242	JV	JV-31
76	JV-32	Estación Río Laguna Grande antes de confl. con Río Cazadero		6816575	402791	2702	JV	JV-32
77	JV-33	Estación Río Cazadero antes junta Río Laguna Grande		6816634	402750	2705	JV	JV-33
78	JV-34	Estación Laguna Grande		6821901	411780	3233	JV	JV-34
79	JV-35	Estación Laguna Chica		6813943	417354	3467	JV	JV-35
80	TO1A			6754900	397350		Barrick	SI
81	PY6			6746471	391374		Barrick	SI
82	PY5			6746331	390538		Barrick	SI
83	PO10			6739271	399705		Barrick	SI
84	H-CO1	Aguas debajo de la confluencia de los Ríos Tránsito y Carmen (junta		6823911	348475	---	CONAMA	SI



N°	Código Estación	Nombre Estación	Código BNA	Coordenadas (UTM) WGS 84			Fuente	¿Información en la Base de
		del Carmen)						
85	H-CO2	Aguas abajo del embalse Santa Juana, en el sector Chañar blanco.		6830475	334261	---	CONAMA	SI
86	H-CO3	Aguas abajo de la descarga de aguas servidas de la planta de tratamiento de aguas servidas de Vallenar.		6830475	334261	---	CONAMA	SI
87	H-CO4	Aguas debajo de la descarga de aguas servidas de la Planta de tratamiento de aguas servidas de Freirina		6845270	294435	---	CONAMA	SI
88	CA3			6768394	368067		Barrick	SI
89	VIT8			6766199	367911		Barrick	SI
90	CA4			6786630	355570		Barrick	SI
91	PY2			6817809	355211		Barrick	SI
92	A10			6794593	387117		Barrick	SI
93	A8			6794307	386267		Barrick	SI
94	PY1			6818550	355096		Barrick	SI
95	PY3			6818625	354883		Barrick	SI
96	PY4			6822896	350102		Barrick	SI



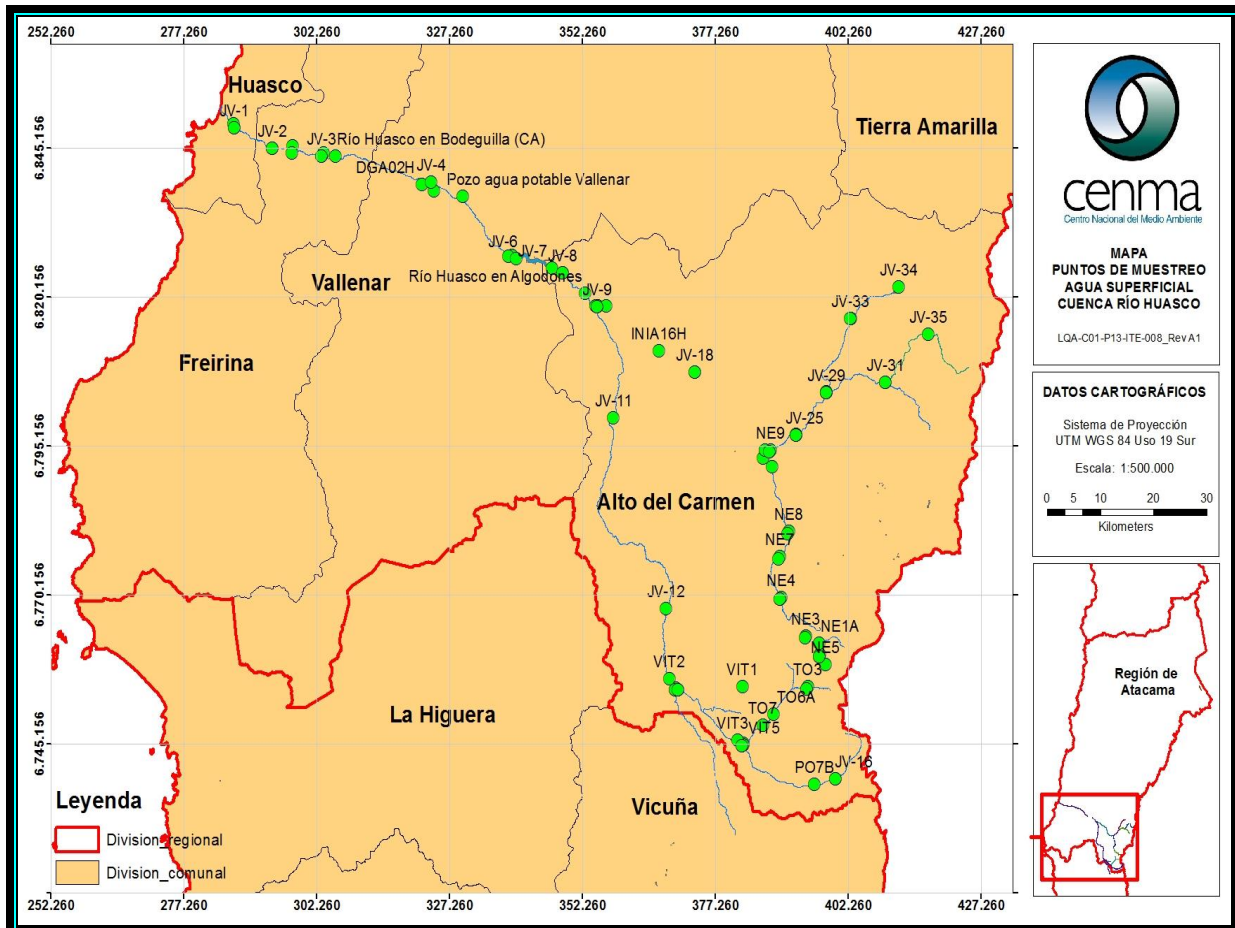
Informe Final-correctado  
Estudio Monitoreo y Actualización de Antecedentes Técnicos para Desarrollar Norma Secundaria de Calidad para la  
Protección de las Aguas Continentales en la Cuenca del Río Huasco, Región de Atacama



N°	Código Estación	Nombre Estación	Código BNA	Coordenadas (UTM) WGS 84			Fuente	¿Información en la Base de
97	Planta Alto Huasco C2			6849155	288509		DGA	SI

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura ilustra la ubicación de todas las estaciones donde se ha identificado información válida para este estudio.



**Ilustración 3. Ubicación de las distintas estaciones de monitoreo identificadas como válidas para este estudio. Cuenca del Río Huasco**

La evaluación inicial de esta figura indica que hay estaciones de muestreo distribuidas en toda la cuenca. Sin embargo, esa impresión es errónea. Las principales diferencias se encuentran en:

- Cobertura temporal de los estudios: algunos datos corresponden a años específicos mientras que otros reflejan evaluaciones de largo tiempo (más de 10 años).
- Frecuencia de los muestreos: los muestreos se han realizado con diferentes frecuencias: los valores aportados por Barrick corresponden a análisis mensuales durante algunos años mientras que los aportados por DGA corresponden a tres o cuatro valores al año, durante muchos años.
- Parámetros analizados: No ha sido posible identificar una batería de analitos que sea comparable para las distintas estaciones y a lo largo de los años. Es decir, cada estudio consideró analitos diferentes, en ocasiones medidos en la fracción disuelta y

en ocasiones en la fracción total, por lo que la serie de tiempo no es homogénea a lo largo de toda la cuenca.

- Análisis en terreno: Algunos resultados tienen mediciones en terreno y otros no.

#### **4.5.1.2 Parámetros para la evaluación físico química de la calidad de aguas.**

Como la información disponible es muy heterogénea en contenido y en formato, se comenzó realizando una compilación detallada en formato Excel, donde se identificaron **130 parámetros que** han sido analizados (con alguna frecuencia) en las estaciones de la cuenca del Río Huasco.

#### **4.5.1.3 Evaluación cuantitativa de la información de calidad de aguas.**

La evaluación cuantitativa de la información sistematizada comenzó con la identificación de posibles datos anómalos (*outliers*), provenientes de eventuales errores de medición o transcripción de datos. Para la detección de *outliers* (datos extremos), se utilizó el programa ProUCL versión 5.1 descargado desde la página de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos<sup>11</sup> (Disponible en <https://www.epa.gov/land-research/proucl-software>).

Se elaboraron gráficos de caja (boxplot) que permiten identificar de manera gráfica los valores “anómalos”. Para esto, se graficó cada variable para cada una de las estaciones. Además, se aplicó el test de outliers (outliers test) que realiza el programa con el objetivo de corroborar los valores observados. Los test aplicados son: para poblaciones con menos de 25 datos, test de Dixon; y para muestras con poblaciones iguales o superiores a 25 datos, test de Rosner. Se eliminaron de la base de datos aquellos valores que el programa identificó como outliers con un 5% de significancia (95% de confianza).

El programa identifica aquellos valores que se pueden considerar desviados de la distribución normal (outliers) posibilitando su eliminación. También se realizaron los diagramas de caja y bigotes para todos los parámetros, que se presentan en su totalidad en el **Anexo 4**.

En la tabla a continuación se presenta la estadística resumen para los parámetros incluidos en la base de datos.

---

<sup>11</sup> Disponible en <https://www.epa.gov/land-research/proucl-software>

**Tabla 8: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 1.**

	2,4 D	Aceites y Grasas	Alcalinidad Total CaCO <sub>3</sub>	Aluminio	Alumini-nio	Amonia-co	Arsénico	Arsé-nico	Bario	Bario	Ben-ceno	Berilio	Berilio	Bicarbon atos
		Fracción total	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total		Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total
	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
<b>NE5</b>	14,75	1,65	2,35	70,30	71,30	0,08	0,00	0,01	0,01	0,03	2,46	0,01	0,01	2,80
<b>NE2A</b>	14,75	2,06	2,49	38,05	40,97	0,03	0,00	0,01	0,02	0,05	2,46	0,00	0,00	2,97
<b>NE1A</b>	15,00	1,99	38,98	0,04	0,29	0,03	0,00	0,00	0,01	0,02	2,50	0,00	0,00	47,82
<b>NE3</b>	14,77	2,70	3,44	9,21	13,33	0,24	0,00	0,01	0,02	0,04	2,46	0,00	0,00	4,49
<b>PX1</b>	15,00	2,59	38,65	0,03	0,06	0,03	0,00	0,00	0,02	0,03	2,50	0,00	0,00	46,62
<b>NE4</b>	14,78	2,03	8,67	2,57	6,43	0,18	0,00	0,01	0,02	0,06	2,46	0,00	0,00	10,91
<b>PX2</b>	15,00	2,63	6,32	2,50	8,23	0,16	0,00	0,01	0,02	0,04	2,56	0,00	0,00	7,65
<b>CN2</b>	15,00	2,37	67,66	0,05	0,32	0,03	0,00	0,00	0,02	0,03	2,50	0,00	0,00	82,02
<b>PX3</b>	15,00	2,63	22,86	0,30	5,29	0,11	0,00	0,01	0,02	0,04	2,55	0,00	0,00	27,12
<b>NE7</b>	15,00	2,29	11,78	1,85	6,34	0,03	0,00	0,00	0,01	0,02	2,50	0,00	0,00	13,90
<b>NE8</b>	14,78	1,96	23,62	0,28	5,31	0,06	0,00	0,01	0,02	0,05	2,46	0,00	0,00	29,27
<b>CN7</b>	15,00	2,39	29,97	0,07	6,13	0,04	0,00	0,01	0,02	0,06	2,50	0,00	0,00	37,68
<b>CN8</b>	22,83	2,67	20,48	0,05	0,50	0,04	0,00	0,00	0,02	0,02	3,80	0,00	0,00	24,48
<b>NE9</b>	22,29	2,89	28,92	0,09	4,60	0,04	0,00	0,01	0,02	0,06	3,71	0,00	0,00	34,88
<b>TO-1A</b>	25,00	1,43	4,37	9,76	25,38	0,07	0,01	0,15	0,02	0,19	4,17	0,01	0,00	5,19
<b>TO3</b>	26,08	2,08	44,67	0,13	1,35	0,07	0,00	0,01	0,03	0,07	4,35	0,00	0,00	54,80
<b>TO6A</b>	26,52	2,20	63,19	0,05	1,39	0,05	0,00	0,01	0,03	0,09	4,42	0,00	0,00	76,72
<b>PY6</b>	22,97	3,53	49,72	0,05	119,73	0,04	0,00	0,01	0,03	0,06	3,83	0,00	0,00	61,12

	2,4 D	Aceites y Grasas	Alcalinidad Total CaCO3	Aluminio	Alumini- nio	Amonia- co	Arsénico	Arsé-nico	Bario	Bario	Ben- ceno	Berilio	Berilio	Bicarbon atos
		Fracci- ón total	Fracció n total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total		Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total
	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	<b>Prome- dio</b>	<b>Prome- dio</b>	<b>Prome- dio</b>	<b>Prome- dio</b>	<b>Prome- dio</b>	<b>Prome- dio</b>	<b>Prome- dio</b>	<b>Prome- dio</b>	<b>Prome- dio</b>	<b>Prome- dio</b>	<b>Prome- dio</b>	<b>Prome- dio</b>	<b>Prome- dio</b>	<b>Prome- dio</b>
<b>PY5</b>	23,57	2,80	43,09	0,04	0,14	0,05	0,00	0,01	0,02	0,02	3,93	0,00	0,00	52,39
<b>TO-7</b>	23,13	4,10	66,57	0,06	36,00	0,07	0,01	0,02	0,02	0,34	3,85	0,00	0,00	79,79
<b>VIT4</b>	30,00	2,93	68,92	0,04	13,24	0,06	0,02	0,03	0,02	0,12	5,00	0,00	0,03	83,44
<b>PO10</b>	22,35	2,30	4,12	13,01	14,84	0,04	0,01	0,02	0,01	0,04	3,70	0,00	0,00	5,29
<b>PO7B</b>	22,5	2,42	3,86	9,08	11,70	0,04	0,00	0,02	0,01	0,03	3,75	0,00	0,00	4,64
<b>VIT5</b>	27,83	2,22	37,33	0,15	3,38	0,05	0,00	0,01	0,02	0,04	4,64	0,00	0,00	46,16
<b>VIT3</b>	30,00	2,51	52,61	0,07	4,47	0,07	0,01	0,02	0,02	0,06	5,00	0,00	0,03	63,74
<b>VIT1</b>	22,83	4,67	84,37	0,06	23,67	0,04	0,01	0,02	0,02	0,20	3,80	0,00	0,00	102,03
<b>VIT6</b>	22,83	2,90	60,10	0,07	1,43	0,05	0,00	0,01	0,02	0,03	3,80	0,00	0,00	73,41
<b>CA3</b>	22,71	2,77	71,84	0,08	2,24	0,05	0,00	0,01	0,02	0,04	3,79	0,00	0,00	87,87
<b>VIT2</b>	30,00	2,55	67,18	0,07	5,62	0,05	0,00	0,01	0,02	0,14	5,00	0,00	0,00	81,62
<b>VIT8</b>	22,83	3,32	73,72	0,10	20,93	0,05	0,00	0,01	0,02	0,17	3,80	0,00	0,00	89,46
<b>CA4</b>	22,94	2,87	103,40	0,07	1,27	0,04	0,00	0,01	0,02	0,04	3,82	0,00	0,00	127,15
<b>PY2</b>	22,71	3,02	152,94	0,04	0,44	0,04	0,00	0,00	0,02	0,03	3,79	0,00	0,00	186,30
<b>A10</b>	22,83	2,97	71,28	0,13	2,97	0,04	0,00	0,01	0,02	0,03	3,80	0,00	0,00	86,32
<b>A8</b>	22,83	2,84	50,21	0,10	3,77	0,04	0,00	0,01	0,02	0,05	3,80	0,00	0,00	60,26
<b>PY1</b>	22,71	2,83	132,09	0,05	0,97	0,04	0,00	0,00	0,02	0,03	3,79	0,00	0,00	160,95
<b>PY3</b>	22,71	3,03	142,04	0,05	1,03	0,04	0,00	0,00	0,02	0,03	3,79	0,00	0,00	172,99
<b>PY4</b>	22,71	2,86	142,69	0,04	0,80	0,04	0,00	0,00	0,02	0,03	3,79	0,00	0,00	173,64



	2,4 D	Aceites y Grasas	Alcalinidad Total CaCO3	Aluminio	Alumini-nio	Amonia-co	Arsénico	Arsé-nico	Bario	Bario	Ben-ceno	Berilio	Berilio	Bicarbon atos		
		Fracción total	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total		Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total		
		µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		mg/L	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L
		Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio		Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
Río Huasco en Huasco bajo		s,i	s,i	s,i	0,55	s,i	s,i	0,01	s,i	s,i	s,i	s,i	s,i	199,31		
Planta Alto Huasco C2		s,i	s,i	s,i	1,03	s,i	s,i	0,01	s,i	s,i	s,i	s,i	s,i	440,34		
DGA2-JV36		4,83	s,i	s,i	0,08	s,i	s,i	0,00	s,i	0,02	s,i	s,i	s,i	s,i		
DGA3-JV10		4,63	s,i	0,02	0,13	s,i	0,00	0,00	0,03	0,02	s,i	s,i	s,i	s,i		
DGA4-JV9		4,57	s,i	0,06	0,71	s,i	0,00	0,00	0,04	0,03	s,i	s,i	s,i	s,i		
DGA5-JV20		4,50	s,i	0,04	1,90	s,i	0,00	0,00	0,02	0,02	s,i	s,i	s,i	s,i		
DGA6		4,80	s,i	s,i	3,36	s,i	s,i	0,01	s,i	0,02	s,i	s,i	s,i	s,i		
INIA1		4,50	s,i	0,00	0,02	s,i	0,01	0,01	0,03	0,02	s,i	s,i	s,i	s,i		
INIA2		4,83	s,i	s,i	0,03	s,i	s,i	0,01	s,i	0,03	s,i	s,i	s,i	s,i		
INIA3-JV3		4,56	s,i	0,01	0,03	s,i	0,01	0,01	0,02	0,02	s,i	s,i	s,i	s,i		
INIA4		4,63	s,i	0,03	0,44	s,i	0,00	0,00	0,03	0,07	s,i	s,i	s,i	s,i		
INIA5-JV13		4,63	s,i	0,15	3,69	s,i	0,01	0,02	0,02	0,24	s,i	s,i	s,i	s,i		
INIA6-JV14		4,56	s,i	0,06	0,65	s,i	0,01	0,01	0,02	0,02	s,i	s,i	s,i	s,i		
INIA7		4,56	s,i	0,01	0,10	s,i	0,05	0,03	0,12	0,02	s,i	s,i	s,i	s,i		

	2,4 D	Aceites y Grasas	Alcalinidad Total CaCO3	Aluminio	Aluminio	Amoníaco	Arsénico	Arsénico	Bario	Bario	Benzeno	Berilio	Berilio	Bicarbonatos	
		Fracción total	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total		Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total	
		µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		µg/L	mg/L	mg/L	mg/L
		Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio		Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
INIA8		4,57	s,i	8,10	14,42	s,i	0,00	0,01	0,01	0,02	s,i	s,i	s,i	s,i	
INIA9		4,63	s,i	0,01	0,02	s,i	0,01	0,01	0,04	0,04	s,i	s,i	s,i	s,i	
INIA10		4,56	s,i	0,15	0,74	s,i	0,00	0,00	0,03	0,03	s,i	s,i	s,i	s,i	
INIA11		4,50	s,i	0,39	5,35	s,i	0,00	0,00	0,02	0,02	s,i	s,i	s,i	s,i	
INIA12		4,57	s,i	45,18	33,69	s,i	0,00	0,01	0,02	0,08	s,i	s,i	s,i	s,i	
INIA13		4,57	s,i	0,07	2,94	s,i	0,10	0,02	0,02	0,04	s,i	s,i	s,i	s,i	
INIA14		4,57	s,i	0,01	0,05	s,i	0,00	0,00	0,02	0,03	s,i	s,i	s,i	s,i	
INIA15		5,00	s,i	0,02	s,i	s,i	s,i	s,i	s,i	s,i	s,i	s,i	s,i	s,i	
INIA16		s,i	s,i	s,i	s,i	s,i	s,i	s,i	s,i	s,i	s,i	s,i	s,i	s,i	
JV1		4,00	s,i	0,00	0,19	s,i	0,01	0,00	0,03	0,03	s,i	0,00	0,00	247,03	
JV2		4,00	s,i	0,00	0,03	s,i	0,01	0,01	0,03	0,03	s,i	0,00	0,00	214,60	
JV3		4,00	s,i	0,00	0,03	s,i	0,01	0,01	0,03	0,03	s,i	0,00	0,00	222,65	
HCO1		s,i	s,i	s,i	0,15	s,i	s,i	0,00	s,i	s,i	s,i	s,i	s,i	s,i	
HCO2		s,i	s,i	s,i	0,11	s,i	s,i	0,00	s,i	s,i	s,i	s,i	s,i	s,i	
HCO3		s,i	s,i	s,i	0,13	s,i	s,i	0,00	s,i	s,i	s,i	s,i	s,i	s,i	
HCO4		s,i	s,i	s,i	0,11	s,i	s,i	0,00	s,i	s,i	s,i	s,i	s,i	s,i	
<b>promedio</b>	<b>20,00</b>	<b>3,38</b>	<b>51,26</b>	<b>3,74</b>	<b>8,25</b>	<b>0,06</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,06</b>	<b>3,54</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>86,47</b>	
<b>contar</b>	<b>11</b>	<b>60</b>	<b>37</b>	<b>57</b>	<b>65</b>	<b>37</b>	<b>56</b>	<b>65</b>	<b>56</b>	<b>59</b>	<b>37</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>42</b>	

Tabla 9: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 2.

	Boro	Boro	Bromodiclo rometano	Carbo- nato	Cadmio	Cad- mio	Calcio	Calcio	Cianu- ro	Cloru- ros	Cobalto	Cobal- to	Cobre	Cobre
	Fracción disuelta	Fracció n total		Fracció n total	Fracción disuelta	Fracció n total	Fracción disuelta	Fracció n total	Fracció n total	Fracció n total	Fracción disuelta	Fracció n total	Fracción disuelta	Fracció n total
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Prome- dio	Prome- dio	Promedio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio
NE5	0,25	0,34	0,00	s,i,	0,07	0,07	169,95	163,79	0,00	4,86	0,07	0,09	2,08	2,10
NE2A	0,24	0,25	0,00	s,i,	0,04	0,05	123,34	123,77	0,00	5,12	0,04	0,05	1,09	1,14
NE1A	0,24	0,24	0,00	s,i,	0,00	0,00	40,78	41,75	0,00	4,88	0,00	0,00	0,01	0,01
NE3	0,25	0,25	0,00	s,i,	0,01	0,01	64,87	66,87	0,00	4,89	0,02	0,02	0,35	0,37
PX1	0,25	0,25	0,00	s,i,	0,00	0,00	30,36	31,71	0,00	2,07	0,00	0,00	0,00	0,01
NE4	0,25	0,26	0,00	s,i,	0,01	0,01	51,99	47,17	0,02	4,44	0,01	0,01	0,16	0,20
PX2	0,25	0,25	0,00	s,i,	0,01	0,01	52,20	55,09	0,00	4,20	0,01	0,01	0,15	0,23
CN2	0,25	0,25	0,00	s,i,	0,00	0,00	24,75	26,08	0,00	1,14	0,00	0,00	0,00	0,01
PX3	0,25	0,25	0,00	s,i,	0,00	0,01	42,17	44,97	0,00	3,41	0,01	0,01	0,04	0,14
NE7	0,25	0,25	0,00	s,i,	0,00	0,00	70,16	72,93	0,00	2,40	0,02	0,02	0,01	0,02
NE8	0,25	0,26	0,00	s,i,	0,00	0,00	57,33	58,12	0,00	2,88	0,01	0,01	0,02	0,07
CN7	0,25	0,26	0,00	s,i,	0,00	0,00	58,83	62,44	0,00	3,66	0,01	0,01	0,01	0,05
CN8	0,33	0,34	0,00	s,i,	0,00	0,00	93,90	96,83	0,00	3,03	0,00	0,00	0,01	0,03
NE9	0,32	0,34	0,00	s,i,	0,00	0,00	71,34	75,86	0,00	3,62	0,01	0,01	0,01	0,06
TO-1A	0,30	0,32	0,00	s,i,	0,02	0,02	66,58	58,56	0,00	4,11	0,02	0,02	0,09	0,14
TO3	0,35	0,33	0,00	s,i,	0,00	0,00	62,25	59,01	0,00	5,97	0,00	0,00	0,01	0,02
TO6A	0,35	0,37	0,00	s,i,	0,00	0,00	53,89	54,22	0,00	4,80	0,00	0,00	0,01	0,02
PY6	0,35	0,35	0,00	s,i,	0,00	0,00	37,95	40,93	0,00	11,21	0,00	0,00	0,01	0,01
PY5	0,37	0,37	0,00	s,i,	0,00	0,00	31,93	33,99	0,00	6,30	0,00	0,00	0,01	0,01

	Boro	Boro	Bromodiclo rometano	Carbo- nato	Cadmio	Cad- mio	Calcio	Calcio	Cianu- ro	Cloru- ros	Cobalto	Cobal- to	Cobre	Cobre
	Fracción disuelta	Fracció n total		Fracció n total	Fracción disuelta	Fracció n total	Fracción disuelta	Fracció n total	Fracció n total	Fracció n total	Fracción disuelta	Fracció n total	Fracción disuelta	Fracció n total
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Promedi o	Prome dio	Promedio	Prome dio	Promedi o	Prome dio	Promedi o	Prome dio	Prome dio	Prome dio	Prome dio	Prome dio	Prome dio	Promedi o
<b>TO-7</b>	0,31	0,32	0,00	s,i,	0,00	0,00	39,21	73,56	0,00	6,89	0,00	0,01	0,01	0,05
<b>VIT4</b>	0,47	0,46	0,01	s,i,	0,00	0,00	47,33	56,04	0,00	11,88	0,00	0,01	0,01	0,03
<b>PO10</b>	0,31	0,32	0,00	s,i,	0,00	0,01	236,95	239,46	0,00	9,87	0,03	0,04	0,05	0,07
<b>PO7B</b>	0,31	0,32	0,00	s,i,	0,00	0,00	210,19	212,50	0,00	11,59	0,03	0,03	0,04	0,05
<b>VIT5</b>	0,36	0,36	0,00	s,i,	0,00	0,00	118,14	120,29	0,00	7,80	0,01	0,01	0,01	0,03
<b>VIT3</b>	0,40	0,40	0,01	s,i,	0,00	0,00	74,12	81,46	0,00	10,41	0,01	0,01	0,01	0,02
<b>VIT1</b>	0,32	0,33	0,00	s,i,	0,00	0,00	81,85	95,60	0,00	11,38	0,00	0,01	0,00	0,05
<b>VIT6</b>	0,32	0,35	0,00	s,i,	0,00	0,00	102,03	105,09	0,00	9,74	0,00	0,01	0,01	0,02
<b>CA3</b>	0,34	0,37	0,00	s,i,	0,00	0,00	96,22	99,51	0,00	10,79	0,00	0,00	0,01	0,02
<b>VIT2</b>	0,38	0,40	0,01	s,i,	0,00	0,00	92,97	102,81	0,00	9,85	0,00	0,01	0,01	0,03
<b>VIT8</b>	0,32	0,32	0,00	s,i,	0,00	0,00	94,00	106,79	0,00	10,38	0,00	0,01	0,01	0,03
<b>CA4</b>	0,33	0,35	0,00	s,i,	0,00	0,00	107,86	110,30	0,00	10,23	0,00	0,00	0,01	0,02
<b>PY2</b>	0,36	0,36	0,00	s,i,	0,00	0,00	137,82	144,82	0,00	13,64	0,00	0,00	0,00	0,01
<b>A10</b>	0,34	0,34	0,00	s,i,	0,00	0,00	75,37	79,13	0,00	20,75	0,00	0,01	0,01	0,06
<b>A8</b>	0,33	0,33	0,00	s,i,	0,00	0,00	74,65	79,14	0,00	11,35	0,01	0,01	0,01	0,05
<b>PY1</b>	0,36	0,36	0,00	s,i,	0,00	0,00	109,50	115,96	0,00	18,01	0,00	0,00	0,01	0,02
<b>PY3</b>	0,36	0,37	0,00	s,i,	0,00	0,00	116,64	125,20	0,00	16,70	0,00	0,00	0,01	0,01
<b>PY4</b>	0,36	0,37	0,00	s,i,	0,00	0,00	121,00	128,98	0,00	16,42	0,00	0,00	0,00	0,01
<b>Río Huasco en Huasco bajo</b>	s,i,	1,23	s,i,	0,69	s,i,	0,01	209,52	285,19	s,i,	420,87	s,i,	0,01	s,i,	0,02
<b>Planta Alto Huasco C2</b>	s,i,	4,03	s,i,	77,40	s,i,	0,01	11,33	s,i,	s,i,	4938,99	s,i,	0,01	s,i,	0,47

	Boro	Boro	Bromodiclo rometano	Carbo- nato	Cadmio	Cad- mio	Calcio	Calcio	Cianu- ro	Cloru- ros	Cobalto	Cobal- to	Cobre	Cobre
	Fracción disuelta	Fracció n total		Fracció n total	Fracción disuelta	Fracció n total	Fracción disuelta	Fracció n total	Fracció n total	Fracció n total	Fracción disuelta	Fracció n total	Fracción disuelta	Fracció n total
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Promedi o	Prome dio	Promedio	Prome dio	Promedi o	Prome dio	Promedi o	Prome dio	Prome dio	Prome dio	Prome dio	Promedi o	Prome dio	Promedi o
DGA2-JV36	s,i,	0,54	s,i,	s,i,	s,i,	0,00	s,i,	118,46	0,01	36,90	s,i,	0,01	s,i,	0,01
DGA3-JV10	0,30	0,45	s,i,	s,i,	0,00	0,00	106,66	129,56	0,01	15,93	0,00	0,00	0,00	0,01
DGA4-JV9	0,26	0,44	s,i,	s,i,	0,00	0,00	105,92	101,58	0,02	15,01	0,00	0,01	0,00	0,02
DGA5-JV20	0,07	0,22	s,i,	s,i,	0,00	0,00	65,21	72,22	0,01	3,47	0,00	0,01	0,01	0,04
DGA6	s,i,	0,49	s,i,	s,i,	s,i,	0,00	s,i,	79,54	0,01	16,11	s,i,	0,02	s,i,	0,09
INIA1	1,19	1,10	s,i,	s,i,	0,00	0,00	171,51	172,20	0,01	308,20	0,00	0,00	0,01	0,00
INIA2	s,i,	1,16	s,i,	s,i,	s,i,	0,00	s,i,	177,78	0,01	290,50	s,i,	0,00	s,i,	0,00
INIA3-JV3	1,12	1,11	s,i,	s,i,	0,00	0,00	176,82	140,93	0,01	260,90	0,00	0,00	0,00	0,00
INIA4	0,25	0,20	s,i,	s,i,	0,00	0,00	102,35	89,45	0,01	19,71	0,00	0,00	0,00	0,03
INIA5-JV13	0,31	0,20	s,i,	s,i,	0,00	0,00	94,24	74,02	0,01	11,97	0,00	0,01	0,00	0,05
INIA6-JV14	0,13	0,18	s,i,	s,i,	0,00	0,00	84,04	75,54	0,01	13,19	0,00	0,00	0,00	0,01
INIA7	0,27	0,19	s,i,	s,i,	0,00	0,00	50,74	41,80	0,01	12,47	0,00	0,00	0,00	0,01
INIA8	0,09	0,14	s,i,	s,i,	0,01	0,01	234,81	196,73	0,01	32,05	0,04	0,04	0,06	0,08
INIA9	0,05	0,05	s,i,	s,i,	0,00	0,00	53,12	53,30	0,01	6,04	0,00	0,00	0,00	0,00
INIA10	0,21	0,17	s,i,	s,i,	0,00	0,00	72,40	75,43	0,01	13,79	0,00	0,00	0,01	0,03
INIA11	0,05	0,04	s,i,	s,i,	0,01	0,01	49,51	45,45	0,01	8,31	0,01	0,01	0,16	0,16
INIA12	0,05	0,06	s,i,	s,i,	0,05	0,03	128,75	90,47	0,01	9,80	0,07	0,05	0,87	0,82
INIA13	0,34	0,32	s,i,	s,i,	0,00	0,00	73,69	68,76	0,01	18,58	0,01	0,01	0,02	0,13
INIA14	0,06	0,07	s,i,	s,i,	0,00	0,00	34,14	38,24	0,01	7,95	0,00	0,00	0,00	0,01
INIA15	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	0,00	s,i,	s,i,	s,i,	0,02	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,

	Boro	Boro	Bromodiclo rometano	Carbo- nato	Cadmio	Cad- mio	Calcio	Calcio	Cianu- ro	Cloru- ros	Cobalto	Cobal- to	Cobre	Cobre
	Fracción disuelta	Fracció n total		Fracció n total	Fracción disuelta	Fracció n total	Fracción disuelta	Fracció n total	Fracció n total	Fracció n total	Fracción disuelta	Fracció n total	Fracción disuelta	Fracció n total
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Promedi o	Prome dio	Promedio	Prome dio	Promedi o	Prome dio	Promedi o	Prome dio	Prome dio	Prome dio	Prome dio	Promedi o	Prome dio	Promedi o
<b>INIA16</b>	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
<b>JV1</b>	1,38	1,31	s,i,	8,23	0,00	0,01	221,05	195,14	0,00	397,33	0,00	0,01	0,01	0,01
<b>JV2</b>	1,39	1,28	s,i,	20,48	0,00	0,00	212,37	195,40	0,00	328,00	0,00	0,00	0,00	0,01
<b>JV3</b>	1,24	1,22	s,i,	10,80	0,00	0,00	186,27	194,37	0,00	279,83	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>HCO1</b>	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	18,38	s,i,	s,i,	s,i,	0,01
<b>HCO2</b>	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	19,00	s,i,	s,i,	s,i,	0,01
<b>HCO3</b>	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	76,63	s,i,	s,i,	s,i,	0,01
<b>HCO4</b>	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	339,13	s,i,	s,i,	s,i,	0,01
<b>promedio</b>	<b>0.36</b>	<b>0.46</b>	<b>0.00</b>	<b>23.52</b>	<b>0.0041</b>	<b>0.0048</b>	<b>96.29</b>	<b>100.04</b>	<b>0.01</b>	<b>126.46</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.10</b>	<b>0.11</b>
<b>contar</b>	<b>56</b>	<b>61</b>	<b>37</b>	<b>5</b>	<b>57</b>	<b>61</b>	<b>58</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>65</b>	<b>56</b>	<b>61</b>	<b>56</b>	<b>65</b>

**Tabla 10: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 3.**

	Coliformes Fecales	Coliformes Totales	Color	Conductividad de laboratorio	Conductividad	Cromo	Cromo	Cromo Hexavalente	DQO	DDT + DDD + DDE	Dibromoclorometano	Escherichia Coli	Fenoles	Flujo					
	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total		Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total					Fracción total						
	NMP/100 mL	NMP/100mL	PtCo	µS/cm		mhos/cm	mg/L	mg/L					mg/L		mg/L O2	µg/L	mg/L	NMP/100 mL	mg/L
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio		Promedio	Promedio	Promedio					Promedio		Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
<b>NE5</b>	1.37	3.38	5.09	1631.19	s.i.	0.00	0.01	0.02	s.i.	0.98	0.00	1.00	0.00	29.68					
<b>NE2A</b>	0.99	2.26	4.27	1132.50	s.i.	0.00	0.01	0.02	s.i.	0.98	0.00	1.00	0.00	79.77					
<b>NE1A</b>	3.90	38.90	4.07	319.45	s.i.	0.00	0.00	0.02	s.i.	1.00	0.00	5.20	0.00	68.88					
<b>NE3</b>	1.24	15.94	4.38	559.92	s.i.	0.00	0.01	0.02	s.i.	0.99	0.00	1.00	0.00	215.88					
<b>PX1</b>	47.84	167.17	4.35	227.51	s.i.	0.00	0.01	0.03	s.i.	1.00	0.00	49.55	0.00	26.71					
<b>NE4</b>	3.07	17.21	3.64	399.83	s.i.	0.00	0.01	0.02	s.i.	0.99	0.00	6.41	0.00	34.93					
<b>PX2</b>	5.25	23.56	4.29	455.17	s.i.	0.00	0.01	0.03	s.i.	1.00	0.00	7.74	0.00	281.01					
<b>CN2</b>	138.08	569.18	4.50	177.53	s.i.	0.00	0.00	0.02	s.i.	1.00	0.00	204.89	0.00	140.35					
<b>PX3</b>	29.75	59.65	4.03	355.68	s.i.	0.00	0.01	0.03	s.i.	1.00	0.00	56.65	0.00	361.49					
<b>NE7</b>	34.81	171.35	4.14	579.50	s.i.	0.00	0.00	0.03	s.i.	1.00	0.00	49.80	0.00	356.59					
<b>NE8</b>	5.95	40.82	3.48	428.06	s.i.	0.00	0.01	0.02	s.i.	0.99	0.00	4.29	0.00	110.39					
<b>CN7</b>	44.18	346.43	4.32	456.53	s.i.	0.00	0.01	0.02	s.i.	1.00	0.00	38.18	0.00	744.91					
<b>CN8</b>	129.22	717.68	5.01	614.99	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.52	0.00	109.09	0.00	260.45					
<b>NE9</b>	128.94	525.67	4.85	515.47	s.i.	0.00	0.01	0.03	s.i.	1.49	0.00	115.35	0.00	940.14					
<b>TO-1A</b>	1.21	1.37	8.00	578.90	s.i.	0.00	0.01	0.03	s.i.	1.67	0.00	1.67	0.00	68.51					
<b>TO3</b>	2.31	73.12	5.25	467.02	s.i.	0.00	0.00	0.03	s.i.	1.74	0.00	1.41	0.00	82.03					
<b>TO6A</b>	7.59	148.43	5.87	381.00	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.77	0.00	5.14	0.00	142.38					
<b>PY6</b>	2.16	61.25	5.64	324.30	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.53	0.00	1.65	0.00	13645.56					



	Coliformes Fecales	Coliformes Totales	Color	Conductividad de laboratorio	Conductividad	Cromo	Cromo	Cromo Hexavalente	DQO	DDT + DDD + DDE	Dibromoclorometano	Escherichia Coli	Fenoles	Flujo	
	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total		Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total					Fenoles		
	NMP/100 mL	NMP/100mL	PtCo	µS/cm		mhos/cm	mg/L	mg/L					mg/L		NMP/100 mL
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio		Promedio	Promedio	Promedio					Promedio		Promedio
<b>PY5</b>	104.47	796.20	5.24	268.14	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.57	0.00	72.76	0.00	7139.95	
<b>TO-7</b>	22.32	453.60	6.49	296.74	s.i.	0.00	0.01	0.03	s.i.	1.54	0.00	1.22	0.00	143.18	
<b>VIT4</b>	74.85	471.07	13.72	361.09	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.97	0.01	96.08	0.00	364.33	
<b>PO10</b>	2.09	22.55	5.00	1592.87	s.i.	0.00	0.01	0.03	s.i.	1.48	0.00	1.20	0.00	112.55	
<b>PO7B</b>	20.58	35.89	4.81	1422.80	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.50	0.00	6.50	0.00	117.35	
<b>VIT5</b>	37.35	557.82	6.03	865.19	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.83	0.00	13.49	0.00	259.53	
<b>VIT3</b>	31.25	289.88	6.95	575.48	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.97	0.01	19.39	0.00	550.60	
<b>VIT1</b>	70.73	441.82	5.96	624.04	s.i.	0.00	0.01	0.03	s.i.	1.52	0.00	37.02	0.00	491.84	
<b>VIT6</b>	100.31	398.39	5.62	775.04	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.52	0.00	67.13	0.00	926.04	
<b>CA3</b>	136.68	518.24	6.10	728.25	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.51	0.00	108.62	0.00	1270.95	
<b>VIT2</b>	233.68	594.30	6.28	688.14	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.97	0.01	88.20	0.00	1665.81	
<b>VIT8</b>	112.53	558.72	5.82	713.52	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.49	0.00	93.34	0.00	1450.36	
<b>CA4</b>	356.93	1207.13	6.39	761.58	s.i.	0.00	0.01	0.03	s.i.	1.53	0.00	440.94	0.00	1165.82	
<b>PY2</b>	307.96	1722.15	5.40	948.30	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.51	0.00	172.97	0.00	772.93	
<b>A10</b>	98.63	593.25	5.36	601.14	s.i.	0.00	0.00	0.04	s.i.	1.52	0.00	36.67	0.00	1114.43	
<b>A8</b>	112.31	663.26	4.93	556.28	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.52	0.00	90.55	0.00	1920.04	
<b>PY1</b>	245.73	1351.46	5.20	792.47	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.51	0.00	144.48	0.00	1233.08	
<b>PY3</b>	247.33	1302.09	4.94	841.17	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.51	0.00	194.92	0.00	2208.30	

	Coliformes Fecales	Coliformes Totales	Color	Conductividad de laboratorio	Conductividad	Cromo	Cromo	Cromo Hexavalente	DQO	DDT + DDD + DDE	Dibromoclorometano	Escherichia Coli	Fenoles	Flujo
	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total		Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total					Fracción total	
	NMP/100 mL	NMP/100mL	PtCo	µS/cm	mhos/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L O2	µg/L	mg/L	NMP/100 mL	mg/L	L/s
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
<b>PY4</b>	217.15	1322.75	4.91	861.90	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.51	0.00	90.58	0.00	2133.62
<b>Río Huasco en Huasco bajo</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	2963.95	s.i.	0.03	0.01	18.53	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>Planta Alto Huasco C2</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	9967.09	s.i.	s.i.	0.01	80.79	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>DGA2-JV36</b>	103.11	679.22	4.70	982.50	s.i.	s.i.	0.01	s.i.	14.58	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>DGA3-JV10</b>	92.50	277.60	6.60	789.60	s.i.	0.00	0.02	s.i.	10.84	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>DGA4-JV9</b>	45.56	92.86	6.00	633.22	s.i.	0.00	0.01	s.i.	6.50	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>DGA5-JV20</b>	11.89	34.00	4.14	664.56	s.i.	0.00	0.01	s.i.	8.38	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>DGA6</b>	10.11	47.43	4.43	480.75	s.i.	s.i.	0.01	s.i.	8.28	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA1</b>	159.50	1129.40	7.00	2372.56	s.i.	0.04	0.03	s.i.	6.25	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA2</b>	564.80	1289.50	7.20	2288.56	s.i.	s.i.	0.03	s.i.	6.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA3-JV3</b>	60.20	637.70	7.60	2152.22	s.i.	0.03	0.03	s.i.	6.25	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA4</b>	43.00	174.60	4.33	659.11	s.i.	0.01	0.01	s.i.	6.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA5-JV13</b>	20.60	55.40	5.56	670.00	s.i.	0.00	0.01	s.i.	6.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA6-JV14</b>	17.50	77.80	4.20	581.67	s.i.	0.44	0.01	s.i.	6.50	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA7</b>	14.30	19.10	4.30	325.22	s.i.	0.43	0.01	s.i.	6.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA8</b>	16.90	18.70	6.40	1442.67	s.i.	0.43	0.02	s.i.	6.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA9</b>	4.10	10.50	4.60	389.90	s.i.	0.00	0.01	s.i.	6.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA10</b>	31.88	230.63	5.63	543.89	s.i.	0.01	0.01	s.i.	6.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.

	Coliformes Fecales	Coliformes Totales	Color	Conductividad de laboratorio	Conductividad	Cromo	Cromo	Cromo Hexavalente	DQO	DDT + DDD + DDE	Dibromoclorometano	Escherichia Coli	Fenoles	Flujo	
	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total		Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total					Fenoles		
	NMP/100 mL	NMP/100mL	PtCo	µS/cm		mhos/cm	mg/L	mg/L					mg/L		NMP/100 mL
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio		Promedio	Promedio	Promedio					Promedio		Promedio
<b>INIA11</b>	2.60	2.60	7.00	339.00	s.i.	0.00	0.01	s.i.	6.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>INIA12</b>	2.00	2.00	8.90	991.20	s.i.	0.00	0.02	s.i.	6.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>INIA13</b>	4.60	20.10	5.10	513.11	s.i.	0.01	0.01	s.i.	6.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>INIA14</b>	35.00	142.57	7.40	276.67	s.i.	0.00	0.01	s.i.	6.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>INIA15</b>	66.82	s.i.	s.i.	468.50	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>INIA16</b>	2.18	2.00	s.i.	762.80	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>JV1</b>	710.50	5768.17	17.83	2520.00	s.i.	s.i.	0.01	0.02	6.83	s.i.	s.i.	838.60	s.i.	s.i.	
<b>JV2</b>	1434.50	7053.33	12.67	2326.67	s.i.	s.i.	0.03	0.03	9.67	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>JV3</b>	118.83	3308.17	12.33	2130.00	s.i.	s.i.	0.03	0.03	6.33	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>HCO1</b>	s.i.	s.i.	s.i.	898.88	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>HCO2</b>	s.i.	s.i.	s.i.	825.25	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>HCO3</b>	s.i.	s.i.	s.i.	1484.88	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>HCO4</b>	s.i.	s.i.	s.i.	2722.50	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>promedio</b>	<b>109.73</b>	<b>622.62</b>	<b>6.00</b>	<b>847.92</b>	<b>6465.52</b>	<b>0.03</b>	<b>0.01</b>	<b>0.03</b>	<b>10.66</b>	<b>1.41</b>	<b>0.00</b>	<b>86.18</b>	<b>0.00</b>	<b>1152.17</b>	
<b>contar</b>	<b>61</b>	<b>60</b>	<b>59</b>	<b>65</b>	<b>2</b>	<b>53</b>	<b>60</b>	<b>42</b>	<b>24</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>38</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	

Tabla 11: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 4.

	Fluoruros	Fósforo de ortofosfato	Hierro	Hierro	Hierro 2+	Hierro 3+	Lindano	Litio	Litio	Magnesio	Magnesio	Manganeso	Manganeso	Mercurio
	Fración total		Fración disuelta	Fración total	Fración disuelta	Fración total		Fración disuelta	Fración total	Fración total	Fración disuelta	Fración total	Fración disuelta	Fración total
	mg/L	mg/L PO4	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
NE5	0.48	s.i.	6.39	8.45	0.82	9.10	0.98	0.05	0.07	52.34	50.67	29.15	28.93	0.00
NE2A	0.45	s.i.	2.58	6.37	0.58	7.69	0.98	0.03	0.04	36.56	39.04	17.77	17.52	0.00
NE1A	0.14	s.i.	0.09	0.57	0.50	1.15	1.00	0.00	0.01	10.58	10.79	0.01	0.02	0.00
NE3	0.27	s.i.	0.51	2.94	0.52	3.06	0.98	0.01	0.02	16.56	763.03	6.06	5.75	0.00
PX1	0.84	s.i.	0.03	0.07	0.50	0.50	1.00	0.00	0.01	5.33	5.56	0.00	0.01	0.00
NE4	0.22	s.i.	0.25	2.12	0.50	2.74	0.99	0.06	0.02	12.12	12.67	3.29	3.12	0.00
PX2	0.21	s.i.	0.19	4.43	0.50	4.45	1.00	0.01	0.02	12.62	13.88	3.57	3.83	0.00
CN2	0.12	s.i.	0.04	0.28	0.50	0.68	1.00	0.00	0.01	3.36	3.52	0.01	0.02	0.00
PX3	0.19	s.i.	0.10	2.00	0.50	2.32	1.00	0.01	0.01	9.42	10.33	2.19	2.43	0.00
NE7	0.71	s.i.	0.11	0.44	0.50	0.63	1.00	0.01	0.01	22.27	22.75	0.38	0.40	0.00
NE8	0.45	s.i.	0.07	1.68	0.50	2.33	0.99	0.01	0.02	13.77	14.94	1.13	1.18	0.00
CN7	0.37	s.i.	0.06	2.88	0.50	3.14	1.00	0.01	0.02	13.28	14.23	0.87	1.18	0.00
CN8	0.49	s.i.	0.06	0.46	0.66	0.80	1.73	0.01	0.02	12.76	13.04	0.35	0.37	0.00
NE9	0.44	s.i.	0.07	2.63	0.65	2.82	1.68	0.01	0.02	12.60	13.75	0.61	0.91	0.00
TO-1A	0.45	s.i.	0.55	30.52	0.75	18.04	1.67	0.03	0.04	20.74	18.76	6.08	6.54	0.00
TO3	0.16	s.i.	0.06	1.70	0.79	0.92	2.00	0.01	0.03	18.03	17.20	0.01	0.12	0.00
TO6A	0.15	s.i.	0.07	2.19	0.74	3.20	2.00	0.01	0.03	10.21	10.63	0.01	0.08	0.00
PY6	0.14	s.i.	0.03	142.94	0.70	146.82	1.68	0.01	0.01	7.06	8.26	0.01	0.10	0.00

<b>PY5</b>	0.16	s.i.	0.03	0.06	0.74	0.75	1.73	0.01	0.01	5.79	6.19	0.01	0.02	0.00
<b>TO-7</b>	0.14	s.i.	0.06	35.97	0.68	47.71	1.54	0.01	0.05	5.95	43.52	0.01	1.96	0.00
<b>VIT4</b>	0.19	s.i.	0.07	11.81	1.04	18.40	1.96	0.04	0.06	7.42	13.83	0.01	0.47	0.00
<b>PO10</b>	1.20	s.i.	0.51	3.41	0.64	4.41	1.48	0.06	0.08	64.88	64.76	6.34	6.47	0.00
<b>PO7B</b>	1.12	s.i.	0.32	3.17	0.66	3.63	1.50	0.07	0.07	55.33	56.02	5.02	5.06	0.00
<b>VIT5</b>	0.59	s.i.	0.09	1.83	0.77	2.72	1.96	0.03	0.05	29.01	29.41	1.64	1.75	0.00
<b>VIT3</b>	0.33	s.i.	0.07	3.86	0.92	5.42	1.96	0.03	0.05	15.85	22.73	0.56	0.86	0.00
<b>VIT1</b>	0.30	s.i.	0.05	22.56	0.66	24.29	1.73	0.04	0.07	16.27	26.57	0.29	1.21	0.00
<b>VIT6</b>	0.43	s.i.	0.07	0.67	0.66	0.93	1.52	0.04	0.05	21.03	21.61	0.14	0.21	0.00
<b>CA3</b>	0.35	s.i.	0.06	1.53	0.69	1.62	1.51	0.04	0.04	19.41	20.80	0.11	0.24	0.00
<b>VIT2</b>	0.38	s.i.	0.08	7.36	0.81	10.94	1.96	0.04	0.05	19.16	27.01	0.20	0.69	0.00
<b>VIT8</b>	0.41	s.i.	0.10	19.32	0.66	19.96	1.70	0.04	0.07	19.27	25.47	0.13	0.92	0.00
<b>CA4</b>	0.36	s.i.	0.06	1.04	0.67	1.39	1.73	0.03	0.05	19.91	20.85	0.03	0.12	0.00
<b>PY2</b>	0.37	s.i.	0.04	0.46	0.72	1.05	1.72	0.03	0.04	24.53	25.74	0.03	0.04	0.00
<b>A10</b>	0.52	s.i.	0.08	1.44	0.66	1.53	1.72	0.07	0.08	12.14	12.61	0.18	0.28	0.00
<b>A8</b>	0.47	s.i.	0.08	2.13	0.66	2.31	1.73	0.04	0.05	12.78	14.54	0.41	0.59	0.00
<b>PY1</b>	0.49	s.i.	0.03	0.86	0.72	1.39	1.72	0.04	0.04	17.60	18.44	0.03	0.07	0.00
<b>PY3</b>	0.44	s.i.	0.03	0.94	0.72	1.44	1.72	0.04	0.04	19.54	20.84	0.03	0.08	0.00
<b>PY4</b>	0.42	s.i.	0.04	0.75	0.72	1.31	1.72	0.04	0.04	20.69	21.80	0.02	0.07	0.00
<b>Río Huasco en Huasco bajo</b>	s.i.	0.17	s.i.	0.67	s.i.	s.i.	s.i.	0.15	s.i.	62.17	81.90	s.i.	0.08	s.i.
<b>Planta Alto Huasco C2</b>	s.i.	77.26	s.i.	3.58	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	106.48	s.i.	s.i.	0.25	s.i.
<b>DGA2-JV36</b>	0.49	s.i.	s.i.	0.08	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.12	s.i.	19.47	s.i.	0.01	s.i.
<b>DGA3-JV10</b>	0.38	s.i.	0.02	0.08	s.i.	s.i.	s.i.	0.06	0.07	20.28	21.51	0.01	0.02	0.00
<b>DGA4-JV9</b>	0.47	s.i.	0.06	0.19	s.i.	s.i.	s.i.	0.06	0.06	15.41	13.63	s.i.	s.i.	0.00
<b>DGA5-JV20</b>	0.50	s.i.	0.04	0.35	s.i.	s.i.	s.i.	0.01	0.02	10.73	10.37	0.48	0.48	0.00
<b>DGA6</b>	0.49	s.i.	s.i.	1.13	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.10	s.i.	11.54	s.i.	0.32	s.i.

INIA1	0.44	s.i.	0.02	0.10	s.i.	s.i.	s.i.	0.15	0.27	46.72	43.87	0.02	0.04	0.00
INIA2	0.42	s.i.	s.i.	0.19	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.33	s.i.	41.49	s.i.	0.04	s.i.
INIA3-JV3	0.42	s.i.	0.02	0.10	s.i.	s.i.	s.i.	0.14	0.26	44.04	37.96	0.00	0.03	0.00
INIA4	0.45	s.i.	0.01	0.17	s.i.	s.i.	s.i.	0.06	0.07	17.91	16.28	0.01	0.05	0.00
INIA5-JV13	0.43	s.i.	0.03	2.51	s.i.	s.i.	s.i.	0.06	0.07	21.30	19.26	0.15	0.30	0.00
INIA6-JV14	0.34	s.i.	0.01	0.13	s.i.	s.i.	s.i.	0.05	0.07	8.19	16.00	0.16	0.33	0.00
INIA7	0.12	s.i.	0.01	0.06	s.i.	s.i.	s.i.	0.07	0.07	3.62	6.82	0.00	0.01	0.00
INIA8	1.36	s.i.	0.09	2.70	s.i.	s.i.	s.i.	0.06	0.19	34.17	56.50	4.55	5.76	0.00
INIA9	0.10	s.i.	0.02	0.06	s.i.	s.i.	s.i.	0.02	0.02	16.47	17.14	0.00	0.01	0.00
INIA10	0.47	s.i.	0.06	0.37	s.i.	s.i.	s.i.	0.05	0.06	11.27	12.67	0.05	0.13	0.00
INIA11	0.19	s.i.	0.07	0.40	s.i.	s.i.	s.i.	0.01	0.01	12.10	11.05	2.47	2.56	0.00
INIA12	0.49	s.i.	0.44	3.97	s.i.	s.i.	s.i.	0.04	0.05	37.13	32.78	16.33	13.77	0.00
INIA13	0.52	s.i.	0.06	1.16	s.i.	s.i.	s.i.	0.12	0.12	12.52	12.20	0.34	0.41	0.00
INIA14	0.24	s.i.	0.02	0.14	s.i.	s.i.	s.i.	0.01	0.02	6.39	6.90	0.00	0.02	0.00
INIA15	s.i.	s.i.	0.01	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.29	s.i.	0.00
INIA16	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.02	s.i.	s.i.
JV1	0.33	s.i.	0.04	0.21	s.i.	s.i.	s.i.	0.17	0.17	60.72	64.57	0.03	0.03	0.00
JV2	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.00
JV3	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.00
HCO1	s.i.	s.i.	s.i.	0.03	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.02	s.i.
HCO2	s.i.	s.i.	s.i.	0.02	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.01	s.i.
HCO3	s.i.	s.i.	s.i.	0.08	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.01	s.i.
HCO4	s.i.	s.i.	s.i.	0.08	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.03	s.i.
<b>promedio</b>	<b>0.41</b>	<b>38.72</b>	<b>0.26</b>	<b>5.56</b>	<b>0.66</b>	<b>9.77</b>	<b>1.49</b>	<b>0.04</b>	<b>0.06</b>	<b>22.21</b>	<b>36.03</b>	<b>2.03</b>	<b>1.91</b>	<b>0.00</b>
<b>contar</b>	<b>57</b>	<b>2</b>	<b>55</b>	<b>63</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>55</b>	<b>57</b>	<b>56</b>	<b>58</b>	<b>55</b>	<b>62</b>	<b>57</b>

Tabla 12: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 5.

	Mercurio	Meto- xicloro	Molibdeno	Molibdeno	Monocloro Amina	Niquel	Niquel	Nitratos como NO3	Nitritos como NO2	Nitrógeno	Nitrógeno de Nitratos	Nitrógeno de Nitrito	Olor	Oxígeno
	Frac- ción total		Fracción disuelta	Frac- ción total		Fracción disuelta	Frac- ción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total
	mg/L	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	(0=Aus; 1=Pres)	mg/L
	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Promedio	Prome- dio	Prome- dio	Promedio	Promedio	Prome- dio	Promedio	Promedio	Prome- dio	Prome- dio
<b>NE5</b>	0.00	9.82	0.00	0.02	0.05	0.10	0.11	1.91	0.01	1.20	s.i.	s.i.	1.00	s.i.
<b>NE2A</b>	0.00	9.84	0.00	0.00	0.05	0.05	0.06	2.00	0.00	1.09	s.i.	s.i.	1.00	s.i.
<b>NE1A</b>	0.00	10.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.01	4.34	0.00	1.82	s.i.	s.i.	1.00	s.i.
<b>NE3</b>	0.00	9.85	0.00	0.00	0.05	0.02	0.03	2.83	0.01	2.55	s.i.	s.i.	1.00	s.i.
<b>PX1</b>	0.00	10.00	0.00	0.01	0.05	0.00	0.01	1.96	0.00	0.96	s.i.	s.i.	1.00	s.i.
<b>NE4</b>	0.00	9.85	0.00	0.01	0.05	0.01	0.02	1.60	0.01	1.27	s.i.	s.i.	1.00	s.i.
<b>PX2</b>	0.00	10.00	0.00	0.01	0.05	0.01	0.02	2.16	0.00	1.31	s.i.	s.i.	1.00	s.i.
<b>CN2</b>	0.00	10.00	0.01	0.01	0.05	0.00	0.01	0.52	0.00	0.52	s.i.	s.i.	1.00	s.i.
<b>PX3</b>	0.00	10.00	0.00	0.01	0.05	0.01	0.02	1.55	0.00	0.97	s.i.	s.i.	1.00	s.i.
<b>NE7</b>	0.00	10.00	0.01	0.01	0.05	0.02	0.02	1.12	0.00	0.70	s.i.	s.i.	1.00	s.i.
<b>NE8</b>	0.00	9.79	0.01	0.01	0.05	0.01	0.02	1.23	0.01	0.89	s.i.	s.i.	1.00	s.i.
<b>CN7</b>	0.00	10.00	0.01	0.01	0.05	0.01	0.02	1.35	0.01	0.80	s.i.	s.i.	1.00	s.i.
<b>CN8</b>	0.00	15.22	0.00	0.00	0.08	0.01	0.01	0.35	0.00	0.42	s.i.	s.i.	0.27	s.i.
<b>NE9</b>	0.00	14.86	0.00	0.01	0.07	0.01	0.02	0.86	0.01	0.65	s.i.	s.i.	0.31	s.i.
<b>TO-1A</b>	0.00	16.67	0.00	0.00	0.08	0.02	0.04	5.44	0.00	4.29	s.i.	s.i.	0.14	s.i.
<b>TO3</b>	0.00	17.38	0.00	0.00	0.09	0.01	0.01	5.22	0.00	2.84	s.i.	s.i.	0.16	s.i.
<b>TO6A</b>	0.00	17.68	0.00	0.00	0.09	0.01	0.01	3.06	0.00	2.90	s.i.	s.i.	0.34	s.i.
<b>PY6</b>	0.00	15.31	0.00	0.00	0.08	0.01	0.01	20.80	0.01	8.48	s.i.	s.i.	0.15	s.i.



	Mercurio	Meto- xicloro	Molibdeno	Molibdeno	Monocloro Amina	Niquel	Niquel	Nitratos como NO3	Nitritos como NO2	Nitrógeno	Nitrógeno de Nitratos	Nitrógeno de Nitrito	Olor	Oxígeno
	Frac- ción total		Fracción disuelta	Frac- ción total		Fracción disuelta	Frac- ción total	Frac- ción total	Frac- ción total	Frac- ción total	Frac- ción total	Frac- ción total		Frac- ción total
	mg/L	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	(0=Aus; 1=Pres)	mg/L
	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio
<b>PY5</b>	0.00	15.71	0.00	0.00	0.08	0.01	0.01	9.53	0.01	3.17	s.i.	s.i.	0.08	s.i.
<b>TO-7</b>	0.00	15.42	0.00	0.01	0.08	0.01	0.03	8.80	0.01	4.20	s.i.	s.i.	0.28	s.i.
<b>VIT4</b>	0.00	19.71	0.00	0.00	0.10	0.01	0.02	5.25	0.01	2.71	s.i.	s.i.	0.13	s.i.
<b>PO10</b>	0.00	14.80	0.00	0.00	0.13	0.06	0.07	1.35	0.01	0.94	s.i.	s.i.	0.38	s.i.
<b>PO7B</b>	0.00	15.00	0.00	0.00	0.08	0.05	0.06	1.76	0.01	1.16	s.i.	s.i.	0.33	s.i.
<b>VIT5</b>	0.00	18.26	0.00	0.00	0.09	0.02	0.03	1.80	0.01	1.04	s.i.	s.i.	0.25	s.i.
<b>VIT3</b>	0.00	19.71	0.00	0.00	0.10	0.01	0.02	3.93	0.01	2.03	s.i.	s.i.	0.26	s.i.
<b>VIT1</b>	0.00	15.22	0.00	0.00	0.08	0.01	0.03	3.41	0.01	1.67	s.i.	s.i.	0.40	s.i.
<b>VIT6</b>	0.00	15.22	0.00	0.00	0.08	0.01	0.02	1.58	0.00	0.84	s.i.	s.i.	0.36	s.i.
<b>CA3</b>	0.00	15.14	0.00	0.00	0.08	0.01	0.01	2.40	0.00	1.06	s.i.	s.i.	0.17	s.i.
<b>VIT2</b>	0.00	19.71	0.00	0.00	0.10	0.01	0.02	2.05	0.00	1.16	s.i.	s.i.	0.25	s.i.
<b>VIT8</b>	0.00	14.93	0.00	0.00	0.08	0.01	0.02	2.29	0.01	1.11	s.i.	s.i.	0.38	s.i.
<b>CA4</b>	0.00	15.29	0.00	0.00	0.08	0.01	0.01	1.26	0.00	0.76	s.i.	s.i.	0.20	s.i.
<b>PY2</b>	0.00	15.14	0.00	0.00	0.08	0.01	0.01	0.94	0.01	0.52	s.i.	s.i.	0.19	s.i.
<b>A10</b>	0.00	15.22	0.01	0.01	0.12	0.01	0.01	1.16	0.00	0.72	s.i.	s.i.	0.39	s.i.
<b>A8</b>	0.00	15.22	0.00	0.01	0.08	0.01	0.01	0.98	0.00	0.63	s.i.	s.i.	0.32	s.i.
<b>PY1</b>	0.00	15.14	0.00	0.00	0.08	0.01	0.01	1.92	0.01	0.75	s.i.	s.i.	0.14	s.i.
<b>PY3</b>	0.00	15.14	0.00	0.00	0.08	0.01	0.01	1.87	0.00	0.77	s.i.	s.i.	0.15	s.i.
<b>PY4</b>	0.00	15.14	0.00	0.00	0.08	0.01	0.01	1.53	0.01	0.68	s.i.	s.i.	0.16	s.i.

	Mercurio	Meto- xicloro	Molibdeno	Molibdeno	Monocloro Amina	Niquel	Niquel	Nitratos como NO3	Nitritos como NO2	Nitrógeno	Nitrógeno de Nitratos	Nitrógeno de Nitrito	Olor	Oxígeno
	Frac- ción total		Fracción disuelta	Frac- ción total		Fracción disuelta	Frac- ción total	Frac- ción total	Frac- ción total	Frac- ción total	Frac- ción total	Frac- ción total	Frac- ción total	Frac- ción total
	mg/L	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	(0=Aus; 1=Pres)	mg/L
	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Promedio	Prome- dio	Prome- dio	Promedio	Promedio	Prome- dio	Promedio	Promedio	Prome- dio	Prome- dio
<b>Río Huasco en Huasco bajo</b>	0.00	s.i.	s.i.	0.03	s.i.	s.i.	0.02	s.i.	s.i.	s.i.	0.37	0.23	s.i.	10.63
<b>Planta Alto Huasco C2</b>	0.00	s.i.	s.i.	0.03	s.i.	s.i.	0.01	s.i.	s.i.	s.i.	0.32	s.i.	s.i.	3.32
<b>DGA2-JV36</b>	0.00	s.i.	s.i.	0.03	s.i.	s.i.	0.01	0.83	0.06	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	11.34
<b>DGA3-JV10</b>	0.00	s.i.	0.00	0.02	s.i.	0.01	0.01	1.18	0.06	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	8.04
<b>DGA4-JV9</b>	0.00	s.i.	0.01	0.02	s.i.	11.91	0.01	1.06	0.06	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	8.97
<b>DGA5-JV20</b>	0.00	s.i.	0.01	0.01	s.i.	1.41	0.01	0.86	0.08	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	7.52
<b>DGA6</b>	0.00	s.i.	s.i.	0.03	s.i.	s.i.	0.01	1.53	0.06	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	9.06
<b>INIA1</b>	0.00	s.i.	0.01	0.01	s.i.	0.01	0.01	0.80	0.06	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	9.52
<b>INIA2</b>	0.00	s.i.	s.i.	0.01	s.i.	s.i.	0.01	1.26	0.08	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	11.04
<b>INIA3-JV3</b>	0.00	s.i.	0.01	0.01	s.i.	0.01	0.01	1.57	0.08	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	11.01
<b>INIA4</b>	0.00	s.i.	0.00	0.00	s.i.	0.01	0.01	1.44	0.06	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	8.80
<b>INIA5-JV13</b>	0.00	s.i.	0.00	0.01	s.i.	0.01	0.01	2.15	0.06	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	8.33
<b>INIA6-JV14</b>	0.00	s.i.	0.00	0.00	s.i.	0.01	0.01	2.56	0.08	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	8.18
<b>INIA7</b>	0.00	s.i.	0.00	0.03	s.i.	0.00	0.00	3.83	0.09	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	7.83
<b>INIA8</b>	0.00	s.i.	0.03	0.00	s.i.	0.08	0.07	3.87	0.33	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	8.41
<b>INIA9</b>	0.00	s.i.	0.00	0.00	s.i.	0.00	0.00	4.86	0.08	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	8.39
<b>INIA10</b>	0.00	s.i.	0.01	0.01	s.i.	7.58	0.00	1.64	0.09	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	8.33
<b>INIA11</b>	0.00	s.i.	0.00	0.01	s.i.	0.01	0.01	1.86	0.09	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	8.96
<b>INIA12</b>	0.00	s.i.	0.00	0.01	s.i.	0.07	0.04	2.50	0.08	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	8.05

	Mercurio	Meto- xicloro	Molibdeno	Molibdeno	Monocloro Amina	Niquel	Niquel	Nitratos como NO3	Nitritos como NO2	Nitrógeno	Nitrógeno de Nitratos	Nitrógeno de Nitrito	Olor	Oxígeno
	Frac- ción total		Fracción disuelta	Frac- ción total		Fracción disuelta	Frac- ción total	Fracción total	Fracción total	Frac- ción total	Fracción total	Frac- ción total	Fracción total	Fracción total
	mg/L	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	(0=Aus; 1=Pres)	mg/L
	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio	Prome- dio
<b>INIA13</b>	0.00	s.i.	0.00	0.01	s.i.	0.01	0.01	1.48	0.06	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	7.74
<b>INIA14</b>	0.00	s.i.	0.01	0.01	s.i.	0.00	0.00	0.60	0.08	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	8.70
<b>INIA15</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.01	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA16</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	1.18	0.09	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	5.71
<b>JV1</b>	0.00	s.i.	0.01	0.00	s.i.	0.01	0.02	4.57	0.04	1.69	s.i.	s.i.	s.i.	13.64
<b>JV2</b>	0.00	s.i.	0.01	0.00	s.i.	0.01	0.01	1.47	0.04	0.32	s.i.	s.i.	s.i.	11.35
<b>JV3</b>	0.00	s.i.	0.01	0.00	s.i.	0.01	0.01	2.69	0.04	0.48	s.i.	s.i.	s.i.	13.73
<b>HCO1</b>	s.i.	s.i.	s.i.	0.03	s.i.	s.i.	s.i.	1.83	0.01	s.i.	0.75	375.00	s.i.	8.46
<b>HCO2</b>	s.i.	s.i.	s.i.	0.03	s.i.	s.i.	s.i.	1.06	0.01	s.i.	0.45	375.00	s.i.	9.21
<b>HCO3</b>	s.i.	s.i.	s.i.	0.03	s.i.	s.i.	s.i.	6.73	2.42	s.i.	1.96	0.74	s.i.	8.84
<b>HCO4</b>	s.i.	s.i.	s.i.	0.03	s.i.	s.i.	s.i.	3.36	1.14	s.i.	1.01	0.05	s.i.	10.09
<b>promedio</b>	<b>0.00</b>	<b>14.09</b>	<b>0.00</b>	<b>0.01</b>	<b>0.07</b>	<b>0.38</b>	<b>0.02</b>	<b>2.67</b>	<b>0.09</b>	<b>1.55</b>	<b>0.81</b>	<b>150.20</b>	<b>0.49</b>	<b>9.07</b>
<b>contar</b>	<b>61</b>	<b>37</b>	<b>56</b>	<b>65</b>	<b>37</b>	<b>57</b>	<b>61</b>	<b>64</b>	<b>64</b>	<b>40</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>37</b>	<b>29</b>

Tabla 13: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 6.

	Pentaclorofenol (PCP)	Pentaclorofenol (PCP)	pH de Laboratorio	Plata	Plata	Plomo	Plomo	Potasio	Potasio	RAS	Razon NO3 NO2	Selenio	Selenio	Sodio
	Fracción total	Fracción total		Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total		Fracción disuelta	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta
	mg/L	µg/L	Unidades de pH	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio		Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
<b>NE5</b>	2.50	2.46	3.76	0.00	0.00	0.00	0.01	4.15	6.03	s.i.	0.07	0.01	0.02	12.81
<b>NE2A</b>	2.50	2.46	4.16	0.00	0.00	0.00	0.01	3.60	6.13	s.i.	0.07	0.00	0.01	11.87
<b>NE1A</b>	2.50	2.50	7.54	0.00	0.00	0.00	0.00	1.04	1.17	s.i.	0.14	0.00	0.00	5.78
<b>NE3</b>	s.i.	2.46	4.82	0.00	0.00	0.00	0.01	1.95	2.54	s.i.	0.07	0.00	0.00	7.70
<b>PX1</b>	2.50	2.50	7.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.68	s.i.	0.06	0.00	0.00	3.16
<b>NE4</b>	2.50	2.46	6.03	0.00	0.00	0.00	0.02	1.46	2.10	s.i.	0.06	0.00	0.00	6.77
<b>PX2</b>	2.50	2.50	5.66	0.00	0.00	0.00	0.01	1.46	2.24	s.i.	0.07	0.00	0.00	7.22
<b>CN2</b>	2.50	2.50	7.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.53	s.i.	0.02	0.00	0.00	4.95
<b>PX3</b>	s.i.	2.50	6.81	0.00	0.00	0.00	0.01	1.11	1.90	s.i.	0.05	0.00	0.00	6.48
<b>NE7</b>	s.i.	2.50	6.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33	1.48	s.i.	0.03	0.00	0.00	7.97
<b>NE8</b>	2.50	2.45	7.05	0.00	0.00	0.00	0.01	1.21	2.44	s.i.	0.04	0.00	0.00	7.16
<b>CN7</b>	s.i.	2.50	7.31	0.00	0.00	0.00	0.02	1.32	3.01	s.i.	0.04	0.00	0.00	8.39
<b>CN8</b>	s.i.	3.80	7.23	0.00	0.00	0.00	0.01	1.22	1.38	s.i.	0.01	0.00	0.00	9.66
<b>NE9</b>	s.i.	3.71	7.26	0.00	0.00	0.00	0.02	1.29	2.59	s.i.	0.03	0.00	0.00	8.59
<b>TO-1A</b>	s.i.	4.17	4.29	0.00	0.00	0.01	0.29	4.27	8.02	s.i.	0.28	0.00	0.00	14.75
<b>TO3</b>	s.i.	4.35	7.62	0.00	0.00	0.00	0.02	2.19	2.23	s.i.	0.20	0.00	0.00	7.51
<b>TO6A</b>	s.i.	4.42	7.90	0.00	0.00	0.00	0.01	1.12	1.74	s.i.	0.12	0.00	0.00	8.44
<b>PY6</b>	s.i.	3.83	7.80	0.00	0.00	0.00	0.01	1.57	2.17	s.i.	0.55	0.00	0.00	10.04

	Pentaclorofenol (PCP)	Pentaclorofenol (PCP)	pH de Laboratorio	Plata	Plata	Plomo	Plomo	Potasio	Potasio	RAS	Razon NO3 NO2	Selenio	Selenio	Sodio	
	Fracción total	Fracción total		Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total			Fracción disuelta	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta
	mg/L	µg/L	Unidades de pH	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio		Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
<b>PY5</b>	s.i.	3.93	7.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73	0.86	s.i.	0.22	0.00	0.00	7.98	
<b>TO-7</b>	s.i.	3.85	7.86	0.00	0.00	0.00	0.05	1.60	12.20	s.i.	0.37	0.00	0.00	9.50	
<b>VIT4</b>	s.i.	5.00	7.99	0.00	0.00	0.00	14.75	1.15	3.63	s.i.	0.19	0.00	0.00	13.36	
<b>PO10</b>	s.i.	3.70	4.40	0.00	0.00	0.00	0.01	4.03	4.36	s.i.	0.05	0.00	0.01	30.66	
<b>PO7B</b>	s.i.	3.75	4.65	0.00	0.00	0.00	0.01	3.57	3.88	s.i.	0.07	0.00	0.00	30.90	
<b>VIT5</b>	s.i.	4.64	7.50	0.00	0.00	0.00	0.01	2.18	2.41	s.i.	0.06	0.00	0.00	22.26	
<b>VIT3</b>	s.i.	5.00	7.84	0.00	0.00	0.00	0.01	1.54	3.70	s.i.	0.15	0.00	0.00	16.41	
<b>VIT1</b>	s.i.	3.80	7.91	0.00	0.00	0.00	28.73	1.55	4.99	s.i.	0.11	0.00	0.00	18.25	
<b>VIT6</b>	s.i.	3.80	7.93	0.00	0.00	0.00	0.00	1.67	1.85	s.i.	0.05	0.00	0.00	24.37	
<b>CA3</b>	s.i.	3.79	7.92	0.00	0.00	0.00	0.01	1.68	2.04	s.i.	0.07	0.00	0.00	22.49	
<b>VIT2</b>	s.i.	5.00	7.90	0.00	0.00	0.00	0.01	1.74	4.88	s.i.	0.07	0.00	0.01	21.60	
<b>VIT8</b>	s.i.	3.80	8.05	0.00	0.00	0.00	31.64	1.67	4.09	s.i.	0.07	0.00	0.00	22.16	
<b>CA4</b>	s.i.	3.82	8.07	0.00	0.00	0.00	0.01	1.72	1.98	s.i.	0.04	0.00	0.00	23.12	
<b>PY2</b>	s.i.	3.79	8.06	0.00	0.00	0.00	0.00	2.37	2.66	s.i.	0.02	0.00	0.00	30.62	
<b>A10</b>	s.i.	3.80	7.70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.76	2.04	s.i.	0.04	0.00	0.00	26.17	
<b>A8</b>	s.i.	3.80	7.59	0.00	0.00	0.00	0.01	1.50	2.84	s.i.	0.03	0.00	0.00	16.76	
<b>PY1</b>	s.i.	3.79	7.95	0.00	0.00	0.00	0.01	2.37	2.73	s.i.	0.04	0.00	0.00	31.79	
<b>PY3</b>	s.i.	3.79	8.00	0.00	0.00	0.00	0.01	2.32	2.76	s.i.	0.04	0.00	0.00	30.65	
<b>PY4</b>	s.i.	3.79	8.11	0.00	0.00	0.00	0.00	2.40	2.72	s.i.	0.04	0.00	0.00	31.37	

	Pentaclorofenol (PCP)	Pentaclorofenol (PCP)	pH de Laboratorio	Plata	Plata	Plomo	Plomo	Potasio	Potasio	RAS	Razon NO3 NO2	Selenio	Selenio	Sodio	
	Fracción total	Fracción total		Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total			Fracción disuelta	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta
	mg/L	µg/L	Unidades de pH	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio		Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
<b>Río Huasco en Huasco bajo</b>	s.i.	s.i.	8.04	s.i.	0.01	s.i.	0.03	7.42	10.01	4.72	s.i.	0.00	s.i.	306.09	
<b>Planta Alto Huasco C2</b>	s.i.	s.i.	8.93	s.i.	0.01	s.i.	0.03	71.99	s.i.	47.15	s.i.	0.00	s.i.	2312.30	
<b>DGA2-JV36</b>	s.i.	s.i.	8.41	s.i.	0.00	s.i.	0.01	s.i.	2.80	s.i.	s.i.	0.00	s.i.	s.i.	
<b>DGA3-JV10</b>	s.i.	s.i.	8.36	0.11	0.00	0.00	0.02	1.73	2.05	s.i.	s.i.	0.00	0.00	23.36	
<b>DGA4-JV9</b>	s.i.	s.i.	8.28	0.11	0.01	0.11	0.02	1.74	1.69	s.i.	s.i.	0.00	0.00	29.47	
<b>DGA5-JV20</b>	s.i.	s.i.	7.49	0.11	0.01	0.00	0.02	0.79	0.86	s.i.	s.i.	0.00	0.00	7.61	
<b>DGA6</b>	s.i.	s.i.	8.04	s.i.	0.01	s.i.	0.02	s.i.	1.58	s.i.	s.i.	s.i.	0.00	s.i.	
<b>INIA1</b>	s.i.	s.i.	8.62	0.11	0.00	0.00	0.01	4.77	5.75	s.i.	s.i.	0.01	0.00	245.00	
<b>INIA2</b>	s.i.	s.i.	8.63	s.i.	0.00	s.i.	0.01	s.i.	5.76	s.i.	s.i.	s.i.	0.00	s.i.	
<b>INIA3-JV3</b>	s.i.	s.i.	8.79	0.11	0.00	0.00	0.01	4.33	5.32	s.i.	s.i.	0.01	0.00	227.66	
<b>INIA4</b>	s.i.	s.i.	8.16	0.00	0.00	0.00	0.01	1.68	1.88	s.i.	s.i.	0.00	0.00	26.30	
<b>INIA5-JV13</b>	s.i.	s.i.	7.99	0.00	0.00	0.00	0.01	1.25	1.91	s.i.	s.i.	0.00	0.00	22.37	
<b>INIA6-JV14</b>	s.i.	s.i.	8.05	0.00	0.01	0.00	0.01	1.26	1.30	s.i.	s.i.	0.00	0.00	17.97	
<b>INIA7</b>	s.i.	s.i.	7.77	0.00	0.01	0.00	0.01	0.90	1.01	s.i.	s.i.	0.00	0.00	16.09	
<b>INIA8</b>	s.i.	s.i.	4.62	0.00	0.00	0.00	0.02	3.86	3.80	s.i.	s.i.	0.00	0.00	27.46	
<b>INIA9</b>	s.i.	s.i.	7.83	0.00	0.00	0.00	0.01	1.66	1.98	s.i.	s.i.	0.00	0.00	6.91	
<b>INIA10</b>	s.i.	s.i.	7.90	0.11	0.00	0.00	0.01	1.35	1.76	s.i.	s.i.	0.00	0.01	16.46	
<b>INIA11</b>	s.i.	s.i.	6.19	0.00	0.00	0.00	0.01	1.05	1.09	s.i.	s.i.	0.00	0.00	6.93	
<b>INIA12</b>	s.i.	s.i.	4.61	0.00	0.00	0.00	0.01	3.06	2.98	s.i.	s.i.	0.00	0.00	12.26	

	Pentaclorofenol (PCP)	Pentaclorofenol (PCP)	pH de Laboratorio	Plata	Plata	Plomo	Plomo	Potasio	Potasio	RAS	Razon NO3 NO2	Selenio	Selenio	Sodio	
	Fracción total	Fracción total		Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total			Fracción disuelta	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta
	mg/L	µg/L	Unidades de pH	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio		Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
<b>INIA13</b>	s.i.	s.i.	7.75	0.00	0.01	0.00	0.01	1.57	1.61	s.i.	s.i.	0.00	0.00	23.89	
<b>INIA14</b>	s.i.	s.i.	8.64	0.00	0.00	0.00	0.01	0.57	1.02	s.i.	s.i.	0.00	0.00	15.76	
<b>INIA15</b>	s.i.	s.i.	7.88	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>INIA16</b>	s.i.	s.i.	7.41	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>JV1</b>	s.i.	s.i.	8.44	0.06	0.01	0.00	0.01	7.57	8.00	25.87	s.i.	0.00	0.00	306.08	
<b>JV2</b>	s.i.	s.i.	8.63	0.06	0.00	0.00	0.00	6.53	6.48	25.29	s.i.	0.01	0.00	274.30	
<b>JV3</b>	s.i.	s.i.	8.61	0.06	0.00	0.00	0.00	5.60	5.78	23.23	s.i.	0.01	0.00	249.77	
<b>HCO1</b>	s.i.	s.i.	7.06	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>HCO2</b>	s.i.	s.i.	8.12	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>HCO3</b>	s.i.	s.i.	7.92	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>HCO4</b>	s.i.	s.i.	8.53	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>promedio</b>	<b>2.50</b>	<b>3.53</b>	<b>7.40</b>	<b>0.02</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1.25</b>	<b>3.44</b>	<b>3.19</b>	<b>25.25</b>	<b>0.10</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>81.96</b>	
<b>contar</b>	<b>8</b>	<b>37</b>	<b>67</b>	<b>56</b>	<b>61</b>	<b>56</b>	<b>61</b>	<b>58</b>	<b>60</b>	<b>5</b>	<b>37</b>	<b>59</b>	<b>58</b>	<b>58</b>	



**Tabla 14: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 7.**

	Sodio	Sodio Porcentual	Sólidos Totales Disueltos de Laboratorio	Sólidos Totales Suspensos de Lab	Sulfatos	Sulfuros	SAAM / Detergentes	Temperatura	Tetracloroetano	Tetracloroetano	Tolueno	Tolueno	Tribromometano	Triclorometano	
	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total		Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total
	mg/L	%	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		°C	mg/L	µg/L	mg/L	µg/L	mg/L	µg/L
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio		Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
<b>NE5</b>	12.73	4.35	1549.35	25.70	1104.46	0.24	0.10	s.i.	s.i.	4.88	25.00	24.54	0.05	0.05	
<b>NE2A</b>	12.70	5.51	1114.55	20.95	717.29	0.24	0.10	s.i.	s.i.	4.92	25.00	24.42	0.05	0.05	
<b>NE1A</b>	6.20	8.09	252.83	35.00	103.99	0.24	0.10	s.i.	s.i.	5.00	s.i.	25.00	0.05	0.05	
<b>NE3</b>	8.09	6.95	491.77	88.71	294.47	0.24	0.10	s.i.	s.i.	4.92	25.00	24.62	0.05	0.05	
<b>PX1</b>	3.47	6.60	177.35	s.i.	61.71	0.25	0.10	s.i.	s.i.	5.00	s.i.	25.00	0.05	0.05	
<b>NE4</b>	6.87	7.80	349.36	59.10	188.62	0.22	0.10	s.i.	s.i.	4.93	s.i.	24.63	0.05	0.05	
<b>PX2</b>	8.02	8.15	382.68	s.i.	228.73	0.25	0.11	s.i.	s.i.	5.00	s.i.	25.00	0.05	0.07	
<b>CN2</b>	6.63	12.44	136.03	5.00	17.44	0.25	0.11	s.i.	s.i.	5.00	s.i.	25.00	0.05	0.05	
<b>PX3</b>	7.07	9.04	283.43	s.i.	142.05	0.25	0.10	s.i.	s.i.	5.00	s.i.	25.00	0.05	0.05	
<b>NE7</b>	8.42	6.23	479.13	52.50	282.73	0.26	0.10	s.i.	s.i.	5.00	s.i.	25.00	0.05	0.05	
<b>NE8</b>	7.56	7.32	372.20	59.86	181.28	0.22	0.10	s.i.	s.i.	4.93	s.i.	24.63	0.05	0.05	
<b>CN7</b>	9.15	8.39	368.83	23.17	188.87	0.24	0.10	s.i.	s.i.	5.00	s.i.	25.00	0.05	0.05	
<b>CN8</b>	10.17	6.97	509.36	7.56	287.10	0.38	0.13	s.i.	s.i.	7.61	s.i.	38.04	0.08	0.08	
<b>NE9</b>	9.56	7.67	411.88	46.40	221.59	0.36	0.13	s.i.	s.i.	7.43	s.i.	37.14	0.07	0.07	
<b>TO-1A</b>	12.69	11.01	523.07	5826.75	290.32	0.39	0.14	s.i.	s.i.	8.33	s.i.	41.67	0.08	0.08	
<b>TO3</b>	7.15	6.46	370.31	83.74	152.27	0.37	0.13	s.i.	s.i.	10.00	s.i.	50.00	0.10	0.10	
<b>TO6A</b>	8.48	9.38	306.56	56.36	113.38	0.40	0.14	s.i.	s.i.	8.84	s.i.	44.20	0.09	0.09	
<b>PY6</b>	10.98	14.98	212.86	s.i.	69.40	0.38	0.14	s.i.	s.i.	7.66	s.i.	38.28	0.08	0.08	
<b>PY5</b>	8.45	14.34	178.27	s.i.	65.03	0.39	0.15	s.i.	s.i.	7.86	s.i.	39.29	0.08	0.08	

	Sodio	Sodio Porcentual	Sólidos Totales Disueltos de Laboratorio	Sólidos Totales Suspendidos de Lab	Sulfatos	Sulfuros	SAAM / Detergentes	Temperatura	Tetraclo-roeteno	Tetraclo-roeteno	Tolueno	Tolueno	Tribromomet ano	Tricloromet ano	
	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total		Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total
	mg/L	%	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		°C	mg/L	µg/L	mg/L	µg/L	mg/L	µg/L
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio		Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
<b>TO-7</b>	11.42	13.92	231.53	92.25	60.21	0.36	0.13	s.i.	s.i.	7.71	s.i.	38.54	0.08	0.08	
<b>VIT4</b>	13.95	16.23	289.57	67.04	90.73	0.45	0.19	s.i.	s.i.	10.00	s.i.	50.00	0.10	0.10	
<b>PO10</b>	29.96	7.67	1515.30	23.66	975.28	0.33	0.14	s.i.	s.i.	7.40	s.i.	37.00	0.07	0.07	
<b>PO7B</b>	30.27	8.32	1339.25	25.60	835.06	0.36	0.13	s.i.	s.i.	7.50	s.i.	37.50	0.08	0.08	
<b>VIT5</b>	22.18	10.81	743.35	30.89	412.42	0.40	0.15	s.i.	s.i.	9.28	s.i.	46.38	0.09	0.09	
<b>VIT3</b>	16.86	12.45	458.98	79.60	211.32	0.43	0.16	s.i.	s.i.	10.00	s.i.	50.00	0.10	0.10	
<b>VIT1</b>	19.48	12.92	499.14	251.45	222.22	0.39	0.13	s.i.	s.i.	7.61	s.i.	38.04	0.08	0.08	
<b>VIT6</b>	24.83	13.50	628.75	62.40	328.30	0.38	0.13	s.i.	s.i.	7.61	s.i.	38.04	0.08	0.08	
<b>CA3</b>	23.17	13.35	564.71	89.33	283.66	0.38	0.14	s.i.	s.i.	7.57	s.i.	37.86	0.08	0.08	
<b>VIT2</b>	21.95	13.10	577.79	70.86	268.85	0.45	0.15	s.i.	s.i.	10.00	s.i.	50.00	0.10	0.10	
<b>VIT8</b>	23.22	13.43	584.91	35.70	283.58	3.51	0.13	s.i.	s.i.	7.61	s.i.	38.04	0.08	0.08	
<b>CA4</b>	23.90	13.15	608.91	35.11	286.66	0.37	0.14	s.i.	s.i.	7.65	s.i.	38.24	0.08	0.08	
<b>PY2</b>	31.68	13.00	718.46	s.i.	354.25	0.38	0.14	s.i.	s.i.	7.57	s.i.	37.86	0.08	0.08	
<b>A10</b>	27.07	19.27	461.70	18.50	203.65	0.38	0.14	s.i.	s.i.	7.61	s.i.	38.04	0.08	0.08	
<b>A8</b>	17.74	13.20	441.66	57.40	216.09	0.38	0.13	s.i.	s.i.	7.61	s.i.	38.04	0.08	0.08	
<b>PY1</b>	32.80	16.64	582.37	s.i.	267.72	0.38	0.14	s.i.	s.i.	7.57	s.i.	37.86	0.08	0.08	
<b>PY3</b>	31.73	15.51	628.65	s.i.	290.33	0.38	0.15	s.i.	s.i.	7.57	s.i.	37.86	0.08	0.08	
<b>PY4</b>	32.56	15.14	641.51	s.i.	302.23	0.38	0.14	s.i.	s.i.	7.57	s.i.	37.86	0.08	0.08	
<b>Río Huasco en</b>	469.71	s.i.	s.i.	s.i.	740.12	s.i.	s.i.	20.54	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	

	Sodio	Sodio Porcentual	Sólidos Totales Disueltos de Laboratorio	Sólidos Totales Suspendidos de Lab	Sulfatos	Sulfuros	SAAM / Detergentes	Temperatura	Tetracloroeteno	Tetracloroeteno	Tolueno	Tolueno	Tribromometano	Triclorometano	
	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total		Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total
	mg/L	%	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		°C	mg/L	µg/L	mg/L	µg/L	mg/L	µg/L
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio		Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
<b>Huasco bajo</b>															
<b>Planta Alto Huasco C2</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	1409.08	s.i.	s.i.	18.31	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>DGA2-JV36</b>	71.97	s.i.	524.29	s.i.	350.44	0.09	s.i.	20.39	s.i.	7.50	s.i.	5.00	s.i.	s.i.	
<b>DGA3-JV10</b>	24.93	s.i.	427.63	4.70	321.19	0.07	s.i.	21.42	s.i.	0.68	s.i.	2.00	s.i.	s.i.	
<b>DGA4-JV9</b>	22.12	s.i.	357.33	9.33	225.00	0.07	s.i.	20.22	s.i.	0.68	s.i.	2.00	s.i.	s.i.	
<b>DGA5-JV20</b>	6.91	s.i.	250.50	65.14	207.38	0.07	0.07	18.02	s.i.	3.63	s.i.	3.83	s.i.	s.i.	
<b>DGA6</b>	21.00	s.i.	236.86	26.44	195.44	0.09	0.07	14.29	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>INIA1</b>	254.28	s.i.	1182.89	9.88	758.10	0.07	0.07	22.61	s.i.	0.68	s.i.	2.00	s.i.	s.i.	
<b>INIA2</b>	263.81	s.i.	1142.89	8.10	684.80	0.09	0.08	19.93	s.i.	10.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>INIA3-JV3</b>	227.31	s.i.	1074.22	11.38	654.00	0.07	0.07	21.11	s.i.	3.36	s.i.	3.25	s.i.	s.i.	
<b>INIA4</b>	22.89	s.i.	326.75	10.10	249.11	0.07	0.08	19.90	s.i.	3.70	s.i.	2.00	s.i.	s.i.	
<b>INIA5-JV13</b>	18.81	s.i.	333.89	60.33	291.11	0.07	0.08	12.52	s.i.	3.70	s.i.	2.00	s.i.	s.i.	
<b>INIA6-JV14</b>	17.12	s.i.	286.00	11.22	239.78	0.07	0.07	13.57	s.i.	4.51	s.i.	3.83	s.i.	s.i.	
<b>INIA7</b>	12.13	s.i.	162.56	14.90	114.62	0.07	0.07	13.14	s.i.	4.51	s.i.	3.83	s.i.	s.i.	
<b>INIA8</b>	23.90	s.i.	705.25	114.40	966.50	0.07	0.07	6.86	s.i.	3.70	s.i.	2.00	s.i.	s.i.	
<b>INIA9</b>	6.97	s.i.	193.44	9.56	156.75	0.07	0.08	4.37	s.i.	3.70	s.i.	2.00	s.i.	s.i.	

	Sodio	Sodio Porcentual	Sólidos Totales Disueltos de Laboratorio	Sólidos Totales Suspensos de Lab	Sulfatos	Sulfuros	SAAM / Detergentes	Temperatura	Tetracloroetano	Tetracloroetano	Tolueno	Tolueno	Tribromometano	Triclorometano	
	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total		Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total
	mg/L	%	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		°C	mg/L	µg/L	mg/L	µg/L	mg/L	µg/L
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio		Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
<b>INIA10</b>	15.43	s.i.	281.25	21.88	202.00	0.07	0.07	18.78	s.i.	3.63	s.i.	58.00	s.i.	s.i.	
<b>INIA11</b>	6.13	s.i.	166.88	42.11	150.13	0.07	0.07	10.36	s.i.	3.59	s.i.	3.67	s.i.	s.i.	
<b>INIA12</b>	10.47	s.i.	503.33	14.88	573.25	0.07	0.07	9.00	s.i.	3.70	s.i.	2.00	s.i.	s.i.	
<b>INIA13</b>	20.11	s.i.	256.44	50.00	231.44	0.07	0.07	12.61	s.i.	0.55	s.i.	2.00	s.i.	s.i.	
<b>INIA14</b>	15.96	s.i.	136.67	12.50	55.18	0.07	0.07	14.82	s.i.	0.55	s.i.	2.00	s.i.	s.i.	
<b>INIA15</b>	s.i.	s.i.	235.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	14.23	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>INIA16</b>	s.i.	s.i.	387.40	s.i.	208.64	s.i.	s.i.	20.01	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>JV1</b>	315.94	44.98	1474.50	5.50	769.17	0.03	0.04	19.37	s.i.	0.80	s.i.	2.00	s.i.	0.21	
<b>JV2</b>	281.90	46.15	1161.67	16.17	727.50	0.03	0.04	20.43	s.i.	0.80	s.i.	2.00	s.i.	0.21	
<b>JV3</b>	256.55	44.49	1063.33	18.17	628.67	0.03	0.04	18.95	s.i.	0.80	s.i.	2.00	s.i.	0.21	
<b>HCO1</b>	26.76	s.i.	552.55	s.i.	257.56	s.i.	s.i.	51.98	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>HCO2</b>	25.40	s.i.	507.03	s.i.	245.81	s.i.	s.i.	46.25	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>HCO3</b>	126.16	s.i.	2015.75	s.i.	385.69	s.i.	s.i.	71.85	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>HCO4</b>	261.36	s.i.	1725.25	s.i.	655.81	s.i.	s.i.	112.18	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>promedio</b>	<b>53.52</b>	<b>13.47</b>	<b>579.35</b>	<b>160.56</b>	<b>352.39</b>	<b>0.29</b>	<b>0.11</b>	<b>23.60</b>		<b>5.65</b>	<b>25.00</b>	<b>24.93</b>	<b>0.07</b>	<b>0.08</b>	
<b>contar</b>	<b>64</b>	<b>40</b>	<b>65</b>	<b>49</b>	<b>66</b>	<b>59</b>	<b>56</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>58</b>	<b>3</b>	<b>57</b>	<b>37</b>	<b>40</b>	

Tabla 15: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 8.

	Trihalom etanos	Turbidez de Lab	Vana dio	Xileno	Xileno	Zinc	Zinc	pH en Terreno	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	Amo nio	Nitrógeno de Kjeldahl	Fosfa to	Fósforo	
				Fracció n total	Fracció n total	Fracción disuelta	Fracció n total						Fracció n total	
	mg/L	NTU		mg/L	mg/L	µg/L	mg/L					mg/L	mg/L	mg/L
	Prome dio	Promedio		Prom edio	Promed io	Promed io	Promedio					Prome dio	Unidades de pH	Promedio
NE5	0.11	237.22	0.08	25.00	24.56	14.70	14.72	3.42	0.50	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
NE2A	0.10	735.91	0.00	25.00	24.58	8.05	8.18	4.24	0.50	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
NE1A	0.10	6.43	0.00	s.i.	25.00	0.02	0.03	7.07	11.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
NE3	0.10	52.67	0.00	s.i.	24.62	2.89	2.72	5.28	0.50	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
PX1	0.10	0.44	0.00	s.i.	25.00	0.05	0.10	7.15	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
NE4	0.10	39.53	0.01	s.i.	24.63	1.59	1.42	6.83	0.50	s.i.	0.31	s.i.	s.i.	
PX2	0.20	61.65	0.00	s.i.	25.00	1.81	2.03	6.98	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
CN2	0.11	3.60	0.00	s.i.	25.00	0.02	0.03	7.45	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
PX3	0.10	61.91	0.00	s.i.	25.00	0.89	1.26	7.14	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
NE7	0.10	17.97	0.00	s.i.	25.00	0.10	0.14	6.65	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
NE8	0.10	26.03	0.00	s.i.	24.63	0.31	0.49	7.17	4.44	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
CN7	0.10	209.27	0.00	s.i.	25.00	0.24	0.53	7.16	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
CN8	0.15	3.91	0.00	s.i.	38.04	0.12	0.26	7.05	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
NE9	0.15	214.35	0.00	s.i.	37.14	0.14	0.33	7.09	1.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
TO-1A	0.17	260.13	0.01	s.i.	41.67	1.44	1.54	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
TO3	0.20	30.84	0.00	s.i.	50.00	0.02	0.11	7.60	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
TO6A	0.18	49.69	0.00	s.i.	44.20	0.02	0.07	7.48	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
PY6	0.15	50.22	0.00	s.i.	38.28	0.06	0.10	7.22	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
PY5	0.16	2.49	0.00	s.i.	39.29	0.02	0.03	7.24	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	

TO-7	0.15	837.56	0.04	s.i.	38.54	0.01	0.23	7.93	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
VIT4	0.20	129.62	0.02	s.i.	50.00	0.01	0.09	7.66	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
PO10	0.15	37.89	0.00	s.i.	37.00	1.23	1.23	4.84	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
PO7B	0.15	43.99	0.00	s.i.	37.50	1.01	0.98	4.93	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
VIT5	0.19	30.02	0.00	s.i.	46.07	0.19	0.29	7.60	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
VIT3	0.20	115.77	0.01	s.i.	50.00	0.05	0.13	7.61	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
VIT1	0.15	158.48	0.03	s.i.	37.86	0.03	0.21	7.46	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
VIT6	0.15	14.21	0.00	s.i.	38.04	0.02	0.06	7.44	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
CA3	0.15	35.95	0.01	s.i.	37.86	0.03	0.06	7.47	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
VIT2	0.20	111.26	0.01	s.i.	49.64	0.03	0.11	7.56	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
VIT8	0.15	43.54	0.02	s.i.	37.86	0.03	0.16	7.41	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
CA4	0.15	35.36	0.00	s.i.	38.04	0.02	0.04	7.21	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
PY2	0.15	10.26	0.00	s.i.	37.86	0.02	0.03	7.51	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
A10	0.15	27.90	0.00	s.i.	38.04	0.05	0.16	7.35	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
A8	0.15	127.27	0.00	s.i.	38.04	0.08	0.23	7.07	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
PY1	0.15	24.55	0.00	s.i.	37.86	0.02	0.05	7.30	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
PY3	0.15	25.46	0.00	s.i.	37.86	0.02	0.05	7.42	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
PY4	0.15	21.58	0.00	s.i.	37.86	0.77	0.89	7.47	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
Río Huasco en Huasco bajo	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.02	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
Planta Alto Huasco C2	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.09	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
DGA2-JV36	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.02	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
DGA3-JV10	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.00	0.01	s.i.	2.00	0.04	1.25	0.19	0.13
DGA4-JV9	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.01	0.05	s.i.	2.38	0.04	1.41	0.32	0.29
DGA5-JV20	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.20	0.26	7.49	2.25	0.04	1.59	0.33	0.08
DGA6	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.21	8.04	2.17	0.04	1.54	0.23	0.23
INIA1	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.00	0.01	8.62	2.11	0.07	1.44	0.49	0.22

<b>INIA2</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.01	8.63	2.43	0.04	1.82	0.65	0.23
<b>INIA3-JV3</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.00	0.02	8.79	2.22	0.04	1.44	0.72	0.37
<b>INIA4</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.00	0.03	8.16	2.44	0.04	1.46	0.63	0.20
<b>INIA5-JV13</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.02	0.09	7.99	2.44	0.04	1.76	0.50	0.37
<b>INIA6-JV14</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.03	0.08	8.05	1.89	0.04	1.42	0.61	0.32
<b>INIA7</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.00	0.00	7.77	1.78	0.04	1.10	0.44	0.23
<b>INIA8</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	1.52	1.45	4.62	2.33	0.04	1.61	0.62	0.36
<b>INIA9</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.00	0.00	7.83	2.78	0.04	1.29	0.61	0.23
<b>INIA10</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.03	0.09	7.90	2.44	0.04	1.43	0.69	0.18
<b>INIA11</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	1.37	1.45	6.19	2.44	0.04	1.25	0.57	0.28
<b>INIA12</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	8.02	6.32	4.61	2.67	0.04	1.36	0.61	0.28
<b>INIA13</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.11	0.30	7.75	2.67	0.03	1.36	0.69	0.34
<b>INIA14</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.00	0.02	8.64	2.44	0.04	1.47	0.61	0.31
<b>INIA15</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.06	s.i.	7.88	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA16</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.94	2.49	1.42	0.87
<b>JV1</b>	s.i.	s.i.	0.01	s.i.	5.23	0.00	0.39	s.i.	1.33	0.02	0.02	0.04	0.02
<b>JV2</b>	s.i.	s.i.	0.01	s.i.	5.29	0.00	0.01	s.i.	2.17	0.16	0.17	0.18	0.10
<b>JV3</b>	s.i.	s.i.	0.01	s.i.	5.00	0.00	0.01	s.i.	1.67	0.02	0.02	0.23	0.15
<b>HCO1</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	2.13	0.10	s.i.	s.i.	s.i.
<b>HCO2</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	2.63	0.11	s.i.	s.i.	s.i.
<b>HCO3</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	11.75	4.83	s.i.	s.i.	s.i.
<b>HCO4</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	4.38	0.35	s.i.	s.i.	s.i.
<b>promedio</b>	<b>0.15</b>	<b>105.27</b>	<b>0.01</b>	<b>25.00</b>	<b>33.20</b>	<b>0.83</b>	<b>0.82</b>	<b>7.14</b>	<b>2.70</b>	<b>0.28</b>	<b>1.26</b>	<b>0.52</b>	<b>0.26</b>
<b>contar</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>40</b>	<b>2</b>	<b>40</b>	<b>57</b>	<b>61</b>	<b>53</b>	<b>32</b>	<b>26</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>22</b>



**Tabla 16: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 9.**

	Bifenilos Policlorados (PCBs)	Detergentes (SAAM)	Indice de Fenol	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	Hidrocarburos totales	Hidrocarburos fijos	Hidrocarburos Volátiles	Estaño Total	Estaño Disuelto	Oxígeno Disuelto de campo	Sólidos Totales Disueltos de Campo	Sal % Campo	Temperatura Agua Campo	Temperatura Aire
	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	°C	°C
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
<b>NE5</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	11.59	1.05	0.08	5.06	6.49
<b>NE2A</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	12.69	0.75	0.06	4.39	8.33
<b>NE1A</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	12.10	0.25	0.02	5.96	8.70
<b>NE3</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.05	0.40	0.03	6.58	12.66
<b>PX1</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.36	0.18	0.01	5.64	11.61
<b>NE4</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.54	0.30	0.02	7.99	17.67
<b>PX2</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.41	0.31	0.02	9.89	17.19
<b>CN2</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.10	0.12	0.01	9.20	17.92
<b>PX3</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	14.11	0.23	0.02	9.42	17.68
<b>NE7</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.63	0.42	0.03	8.17	20.48
<b>NE8</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.53	0.30	0.02	9.11	20.46
<b>CN7</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	14.31	0.32	0.02	13.14	20.73
<b>CN8</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	14.04	0.48	0.03	12.57	20.82
<b>NE9</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.72	0.37	0.02	11.79	19.28
<b>TO-1A</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>TO3</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	14.13	0.39	0.05	4.78	14.12
<b>TO6A</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	si	0.32	0.02	9.59	17.30

	Bifenilos Policlorados (PCBs)	Detergentes (SAAM)	Indice de Fenol	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	Hidrocarburos totales	Hidrocarburos fijos	Hidrocarburos Volátiles	Estaño Total	Estaño Disuelto	Oxígeno Disuelto de campo	Sólidos Totales Disueltos de Campo	Sal % Campo	Temperatura Agua Campo	Temperatura Aire
	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	°C	°C
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
<b>PY6</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	12.14	0.23	0.02	6.88	15.30
<b>PY5</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.78	0.19	0.01	9.20	13.15
<b>TO-7</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	11.46	0.21	0.02	13.99	21.23
<b>VIT4</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.68	0.27	0.02	10.81	17.13
<b>PO10</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	14.34	1.21	0.09	4.08	9.43
<b>PO7B</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	14.40	1.07	0.08	3.82	11.68
<b>VIT5</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.37	0.63	0.05	9.82	20.70
<b>VIT3</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.03	0.40	0.03	10.56	19.75
<b>VIT1</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	14.09	0.41	0.03	8.45	17.22
<b>VIT6</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.50	0.53	0.04	9.58	16.44
<b>CA3</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	14.04	0.51	0.04	9.02	16.12
<b>VIT2</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.86	0.49	0.04	8.35	16.32
<b>VIT8</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.79	0.49	0.04	9.32	17.42
<b>CA4</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	14.20	0.54	0.04	11.60	15.97
<b>PY2</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.80	0.66	0.05	15.89	21.13
<b>A10</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	14.14	0.43	0.03	11.82	19.48
<b>A8</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.94	0.41	0.03	11.86	18.62
<b>PY1</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.84	0.60	0.04	14.29	19.88
<b>PY3</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.76	0.60	0.05	14.54	19.61
<b>PY4</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	14.06	0.61	0.05	15.36	20.38

	Bifenilos Policlorados (PCBs)	Detergentes (SAAM)	Indice de Fenol	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	Hidrocarburos totales	Hidrocarburos fijos	Hidrocarburos Volátiles	Estaño Total	Estaño Disuelto	Oxígeno Disuelto de campo	Sólidos Totales Disueltos de Campo	Sal % Campo	Temperatura Agua Campo	Temperatura Aire
	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	°C	°C
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
<b>Río Huasco en Huasco bajo</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>Planta Alto Huasco C2</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>DGA2-JV36</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>DGA3-JV10</b>	0.00	0.08	0.20	0.08	3.00	3.00	0.17	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>DGA4-JV9</b>	0.00	0.07	s.i.	0.07	3.00	3.00	0.17	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>DGA5-JV20</b>	0.04	s.i.	0.00	0.11	3.71	3.71	0.21	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>DGA6</b>	s.i.	s.i.	0.00	s.i.	5.00	5.00	0.10	0.05	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA1</b>	0.00	s.i.	0.00	0.07	2.33	2.33	0.17	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA2</b>	s.i.	s.i.	0.00	s.i.	5.00	5.00	0.10	0.05	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA3-JV3</b>	0.04	s.i.	0.00	0.10	3.50	3.50	0.23	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA4</b>	0.00	s.i.	0.00	0.05	3.00	3.00	0.15	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA5-JV13</b>	0.00	s.i.	0.00	0.05	3.00	3.00	0.15	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA6-JV14</b>	0.04	s.i.	0.00	4.21	4.00	4.22	0.20	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA7</b>	0.04	s.i.	0.00	3.27	4.00	3.88	0.20	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA8</b>	0.00	s.i.	0.00	15.33	2.67	4.91	0.17	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA9</b>	0.00	s.i.	0.00	0.05	2.33	2.33	0.17	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA10</b>	0.04	s.i.	0.00	0.11	3.89	3.89	0.26	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA11</b>	0.04	s.i.	0.00	0.10	3.75	3.75	0.28	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA12</b>	0.00	s.i.	0.00	0.05	2.33	2.33	0.17	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.

	Bifenilos Policlorados (PCBs)	Detergentes (SAAM)	Indice de Fenol	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	Hidrocarburos totales	Hidrocarburos fijos	Hidrocarburos Volátiles	Estaño Total	Estaño Disuelto	Oxígeno Disuelto de campo	Sólidos Totales Disueltos de Campo	Sal % Campo	Temperatura Agua Campo	Temperatura Aire
	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	Fración disuelta	Fración total	Fración total	Fración total	Fración total	°C	°C
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
<b>INIA13</b>	0.00	s.i.	0.00	0.05	2.33	2.33	0.17	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA14</b>	0.00	s.i.	0.00	0.05	2.33	2.33	0.17	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA15</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>INIA16</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>JV1</b>	0.00	s.i.	0.00	0.31	1.00	1.00	0.28	0.01	0.01	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>JV2</b>	0.00	s.i.	0.00	0.15	1.00	1.00	0.20	0.01	0.01	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>JV3</b>	0.00	s.i.	0.00	0.07	1.00	1.00	0.20	0.01	0.01	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>HCO1</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>HCO2</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>HCO3</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>HCO4</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
<b>promedio contar</b>	0.01 19	0.07 2	0.01 20	1.28 19	2.96 21	3.07 21	0.19 21	0.04 21	0.00 19	13.53 35	0.46 36	0.04 36	9.51 36	16.62 36

Tabla 17: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 4.

	Conductividad de campo	Turbidez de Campo	Color	Vanadio	Sólidos Sedimentables
				Fracción disuelta	
	$\mu\text{S/cm}$	NTU	UC	mg/L	
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	mL/L/h
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
NE5	1629.17	1.38	s.i.		
NE2A	1169.33	23.94	s.i.		
NE1A	392.67	25.35	s.i.		
NE3	623.83	35.52	s.i.		
PX1	270.00	0.50	s.i.		
NE4	475.42	21.88	4.70		
PX2	475.25	16.33	s.i.		
CN2	191.83	1.92	s.i.		
PX3	358.58	10.82	s.i.		
NE7	661.33	10.48	s.i.		
NE8	472.33	19.02	4.25		
CN7	494.92	100.11	s.i.		
CN8	739.00	2.40	s.i.	s.i.	
NE9	573.50	62.56	s.i.	s.i.	
TO-1A	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
TO3	608.33	0.07	5.77	s.i.	
TO6A	502.17	7.82	5.88	s.i.	
PY6	358.80	199.80	s.i.	s.i.	
PY5	294.83	0.90	s.i.	s.i.	
TO-7	314.25	499.50	s.i.	s.i.	

	Conductividad de campo	Turbidez de Campo	Color	Vanadio	Sólidos Sedimentables
				Fración disuelta	
	µS/cm	NTU	UC	mg/L	
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
					mL/L/h
VIT4	417.17	93.44	6.47	s.i.	
PO10	1892.86	123.20	s.i.	s.i.	
PO7B	1664.44	122.32	s.i.	s.i.	
VIT5	992.00	1.96	6.30	s.i.	
VIT3	624.00	98.91	6.84	s.i.	
VIT1	652.67	173.88	s.i.	s.i.	
VIT6	835.17	15.50	s.i.	s.i.	
CA3	789.92	119.71	s.i.	s.i.	
VIT2	779.00	115.15	s.i.	s.i.	
VIT8	768.50	144.23	s.i.	s.i.	
CA4	849.33	131.58	s.i.	s.i.	
PY2	1024.58	125.26	s.i.	s.i.	
A10	609.04	29.83	s.i.	s.i.	
A8	629.25	66.51	s.i.	s.i.	
PY1	929.33	77.04	s.i.	s.i.	
PY3	937.00	118.95	s.i.	s.i.	
PY4	960.92	111.63	s.i.	s.i.	
Río Huasco en Huasco bajo	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
Planta Alto Huasco C2	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
DGA2-JV36	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
DGA3-JV10	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	

	Conductividad de campo	Turbidez de Campo	Color	Vanadio	Sólidos Sedimentables
				Fración disuelta	
	$\mu\text{S/cm}$	NTU	UC	mg/L	
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	mL/L/h
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
DGA4-JV9	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
DGA5-JV20	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
DGA6	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA1	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA2	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA3-JV3	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA4	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA5-JV13	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA6-JV14	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA7	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA8	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA9	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA10	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA11	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA12	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA13	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA14	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA15	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA16	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
JV1	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
JV2	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	



	Conductividad de campo	Turbidez de Campo	Color	Vanadio	Sólidos Sedimentables
				Fración disuelta	
	$\mu\text{S/cm}$	NTU	UC	mg/L	mL/L/h
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
<b>JV3</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
<b>HCO1</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	86.81
<b>HCO2</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	72.06
<b>HCO3</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	127.88
<b>HCO4</b>	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	246.06
promedio	721.13	75.26	5.74		133.20
contar	36	36	7	0	4

En la siguiente tabla se presentan aquellos parámetros para los cuales se encontraron resultados en la mayoría de las estaciones (más de 60 estaciones). Se presentan igualmente los valores “promedio” para toda la cuenca, considerando todos los resultados disponibles en la base de datos.

**Tabla 18: Parámetros para los cuales se encontraron resultados en más de 60 de las 73 estaciones de muestreo. Valor promedio de cada parámetro en la cuenca de estudio.**

PARAMETRO	CANTIDAD DATOS	%	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MEDIANA
Aceites y Grasas (mg/L) (Total)	751	60	0,5	12	3,1	2
Alcalinidad Total como CaCO <sub>3</sub> (mg/L) (Total)	765	61	2,5	166	58,9	60
Aluminio (mg/L) (Disuelto)	964	77	0	48,985	0,5	0,05
Aluminio (mg/L) (Total)	1164	93	0	53,4	2,0	0,6105
Amoniaco (mg/L) (Total)	770	62	0,0025	0,12	0,036	0,03
Arsénico (mg/L) (Disuelto)	932	75	0,00005	0,201	0,003	0,001
Arsénico (mg/L) (Total)	1161	93	0,00005	0,0561	0,005	0,0036
Bario (mg/L) (Disuelto)	903	72	0,0005	0,214	0,022	0,022
Bario (mg/L) (Total)	1057	85	0,0005	1,2	0,032	0,027
Benceno (ug/L)	608	49	2	5	3,1	2,5
Berilio (mg/L) (Disuelto)	875	70	0,0003	0,012	0,0027	0,001
Berilio (mg/L) (Total)	905	73	0,00034	0,014	0,0028	0,001
Bicarbonatos (mg/L) (Total)	939	75	3	627,478	85,1	75
Boro (mg/L) (Disuelto)	968	78	0,0073	1,866	0,3	0,25
Boro (mg/L) (Total)	1135	91	0,002	4,237	0,4	0,25
Cadmio (mg/L) Disuelto	1002	80	0,00005	0,0583	0,002	0,00025
Cadmio (mg/L) (Total)	1182	95	0,00005	0,059	0,003	0,0005
Calcio (mg/L) Disuelto	994	80	3,488	307,6	77,9	78
Calcio (mg/L) (Total)	1112	89	1	365	84,4	83,295
Cianuro (mg/L) (Total)	1147	92	0,001	0,02	0,004	0,0025
Cloruros (mg/L) (Total)	1182	95	0,962	81738,4	163,4	10
Cobalto (mg/L) (Disuelto)	898	72	0,00042	0,0879	0,005	0,003
Cobalto (mg/L) (Total)	1093	88	0,0004	0,0949	0,006	0,005
Cobre (mg/L) (Disuelto)	936	75	0,0005	1,27	0,019	0,005
Cobre (mg/L) (Total)	1139	91	0,0005	1,47	0,041	0,01
Coliformes Fecales (NMP/100ml) (Total)	1073	86	0,9	7900	64,8	7
Coliformes Totales (NMP/100ml) (Total)	1044	84	0,00613	70000	474,8	49
Color (PtCo) (Total)	1125	90	2	30	5,3	5
Conductividad de laboratorio	1212	97	134	3180	670,7	595

PARAMETRO	CANTIDAD DATOS	%	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MEDIANA
(uS/cm) (Total)						
Cromo (mg/L) (Disuelto)	783	63	0,0004	0,865	0,006	0,002
Cromo (mg/L) (Total)	1097	88	0,00025	0,0834	0,006	0,005
Cromo Hexavalente (mg/L) (Total)	709	57	0,0004	0,0632	0,026	0,025
Fenoles (mg/L) (Total)	782	63	0,001	0,003	0,001	0,001
Flujo (L/s) (Total)	609	49	19	4160	970,5	908
Fluoruros (mg/L) (Total)	1118	90	0,006	2,3	0,4	0,4
Hierro (mg/L) (Disuelto)	956	77	0,0002	0,96	0,1	0,03
Hierro (mg/l) (Total)	1141	92	0,00198	7,44	0,5	0,27
Hierro 2+ (mg/L) (Disuelto)	647	52	0,5	1	0,6	0,5
Hierro 3+ (mg/L) (Disuelto)	709	57	0,33	5	0,8	0,5
Litio (mg/L) (Disuelto)	892	72	0,0005	0,193	0,032	0,016
Litio (mg/L) (Total)	1018	82	0,0002	0,445	0,045	0,029
Magnesio (mg/L) (Disuelto)	977	78	0,00198	165,269	17,6	14
Magnesio (mg/L) (Total)	1103	89	2	80,242	16,2	14
Manganeso (mg/L) (Disuelto)	973	78	0,00029	20,4	0,5	0,15
Manganeso (mg/L) (Total)	1159	93	0,00048	21,75	0,6	0,19
Mercurio (mg/L) (Disuelto)	985	79	0,00005	0,0013	0,0001	0,00005
Mercurio (mg/L) (Total)	1162	93	0,000025	0,0013	0,0001	0,00005
Molibdeno (mg/L) (Disuelto)	915	73	0,00026	0,0692	0,0049	0,005
Molibdeno (mg/L) (Total)	1105	89	0,00026	0,05	0,0075	0,005
Niquel (mg/L) (Disuelto)	973	78	0,0005	267,35	0,3	0,006
Niquel (mg/L) (Total)	1121	90	0,0005	0,107	0,0	0,008
Nitratos como NO3 (mg/L) (Total)	1158	93	0,01	16,8	1,4	1
Nitritos como NO2 (mg/L) (Total)	1104	89	0,0005	4,6	0,041	0,003
Nitrógeno (mg/L) (Total)	597	48	0,00159	12,1	0,7	0,6
pH de Laboratorio (Unidad de pH) (Total)	1246	100	4,16	10,02	7,7	7,85
Plata (mg/L) (Disuelto)	898	72	0,0002	0,225	0,003	0,0005
Plata (mg/L) (Total)	1047	84	0,00005	0,019	0,002	0,0005
Plomo (mg/L) (Disuelto)	951	76	0,00045	0,009	0,002	0,0005
Plomo (mg/L) (Total)	1122	90	0,0002	0,08	0,005	0,0025
Potasio (mg/L) (Disuelto)	959	77	0,05	98,5	3,8	1,5
Potasio (mg/L) (Total)	1063	85	0,05	11,99	1,8	1,6
Selenio (mg/L) (Disuelto)	886	71	0,00005	0,0059	0,0008	0,0005
Selenio (mg/L) (Total)	1006	81	0,00005	0,012	0,0011	0,001
Sodio (mg/L) (Disuelto)	967	78	3,6	2910	100,1	17

PARAMETRO	CANTIDAD DATOS	%	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MEDIANA
Sodio (mg/L) (Total)	1131	91	3,6	366,828	30,6	18
Sodio Porcentual (%) (Total)	935	75	4,61	50,38	13,1	12,12
Sólidos Totales Disueltos de Laboratorio (mg/L) (Total)	1191	96	60	2134	449,9	430
Sulfatos (mg/L) (Total)	1212	97	2,5	1800	288,2	242
Sulfuros (mg/L) (Total)	781	63	0,025	0,5	0,2	0,25
Sustancias Activas al Azul de Metileno / Detergentes (mg/L) (Total)	915	73	0,036	0,2	0,1	0,1
Tetracloroeteno (ug/L) (Total)	642	52	0,183	92	5,9	5
Tolueno (ug/L) (Total)	553	44	2	50	30,3	25
Triclorometano (mg/L)	594	48	0,00066	0,1	0,1	0,05
Turbidez de Lab (NTU) (Total)	738	59	0,15	191	10,5	5,95
Vanadio (mg/L) (Total)	914	73	0,0002	0,018	0,0	0,001
Xileno (ug/L) (Total)	617	50	5	50	28,0	25
Zinc (mg/L) (Disuelto)	915	73	0	8,8	0,2	0,03
Zinc (mg/L) (Total)	1107	89	0	12,4	0,3	0,085

En la siguiente tabla se presentan aquellos parámetros para los cuales se encontraron resultados en ninguna o en muy pocas estaciones (menos de 10 estaciones). Estos parámetros debieran ser excluidos de las evaluaciones posteriores, por falta de antecedentes.

**Tabla 19: Parámetros para los cuales se encontraron resultados en menos de 40% de los datos. Valor promedio de cada parámetro en la cuenca de estudio.**

PARAMETRO	CANTIDAD DATOS	%	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MEDIANA
2,4 D (ug/L) (Total)	483	39	15	30	20,6	15
Bromodichlorometano (mg/L)	483	39	0,0025	0,005	0,0	0,0025
Carbonato (mg/L) (Total)	152	12	0	135,809	16,8	3
Conductividad (mhos/cm)	29	2	10050	11830	11095,2	11230
DQO (mg/L O <sub>2</sub> )	283	23	5	142,936	15,0	6
DDT + DDD + DDE (ug/L)	483	39	1	2	1,4	1
Dibromoclorometano (mg/L)	482	39	0,0025	0,005	0,0	0,0025
ESCHERICHIA COLI (NMP/100ml)	487	39	0	7900	33,9	1
Fósforo de ortofosfato (mg/L PO <sub>4</sub> )	28	2	0,003	9,777	0,4	0,023
Lindano (ug/L)	365	29	1	2	1,5	1
Metoxicloro (Methoxychlor) (ug/L)	483	39	10	20	13,7	10
Monocloro Amina (mg/L)	478	38	0,05	0,1	0,1	0,05
Nitrógeno de Nitratos (mg/L)	58	5	0,022	2,74	0,5	0,2285

PARAMETRO	CANTIDAD DATOS	%	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MEDIANA
(Total)						
Nitrógeno de Nitrito (mg/L) (Total)	30	2	0,003	1,4	0,2	0,012
Olor (0=Ausencia;1=Presencia)	288	23	0	1	0,4	0
Oxígeno (mg/L) (Disuelto)	329	26	0,08	16,72	8,2	8,27
Pentaclorofenol (PCP) (mg/L) (Total)	33	3	2,5	2,5	2,5	2,5
Pentaclorofenol (PCP) (ug/L) (Total)	450	36	2,5	5	3,5	2,5
RAS	207	17	1,0438651	63,566	12,0	3,44220587
Razon NO3 NO2 (mg/L)	457	37	0	0,126	0,0	0,028
Sólidos Totales Suspendidos de Lab (mg/L) (Total)	380	30	1	665	22,0	5,5
Temperatura (°C)	457	37	0,1	27,7	15,5	16,3
Tetracloroeteno (mg/L) (Total)	0	0	0	0	#¡DIV/0!	#¡NUM!
Tolueno (mg/L) (Total)	113	9	2	2	2,0	2
Tribromometano (mg/L)	483	39	0,05	0,1	0,1	0,05
Trihalometanos (mg/L)	482	39	0,1	0,2	0,1	0,1
Xileno (mg/L) (Total)	0	0	0	0	#¡DIV/0!	#¡NUM!
pH en Terreno (Unidad de pH) (Total)	242	19	4,16	9,24	7,5	7,62
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L) (Total)	341	27	1	20	1,9	1
Amonio (mg/L)	364	29	0,001	11,7	0,3	0,0205
Nitrógeno de Kjeldahl (mg/L)	308	25	0,01	12,1	1,0	0,089
Fosfato (mg/L)	251	20	0,001	1,99	0,3	0,031
Fósforo (mg/L) (Total)	270	22	0,0004	2,56	0,2	0,0295
Bifenilos Policlorados (PCBs) (ug/L)	169	14	0,000044	0,1	0,0	0,000044
Detergentes (SAAM) (mg/L)	150	12	0,036	0,1	0,0	0,036
Indice de Fenol (mg/L)	224	18	0,001	0,002	0,0	0,002
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos(HAP) (ug/L)	154	12	0,047	30,62	0,3	0,047
Hidrocarburos (mg/L) (Totales)	223	18	1	5	1,8	1
Hidrocarburos (mg/L) (Fijos)	208	17	1	8,72	1,9	1
Hidrocarburos (Volátiles)	194	16	0,1	0,7	0,2	0,2
Estaño (mg/L) (Total)	240	19	0,001	1	0,0	0,0235
Estaño (mg/L) (Disuelto)	130	10	0,001	1	0,0	0,001
Oxígeno Disuelto de Campo	81	7	7,7	18,11	14,2	15,06
Sólidos Totales Disueltos de campo (g/L) (Total)	80	6	0,118	0,596	0,4	0,4355
Sal % de Campo (%) (Total)	76	6	0,01	0,04	0,0	0,03
Temperatura Agua Campo (°C)	84	7	1,21	21,3	11,3	11,11

PARAMETRO	CANTIDAD DATOS	%	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MEDIANA
(Total)						
Temperatura Aire (°C) (Total)	56	4	3,1	33,1	18,7	17,7
Conductividad de campo (uS/cm) (Total)	80	6	182	931	629,2	674
Turbidez de campo (NTU) (Total)	69	6	0	524	46,6	8,1
Color (UC) (Total)	0	0	0	0	#¡DIV/0!	#¡NUM!
Vanadio (mg/L) (Disuelto)	118	9	0,00009	0,0046	0,0	0,0009
Sólidos sedimentables (ml/L/hr)	32	3	0,5	1965	133,2	0,5

Se realizó una evaluación cualitativa inicial acerca de la utilidad de la información que se obtiene con el análisis de cada parámetro y su relevancia para ser incorporados en una NSCA, considerando que el objetivo supremo de estas normas se relaciona con la protección de los ecosistemas acuáticos en general.

Tabla 20: Evaluación cualitativa de la importancia y utilidad de la información aportada con el análisis de cada parámetro.

	Parámetro	Fracción	Unidad	Significado ambiental de la información suministrada	Utilidad de la información suministrada para dictar NSCA aguas del Río Huasco	¿Incluido en anteproyecto de NSCA de 2008?	¿Incluidos en propuesta después de consulta pública?	Disponibilidad de información en la cuenca para dictar NSCA	Recomendación
1	2,4 - D	Total	µg/L	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	NO	NO	Baja (16%)	No incluir
2	Aceites y Grasas	Total	mg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Alta (90%)	No incluir
3	Alcalinidad Total como CaCO <sub>3</sub>	Total	mg/L	Se requiere análisis en terreno para que la información sea válida. El equilibrio de los carbonatos se afecta con el traslado de las muestras hasta el laboratorio. Es un parámetro que puede cambiar rápidamente y también restablecerse rápidamente de manera natural en aguas superficiales, por el intercambio con los gases atmosféricos.	Muy poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir en la NSCA.  Considerar en el Programa de Vigilancia como apoyo al monitoreo biológico, con mediciones en terreno.
4	Aluminio	Disuelto	mg/L	De acuerdo a las condiciones de pH en que se encuentran normalmente las aguas, la concentración de aluminio debiese ser baja, debido a su solubilidad limitada a valores neutros de pH. A pH ácidos, aumenta la solubilidad, quedando disponible para los organismos		NO	NO	Alta (85%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación

5	Aluminio	Total	mg/L	<p>acuáticos, el cual es altamente tóxico como <math>Al^{+3}</math>. Si se considera el aporte que existe por contaminación difusa, cuando los suelos se acidifican, el aluminio queda en forma disuelta, pudiendo ser transportado a las aguas por escorrentía. En aguas de bajo y alto pH o altas con contenido orgánico el aluminio llega a ser más soluble. Aguas superficiales naturalmente acidificadas como lagos pantanosos, drenaje volcánico, aguas subterráneas ácidas y vertientes termales y salinas, pueden contener altas concentraciones de aluminio. Bajo la existencia de agentes complejos inorgánicos, la concentración de aluminio en aguas puede ser mayor. En aguas neutras se presenta en altos niveles de material aluminosilicato o aluminio absorbido orgánicamente.</p>	Alta	SI	SI	Alta (97%)	Incluir como indicador indirecto de la acidificación de las aguas
6	Amonia- co	Total	mg/L	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca en aguas con pH neutro o ligeramente alcalino	SI (medido como amonio)	NO	Media (55%)	No incluir.
7	Arsénico	Disuelto	mg/L	Se debe tener especial cuidado con este metal, ya que es altamente tóxico. Se acumula en los organismos, por lo que se puede encontrar en grandes concentraciones en los peces, ya que		NO	NO	Alta (84%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación



8	Arsénico	Total	mg/L	ellos lo absorben. El arsénico orgánico es la forma menos dañina, pero peces que tienen altas concentraciones de arsénico inorgánico pueden ser un grave peligro para los seres humanos que lo consumen. La contaminación por arsénico puede afectar a un amplio sector, ya que este se puede movilizar fácilmente. La movilidad geoquímica del arsénico está controlada principalmente por el pH, potencial redox (Eh) y presencia de fases adsorbentes (hidróxidos de Fe, Mn y Al), arcillas, ácidos húmicos.	Alta	SI	SI	Alta (97%)	Incluir por su toxicidad y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.
9	Bario	Disuelto	mg/L	Especie muy poco abundante en aguas naturales	Media	NO	NO	Alta (84%)	No incluir
10	Bario	Total	mg/L			NO	NO	Alta (84%)	No incluir
11	Benceno	Total	µg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir.
12	Berilio	Disuelto	mg/L	Especie muy poco abundante en aguas naturales	Poca	NO	NO	Alta (60%)	No incluir
13	Berilio	Total	mg/L			NO	NO	Alta (60%)	No incluir
14	Bicarbonatos	Total	mg/L	Se requiere análisis en terreno para que la información sea válida. El equilibrio de los carbonatos se afecta con el traslado de las muestras hasta el laboratorio. Es un parámetro que puede cambiar rápidamente y también restablecerse rápidamente de manera natural en aguas superficiales, por el intercambio con los gases atmosféricos.	Muy poca	NO	NO	Alta (63%)	No incluir en la NSCA.  Considerar en el Programa de Vigilancia como apoyo al monitoreo biológico, con mediciones en terreno.
15	Boro	Disuelto	mg/L		En	NO	NO	Alta (84%)	No incluir

16	Boro	Total	mg/L		evaluación	SI	NO	Alta (91%)	No incluir
17	Bromodiorometano	Total	mg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir.
18	Carbonato	Total	mg/L	Se requiere análisis en terreno para que la información sea válida. El equilibrio de los carbonatos se afecta con el traslado de las muestras hasta el laboratorio. Es un parámetro que puede cambiar rápidamente y también restablecerse rápidamente de manera natural en aguas superficiales, por el intercambio con los gases atmosféricos.	Muy poca	NO	NO	Baja (7%)	No incluir.
19	Cadmio	Disuelto	mg/L	El Cadmio es un metal pesado de gran importancia toxicológica y que proviene mayoritariamente de las actividades antropogénicas. Este puede ser transportado a grandes distancias cuando es absorbido por la materia orgánica del suelo, lo que puede contaminar las aguas superficiales y los suelos. Es un metal bioacumulable, por lo que los impactos que puede provocar son variados y ocurren a distintas escalas (pueden transportarse a lo largo de la cadena alimenticia).	Alta	NO	NO	Alta (85%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación
20	Cadmio	Total	mg/L			SI	NO	Alta (91%)	Incluir por su toxicidad y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.
21	Calcio	Disuelto	mg/L	En las aguas el ion calcio forma parte de la dureza de las aguas, encontrándose principalmente como CaCO <sub>3</sub> (carbonato de calcio). Este es insoluble en agua y por tanto se encuentra en los sedimentos de los sistemas hídricos. La solubilidad de		NO	NO	Alta (87%)	No incluir

22	Calcio	Total	mg/L	<p>las partículas minerales y otros factores ambientales – en especial la concentración de especies carbonatos en el agua – determinan la concentración final de calcio en un cuerpo de agua particular. El calcio al tener solo un estado de oxidación (<math>Ca^{+2}</math>) no está directamente influenciado por las condiciones redox del agua (la forma soluble <math>Ca^{+2}</math> se puede presentar en medios oxidantes y reductores). Tampoco depende del pH del sistema, por tanto es común encontrar calcio en su forma disuelta (<math>Ca^{+2}</math>) a cualquier pH (ácido, neutro o alcalino). Es capaz de formar complejos con especies tales como el fosfato, carbonato y sulfatos, los cuales adquieren importancia al encontrarse en mayores concentraciones en el agua.</p>	Poca	NO	NO	Alta (90%)	No incluir
23	Cianuro	Total	mg/L	<p>Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.</p>	<p>Poca para el control normativo sobre calidad de aguas de suministro.</p>	SI	NO	Alta (90%)	<p>Incluir por su toxicidad y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.</p>
				<p>Parámetro característico de la minería de oro, que utiliza cianuro como agente lixiviante.</p>	<p>Imprescindible monitorear en el Programa de Vigilancia para obtener información relevante en zonas de actividad minera.</p>				

24	Cloruros	Total	mg/L	Parámetro relevante para el uso de las aguas en riego y vinculado con la salinización de los suelos.	Alta	SI	SI	Alta (97%)	Incluir por su incidencia en las actividades agrícolas y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.
25	Cobalto	Disuelto	mg/L	Metal pesado con capacidad potencial para afectar a las comunidades biológicas más sensibles	Media	NO	NO	Alta (84%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación
26	Cobalto	Total	mg/L			NO	NO	Alta (91%)	Incluir por su toxicidad y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.
27	Cobre	Disuelto	mg/L	Presenta toxicidad para la vida acuática en dependencia del pH, la existencia en el medio de compuestos orgánicos y la alcalinidad. Las formas juveniles de peces son las más sensibles a los efectos tóxicos del cobre.	Alta	NO	NO	Alta (84%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación
28	Cobre	Total	mg/L			SI	SI	Alta (97%)	Incluir por su toxicidad para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.

29	Coliformes Fecales	Total	NMP/100m L	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca.	SI	NO	Alta (91%)	No incluir
30	Coliformes Totales	Total	NMP/100m L	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca. Podría medirse en áreas de vigilancia de aquellos cuerpos de agua que reciben vertidos de residuos líquidos domiciliarios. Se recomienda como parámetro de observación para conocer si existe contaminación difusa en el cuerpo de agua	SI	NO	Alta (90%)	No incluir en la NSCA. Considerar en el Programa de Vigilancia como apoyo al monitoreo biológico, con mediciones en terreno.
31	Color	Total	UC	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	SI (medido como color aparente)	NO	Alta (88%)	No incluir
32	Conductividad de laboratorio	Total	µS/cm	Se requiere análisis en terreno para que la información sea válida. El equilibrio de los carbonatos y el pH se afectan con el traslado de las muestras hasta el laboratorio, afectando la conductividad.	Ninguna	NO	NO	Alta (97%)	No incluir

33	Conductividad (de campo)	Total	mhos/cm	Parámetro que indica condiciones fundamentales para la protección de los ecosistemas acuáticos	Alta	SI	SI	Media (57%)	Incluir porque este parámetro se relaciona con la cantidad de sales presentes en el agua, lo que tiene incidencia en la diversidad ecológica.
34	Cromo	Disuelto	mg/L	Se presenta en dos estados de oxidación (III) y (VI). Como las distintas especies de cromo que se encuentran en las aguas se convierten entre sí, es difícil determinar la proporción relativa de ambas especies. La concentración de cada una dependerá de factores como el pH, las condiciones redox y la concentración de materia orgánica, entre otros. Todas las especies son bioacumulables y presentan algún nivel de toxicidad.	Alta	NO	NO	Alta (79%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación
35	Cromo	Total	mg/L			SI	NO	Alta (90%)	Incluir por su toxicidad para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.
36	Cromo Hexavalente	Total	mg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Alta (63%)	No incluir
37	DQO	Total	mg/L O <sub>2</sub>	Parámetro para estimar presencia de aguas residuales industriales ricas en compuestos orgánicos no degradables.	Ninguna	NO	NO	Baja (36%)	No incluir
38	DDT + DDD + DDE	Total	µg/L	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir
39	Dibromoclorometano	Total	mg/L	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir

40	ESCHER ICHIA COLI	Total	NMP/ 100m L	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	NO	NO	Media (57%)	No incluir
41	Fenoles	Total	mg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	SI (medido como Índice de Fenol)	NO	Media (55%)	No incluir
42	Flujo	Total	L/s	Util para estimar la carga contaminante de los distintos parámetros.	Información complementaria para interpretar los datos del Programa de Vigilancia	NO	NO	Media (55%)	No incluir
43	Fluoruros	Total	mg/L	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	SI	NO	Alta (85%)	No incluir
44	Fósforo de ortofosfato	Total	mg/L PO4	Puede relacionarse con la eutroficación de los cuerpos de agua naturales.	Alta	NO	NO	Media (35%)	Incluir. Unificar con fosfatos. Relevante para la condición ecológica de la cuenca
45	Hierro	Disuelto	mg/L	En las condiciones normales de pH, oxígeno disuelto y potencial redox, en que se encuentran las aguas, el componente mayoritario es el hidróxido férrico (Fe(OH) <sub>3</sub> ), que es insoluble y por tanto precipita. En		NO	NO	Alta (82%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación

46	Hierro	Total	mg/L	<p>condiciones anaerobias y pH ácidos o neutros, prevalece la forma disuelta de Fe<sup>2+</sup>. Este ion suele encontrarse en sistemas lenticos, en donde la concentración de oxígeno es menor, en aguas subterráneas y sistemas fuertemente reductores. Las sales solubles de hierro son por lo general ferrosas (Fe<sup>2+</sup>) y la especie más frecuente es el bicarbonato ferroso.</p> <p>El hierro tiene gran influencia en el ciclo de los fosfatos, lo que hace que su importancia sea muy grande desde el punto de vista biológico. Se recomienda medir hierro total, debido al daño que pueden generar en los ecosistemas acuáticos (ya sea en vida acuática, como en la acumulación en sedimentos), recordando que su entrada puede ser en cualquiera de sus formas (ion férrico y ferroso)</p>	Alta	SI	SI	Alta (94%)	Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.
47	Hierro 2+	Total	mg/L	Especie poco frecuente en sistemas aeróbicos.	Muy poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir
48	Hierro 3+	Total	mg/L	Especie predominante en los sedimentos acuáticos	Muy poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir
49	Lindano	Total	µg/L	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir
50	Litio	Disuelto	mg/L	Especie muy soluble en agua, no se conoce que tenga toxicidad para especies acuáticas	Poca	NO	NO	Alta (82%)	No incluir
51	Litio	Total	mg/L		Poca	NO	NO	Alta (85%)	No incluir
52	Magnesio	Disuelto	mg/L	No presenta efectos negativos en los organismos acuáticos, por tanto no es necesario que sea medido.	Muy poca	NO	NO	Alta (84%)	No incluir
53	Magnesio	Total	mg/L			NO	NO	Alta (87%)	No incluir



54	Manganeso	Disuelto	mg/L		Media	NO	NO	Alta (82%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación
55	Manganeso	Total	mg/L	Metal pesado con capacidad potencial para afectar a las comunidades biológicas más sensibles	Media	SI	SI	Alta (93%)	<b>Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.</b>
56	Mercurio	Disuelto	mg/L		Poca	NO	NO	Alta (85%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación
57	Mercurio	Total	mg/L	Metal pesado con capacidad potencial para afectar a las comunidades biológicas más sensibles. Tóxico para los humanos, con capacidad para bioacumularse en plantas y animales acuáticos.	Alta	SI	NO	Alta (91%)	<b>Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.</b>
58	Metoxicloro	Total	µg/L	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir
59	Molibdeno	Disuelto	mg/L	Metal pesado con capacidad potencial para afectar a las comunidades biológicas más sensibles	Media	NO	NO	Alta (84%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación

60	Molibdeno	Total	mg/L	sensibles	Media	SI	SI	Alta (97%)	Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.
61	Monocloro Amina	Total	mg/L	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir
62	Niquel	Disuelto	mg/L	Metal pesado con capacidad potencial para afectar a las comunidades biológicas más sensibles	Media	NO	NO	Alta (85%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación
63	Niquel	Total	mg/L		Media	SI	SI	Alta (91%)	Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.
64	Nitrogeno como amonio (NH4)	Total	mg/L	Los iones amonio provienen de fuentes antropogénicas, especialmente de plantas de tratamiento de aguas residuales, tienen incidencia en el ciclo biogeoquímico del nitrógeno en aguas.	Alta	NO	NO	Baja	Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.

65	Nitrogeno como nitritos (NO <sub>2</sub> )	Total	mg/L	Los iones nitrito son la forma intermedia de nitrógeno. En aguas oxigenadas, de pH neutro son una especie química muy poco frecuente.	Media	NO	NO	Alta (96%)	Incluir para completar el balance de nitrógeno en las aguas de esta cuenca, lo cual es relevante para la vida acuática.
66	Nitrógeno total	Total	mg/L	Tiene significado ambiental para establecer el balance de masa entre las especies químicas del nitrógeno.	Media	NO	NO	Alta (60%)	Incluir para completar el balance de nitrógeno en las aguas de esta cuenca, lo cual es relevante para la vida acuática.
67	Nitrógeno como nitratos (NO <sub>3</sub> )	Total	mg/L	Los iones nitratos forman parte del ciclo biogeoquímico del nitrógeno en aguas, y constituyen un integrante importante de la eutroficación de los cuerpos de agua. Los nitratos tienen la mayor incidencia en la eutroficación de los cuerpos de agua y es la fracción más abundante, provenientes de fertilizantes y fuentes antropogénicas inciden en la eutroficación de las aguas	Alta	SI	NO	Alta (96%)	Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.
68	Nitrógeno de Nitrito	Total	mg/L		Media	SI	SI	Baja (7%)	No incluir
69	Olor	Total	(0=Au s; 1=Pre s)	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir

70	Oxígeno	Disuelto	mg/L	Parámetro que indica condiciones fundamentales para la protección de los ecosistemas acuáticos	Alta	SI	SI	Alta (95%)	Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.
71	Pentacloro fenol	Total	mg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Baja (12%)	No incluir
72	Pentacloro fenol	Total	µg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir
73	pH de Laboratorio	Total	Unidad de pH	Se requiere análisis en terreno para que la información sea válida. El equilibrio de los carbonatos y el pH se afectan con el traslado de las muestras hasta el laboratorio.	Ninguna	NO	NO	Alta (100%)	No incluir.
74	Plata	Disuelto	mg/L	Especie muy poco abundante en aguas naturales	Baja	NO	NO	Alta (84%)	No incluir
75	Plata	Total	mg/L		Baja	NO	NO	Alta (91%)	No incluir
76	Plomo	Disuelto	mg/L	El plomo en aguas es tóxico para humanos y para las especies del ecosistema.	Baja	NO	NO	Alta (84%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación

77	Plomo	Total	mg/L	Metal pesado con capacidad potencial para afectar a las comunidades biológicas más sensibles	Alta	SI	SI	Alta (91%)	Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.
78	Potasio	Disuelto	mg/L	No tiene sentido esta diferenciación. Todo el potasio en aguas está en la fracción disuelta.	Media. Importante para agua de riego.	NO	NO	Alta (87%)	No incluir
79	Potasio	Total	mg/L			NO	NO	Alta (90%)	No incluir
80	RAS	Total	-	Parámetro vinculado a la calidad del agua para riego	Media	SI	NO	Baja (7%)	No incluir
81	Razon NO3 - NO2	Total	mg/L	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir
82	Selenio	Disuelto	mg/L	Especie muy poco abundante en aguas naturales	Baja	NO	NO	Alta (88%)	No incluir
83	Selenio	Total	mg/L		Baja	SI	NO	Alta (87%)	No incluir
84	Sodio	Disuelto	mg/L	No tiene sentido esta diferenciación. Todo el sodio en aguas está en la fracción disuelta.	Poca	NO	NO	Alta (87%)	No incluir
85	Sodio	Total	mg/L			SI	SI	Alta (96%)	No incluir
86	Sodio Porcentual	Total	%	Es lo mismo que lo anterior, se expresa así para evaluar los requerimientos de agua de riego.	Poca	NO	NO	Media (54%)	No incluir
87	Sólidos Totales Disueltos de Laboratorio	Total	mg/L	Equivale a la medición de la conductividad en terreno.	Poca	SI	NO	Alta (97%)	No incluir

88	Sólidos Totales Suspendidos de Lab	Total	mg/L	Se vincula con la turbidez que puede afectar a la biota	Alta	SI	NO	Alta (73%)	Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.
89	Sulfatos	Total	mg/L	Presente en las aguas naturales	Alta	SI	SI	Alta (99%)	Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.
90	Sulfuros	Total	mg/L	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	NO	NO	Alta (88%)	No incluir
91	Sustancias Activas al Azul de Metileno / Detergentes	Total	mg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	SI	NO	Alta (84%)	No incluir

92	Temperatura	Total	°C	Parámetro que indica condiciones fundamentales para la protección de los ecosistemas acuáticos	Alta	NO	NO	Alta (99%)	Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca. Considerar solamente la información obtenida en terreno.
93	Tetracloroetano	Total	mg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Baja (0%)	No incluir
94	Tetracloroetano	Total	µg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Alta (88%)	No incluir
95	Tolueno	Total	mg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Baja (4%)	No incluir
96	Tolueno	Total	µg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Alta (85%)	No incluir
97	Tribromometano	Total	mg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir
98	Tricloroetano	Total	mg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Alta (60%)	No incluir

99	Trihalom etanos	Total	mg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir
100	Turbidez de Lab	Total	NTU	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir
101	Vanadio	Total	mg/L	Metal pesado con capacidad potencial para afectar a las comunidades biológicas más sensibles	Media	NO	NO	Alta (60%)	Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.
102	Xileno	Total	mg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Baja (3%)	No incluir
103	Xileno	Total	µg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Alta (60%)	No incluir
104	Zinc	Disuelto	mg/L	Metal pesado con capacidad potencial para afectar a las comunidades biológicas más sensibles	Media	NO	NO	Alta (85%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación
105	Zinc	Total	mg/L		Media	SI	SI	Alta (91%)	Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.



106	pH en terreno	Total	UpH	Parámetro que indica condiciones fundamentales para la protección de los ecosistemas acuáticos	Alta	SI	SI	Alta (79%)	Incluir por su incidencia en todos los equilibrios que condicionan la diversidad de la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca. Considerar solamente la información obtenida en terreno.
-----	---------------	-------	-----	------------------------------------------------------------------------------------------------	------	----	----	------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Elaboración propia.

De este modo, los parámetros para los cuales se dispone de información previa y con los que debiese formularse una NSCA, por ser parámetros que describen la condición ambiental para la conservación de los ecosistemas, son los siguientes:

**Tabla 21: Resumen de los parámetros propuestos para incluir en la formulación de NSCA para la protección de las aguas del Río Huasco.**

	Parámetro	Condición ecológica que describe	Condición para la medición	Factibilidad de medición	Disponibilidad de información previa en la cuenca	Sector de la cuenca donde tiene mayor relevancia
1	Oxígeno disuelto	Nivel de oxígeno disuelto	En terreno	Alta	Alta	Toda la cuenca
2	Conductividad	Cantidad de sales disueltas	En terreno	Alta	Alta	Toda la cuenca
3	pH	Mantenimiento de equilibrios	En terreno	Alta	Alta	Toda la cuenca
4	Temperatura	Mantenimiento de equilibrios	En terreno	Alta	Alta	Toda la cuenca
5	Nitrógeno como Nitratos	Aportante para la eutroficación	En laboratorio	Alta	Alta	Del embalse Santa Juana hasta la desembocadura
6	Nitrógeno como Nitritos	Parte del ciclo biogeoquímico del nitrógeno y aportante para la eutroficación	En laboratorio	Media, requiere análisis en 48 horas de tomada la muestra	Alta	Del embalse Santa Juana hasta la desembocadura
7	Nitrógeno como Amonio	Parte del ciclo biogeoquímico del nitrógeno	En laboratorio	Media	Alta	Del embalse Santa Juana hasta la desembocadura
8	Nitrógeno total	Parte del ciclo biogeoquímico del nitrógeno	En laboratorio	Media	Alta	Del embalse Santa Juana hasta la desembocadura
9	Fosfatos	Aportante para la eutroficación	En laboratorio	Alta	Alta	Del embalse Santa Juana hasta la desembocadura
10	Cloruros	Incidencia en las especies acuáticas sensibles	En laboratorio	Alta	Alta	Del embalse Santa Juana hasta la desembocadura
11	Cianuros	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
12	Sulfatos	Incidencia en las especies acuáticas sensibles	En laboratorio	Alta	Alta	En toda la cuenca
13	Sólidos Suspendidos Totales	Incidencia en las especies acuáticas	En laboratorio	Alta	Alta	En toda la cuenca

		sensibles				
14	Arsénico total	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
15	Cadmio total	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
16	Cromo total	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
17	Cobre total	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
18	Cobalto total	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
19	Plomo total	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
20	Hierro total	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
21	Mercurio total	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
22	Manganesoio total	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
23	Molibdeno total	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
24	Níquel total	Tóxico para las especies acuáticas y	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta

		para el hombre				
25	Vanadio total	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
26	Zinc total	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
27	Aluminio total	Tóxico para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta

Fuente: Elaboración propia.

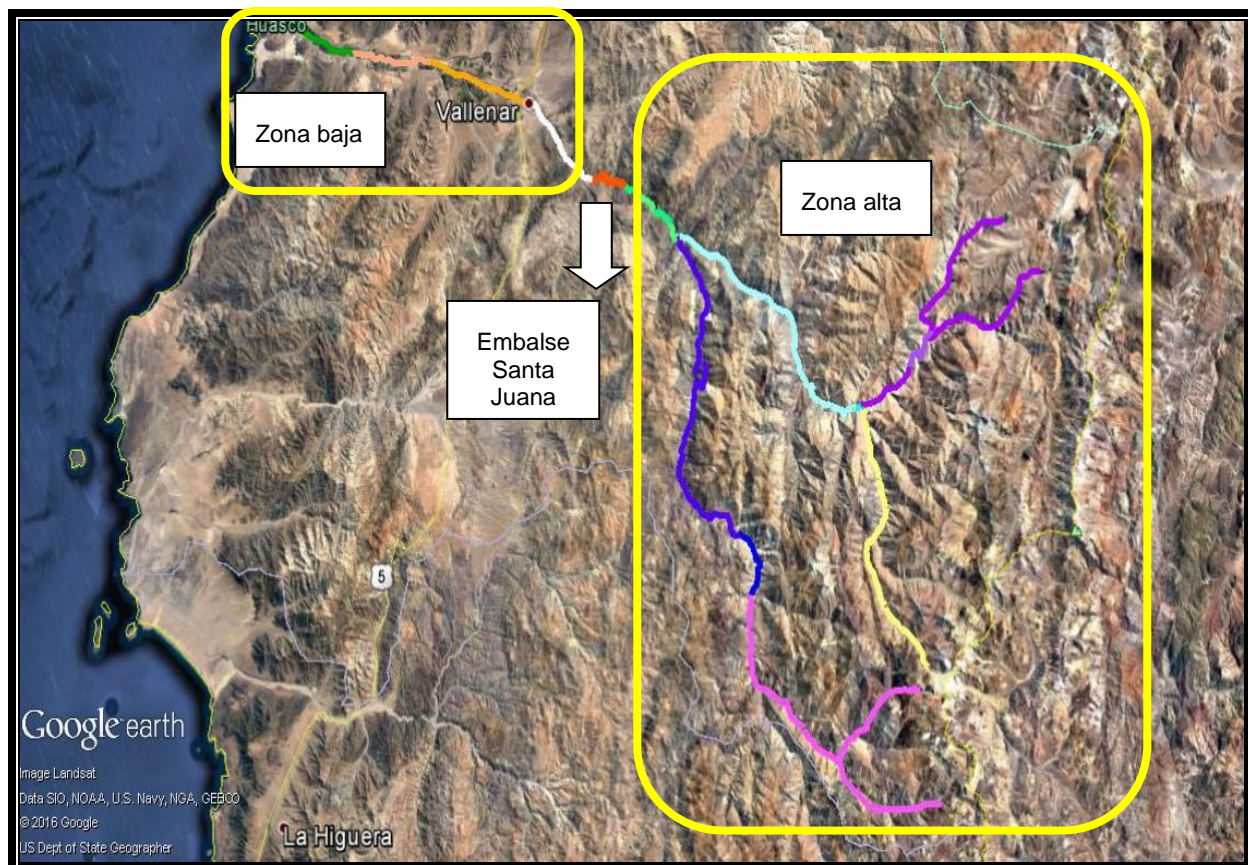
Según consta en la página del Ministerio de Medio Ambiente<sup>12</sup>, la elaboración del proyecto definitivo de NSCA para las aguas del Río Huasco, está nuevamente en curso desde el año 2015

<sup>12</sup> <http://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/03/Tabla-publica-hidrica-febrero-2016.pdf>

#### 4.5.2 Bases para una propuesta de NSCA para la protección de las aguas superficiales de la cuenca del Río Huasco.

La cuenca del Río Huasco se encuentra dividida en 3 subcuencas y 20 subsubcuencas de aguas superficiales. Por otra parte, el Embalse Santa Juana<sup>13</sup>, ubicado entre Vallenar y Alto del Carmen, es el mayor embalse de la III Región, tiene una extensión de 8 km, un muro de aproximadamente 100 metros de alto y capacidad para almacenar 165 millones de m<sup>3</sup> de agua. El embalse funciona, morfológicamente, dividiendo la cuenca en tres grandes sectores:

- La zona alta: desde los ríos de cordillera hasta el embalse Santa Juana. En esta zona, los ríos transcurren en pendiente, con fuerte caudal.
- La zona baja: desde el embalse Santa Juana hasta la desembocadura. En esta zona, el Río Huasco transcurre con poca pendiente, como un río lento.
- El embalse Santa Juana, funciona como un cuerpo léntico, de origen artificial.



Fuente: Elaboración propia.

**Ilustración 4: División general de la cuenca del Río Huasco, en dos sectores divididos por el Embalse Santa Juana.**

<sup>13</sup> Disponible en <http://www.riohuasco.cl/embalse-santa-juana/>

En base a las características morfológicas generales (subcuencas y subsubcuencas más el embalse) y a las presiones antrópicas en cada uno de los sectores, se propone establecer **14 áreas de vigilancia** para la protección de la calidad de las aguas superficiales de la Cuenca del Río Huasco.

Las áreas de vigilancia propuestas se describen a continuación:



#### 4.5.2.1 Propuesta de área de vigilancia Río Conay

Esta área de vigilancia propuesta, incluye las aguas de los ríos:

**Río Laguna Grande:** Según información del BNA/DGA corresponde a la Subcuenca 0380 y a la Subsubcuenca 03800, abarca una superficie de 689 km<sup>2</sup>,

**Río Valeriano:** Según información del BNA/DGA corresponde a la Subcuenca 0380 y a la Subsubcuenca 03801, abarca una superficie de 914 km<sup>2</sup> y

**Río Conay** antes de la junta con el Río Chollay: Según información del BNA/DGA corresponde a la Subcuenca 0380 y a la Subsubcuenca 03802, abarca una superficie de 170 km<sup>2</sup>.

Este sector se caracteriza por:

**clima desértico normal**, con variaciones térmicas muy acentuadas entre el día y la noche: altas temperaturas durante el día y bajas durante la noche, con baja humedad relativa por el notable aumento de la radiación solar durante todo el año.

**régimen hidrológico inestable**, con régimen promedio nivo-pluvial, aunque algunos años ha presentado patrones de descarga netamente pluvial y/o nivales.

**permeabilidad baja**, debido a la presencia de rocas impermeables del Paleozoico junto con rocas del período jurásico de muy baja permeabilidad.

En una zona con relativamente poca presión antropogénica actual, sin embargo, se espera que reciba la influencia del Proyecto Minero Nueva Unión, que comenzará sus estudios en 2017 y que corresponde a una explotación minera de cobre, oro y molibdeno, resultante de la unión de los proyectos Relincho (de Teck) y El Morro (de Goldcorp)<sup>14</sup>.

La condición actual de las aguas de este tramo, son aguas cristalinas que corren hacia la parte baja de la cuenca. La calidad actual de las aguas podría afectarse por la presencia de sólidos suspendidos y de metales pesados. En consecuencia, los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas, son los siguientes:

**Oxígeno disuelto:** Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

**Conductividad eléctrica:** Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

**Sólidos suspendidos totales:** En este sector, puede ser un parámetro de condición natural durante los deshielos y un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial.

---

<sup>14</sup> Información consultada en <http://www.mch.cl/2016/06/03/proyecto-corredor-cambia-de-nombre-a-nuevaunion/>

Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

**pH:** Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

**Temperatura:** Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

**Sulfato:** Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería.

**Metales totales:** Algunos metales corresponden a parámetros naturales (Al, Fe, Mn, Cu) y otros se liberarían en la zona, producto de la actividad minera antrópica (Mo, As, Pb, Cd, Zn). Los metales son tóxicos para diferentes especies biológicas por lo que es importante medirlos, especialmente aquellos de los que se tiene información histórica para evaluar la incidencia de la amenaza identificada. Estos metales son Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co. Se recomienda establecer la norma en base a los contenidos en la fracción total porque esta incluye la fracción de metales disueltos y la fracción de metales en suspensión. Por tanto, ambas fracciones deberían mantenerse en niveles establecidos en las normas. Aunque la fracción disuelta es la más importante para las especies biológicas, no debe olvidarse que la fracción en suspensión (relacionada con los sólidos suspendidos totales) también puede afectar algunas especies biológicas.

**Cianuro:** Parámetro de intervención antrópica relacionado con la minería moderna del oro. Aunque no se tiene evidencia de su presencia actual en este sector de la cuenca, es importante establecer un valor normativo, que establezca límites para mantener la calidad actual, antes de que comience a operar el mencionado proyecto minero Nueva Unión.

Tabla 22: Identificación general del área de vigilancia Río Conay (propuesta).

<b>Denominación del área de vigilancia</b>	Río Conay
<b>Delimitación del área de vigilancia</b>	Ríos Valeriano, Laguna Grande y Río Conay antes de la junta con el Río Chollay
<b>Principales amenazas antrópicas en el sector</b>	Minería
<b>Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas</b>	Contaminación por metales y sólidos suspendidos
<b>Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia</b>	pH, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos suspendidos totales, cianuro, metales totales (Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co) temperatura, sulfatos





**Ilustración 5: Representación aproximada del área de vigilancia Río Conay, propuesta para la formulación de NSCA.**

#### 4.5.2.2 Propuesta de área de vigilancia Río Estrecho

El Río Estrecho es parte de la cuenca del Río Chollay. Este sector se caracteriza por:

**clima desértico normal**, con variaciones térmicas muy acentuadas entre el día y la noche: altas temperaturas durante el día y bajas durante la noche, con baja humedad relativa por el notable aumento de la radiación solar durante todo el año.

**régimen hidrológico inestable**, con régimen promedio nivo-pluvial, aunque algunos años ha presentado patrones de descarga netamente pluvial y/o nivales.

**permeabilidad baja**, debido a la presencia de rocas impermeables del Paleozoico junto con rocas del período jurásico de muy baja permeabilidad.

Es el río que, en su nacimiento, recibe la descarga de la Planta de Tratamiento de Drenaje Acido de roca, del Proyecto Pascua Lama y ha sido reiteradamente motivo de conflicto entre las comunidades locales y dicho proyecto.

La calidad actual de las aguas podría afectarse por la presencia de sólidos suspendidos y de metales pesados. En consecuencia, los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas, son los siguientes:

**Oxígeno disuelto:** Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

**Conductividad eléctrica:** Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

**Sólidos suspendidos totales:** En este sector, puede ser un parámetro de condición natural durante los deshielos y un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial. Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

**pH:** Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

**Temperatura:** Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

**Sulfato:** Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería.

**Metales totales:** Algunos metales corresponden a parámetros naturales (Al, Fe, Mn, Cu) y otros se liberarían en la zona, producto de la actividad minera antrópica (Mo, As, Pb, Cd, Zn). Los metales son tóxicos para diferentes especies biológicas por lo que es importante medirlos, especialmente aquellos de los que se tiene información histórica para evaluar la incidencia de la amenaza identificada. Estos metales son Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co. Se recomienda establecer la norma en base a los contenidos en la fracción total porque esta incluye la fracción de metales disueltos y la fracción de metales en suspensión. Por tanto, ambas fracciones deberían mantenerse en niveles establecidos en las normas. Aunque la fracción disuelta es la más importante para las especies biológicas, no debe olvidarse que la fracción en suspensión (relacionada con los sólidos suspendidos totales) también puede afectar algunas especies biológicas.

**Cianuro:** Parámetro de intervención antrópica relacionado con la minería moderna del oro. Aunque no se tiene evidencia de su presencia actual en este sector de la cuenca, es importante establecer un valor normativo, que establezca límites para mantener la calidad actual, por la influencia del proyecto minero.

Tabla 23: Identificación general del área de vigilancia Río Estrecho (propuesta).

<b>Denominación del área de vigilancia</b>	Río Estrecho
<b>Delimitación del área de vigilancia</b>	Río Estrecho desde su nacimiento hasta el Río Blanco
<b>Principales amenazas antrópicas en el sector</b>	Minería
<b>Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas</b>	Contaminación por metales y sólidos suspendidos
<b>Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia</b>	pH, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos suspendidos totales, cianuro, metales totales (Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co) sulfato, temperatura

#### 4.5.2.3 Propuesta de área de vigilancia Río Tres Quebradas

El Río Tres Quebradas es parte de la cuenca del Río Chollay, siendo el cuerpo de agua que conecta el Río El Toro con el Río Potrerillo. Este sector se caracteriza por:

**clima desértico normal**, con variaciones térmicas muy acentuadas entre el día y la noche: altas temperaturas durante el día y bajas durante la noche, con baja humedad relativa por el notable aumento de la radiación solar durante todo el año.

**régimen hidrológico inestable**, con régimen promedio nivo-pluvial, aunque algunos años ha presentado patrones de descarga netamente pluvial y/o nivales.

**permeabilidad baja**, debido a la presencia de rocas impermeables del Paleozoico junto con rocas del período jurásico de muy baja permeabilidad.

Este río se encuentra en la zona de influencia del Proyecto Pascua Lama siendo foco de atención de los conflictos entre las comunidades locales y dicho proyecto<sup>15</sup>.

La calidad actual de las aguas podría afectarse por la presencia de sólidos suspendidos y de metales pesados. En consecuencia, los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas, son los siguientes:

**Oxígeno disuelto:** Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

**Conductividad eléctrica:** Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

**Sólidos suspendidos totales:** En este sector, puede ser un parámetro de condición natural durante los deshielos y un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial. Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

**pH:** Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

---

<sup>15</sup> Disponible en <http://www.riohuasco.cl/files/Reporte-Crecia-Quebrada-La-Ortiga-Tramo-I.pdf>

**Temperatura:** Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

**Sulfato:** Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería.

**Metales totales:** Algunos metales corresponden a parámetros naturales (Al, Fe, Mn, Cu) y otros se liberarían en la zona, producto de la actividad minera antrópica (Mo, As, Pb, Cd, Zn). Los metales son tóxicos para diferentes especies biológicas por lo que es importante medirlos, especialmente aquellos de los que se tiene información histórica para evaluar la incidencia de la amenaza identificada. Estos metales son Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co. Se recomienda establecer la norma en base a los contenidos en la fracción total porque esta incluye la fracción de metales disueltos y la fracción de metales en suspensión. Por tanto, ambas fracciones deberían mantenerse en niveles establecidos en las normas. Aunque la fracción disuelta es la más importante para las especies biológicas, no debe olvidarse que la fracción en suspensión (relacionada con los sólidos suspendidos totales) también puede afectar algunas especies biológicas.

**Cianuro:** Parámetro de intervención antrópica relacionado con la minería moderna del oro. Aunque no se tiene evidencia de su presencia actual en este sector de la cuenca, es importante establecer un valor normativo, que establezca límites para mantener la calidad actual, por la influencia del proyecto minero.

Tabla 24: Identificación general del área de vigilancia Río Tres Quebradas (propuesta).

<b>Denominación del área de vigilancia</b>	Río Tres Quebradas
<b>Delimitación del área de vigilancia</b>	Río Tres Quebradas desde la naciente hasta Río Potrerillo
<b>Principales amenazas antrópicas en el sector</b>	Minería
<b>Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas</b>	Contaminación por metales y sólidos suspendidos
<b>Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia</b>	pH, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos suspendidos totales, cianuro, metales totales (Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co) sulfato, temperatura



#### 4.5.2.4 Propuesta de área de vigilancia Río Toro

Este sector se caracteriza por:

**clima desértico normal**, con variaciones térmicas muy acentuadas entre el día y la noche: altas temperaturas durante el día y bajas durante la noche, con baja humedad relativa por el notable aumento de la radiación solar durante todo el año.

**régimen hidrológico inestable**, con régimen promedio nivo-pluvial, aunque algunos años ha presentado patrones de descarga netamente pluvial y/o nivales.

**permeabilidad baja**, debido a la presencia de rocas impermeables del Paleozoico junto con rocas del período jurásico de muy baja permeabilidad.

Este río nace en las inmediaciones del límite con Argentina, se constituye en el Embalse El Toro<sup>16</sup> y posteriormente se une con el Río Potrerillo a través del Río Tres Quebradas. Se encuentra en la zona de operación del Proyecto Pascua Lama.

La calidad actual de las aguas podría afectarse por la presencia de sólidos suspendidos y de metales pesados. En consecuencia, los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas, son los siguientes:

**Oxígeno disuelto:** Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

**Conductividad eléctrica:** Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

**Sólidos suspendidos totales:** En este sector, puede ser un parámetro de condición natural durante los deshielos y un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial. Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

**pH:** Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

---

<sup>16</sup> Información extraída de <http://documentos.dga.cl/SUB4853.pdf>

**Temperatura:** Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

**Sulfato:** Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería.

**Metales totales:** Algunos metales corresponden a parámetros naturales (Al, Fe, Mn, Cu) y otros se liberarían en la zona, producto de la actividad minera antrópica (Mo, As, Pb, Cd, Zn). Los metales son tóxicos para diferentes especies biológicas por lo que es importante medirlos, especialmente aquellos de los que se tiene información histórica para evaluar la incidencia de la amenaza identificada. Estos metales son Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co. Se recomienda establecer la norma en base a los contenidos en la fracción total porque esta incluye la fracción de metales disueltos y la fracción de metales en suspensión. Por tanto, ambas fracciones deberían mantenerse en niveles establecidos en las normas. Aunque la fracción disuelta es la más importante para las especies biológicas, no debe olvidarse que la fracción en suspensión (relacionada con los sólidos suspendidos totales) también puede afectar algunas especies biológicas.

**Cianuro:** Parámetro de intervención antrópica relacionado con la minería moderna del oro. Aunque no se tiene evidencia de su presencia actual en este sector de la cuenca, es importante establecer un valor normativo, que establezca límites para mantener la calidad actual, por la influencia potencial del Proyecto Pascua Lama.

Tabla 25: Identificación general del área de vigilancia Río Toro (propuesta).

<b>Denominación del área de vigilancia</b>	Río Toro
<b>Delimitación del área de vigilancia</b>	Río Toro desde la naciente hasta la unión con el Río Las Tres Quebradas
<b>Principales amenazas antrópicas en el sector</b>	Minería
<b>Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas</b>	Contaminación por metales y sólidos suspendidos
<b>Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia</b>	pH, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos suspendidos totales, cianuro, metales totales (Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co) sulfato, temperatura

#### 4.5.2.5 Propuesta de área de vigilancia Río Chollay

Esta área de vigilancia propuesta, incluye las aguas del **Río Chollay**. Según información del BNA/DGA corresponde a la Subcuenca 0380 y a la Subsubcuenca 03803, abarca una superficie de 872 km<sup>2</sup>.

Este sector se caracteriza por:

**clima desértico normal**, con variaciones térmicas muy acentuadas entre el día y la noche: altas temperaturas durante el día y bajas durante la noche, con baja humedad relativa por el notable aumento de la radiación solar durante todo el año.

**régimen hidrológico inestable**, con régimen promedio nivo-pluvial, aunque algunos años ha presentado patrones de descarga netamente pluvial y/o nivales.

**permeabilidad baja**, debido a la presencia de rocas impermeables del Paleozoico junto con rocas del período jurásico de muy baja permeabilidad.

Se encuentra en la zona de influencia del proyecto Pascua Lama y también sus aguas son usadas para la agricultura que existe en esta zona de la cuenca. La condición actual de las aguas de este tramo, son aguas cristalinas que corren hacia la parte baja de la cuenca. La calidad actual de las aguas podría afectarse por la presencia de sólidos suspendidos y de metales pesados. En consecuencia, los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas, son los siguientes:

**Oxígeno disuelto:** Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

**Conductividad eléctrica:** Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

**Sólidos suspendidos totales:** En este sector, puede ser un parámetro de condición natural durante los deshielos y un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial. Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

**pH:** Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.



**Temperatura:** Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

**Sulfato:** Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería.

**Metales totales:** Algunos metales corresponden a parámetros naturales (Al, Fe, Mn, Cu) y otros se liberarían en la zona, producto de la actividad minera antrópica (Mo, As, Pb, Cd, Zn). Los metales son tóxicos para diferentes especies biológicas por lo que es importante medirlos, especialmente aquellos de los que se tiene información histórica para evaluar la incidencia de la amenaza identificada. Estos metales son Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co. Se recomienda establecer la norma en base a los contenidos en la fracción total porque esta incluye la fracción de metales disueltos y la fracción de metales en suspensión. Por tanto, ambas fracciones deberían mantenerse en niveles establecidos en las normas. Aunque la fracción disuelta es la más importante para las especies biológicas, no debe olvidarse que la fracción en suspensión (relacionada con los sólidos suspendidos totales) también puede afectar algunas especies biológicas.

**Cianuro:** Parámetro de intervención antrópica relacionado con la minería moderna del oro. Aunque no se tiene evidencia de su presencia actual en este sector de la cuenca, es importante establecer un valor normativo, que establezca límites para mantener la calidad actual, por la influencia potencial del Proyecto Pascua Lama.

Tabla 26: Identificación general del área de vigilancia Río Chollay (propuesta).

<b>Denominación del área de vigilancia</b>	Río Chollay
<b>Delimitación del área de vigilancia</b>	Ríos Chollay hasta la junta con el Río Conay
<b>Principales amenazas antrópicas en el sector</b>	Minería
<b>Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas</b>	Contaminación por metales y sólidos suspendidos
<b>Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia</b>	pH, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos suspendidos totales, cianuro, metales totales (Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co) sulfato, temperatura.



**Ilustración 6: Representación aproximada del área de vigilancia Rio Chollay, propuesta para la formulación de NSCA.**

#### 4.5.2.6 Propuesta de área de vigilancia Río Tránsito

Esta área de vigilancia propuesta, incluye las aguas de los ríos:

**Río Laguna Grande:** Según información del BNA/DGA corresponde a la Subcuenca 0380 y a la Subsubcuenca 03800, abarca una superficie de 689 km<sup>2</sup>,

**Río Valeriano:** Según información del BNA/DGA corresponde a la Subcuenca 0380 y a la Subsubcuenca 03801, abarca una superficie de 914 km<sup>2</sup> y

**Río Conay** antes de la junta con el Río Chollay: Según información del BNA/DGA corresponde a la Subcuenca 0380 y a la Subsubcuenca 03802, abarca una superficie de 170 km<sup>2</sup>.

Este sector se caracteriza por:

**clima desértico normal**, con variaciones térmicas muy acentuadas entre el día y la noche: altas temperaturas durante el día y bajas durante la noche, con baja humedad relativa por el notable aumento de la radiación solar durante todo el año.

**régimen hidrológico inestable**, con régimen promedio nivo-pluvial, aunque algunos años ha presentado patrones de descarga netamente pluvial y/o nivales.

**permeabilidad baja**, debido a la presencia de rocas impermeables del Paleozoico junto con rocas del período jurásico de muy baja permeabilidad.

En una zona con presión antropogénica actual por la minería y por agricultura. La condición actual de las aguas de este tramo, son aguas cristalinas que corren hacia la parte baja de la cuenca. La calidad actual de las aguas podría afectarse por la presencia de sólidos suspendidos, nutrientes provenientes de la agricultura y de metales pesados. En consecuencia, los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas, son los siguientes:

**Oxígeno disuelto:** Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

**Conductividad eléctrica:** Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

**Sólidos suspendidos totales:** En este sector, puede ser un parámetro de condición natural durante los deshielos y un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial. Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

**Especies de nitrógeno (nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total):** En este sector son parámetros de intervención antropogénica vinculados al uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el nitrógeno predominantemente como forma oxidada de nitratos, aunque se pueden encontrar otras formas de nitrógeno como nitritos o amonio. En concentraciones excesivas

resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas. Disponer de la información acerca de las concentraciones de todas las especies de nitrógeno permitirá que se pueda evaluar el ciclo biogeoquímico del nitrógeno en esta área de vigilancia.

**Fosfatos:** En este sector es un parámetro de intervención antópica vinculado al uso de fertilizantes fosfatados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el fósforo en forma oxidada de fosfatos (también conocidas como ortofosfatos, que es la especie química predominante). En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas.

**pH:** Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

**Temperatura:** Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

**Sulfato:** Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería.

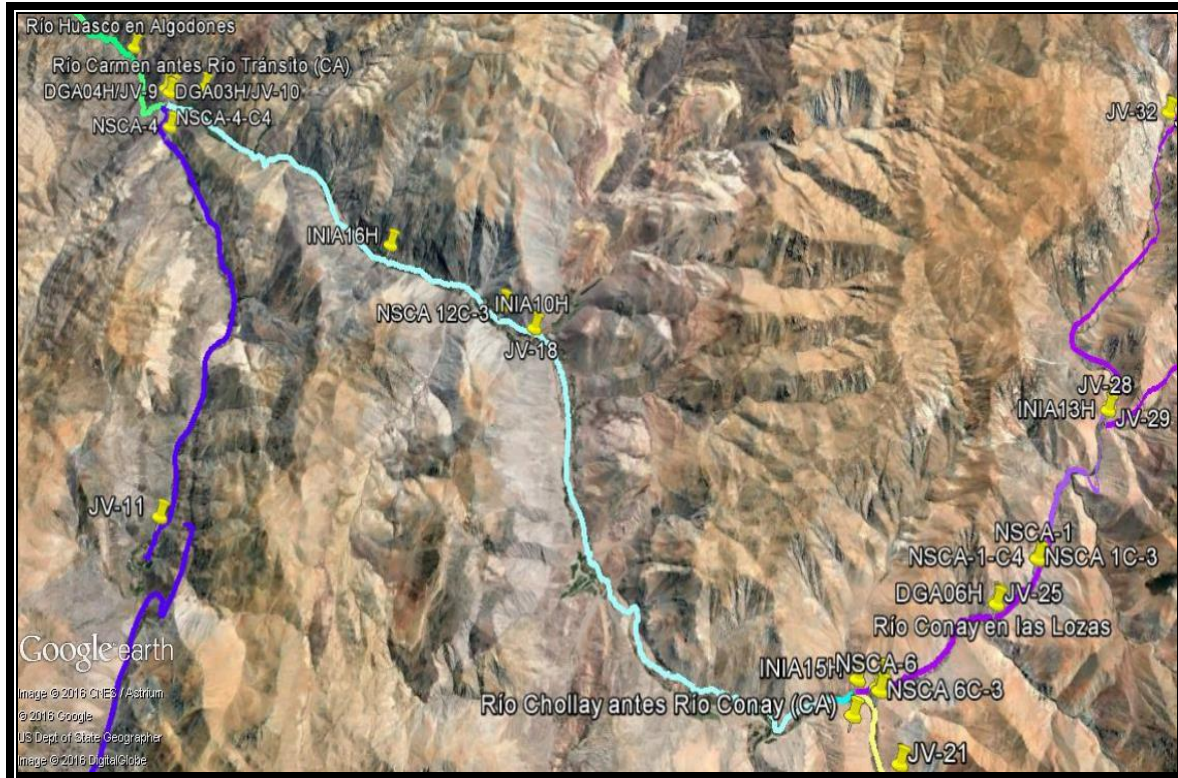
**Metales totales:** Algunos metales corresponden a parámetros naturales (Al, Fe, Mn, Cu) y otros se liberarían en la zona, producto de la actividad minera antrópica (Mo, As, Pb, Cd, Zn). Los metales son tóxicos para diferentes especies biológicas por lo que es importante medirlos, especialmente aquellos de los que se tiene información histórica para evaluar la incidencia de la amenaza identificada. Estos metales son Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co. Se recomienda establecer la norma en base a los contenidos en la fracción total porque esta incluye la fracción de metales disueltos y la fracción de metales en suspensión. Por tanto, ambas fracciones deberían mantenerse en niveles establecidos en las normas. Aunque la fracción disuelta es la más importante para las especies biológicas, no debe olvidarse que la fracción en suspensión (relacionada con los sólidos suspendidos totales) también puede afectar algunas especies biológicas.

Tabla 27: Identificación general del área de vigilancia Río Tránsito (propuesta).

<b>Denominación del área de vigilancia</b>	Río Tránsito
<b>Delimitación del área de vigilancia</b>	Desde la junta de los Ríos Conay y Chollay hasta la junta con el Río Carmen
<b>Principales amenazas antrópicas en el sector</b>	Minería y agricultura
<b>Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas</b>	Contaminación por metales, nutrientes y sólidos suspendidos
<b>Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia</b>	Metales totales (Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co), nitratos, fosfatos, pH, oxígeno, conductividad, sólidos suspendidos totales, sulfato, temperatura, nitrógeno total,



nitritos, amonio.



**Ilustración 7: Representación aproximada del área de vigilancia Rio Tránsito, propuesta para la formulación de NSCA.**

#### 4.5.2.7 Propuesta de área de vigilancia Río Potrerillo

Este río, nace en las inmediaciones de la cordillera con Argentina y se encuentra en la zona de influencia del Proyecto Pascua Lama siendo foco de atención de los conflictos entre las comunidades locales y dicho proyectos. El área de vigilancia propuesta, incluye las aguas del río Potrerillos, según información del BNA/DGA corresponde a la Subcuenca 0381 y a la Subsubcuenca 03812, abarca una superficie de 637 km<sup>2</sup>.

Este sector se caracteriza por:

**clima desértico normal**, con variaciones térmicas muy acentuadas entre el día y la noche: altas temperaturas durante el día y bajas durante la noche, con baja humedad relativa por el notable aumento de la radiación solar durante todo el año.

**régimen hidrológico inestable**, con régimen promedio nivo-pluvial, aunque algunos años ha presentado patrones de descarga netamente pluvial y/o nivales.

**permeabilidad baja**, debido a la presencia de rocas impermeables del Paleozoico junto con rocas del período jurásico de muy baja permeabilidad.

La condición actual de las aguas de este tramo, son aguas cristalinas que corren hacia la parte baja de la cuenca. La calidad actual de las aguas podría afectarse por la presencia de sólidos suspendidos y de metales pesados. En consecuencia, los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas, son los siguientes:

**Oxígeno disuelto:** Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

**Conductividad eléctrica:** Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

**Sólidos suspendidos totales:** En este sector, puede ser un parámetro de condición natural durante los deshielos y un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial. Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

**pH:** Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

**Temperatura:** Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

**Sulfato:** Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería.

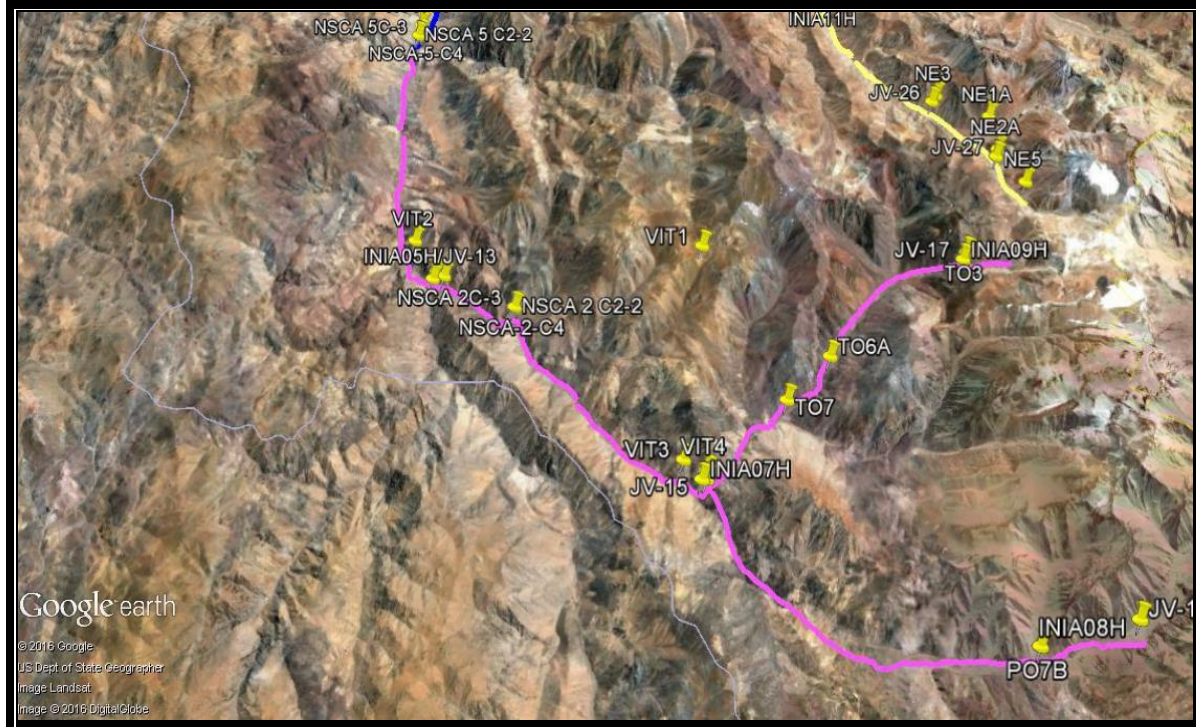
**Metales totales:** Algunos metales corresponden a parámetros naturales (Al, Fe, Mn, Cu) y otros se liberarían en la zona, producto de la actividad minera antrópica (Mo, As, Pb, Cd, Zn). Los metales son tóxicos para diferentes especies biológicas por lo que es importante medirlos, especialmente aquellos de los que se tiene información histórica para evaluar la incidencia de la amenaza identificada. Estos metales son Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co. Se recomienda establecer la norma en base a los contenidos en la fracción total porque esta incluye la fracción de metales disueltos y la fracción de metales en suspensión. Por tanto, ambas fracciones deberían mantenerse en niveles establecidos en las normas. Aunque la fracción disuelta es la más importante para las especies biológicas, no debe olvidarse que la fracción en suspensión (relacionada con los sólidos suspendidos totales) también puede afectar algunas especies biológicas.

**Cianuro:** Parámetro de intervención antrópica relacionado con la minería moderna del oro. Aunque no se tiene evidencia de su presencia actual en este sector de la cuenca, es importante establecer un valor normativo, que establezca límites para mantener la calidad actual, por la influencia potencial del Proyecto Pascua Lama.

Tabla 28: Identificación general del área de vigilancia Río Potrerillo (propuesta).

<b>Denominación del área de vigilancia</b>	Río Potrerillo
<b>Delimitación del área de vigilancia</b>	Río Potrerillo
<b>Principales amenazas antrópicas en el sector</b>	Minería
<b>Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas</b>	Contaminación por metales y sólidos suspendidos
<b>Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia</b>	pH, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos suspendidos totales, cianuro, metales totales (Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co)





**Ilustración 8: Representación aproximada del área de vigilancia Rio Tránsito, propuesta para la formulación de NSCA.**



#### 4.5.2.8 Propuesta de área de vigilancia Río Carmen

Esta área de vigilancia propuesta, incluye las aguas del Río Carmen (Subcuenca 0381) y a las Subsubcuencas 03811 y 03812, desde la junta con el Río Potrerillo hasta la junta con el Río Tránsito.

Este sector se caracteriza por:

**clima desértico normal**, con variaciones térmicas muy acentuadas entre el día y la noche: altas temperaturas durante el día y bajas durante la noche, con baja humedad relativa por el notable aumento de la radiación solar durante todo el año.

**régimen hidrológico inestable**, con régimen promedio nivo-pluvial, aunque algunos años ha presentado patrones de descarga netamente pluvial y/o nivales.

**permeabilidad baja**, debido a la presencia de rocas impermeables del Paleozoico junto con rocas del período jurásico de muy baja permeabilidad.

Es una zona que recibe la influencia de las actividades mineras, combinadas con actividades de agricultura en las localidades del sector.

La condición actual de las aguas de este tramo, son aguas cristalinas que corren hacia la parte baja de la cuenca. La calidad actual de las aguas podría afectarse por la presencia de sólidos suspendidos y de metales pesados. En consecuencia, los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas, son los siguientes:

**Oxígeno disuelto:** Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

**Conductividad eléctrica:** Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

**Sólidos suspendidos totales:** En este sector, puede ser un parámetro de condición natural durante los deshielos y un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial. Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

**Especies de nitrógeno (nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total):** En este sector son parámetros de intervención antropica vinculados al uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el nitrógeno predominantemente como forma oxidada de nitratos, aunque se pueden encontrar otras formas de nitrógeno como nitritos o amonio. En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas. Disponer de la información acerca de las concentraciones de todas las especies de nitrógeno permitirá que se pueda evaluar el ciclo biogeoquímico del nitrógeno en esta área de vigilancia.

**Fosfatos:** En este sector es un parámetro de intervención antópica vinculado al uso de fertilizantes fosfatados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el fósforo en forma oxidada de fosfatos (también conocidas como ortofosfatos, que es la especie química predominante). En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas.

**pH:** Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

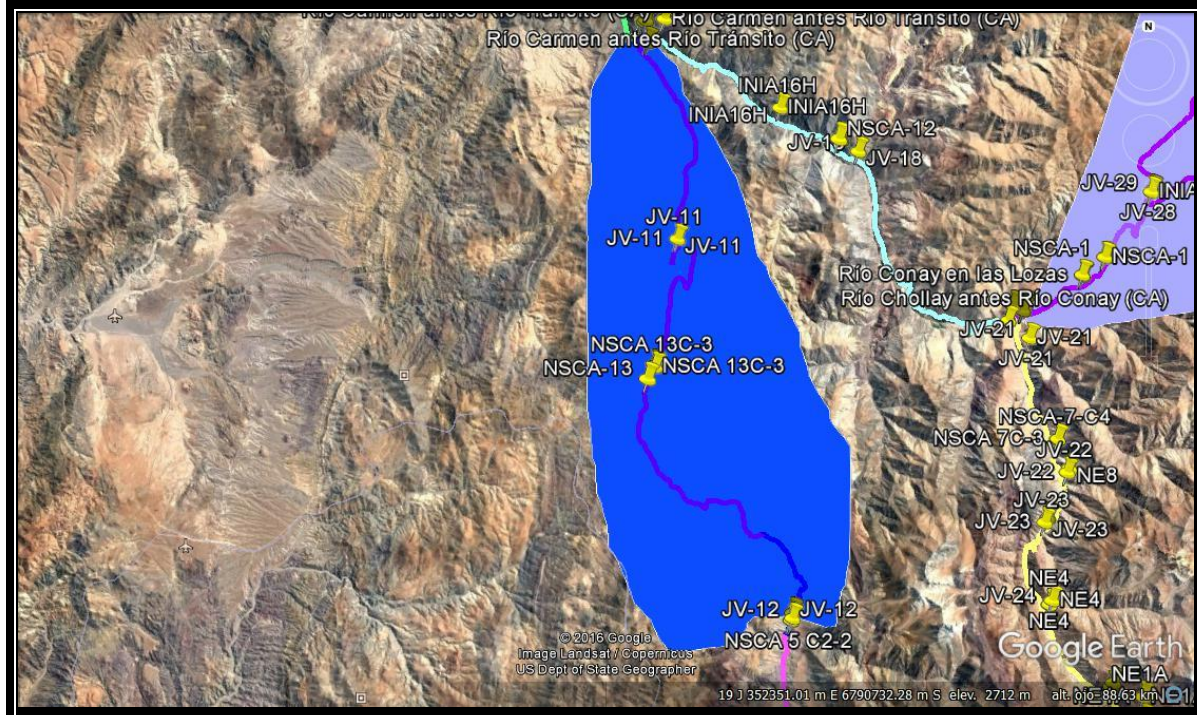
**Temperatura:** Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

**Sulfato:** Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería.

**Metales totales:** Algunos metales corresponden a parámetros naturales (Al, Fe, Mn, Cu) y otros se liberarían en la zona, producto de la actividad minera antrópica (Mo, As, Pb, Cd, Zn). Los metales son tóxicos para diferentes especies biológicas por lo que es importante medirlos, especialmente aquellos de los que se tiene información histórica para evaluar la incidencia de la amenaza identificada. Estos metales son Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co. Se recomienda establecer la norma en base a los contenidos en la fracción total porque esta incluye la fracción de metales disueltos y la fracción de metales en suspensión. Por tanto, ambas fracciones deberían mantenerse en niveles establecidos en las normas. Aunque la fracción disuelta es la más importante para las especies biológicas, no debe olvidarse que la fracción en suspensión (relacionada con los sólidos suspendidos totales) también puede afectar algunas especies biológicas.

Tabla 29: Identificación general del área de vigilancia Río Carmen (propuesta).

<b>Denominación del área de vigilancia</b>	Río Carmen
<b>Delimitación del área de vigilancia</b>	Río Carmen desde junta con Río Potrerillo hasta junta con el Río Tránsito
<b>Principales amenazas antrópicas en el sector</b>	Minería y agricultura
<b>Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas</b>	Contaminación por metales, nutrientes y sólidos suspendidos
<b>Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia</b>	Metales totales (Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co) pH, oxígeno, conductividad, cloruro, sulfato, temperatura, nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total, fosfatos.



**Ilustración 9: Representación aproximada del área de vigilancia Rio Carmen, propuesta para la formulación de NSCA.**

#### 4.5.2.9 Propuesta de área de vigilancia Naciente Río Huasco

Esta área de vigilancia propuesta, incluye la naciente del Río Huasco, desde la junta del Río Carmen con el Río Tránsito hasta el Embalse Santa Juana

Este sector se caracteriza por:

**clima desértico normal**, con variaciones térmicas muy acentuadas entre el día y la noche: altas temperaturas durante el día y bajas durante la noche, con baja humedad relativa por el notable aumento de la radiación solar durante todo el año.

**régimen hidrológico inestable**, con régimen promedio nivo-pluvial, aunque algunos años ha presentado patrones de descarga netamente pluvial y/o nivales.

**permeabilidad baja**, debido a la presencia de rocas impermeables del Paleozoico junto con rocas del período jurásico de muy baja permeabilidad.

La condición actual de las aguas de este tramo de la comuna de Alto del Carmen, son aguas cristalinas, rodeadas de abundante vegetación. La calidad actual de las aguas podría afectarse por la presencia de sólidos suspendidos, nutrientes y presumiblemente concentraciones de metales pesados provenientes de la actividad minera en la zona alta de la cuenca. En consecuencia, los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas, son los siguientes:

**Oxígeno disuelto:** Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

**Conductividad eléctrica:** Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

**Sólidos suspendidos totales:** En este sector, puede ser un parámetro de condición natural durante los deshielos y un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial. Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

**pH:** Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

**Temperatura:** Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.



**Sulfato:** Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería.

**Especies de nitrógeno (nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total):** En este sector son parámetros de intervención antópica vinculados al uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el nitrógeno predominantemente como forma oxidada de nitratos, aunque se pueden encontrar otras formas de nitrógeno como nitritos o amonio. En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas. Disponer de la información acerca de las concentraciones de todas las especies de nitrógeno permitirá que se pueda evaluar el ciclo biogeoquímico del nitrógeno en esta área de vigilancia.

**Fosfatos:** Es un parámetro de intervención antópica vinculado al uso de fertilizantes fosfatados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el fósforo en forma oxidada de fosfatos (también conocidas como ortofosfatos, que es la especie química predominante). En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas.

**Metales totales:** Algunos metales corresponden a parámetros naturales (Al, Fe, Mn, Cu) y otros se liberarían en la zona, producto de la actividad minera antrópica (Mo, As, Pb, Cd, Zn). Los metales son tóxicos para diferentes especies biológicas por lo que es importante medirlos, especialmente aquellos de los que se tiene información histórica para evaluar la incidencia de la amenaza identificada. Estos metales son Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co. Se recomienda establecer la norma en base a los contenidos en la fracción total porque esta incluye la fracción de metales disueltos y la fracción de metales en suspensión. Por tanto, ambas fracciones deberían mantenerse en niveles establecidos en las normas. Aunque la fracción disuelta es la más importante para las especies biológicas, no debe olvidarse que la fracción en suspensión (relacionada con los sólidos suspendidos totales) también puede afectar algunas especies biológicas.

Tabla 30: Identificación general del área de vigilancia Naciente Río Huasco (propuesta).

<b>Denominación del área de vigilancia</b>	Naciente Río Huasco
<b>Delimitación del área de vigilancia</b>	Río Huasco, desde la junta del Río Carmen con el Río Tránsito hasta el Embalse Santa Juana
<b>Principales amenazas antrópicas en el sector</b>	Agricultura, minería en la parte alta de la cuenca
<b>Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas</b>	Nutrientes y sólidos suspendidos
<b>Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia</b>	Metales totales (Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co), pH, oxígeno, conductividad, cloruro, sulfato, temperatura, nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total, fosfatos.



**Ilustración 10: Representación aproximada del área de vigilancia Naciente Rio Huasco, propuesta para la formulación de NSCA.**

#### 4.5.2.10 Propuesta de área de vigilancia Embalse Santa Juana

Esta área de vigilancia propuesta, incluye las aguas del Embalse Santa Juana. Este es el embalse más grande e importante de la Región de Atacama. Su construcción terminó en 1995, se extiende 8 kilómetros río arriba, con un muro de cerca de 100 m de alto y capacidad para almacenar 165 millones de m<sup>3</sup> de agua, que deben entregar agua para riego de 10 mil hectáreas de cultivos a lo largo del valle.

Las características generales del embalse son<sup>17</sup>:

Capacidad Total del Embalse 169,88 millones m<sup>3</sup>

Capacidad útil del Embalse 166 millones m<sup>3</sup>

Superficie Inundada 410 hectáreas

Longitud del Lago 10 km

Longitud de Coronamiento 390 m

Altura Muro c/r sello fundación 114,3 m

Altura Muro c/r al valle aprox. 101 m

Volumen del Muro 2,7 millones m<sup>3</sup>

Talud aguas arriba 1,5 / 1( h/v )

Talud aguas abajo 1,6 / 1( h/v )

Capacidad del Vertedero 1,530m<sup>3</sup>/segundo.

Las aguas del embalse son cristalinas. El embalse significa un corte en el movimiento de las aguas, permitiendo la mezcla entre los diferentes caudales que llegan hasta el mismo así como la incorporación de aguas subterráneas. En consecuencia, los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas, son los siguientes:

**Oxígeno disuelto:** Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

**Conductividad eléctrica:** Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

**Sólidos suspendidos totales:** Este parámetro se relaciona inversamente con la turbiedad (es decir a mayor concentración de sólidos suspendidos totales menor valor de turbiedad<sup>18</sup> y viceversa) por lo que debería incluirse en lugar de la turbiedad para vigilar la calidad de las aguas del embalse. Puede ser, tanto un parámetro de condición natural durante los

---

<sup>17</sup> Consultado en <http://www.riohuasco.cl/embalse-santa-juana/#>

<sup>18</sup> Disponible en <http://www.riohuasco.cl/embalse-santa-juana/>



deshielos como un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial. Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

**pH:** Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

**Temperatura:** Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

**Sulfato:** Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería.

**Especies de nitrógeno (nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total):** En este sector son parámetros de intervención antrópica vinculados al uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el nitrógeno predominantemente como forma oxidada de nitratos, aunque se pueden encontrar otras formas de nitrógeno como nitritos o amonio. En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas. Disponer de la información acerca de las concentraciones de todas las especies de nitrógeno permitirá que se pueda evaluar el ciclo biogeoquímico del nitrógeno en esta área de vigilancia.

**Fosfatos:** Es un parámetro de intervención antrópica vinculado al uso de fertilizantes fosfatados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el fósforo en forma oxidada de fosfatos (también conocidas como ortofosfatos, que es la especie química predominante). En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas.

**Cloruro:** Es un parámetro de condición natural, en este sector, pero que tiene gran incidencia en el uso de las aguas para riego y que, al evaluarse en este sector, constituye la referencia para los niveles de cloruro en la zona baja de la cuenca.

Tabla 31: Identificación general del área de vigilancia Embalse Santa Juana (propuesta).

<b>Denominación del área de vigilancia</b>	Embalse Santa Juana
<b>Delimitación del área de vigilancia</b>	Embalse Santa Juana
<b>Principales amenazas antrópicas en el sector</b>	Agricultura
<b>Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas</b>	Nutrientes y sólidos suspendidos
<b>Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia</b>	pH, oxígeno, conductividad, cloruro, sulfato, temperatura, nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total, fosfatos.



**Ilustración 11: Representación aproximada del área de vigilancia Embalse Santa Juana, propuesta para la formulación de NSCA.**

#### **4.5.2.11 Propuesta de área de vigilancia Río Huasco desde Embalse Santa Juana hasta Vallenar**

Esta área de vigilancia propuesta, incluye las aguas del río Huasco desde el Embalse Santa Juana hasta la ciudad de Vallenar, donde el río se vuelve más estrecho y discurre por terrenos con menor pendiente, haciéndose más lento y tranquilo.

La permeabilidad en media a alta al pasar de rocas sedimentarias – volcánicas, depósitos no consolidados o rellenos, encajonadas por intercalaciones de rocas sedimentarias, plutónicas e hipabisales.

Desde el nacimiento del Río Huasco hasta la desembocadura de la quebrada El Jilguero, a 5 km al oriente de Vallenar, el río fluye por un típico cajón cordillerano, en un lecho relativamente estrecho, confinado por cerros según lo señalado por CAZALAC (2012). Las quebradas laterales interrumpen con sus conos de deyección el curso del río, desviándolo a uno y otro lado.

Este sector puede considerarse equivalente a la naciente efectiva del Río Huasco<sup>19</sup>, antes de la influencia de las ciudades de Vallenar, Freirina y Huasco y de la actividad agrícola en todo el Valle del Huasco. Por eso, es importante normar y vigilar los parámetros que van a tener incidencia en la calidad de las aguas en la zona baja de la cuenca, para entender su evolución y significado ambiental.

En consecuencia, los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas en este sector, son los siguientes:

**Oxígeno disuelto:** Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

**Conductividad eléctrica:** Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

**Sólidos suspendidos totales:** En este sector, puede ser un parámetro de condición natural durante los deshielos y un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial. Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

**pH:** Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza

---

<sup>19</sup> Se denomina de esta manera porque aunque la naciente geográfica del Río Huasco se encuentra en la junta de los ríos Carmen y Tránsito, el Embalse Santa Juana supone un elemento de interrupción en el flujo y mezcla de las aguas. Por eso, podría asumirse, que funcionalmente, la naciente del Río Huasco se encuentra en la salida del Embalse Santa Juana.

ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

**Temperatura:** Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

**Sulfato:** Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería y también la agricultura.

**Especies de nitrógeno (nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total):** En este sector son parámetros de intervención antrópica vinculados al uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el nitrógeno predominantemente como forma oxidada de nitratos, aunque se pueden encontrar otras formas de nitrógeno como nitritos o amonio. En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas. Disponer de la información acerca de las concentraciones de todas las especies de nitrógeno permitirá que se pueda evaluar el ciclo biogeoquímico del nitrógeno en esta área de vigilancia.

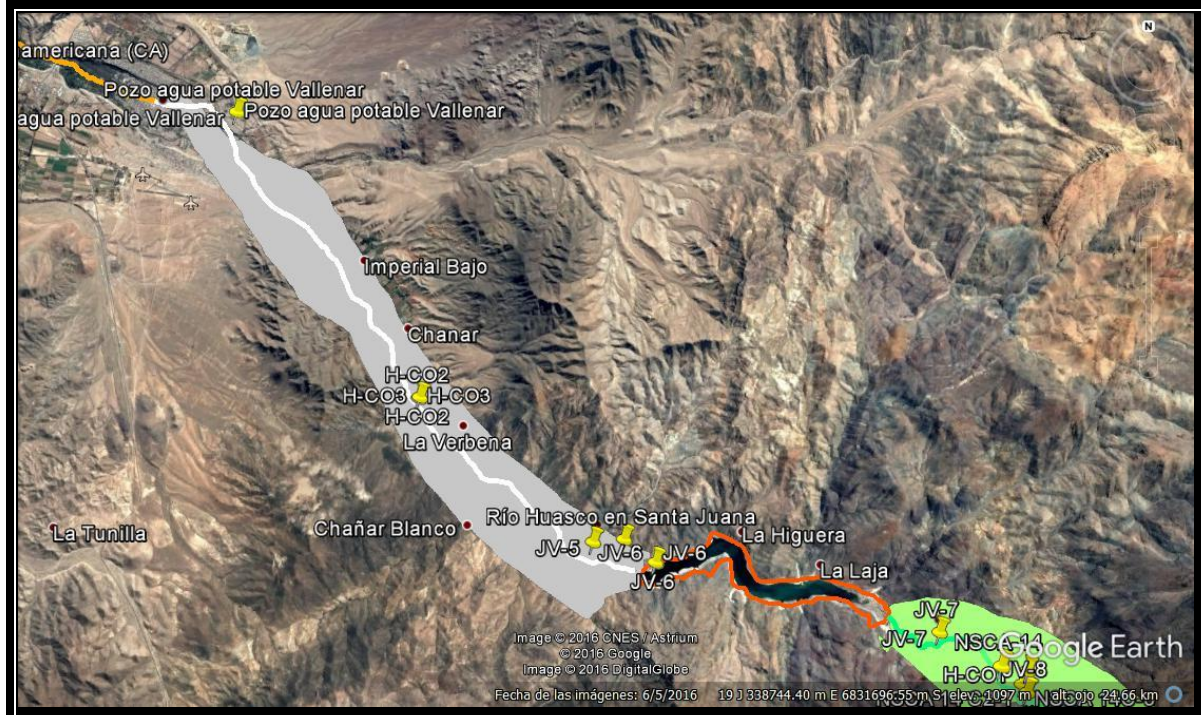
**Fosfatos:** Es un parámetro de intervención antrópica vinculado al uso de fertilizantes fosfatados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el fósforo en forma oxidada de fosfatos (también conocidas como ortofosfatos, que es la especie química predominante). En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas.

**Cloruro:** Es un parámetro de condición natural, en este sector, pero que tiene gran incidencia en el uso de las aguas para riego y que, al evaluarse en este sector, constituye la referencia para los niveles de cloruro en la zona baja de la cuenca.

Tabla 32: Identificación general del área de vigilancia Río Huasco desde el Embalse Santa Juana hasta Vallenar (propuesta).

<b>Denominación del área de vigilancia</b>	Río Huasco desde el Embalse Santa Juana hasta Vallenar
<b>Delimitación del área de vigilancia</b>	Río Huasco desde la salida del Embalse Santa Juana hasta la ciudad de Vallenar
<b>Principales amenazas antrópicas en el sector</b>	Agricultura y población
<b>Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas</b>	Nutrientes y sólidos suspendidos
<b>Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia</b>	pH, oxígeno, conductividad, cloruro, sulfato, temperatura, nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total, fosfatos.





**Ilustración 12: Representación aproximada del área de vigilancia Río Huasco desde el Embalse Santa Juana hasta Vallenar, propuesta para la formulación de NSCA.**

#### **4.5.2.12 Propuesta de área de vigilancia Río Huasco desde Vallenar hasta Freirina**

Esta área de vigilancia propuesta, incluye las aguas del río Huasco desde la ciudad de Vallenar hasta la ciudad de Freirina, lo que considera la primera influencia de las actividades urbanas, especialmente, las descargas de aguas servidas domésticas de la ciudad de Vallenar. Es importante separar las influencias de las aguas servidas domésticas, que se incorporan en las diferentes localidades a fin de identificar adecuadamente las acciones que permitan mantener la calidad de las aguas.

La permeabilidad es media a alta al pasar de rocas sedimentarias – volcánicas, depósitos no consolidados o rellenos, encajonadas por intercalaciones de rocas sedimentarias, plutónicas e hipabisales. A partir de Vallenar hasta la desembocadura existen afloramientos subterráneos que recargan las aguas del Río Huasco.

Los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas en este sector, son los siguientes:

**Oxígeno disuelto:** Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

**Conductividad eléctrica:** Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

**Sólidos suspendidos totales:** En este sector, puede ser un parámetro de condición natural durante los deshielos y un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial. Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

**pH:** Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

**Temperatura:** Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

**Sulfato:** Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería y también la agricultura.

**Especies de nitrógeno (nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total):** En este sector son parámetros de intervención antrópica vinculados al uso de fertilizantes nitrogenados en la

agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el nitrógeno predominantemente como forma oxidada de nitratos, aunque se pueden encontrar otras formas de nitrógeno como nitritos o amonio. En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas. Disponer de la información acerca de las concentraciones de todas las especies de nitrógeno permitirá que se pueda evaluar el ciclo biogeoquímico del nitrógeno en esta área de vigilancia.

**Fosfatos:** Es un parámetro de intervención antropica vinculado al uso de fertilizantes fosfatados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el fósforo en forma oxidada de fosfatos (también conocidas como ortofosfatos, que es la especie química predominante). En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas.

**Cloruro:** Es un parámetro de condición natural, que en este sector se agrega al uso de cloruro (como cloruro de sodio o sal común) en las actividades de la producción de aceituna y en las aguas para riego.

Tabla 33: Identificación general del área de vigilancia Río Huasco desde Vallenar hasta Freirina (propuesta).

<b>Denominación del área de vigilancia</b>	Río Huasco desde Vallenar hasta Freirina
<b>Delimitación del área de vigilancia</b>	Río Huasco desde aguas debajo de la PTAS de Vallenar hasta aguas debajo de la PTAS de Freirina
<b>Principales amenazas antrópicas en el sector</b>	Agricultura y población
<b>Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas</b>	Nutrientes y sólidos suspendidos
<b>Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia</b>	pH, oxígeno, conductividad, cloruro, sulfato, temperatura, nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total, fosfatos.





**Ilustración 13: Representación aproximada del área de vigilancia Río Huasco desde Vallenar hasta Freirina, propuesta para la formulación de NSCA.**

#### **4.5.2.13 Propuesta de área de vigilancia Río Huasco desde Freirina hasta el humedal de la desembocadura**

Esta área de vigilancia propuesta, incluye las aguas del río Huasco desde la localidad de Freirina hasta el humedal de la desembocadura, lo que considera la influencia de las actividades desarrolladas en Freirina, Huasco Bajo y otras localidades tanto por las viviendas, planta de tratamiento de aguas servidas de Freirina y la agricultura en todo el sector.

La permeabilidad es media a alta al pasar de rocas sedimentarias – volcánicas, depósitos no consolidados o rellenos, encajonadas por intercalaciones de rocas sedimentarias, plutónicas e hipabisales. A partir de Vallenar hasta la desembocadura existen afloramientos subterráneos que recargan las aguas del Río Huasco.

Los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas en este sector, son los siguientes:

**Oxígeno disuelto:** Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

**Conductividad eléctrica:** Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

**Sólidos suspendidos totales:** En este sector, puede ser un parámetro de condición natural durante los deshielos y un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial. Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

**pH:** Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

**Temperatura:** Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

**Sulfato:** Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería y también la agricultura.

**Especies de nitrógeno (nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total):** En este sector son parámetros de intervención antrópica vinculados al uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen

el nitrógeno predominantemente como forma oxidada de nitratos, aunque se pueden encontrar otras formas de nitrógeno como nitritos o amonio. En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas. Disponer de la información acerca de las concentraciones de todas las especies de nitrógeno permitirá que se pueda evaluar el ciclo biogeoquímico del nitrógeno en esta área de vigilancia.

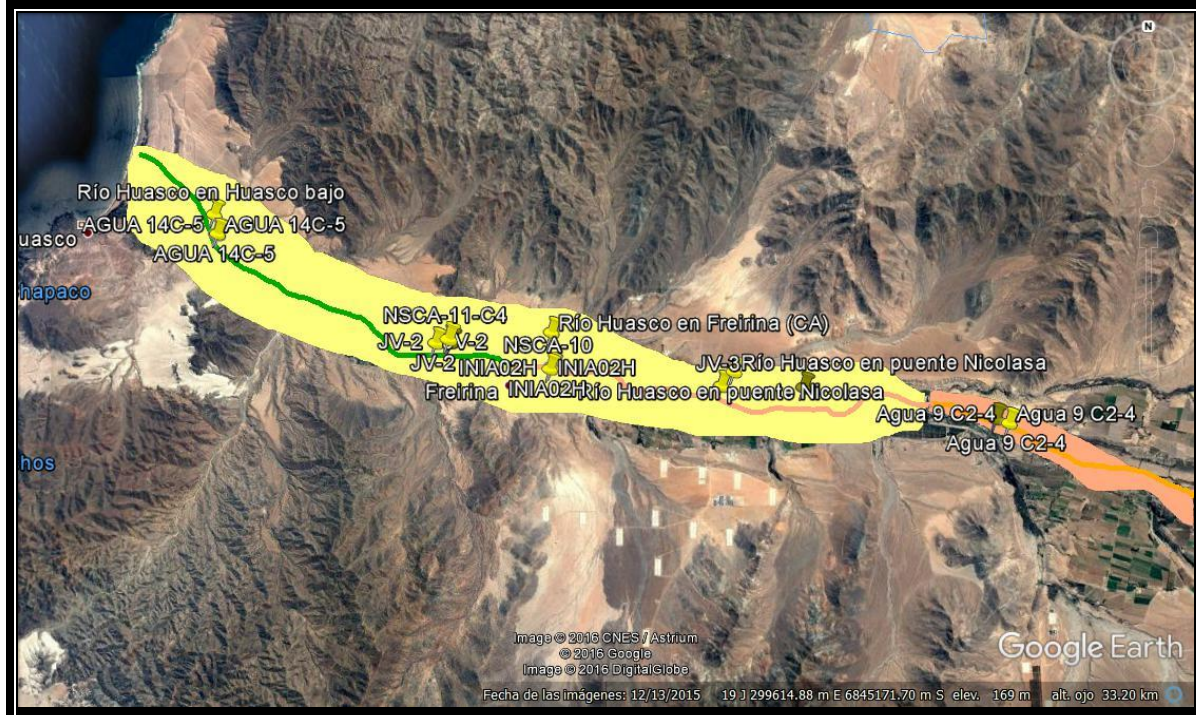
**Fosfatos:** Es un parámetro de intervención antrópica vinculado al uso de fertilizantes fosfatados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el fósforo en forma oxidada de fosfatos (también conocidas como ortofosfatos, que es la especie química predominante). En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas.

**Cloruro:** Es un parámetro de condición natural, que en este sector se agrega al uso de cloruro (como cloruro de sodio o sal común) en las actividades de la producción de aceituna y en las aguas para riego.

Tabla 34: Identificación general del área de vigilancia Río Huasco desde Freirina hasta desembocadura Freirina (propuesta).

<b>Denominación del área de vigilancia</b>	Río Huasco desde Freirina hasta el humedal de la desembocadura
<b>Delimitación del área de vigilancia</b>	Río Huasco desde aguas debajo de la PTAS de Freirina hasta el humedal de la desembocadura
<b>Principales amenazas antrópicas en el sector</b>	Agricultura y población
<b>Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas</b>	Nutrientes y sólidos suspendidos
<b>Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia</b>	pH, oxígeno, conductividad, cloruro, sulfato, temperatura, nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total, fosfatos.





**Ilustración 14: Representación aproximada del área de vigilancia Río Huasco desde Freirina hasta la desembocadura, propuesta para la formulación de NSCA.**

#### **4.5.2.14 Propuesta de área de vigilancia Humedal desembocadura Río Huasco**

El Estuario del río Huasco y Carrizal, con una superficie de 2.178 hectáreas ha sido identificado por el estudio de CADE-IDEPE para la DGA<sup>20</sup> (2004) como un humedal costero y área marina con alta diversidad de invertebrados, mamíferos y aves marinas, con diversidad de hábitats representativos del litoral del Norte de Chile y pristinidad media – baja.

Este sector se caracteriza por un clima desértico con nublados, con variaciones térmicas muy moderadas, precipitaciones escasas y solamente en el periodo invernal, alta humedad relativa y nubosidad abundante aún en los meses de verano. La influencia marina se ve a través de neblinas o camanchacas, especialmente en las mañanas.

Los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas en este sector, son los siguientes:

**Oxígeno disuelto:** Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

**Conductividad eléctrica:** Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

**pH:** Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

**Temperatura:** Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

**Especies de nitrógeno (nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total):** En este sector son parámetros de intervención antrópica vinculados al uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el nitrógeno predominantemente como forma oxidada de nitratos, aunque se pueden encontrar otras formas de nitrógeno como nitritos o amonio. En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas. Disponer de la información acerca de las concentraciones de todas las especies de nitrógeno permitirá que se pueda evaluar el ciclo biogeoquímico del nitrógeno en esta área de vigilancia.

---

<sup>20</sup> Disponible en [http://www.sinia.cl/1292/articles-31018\\_Huasco.pdf](http://www.sinia.cl/1292/articles-31018_Huasco.pdf)

**Fosfatos:** Es un parámetro de intervención antópica vinculado al uso de fertilizantes fosfatados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el fósforo en forma oxidada de fosfatos (también conocidas como ortofosfatos, que es la especie química predominante). En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas.

**Sulfato:** Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería y también la agricultura.

**Cloruro:** Es un parámetro de condición natural, que en este sector se agrega al uso de cloruro (como cloruro de sodio o sal común) en las actividades de la producción de aceituna y en las aguas para riego.

**Tabla 35: Identificación general del área de vigilancia Humedal de la desembocadura Río Huasco (propuesta).**

<b>Denominación del área de vigilancia</b>	Humedal de la desembocadura Río Huasco
<b>Delimitación del área de vigilancia</b>	Estuario del río Huasco y Carrizal
<b>Principales amenazas antrópicas en el sector</b>	Agricultura y población del sector bajo de la cuenca
<b>Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas</b>	Interacción estuarina
<b>Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia</b>	pH, oxígeno, conductividad, cloruro, sulfato, temperatura, nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total, fosfatos.

Otros parámetros podrán incluirse en la vigilancia en dependencia de las acciones de conservación ecológica en el humeda.

Como parte del estudio “Evaluación y caracterización del polvo negro en la comuna de Huasco e implementación de medidas de mitigación” (608897-96-LP15 – en etapa de revisión final) se tomaron y analizaron muestras de sedimentos en diferentes puntos de la cuenca del Río Huasco, en el sector entre Vallenar y la desembocadura.

En Chile no existe normativa ambiental respecto de los valores aceptados para contaminantes metálicos en sedimentos fluviales. Sin embargo, las referencias internacionales utilizadas tanto en Canadá como en Estados Unidos de América, se relacionan con los trabajos de MacDonald y col (2000<sup>21</sup>) quienes establecieron límites de metales en sedimentos fluviales superficiales, basados en los efectos adversos observados en especies bentónicas y epibentónicas. De este modo, define como **valores TEL** (Threshold Effect Level en inglés) a las concentraciones bajo la cual se espera que raramente ocurran efectos adversos (lo que podría asimilarse a una concentración segura). También define como **valores PEL** (Probably Effect Level en inglés) a las concentraciones

<sup>21</sup> Mac Donald, D.D., C.G. Ingersoll & T.A Berger (2000) “Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems” Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 39 (1) 20-31

sobre la cual se espera que frecuentemente se presenten efectos adversos (lo que podría asimilarse a una concentración máxima aceptable).

De los resultados, que se presentan en la siguiente tabla, se observa que los sedimentos estudiados en la cuenca del Río Huasco presentan concentraciones que requieren estudios específicos de riesgo ecológico para los metales Cd, Mn, Cu y Fe en algunos sectores de la misma.

Los sedimentos constituyen el hábitat de muchos organismos bentónicos y epibentónicos y desempeñan un importante papel en la ecología de las comunidades acuáticas. Por otra parte, constituyen el destino de muchos contaminantes descargados a los sistemas acuáticos, por lo que pueden actuar como reservorio y como fuentes de contaminantes metálicos a lo largo del tiempo, por lo que el significado de las concentraciones de metales en sedimentos se debe realizar comparado con los niveles conocidos que causan efectos en los organismos acuáticos. Esta situación deberá estudiarse detenidamente por cuanto, a pesar del efecto del Embalse Santa Juana, en la parte alta de la cuenca se han considerado los metales como contaminantes a vigilar.



**Tabla 36: Concentración (mg/kg) de metales en sedimentos del Río Huasco. En rojo se destacan los valores que superan el criterio PEL y en naranja los valores que superan el criterio TEL, ambos de Canadá.**

Identificación	Descripción del sector	Cd	Zn	Cr	Cu	Ni	Pb	Mn	V	Ba	Co	Fe
1	PTO 28 UDA-1,7 km al norte de la Ruta 5 hacia la cordillera,	<b>6,34</b>	40,9	22,8	27	10	5,1	374	106,47	21,13	10,01	<b>30833</b>
2	Sedimento 1 160 m Pasando Ruta 5 de Vallenar a Huasco, Bajo el puente Vallenar	<b>4,88</b>	60,9	13,1	<b>38</b>	10,67	6,8	341	72,05	34,35	10,22	18079
3	Sedimento 2 600 m Pasando Ruta 5 de Vallenar a Huasco, Extracción de áridos,	<b>6,41</b>	107,4	12,6	<b>104</b>	12,60	15,8	<b>832</b>	72,68	63,97	14,74	<b>28620</b>
4	Sedimento 4 3,7 km Pasando Ruta 5 de Vallenar a Huasco, Acceso pedregoso, vegetación y algas	<b>4,50</b>	43,7	13,0	16,45	6,19	<2,09	245	76,92	15,49	9,09	15922
5	Sedimento 3 5 km Pasando Ruta 5 de Vallenar a Huasco, Cruce de camino por el río	<b>8,72</b>	65,5	23,1	<b>43</b>	9,05	4,9	<b>673</b>	171,94	30,99	14,10	<b>42258</b>
6	Sedimento 6 11 km Pasando Ruta 5 de Vallenar a Huasco, Dificil acceso, sin camino, vegetación	<b>4,72</b>	56,0	9,8	29,56	9,69	5,3	394	58,55	37,28	10,17	17231
7	Sedimento 7 12 km Pasando Ruta 5 de Vallenar a Huasco, Junto canal de regadío	<b>3,40</b>	49,5	6,8	26,40	7,55	<2,09	328	34,57	36,93	8,18	13911
8	Sedimento 8 12,6 km Pasando Ruta 5 de Vallenar a Huasco, Cercano a cruce de camino, abundante vegetación	<b>2,35</b>	39,0	4,0	23,06	<LD	<2,09	270	24,63	40,54	5,11	8511
9	Sedimento 9 14 km Pasando Ruta 5 de Vallenar a Huasco	<b>3,46</b>	49,0	7,6	26,20	6,98	<2,09	<b>464</b>	39,80	70,59	8,15	8816
10	PTO 30 500m al sur de	<b>3,58</b>	48,4	10,6	<b>35</b>	13,4	<2,0	430	50,3	42,8	8,81	<b>23190</b>

	Identificación	Descripción del sector	Cd	Zn	Cr	Cu	Ni	Pb	Mn	V	Ba	Co	Fe
		Sed9					0	9		8	3		
11	Sedimento 19	Pasando Tatora	<b>4,28</b>	41,2	15,1	11,41	9,96	4,4	<b>462</b>	58,4 8	29,3 2	9,34	<b>22993</b>
12	Sedimento 20		<b>4,59</b>	44,9	17,3	12,35	9,01	<2,0 9	<b>477</b>	62,7 3	30,8 9	9,26	16257
13	Sedimento 18	3 km al norte de Nicolasa	<b>4,06</b>	47,3	18,8	16,06	8,86	4,6	393	53,0 6	56,6 6	8,78	19590
14	Sedimento 10	100 m del puente Nicolasa, Cercano a puente y zona urbana, Algas	<b>3,43</b>	40,2	10,4	13,18	8,42	<2,0 9	362	39,1 1	38,0 9	6,99	14330
15	Sedimento 11	2 km al norte de Freirina, Cercano a balneario y planta de áridos	<b>2,65</b>	37,0	11,1	9,00	5,62	<2,0 9	421	30,1 9	26,0 8	5,09	9165
16	Sedimento 5	1 km al norte de Freirina, Cercano a pared de tierra	<b>2,97</b>	36,9	12,5	15,86	11,9 9	<2,0 9	<b>543</b>	31,6 0	34,5 2	6,63	6688
17	PTO 49-1	500 m al norte de Freirina	<1,0 2	30,3	5,5	22,36	8,09	<2,0 9	<b>1241</b>	21,5 9	54,2 6	4,22	11790
18	Sedimento 21	1 km al sur de Freirina	<b>2,96</b>	41,0	9,4	12,89	5,50	<2,0 9	356	30,3 7	31,1 8	5,77	12420
19	Sedimento 15	2 km al norte El Pino, Pedregoso, vegetación, algas	<b>2,81</b>	33,1	8,8	9,78	6,02	<2,0 9	<b>2479</b>	28,4 7	40,4 2	5,77	14364
20	Sedimento 16	1 km al norte El Pino, Vegetación, algas	<b>3,12</b>	36,2	11,3	7,17	7,49	4,2	<b>1013</b>	35,4 5	32,0 6	6,73	12392
21	Sedimento 17	Puente El Pino (bajo el puente)	<b>3,85</b>	39,8	13,0	21,44	7,12	<2,0 9	<b>695</b>	47,5 3	41,0 2	7,66	12689
22	Sedimento 14	Huasco bajo, Bajo el puente, Vegetación, algas	<b>2,75</b>	31,6	9,4	7,14	5,12	<2,0 9	<b>1397 2</b>	32,3 6	47,5 2	5,16	9070
23	Sedimento 12	1,6 km antes de la línea de costa, Humedal	<b>4,01</b>	38,4	17,9	5,75	7,68	<2,0 9	433	56,8 2	27,0 6	8,06	<b>21036</b>
24	Sedimento 13	1,6 km antes de la línea de costa, Humedal	<b>3,88</b>	37,5	13,6	6,81	6,67	<2,0 9	359	51,4 7	32,4 2	8,00	13987
<b>Valores TEL</b> (Thereshold Effect Level ) concentraciones bajo la cual se espera que raramente ocurran efectos adversos			<b>0,99</b>	<b>120</b>	<b>43</b>	<b>32</b>	<b>23</b>	<b>38</b>	<b>460</b>	<b>No descrito</b>	<b>No descrito</b>	<b>No descrito</b>	<b>20000</b>
<b>Valores PEL</b> (Probably Effect Level) concentraciones sobre la cual se espera que frecuentemente se presenten efectos adversos			<b>5,00</b>	<b>460</b>	<b>110</b>	<b>150</b>	<b>49</b>	<b>130</b>	<b>1100</b>	<b>No descrito</b>	<b>No descrito</b>	<b>No descrito</b>	<b>40000</b>



#### 4.5.3 Referencias en base de datos Science Direct

En la base de datos Science Direct se encontraron algunas referencias a la cuenca del Río Huasco, como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 37: Número de referencias bibliográficas en base de datos Science Direct.

<b>Año</b>	<b>Huasco + river</b>	<b>Huasco + basin</b>	<b>Huasco + agua</b>
<b>Total de publicaciones</b>	<b>54</b>	<b>49</b>	<b>34</b>
2015	8	6	5
2014	6	4	4
2013	4	4	3
2012	2	1	1
2011	3	4	2
2010	4	4	1
2009	3	4	3
2008	1	-	1
2007	2	2	1
2006	1	1	1
2004	2	2	2
1998	2	2	2
1996	2	-	1
1994	1	1	1

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en <http://www.sciencedirect.com>

#### 4.6 RECOPIACION DE DATA BIOLÓGICA.

Esta etapa se completa de manera conjunta con los datos de calidad química y será totalmente reportada al completar la base de datos anteriormente mencionada.

Se ha avanzado en recopilar la data biológica existente disponible en relación al monitoreo biológico y ecotoxicológico histórico desarrollado a nivel público o privado en la cuenca del Río Huasco. La base de datos se trabaja en formato Excel, considerando el tipo de monitoreo biológico y/o ecotoxicológico, valor, unidad, fecha de muestreo, punto de monitoreo, fuente de información, entre otros.

En el estudio denominado “Desarrollo de un modelo de gestión integral para el resguardo de la calidad de las aguas del valle de Huasco, Limarí y Choapa” realizado por INIA- CORFO, entre el 2006 y 2009; se identificaron en la cuenca del Río Huasco 26 grupos taxonómicos:

CUENCA DE LOS RÍOS DEL ESTRECHO Y CHOLLAY				RIO TRES QUEBRADAS	RIO POTRERILLO
Tramo superior	Tramo medio	Tramo inferior	Tributarios	Tributario	Tributario
Chironomidae (A) (85,0%) Elmidae (4,4%) Empididae (2,7%) <i>Dugesia</i> sp. (1,7%) Chironomidae (B) (1,7%) <i>Meridialaris</i> sp. (1,7%) <i>Deceptivosa</i> sp. (1,7%)	Chironomidae (A) (24,1%) Chironomidae (B) (20,1%) <i>Meridialaris</i> sp. (10,1%) Elmidae (8,3%) <i>Deceptivosa</i> sp. (7,9%) Empididae (6,1%) <i>Andestops</i> sp. (4,3%)	<i>Deceptivosa</i> sp. (27,2%) <i>Smicridea</i> sp. (21,3%) Chironomidae (B) (17,6%) Elmidae (14,1%) <i>Andestops</i> sp. (11,2%) Chironomidae (A) (3,6%) <i>Meridialaris</i>	Chironomidae (B) (26,5%) Elmidae (15,6%) <i>Meridialaris</i> sp. (12,0%) Oligochaeta (9,2%) <i>Andestops</i> sp. (8,6%) <i>Brachysetodes</i> sp. (6,3%) <i>Smicridea</i> sp. (5,2%) Simuliidae (4,8%) <i>Deceptivosa</i> sp.	<i>Meridialaris</i> sp. (47,1%) <i>Andesiops</i> sp. (20,5%) Oligochaeta (19,9%) Chironomidae (B) (9,5%)	<i>Smicridea</i> sp. (47,8%) Chironomidae (B) (15,9%) Elmidae (13,6%) Blephariceridae (11,4%) <i>Meridialaris</i> sp. (6,8%) Hydrobiosidae (4,5%)

Fuente: CEA 2005

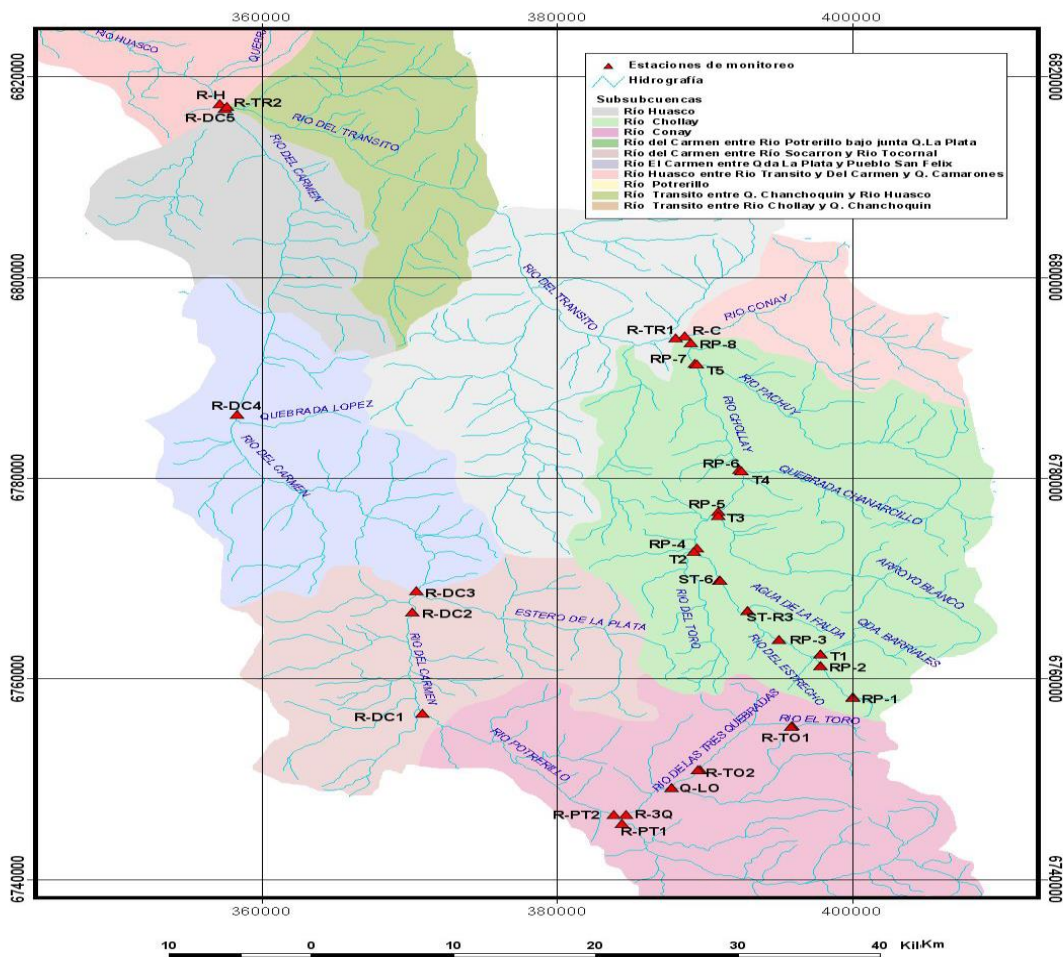


Ilustración 15: Figura que ilustra las estaciones de monitoreo de parámetros biológicos en la zona alta de la cuenca.



## 4.7 CAMPAÑAS DE MUESTREO.

A la fecha de este informe se han realizado completamente dos campañas de muestreo y se organiza la tercera:

- La primera campaña de muestreo se realizó entre los días 27 de Noviembre al 1 de Diciembre de 2015, coincidiendo con la primavera.
- La segunda campaña de muestreo se realizó entre los días 25 al 27 de Enero de 2016, coincidiendo con el verano.
- La tercera campaña de muestreo se realizó entre los días 27 al 30 de Abril de 2016 coincidiendo con el otoño.
- La cuarta campaña de muestreo se realizó entre los días 18 al 20 de Julio de 2016, coincidiendo con el invierno.

### 4.7.1 Planes de Muestreo.

Entre sus protocolos, CENMA utiliza como Plan de Muestreo un documento con formato estandarizado que contiene información general y las instrucciones del trabajo en terreno así como la delimitación de responsabilidades. Este documento recoge la planificación de toda la actividad de muestreo, incluyendo también las condiciones y detalles para el empaclado, rotulación, preservación, transporte, almacenamiento de las muestras.

En el **Anexo 3** se incluyen los Planes de Muestreo PM/N°012-2015 y PM/N°002-2016,

A continuación se presentan algunas fotos de las actividades de toma de muestra en terreno.



**Ilustración 16:** Toma de muestra en punto identificado como NSCA-1 (Río Conay), primera campaña (fotografía superior) y segunda campaña (fotografía inferior).





**Ilustración 17: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-2 (Río Potrerillo), primera campaña (fotografía izquierda) y segunda campaña (fotografía derecha).**



**Ilustración 18: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-3 (Río Tránsito ante de la junta con Río Carmen).**





**Ilustración 19: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-4 (Río Carmen antes de la junta con Río Tránsito), primera campaña (fotografía izquierda) y segunda campaña (fotografía derecha).**



**Ilustración 20: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-5 (Río Carmen), primera campaña (fotografía izquierda) y segunda campaña (fotografía derecha).**



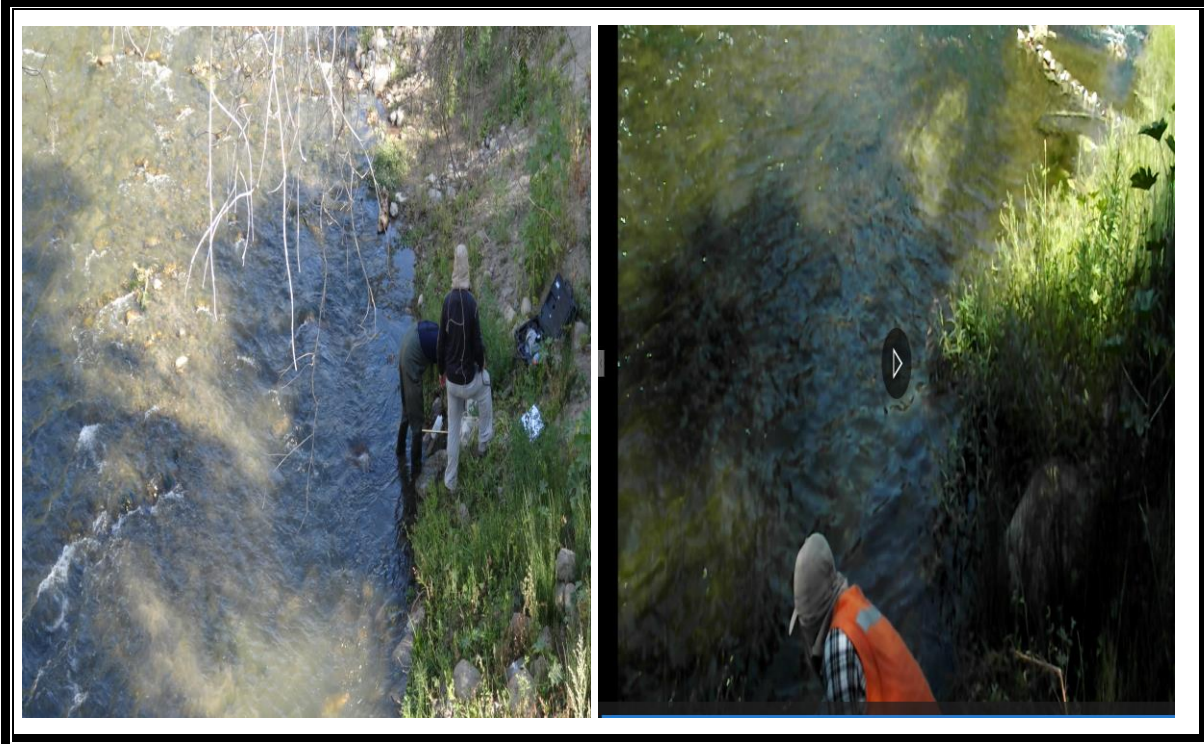


**Ilustración 21: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-6, (Río Chollay antes de la junta con el Río Conay) primera campaña (fotografía superior) y segunda campaña (fotografía inferior).**



**Ilustración 22: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-7 (Río Estrecho), primera campaña (fotografía izquierda) y segunda campaña (fotografía derecha).**

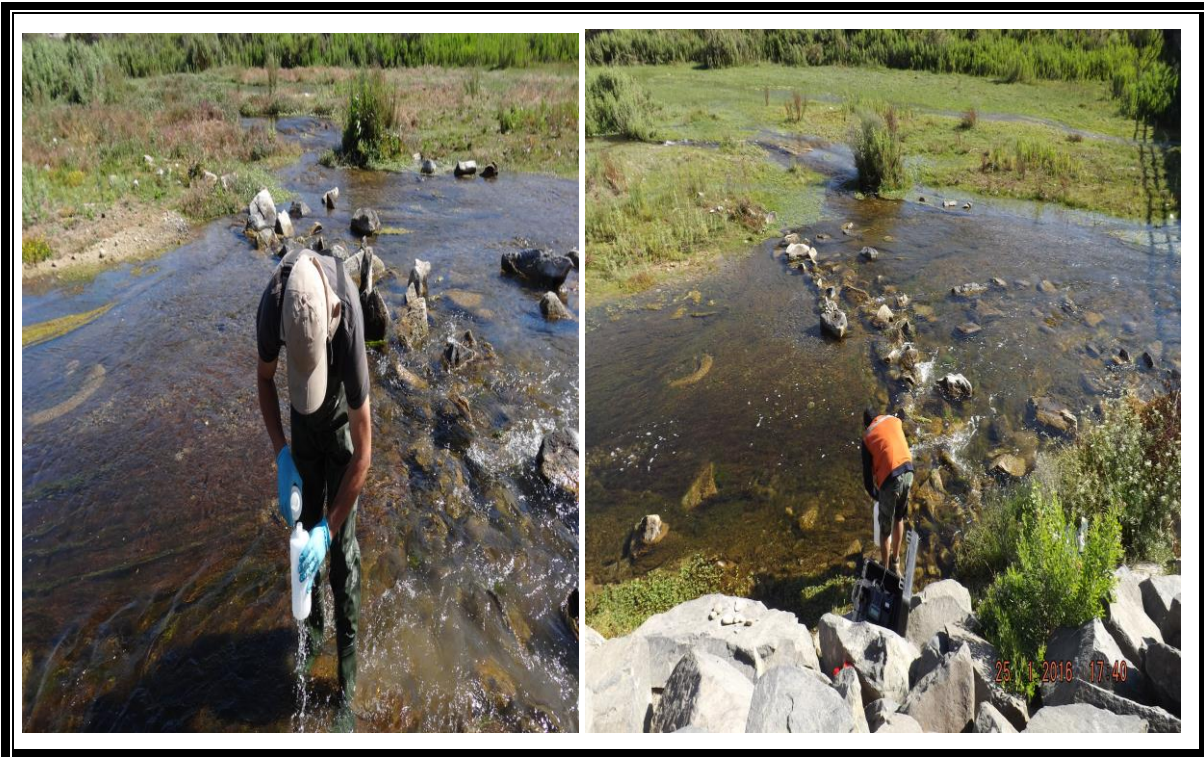




**Ilustración 23: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-8 (Río Huasco sector Chañar Blanco), primera campaña (fotografía superior) y segunda campaña (fotografía inferior).**



**Ilustración 24: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-9 (Río Huasco aguas debajo de la descarga de la PTAS Vallenar), primera campaña (fotografía superior) y segunda campaña (fotografía inferior).**



**Ilustración 25: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-10 (Río Huasco aguas debajo de la descarga PTAS Freirina), primera campaña (fotografía superior) y segunda campaña (fotografía inferior).**

#### **4.7.2 Resultados de las mediciones en terreno y resultados de laboratorio.**

A continuación se presentan los resultados obtenidos en terreno y en laboratorio para todas las campañas de muestreo, en todas las estaciones de monitoreo.



**Tabla 38: Resultados de mediciones en terreno, todas las estaciones, todas las campañas.**

Identificación	Campaña		Punto	X (Este)	Y (Norte)	Fecha Muestreo	T°	pH	Cond. Us/cm	OD mg/L	OD % Sat
NSCA-1	Campaña 1	Primavera	Punto 1	394364	6798668	29.11.2015	19.6	8.2	613		
NSCA 1 C2-2	Campaña 2	Verano	Punto 1	394351	6798702	26/01/16	14.86	8.29	603		
NSCA 1C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 1	394351	6798702	28/04/16	10.60	8.40	512		
NSCA-1-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 1	394351	6798702	20/07/16	6.0	8.06	705	8.04	75.3
NSCA-2	Campaña 1	Primavera	Punto 2	373756	6752820	30.11.2015	11.6	7.9	597		
NSCA 2 C2-2	Campaña 2	Verano	Punto 2	373754	6752819	27/01/16	10.8	8.18	643		
NSCA 2C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 2	373754	6752819	28/04/16	10.74	8.38	572		
NSCA-2-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 2	373754	6752819	19/07/16	4.8	7.08	1082	9.95	100.6
NSCA-3	Campaña 1	Primavera	Punto 3	355069	6818567	30.11.2015	24.9	8.2	633		
NSCA 3 C2-2	Campaña 2	Verano	Punto 3	355073	6818562	27/01/16	23.37	8.50	656		
NSCA 3C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 3	355073	6818562	28/04/16	18.60	8.39	558		
NSCA-3-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 3	355073	6818562	19/07/16	13.0	8.58	1016	8.21	85
NSCA-4	Campaña 1	Primavera	Punto 4	355403	6816812	29.11.2015	21.5	8.4	745		
NSCA 4 C2-2	Campaña 2	Verano	Punto 4	355408	3816814	27/01/16	22.79	8.43	780		
NSCA 4C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 4	355073	6818562	28/04/16	16.73	8.56	614		
NSCA-4-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 4	355408	6816814	19/07/16	12.8	8.87	1234	8.24	85
NSCA-5	Campaña 1	Primavera	Punto 5	368009	6768414	30.11.2015	14.5	8.0	614		
NSCA 5 C2-2	Campaña 2	Verano	Punto 5	367897	6767808	27/01/16	13.79	8.32	668		
NSCA 5C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 5	367897	6767808	28/04/16	11.70	8.52	531		
NSCA-5-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 5	367897	6767808	19/07/16	6.0	7.03	1081	7.1	71.5
NSCA-6	Campaña 1	Primavera	Punto 6	387558	6794123	29.11.2015	17.6	7.8	434		
NSCA 6 C2-2	Campaña 2	Verano	Punto 6	387538	6794126	26/01/16	14.65	7.78	481		
NSCA 6C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 6	387538	6794126	28/04/16	10.86	8.02	432	6.52	71.9
NSCA-6-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 6	387538	6794126	20/07/16	4.9	8.13	633	7.51	71.8
NSCA-7	Campaña 1	Primavera	Punto 7	390304	6783283	29.11.2015	11.5	6.9	392		
NSCA 7 C2-2	Campaña 2	Verano	Punto 7	390300	6783279	26/01/16	9.57	7.90	435		
NSCA 7C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 7	390300	6783279	28/04/16	7.29	8.15	379	6.52	70.7

NSCA-7-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 7	390300	6783279	20/07/16	14.2	8.99	571	6.18	70.2
NSCA-8	Campaña 1	Primavera	Punto 8	334257	6830454	30.11.2015	20.1	8.7	869	5.83	
NSCA 8 C2-2	Campaña 2	Verano	Punto 8	334252	6830462	26/01/16	20.8	8.75	914	6.8	80.3
NSCA 8C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 8	334252	6830462	29/04/16	17.49	8.29	703	6.78	76.5
NSCA-8-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 8	334252	6830462	19/07/16	15.1	8.54	1237	7.24	76.7
NSCA-9	Campaña 1	Primavera	Punto 9	322906	6839593	30.11.2015	22.1	7.9	1798		
NSCA 9 C2-2	Campaña 2	Verano	Punto 9	322920	6839593	26/01/16	30.87	8.18	1594		
NSCA 9C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 9	322920	6839593	29/04/16	15.40	7.98	1465		
NSCA-9-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 9	322920	6839593	20/07/16	16.8	7.90	2682	9.58	103
NSCA-10	Campaña 1	Primavera	Punto 10	297720	6844487	28.11.2015	25.4	8.3	3178	7.08	
NSCA 10 C2-2	Campaña 2	Verano	Punto 10	297720	6844487	25/01/16	26.19	8.28	3018	7.75	97.6
NSCA 10C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 10	297720	6844487	27/04/16	16.95	8.20	2258	7.5	75.8
NSCA-10-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 10	297720	6844487	20/07/16	17.0	8.85	4155	11.54	121.6
NSCA-10-1	Campaña 1	Primavera	Punto 10-Nuevo	294431	6845278	01.12.2015	21.2	8.4	3294	6.65	
NSCA 11 C2-2	Campaña 2	Verano	Punto 11	294433	6845276	25/01/16	24.49	8.53	3051	7.58	92.2
NSCA 11C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 11	294375	6845339	27/04/16	17.13	8.32	2389	7.49	78.7
NSCA-11-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 11	294433	6845276	18/07/16	15.6	---	4070	---	---
NSCA 12 C2-1	Campaña 2	Verano	Punto 12	372027	6808552	26/01/16	21.48	5.26	600	5.16	66
NSCA 12C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 12	372027	6808552	28/04/16	14.99	8.29	322	6.54	71.1
NSCA-12-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 12	372027	6808552	20/07/16	12.1	8.74	894	7.33	75.6
NSCA 13 C2-1	Campaña 2	Verano	Punto 13	356145	6789194	27/01/16	16.85	8.41	705	4.94	60.2
NSCA 13C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 13	356208	6789057	28/04/16	13.07	8.59	529	6.39	73.7
NSCA-13-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 13	356145	6789194	19/07/16	7.2	7.14	1147	10.77	104.5
NSCA 14 C2-1	Campaña 2	Verano	Punto 14	348619	6823719	26/01/16	21.76	8.41	736	5.5	67.5
NSCA 14C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 14	348619	6823719	28/04/16	17.80	8.51	566	6.76	77.7
NSCA-14-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 14	348619	6823719	19/07/16	12.2	8.40	1078	8.01	80.1
Agua 14 C2-4	Campaña 2	Verano	Punto 14-2	286817	6848714	25/01/16	21.87	7.75	4358	5.2	60.1
Agua 14 C2-4 Dup.	Campaña 2	Verano	Punto 14-2	286817	6848714	25/01/16	22.16	7.81	4182	5.36	62.2
AGUA	Camp	Otoño	Punto	286817	6848	27/04/	15.6	7.95	4325	5.36	54.5



14C-5	año 3		14-2		714	16	0					
AGUA 14C-5 DUP.	Campaña 3	Otoño	Punto 14-2	286817	6848714	27/04/16	15.60	7.95	4325	5.36	54.5	
Agua 9 C2-4	Campaña 2	Verano	Punto 9-2	312551	6842830	25/01/16	23.49	8.19	2420	4.7	57.3	
AGUA 9C-5	Campaña 3	Otoño	Punto 9-2	312120	6842974	29/04/16	15.09	8.40	2290	8.81	89.9	
NSCA 11-BRAZO (INTERNO)***	Campaña 4	Invierno	Punto Nuevo	294370	6845334	18/07/16	14.85	---	4874	---	---	

Tabla 39: Resultados de concentración (mg/L) de metales totales. Parte 1.

Identificación	Cd-total	Zn-total	Cr-total	Cu-total	Ni-total	Pb-total	Al-total
NSCA-1	0.002	0.286	<0,006	0.076	<0,032	0.008	10.430
NSCA 1 C2-2	0.002	0.124	<0,006	0.045	<0,032	<0,008	3.103
NSCA 1C-3	<0,001	0.1215	<0,006	0.0517	<0,032	0.0237	2.867
NSCA-1-C4	<0,001	0.199	0.230	<0,005	<0,032	<0,008	1.806
NSCA-2	0.005	0.303	0.043	<0,005	<0,032	0.047	25.940
NSCA 2 C2-2	0.003	0.172	<0,006	0.014	<0,032	0.0094	7.665
NSCA 2C-3	<0,001	0.0638	<0,006	0.0077	<0,032	0.0135	0.9365
NSCA-2-C4	<0,001	0.223	0.299	0.022	0.073	0.049	1.642
NSCA-3	0.002	0.218	0.013	<0,005	<0,032	0.009	14.760
NSCA 3 C2-2	0.002	0.065	<0,006	0.018	<0,032	<0,008	2.610
NSCA 3C-3	<0,001	0.1226	<0,006	0.0431	<0,032	0.0249	3.997
NSCA-3-C4	<0,001	0.141	0.301	0.034	0.063	<0,008	1.319
NSCA-4	<0,001	0.018	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	2.961
NSCA 4 C2-2	0.002	0.059	<0,006	0.006	<0,032	<0,008	3.451
NSCA 4C-3	<0,001	0.0239	<0,006	0.0081	<0,032	0.0181	0.9409
NSCA-4-C4	<0,001	0.093	0.280	0.015	0.036	<0,008	0.573
NSCA-5	0.001	0.171	0.014	<0,005	<0,032	0.017	10.580
NSCA 5 C2-2	0.003	0.130	<0,006	0.012	<0,032	<0,008	5.895
NSCA 5C-3	<0,001	0.036	<0,006	0.0098	<0,032	0.0181	0.8983
NSCA-5-C4	<0,001	0.130	0.290	0.020	<0,032	<0,008	0.925
NSCA-6	<0,001	0.139	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	4.255
NSCA 6 C2-2	0.002	0.136	<0,006	0.019	<0,032	<0,008	4.586
NSCA 6C-3	<0,001	0.110	<0,006	0.021	<0,032	0.0196	1.338
NSCA-6-C4	<0,001	0.212	0.213	<0,005	<0,032	0.017	2.604
NSCA-7	<0,001	0.199	<0,006	0.005	<0,032	<0,008	7.792
NSCA 7 C2-2	0.002	0.076	<0,006	0.010	<0,032	<0,008	3.105
NSCA 7C-3	<0,001	0.157	<0,006	0.019	<0,032	0.0129	2.013
NSCA-7-C4	<0,001	0.046	0.228	<0,005	<0,032	<0,008	0.148

NSCA-8	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.114
NSCA 8 C2-2	0.002	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.048
NSCA 8C-3	<0,001	<0,009	<0,006	0.005	<0,032	0.0169	<0,026
NSCA-8-C4	<0,001	0.069	0.297	0.018	<0,032	<0,008	0.175
NSCA-9	<0,001	0.030	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.167
NSCA 9 C2-2	0.001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.053
NSCA 9C-3	<0,001	0.012	<0,006	0.012	<0,032	0.0184	0.039
NSCA-9-C4	<0,001	0.085	0.285	0.021	0.055	0.130	0.053
NSCA-10	0.021	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.108
NSCA 10 C2-2	0.001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026
NSCA 10C-3	<0,001	<0,009	<0,006	0.006	<0,032	0.0179	<0,026
NSCA-10-C4	<0,001	0.095	0.191	<0,005	<0,032	0.026	0.052
NSCA-10-1	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026
NSCA 11 C2-2	0.001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.096
NSCA 11C-3	0.003	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026
NSCA-11-C4	<0,001	0.087	0.267	0.021	0.074	<0,008	0.048
NSCA 12 C2-1	<0,001	0.067	<0,006	0.016	<0,032	<0,008	2.038
NSCA 12C-3	0.004	0.0888	<0,006	0.0156	<0,032	<0,008	1.500
NSCA-12-C4	<0,001	0.161	0.236	0.006	<0,032	0.027	1.383
NSCA 13 C2-1	0.002	0.066	<0,006	0.006	<0,032	<0,008	3.590
NSCA 13C-3	0.004	0.038	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.976
NSCA-13-C4	<0,001	0.113	0.286	0.019	<0,032	0.064	0.942
NSCA 14 C2-1	0.003	0.086	<0,006	0.017	<0,032	<0,008	4.445
NSCA 14C-3	0.004	0.091	<0,006	0.020	<0,032	<0,008	2.954
NSCA-14-C4	<0,001	0.146	0.275	0.031	0.060	0.080	1.638
Agua 14 C2-4	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026
Agua 14 C2-4 Dup.	0.001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026
AGUA 14C-5	0.003	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.080
AGUA 14C-5 DUP.	0.005	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026
Agua 9 C2-4	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026
AGUA 9C-5	0.004	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026
NSCA 11-BRAZO (INTERNO)***	<0,001	0.086	0.278	0.026	0.037	0.048	0.178
promedio total	0.0032	0.1158	0.2236	0.0197	0.0569	0.0311	2.9963
minimo-total	0.0010	0.0123	0.0128	0.0050	0.0362	0.0082	0.0387
maximo-total	0.0211	0.3031	0.3006	0.0756	0.0741	0.1296	25.9400
desv-est	0.0038	0.0680	0.0976	0.0150	0.0156	0.0284	4.5295
mediana-total	0.0023	0.1023	0.2707	0.0179	0.0602	0.0184	1.5690
numero datos	26	44	18	35	7	23	50

**Tabla 40: Resultados de concentración (mg/L) de metales totales. Parte 2.**

Identificación	Mn-total	Ag-total	V-total	Ba-total	Co-total	Mo-total	Be-total	B-total	Fe-total
NSCA-1	0.652	<0,001	0.006	0.045	0.008	0.002	<0,0003	0.168	4.442
NSCA 1 C2-2	0.369	<0,001	0.002	0.031	0.005	0.004	0.0004	<0,104	1.409
NSCA 1C-3	0.209	<0,001	<0,001	0.030	<0,001	<0,001	<0,0003	0.407	1.878
NSCA-1-C4	0.371	0.010	0.005	0.064	0.004	0.002	<0,0003	<0,104	0.391
NSCA-2	1.552	<0,001	0.043	0.210	0.013	<0,001	<0,0003	<0,104	34.560
NSCA 2 C2-2	1.230	<0,001	0.010	0.067	0.008	0.002	0.0005	<0,104	5.033
NSCA 2C-3	0.676	<0,001	0.0014	0.027	<0,001	<0,001	<0,0003	0.249	0.3056
NSCA-2-C4	0.777	0.004	0.008	0.045	<0,001	0.013	<0,0003	0.113	0.292
NSCA-3	0.853	<0,001	0.021	0.107	0.013	0.004	<0,0003	<0,104	12.490
NSCA 3 C2-2	0.291	<0,001	0.003	0.035	0.004	0.004	<0,0003	<0,104	1.617
NSCA 3C-3	0.703	<0,001	0.009	0.093	<0,001	<0,001	<0,0003	0.246	2.741
NSCA-3-C4	0.225	0.003	0.008	0.064	<0,001	<0,001	<0,0003	<0,104	0.711
NSCA-4	0.381	<0,001	0.005	0.060	0.003	0.001	<0,0003	0.220	3.011
NSCA 4 C2-2	0.512	<0,001	0.005	0.050	0.004	0.003	<0,0003	<0,104	2.727
NSCA 4C-3	0.200	<0,001	<0,001	0.035	<0,001	<0,001	<0,0003	0.235	0.633
NSCA-4-C4	0.133	0.004	0.009	0.058	<0,001	<0,001	<0,0003	<0,104	0.455
NSCA-5	0.911	<0,001	0.017	0.096	0.011	<0,001	<0,0003	0.110	12.680
NSCA 5 C2-2	1.007	<0,001	0.008	0.060	0.007	0.003	0.0003	<0,104	4.034
NSCA 5C-3	0.260	<0,001	<0,001	0.034	<0,001	<0,001	<0,0003	0.232	0.477
NSCA-5-C4	0.297	0.003	0.009	0.056	<0,001	<0,001	<0,0003	<0,104	0.421
NSCA-6	0.572	<0,001	<0,001	0.034	0.012	0.004	<0,0003	<0,104	0.751
NSCA 6 C2-2	0.543	<0,001	0.001	0.031	0.013	0.005	<0,0003	<0,104	0.754
NSCA 6C-3	0.417	<0,001	<0,001	0.027	<0,001	<0,001	<0,0003	0.103	0.380
NSCA-6-C4	0.418	0.007	0.007	0.072	0.008	0.023	<0,0003	<0,104	0.232
NSCA-7	0.570	0.001	0.002	0.035	0.018	0.007	<0,0003	<0,104	1.698
NSCA 7 C2-2	0.290	<0,001	<0,001	0.017	<0,001	0.003	<0,0003	<0,104	0.411
NSCA 7C-3	0.531	<0,001	<0,001	0.028	<0,001	<0,001	<0,0003	<0,104	0.274

NSCA-7-C4	0.017	0.008	0.007	0.058	<0,001	0.012	<0,0003	<0,104	0.177
NSCA-8	0.040	<0,001	<0,001	0.053	<0,001	0.004	<0,0003	0.177	0.182
NSCA 8 C2-2	0.030	<0,001	<0,001	0.033	<0,001	0.004	<0,0003	<0,104	0.062
NSCA 8C-3	0.031	<0,001	<0,001	0.020	<0,001	<0,001	<0,0003	0.163	0.024
NSCA-8-C4	0.054	0.003	0.009	0.069	<0,001	<0,001	<0,0003	0.100	0.194
NSCA-9	0.062	<0,001	0.003	0.026	<0,001	0.005	<0,0003	0.740	0.493
NSCA 9 C2-2	0.032	0.001	0.002	0.014	<0,001	0.005	<0,0003	0.108	0.094
NSCA 9C-3	0.042	<0,001	0.002	0.028	<0,001	<0,001	<0,0003	0.774	0.065
NSCA-9-C4	0.048	0.004	0.010	0.050	<0,001	0.010	<0,0003	0.538	<0,100
NSCA-10	0.017	<0,001	<0,001	0.026	<0,001	<0,001	<0,0003	0.927	<0,100
NSCA 10 C2-2	0.003	<0,001	<0,001	0.014	<0,001	0.002	<0,0003	0.566	<0,100
NSCA 10C-3	0.005	<0,001	<0,001	0.023	<0,001	<0,001	<0,0003	1.068	0.013
NSCA-10-C4	0.005	0.035	0.008	0.099	<0,001	<0,001	<0,0003	1.233	<0,100
NSCA-10-1	0.021	<0,001	<0,001	0.025	<0,001	0.001	<0,0003	0.936	0.314
NSCA 11 C2-2	0.045	<0,001	0.001	0.022	<0,001	0.001	<0,0003	0.918	0.134
NSCA 11C-3	0.011	<0,001	<0,001	0.024	0.007	0.004	<0,0003	1.513	0.027
NSCA-11-C4	0.012	0.008	0.009	0.045	<0,001	<0,001	<0,0003	1.034	<0,100
NSCA 12 C2-1	0.235	<0,001	0.001	0.025	0.003	0.003	0.0001	<0,104	0.644
NSCA 12C-3	0.233	<0,001	<0,001	0.033	0.009	0.009	<0,0003	<0,104	0.591
NSCA-12-C4	0.224	0.009	0.006	0.081	<0,001	0.008	<0,0003	0.201	0.459
NSCA 13 C2-1	0.528	<0,001	0.005	0.049	0.003	0.003	<0,0003	<0,104	2.683
NSCA 13C-3	0.224	<0,001	0.001	0.035	0.009	0.007	<0,0003	<0,104	0.583
NSCA-13-C4	0.256	0.003	0.009	0.062	<0,001	<0,001	<0,0003	<0,104	0.567
NSCA 14 C2-1	0.516	<0,001	0.005	0.053	0.005	0.003	0.0002	<0,104	2.943
NSCA 14C-3	0.498	<0,001	<0,001	0.073	0.011	0.005	0.0004	<0,104	2.072
NSCA-14-C4	0.258	0.004	0.009	0.074	0.001	<0,001	<0,0003	<0,104	1.170
Agua 14 C2-4	0.004	<0,001	<0,001	0.020	<0,001	<0,001	<0,0003	0.705	<0,100
Agua 14 C2-4 Dup.	0.004	<0,001	<0,001	0.019	<0,001	<0,001	<0,0003	0.670	<0,100
AGUA 14C-5	0.008	<0,001	<0,001	0.030	0.007	0.003	<0,0003	2.788	<0,100

AGUA 14C-5 DUP.	0.006	<0,001	<0,001	0.029	0.007	0.002	<0,0003	2.788	<0,100
Agua 9 C2-4	0.021	<0,001	0.002	0.018	<0,001	0.004	<0,0003	0.729	<0,100
AGUA 9C-5	0.046	<0,001	0.002	0.024	0.006	0.005	<0,0003	1.609	<0,100
NSCA 11- BRAZO (INTERNO)***	0.100	0.009	0.015	0.053	<0,001	<0,001	<0,0003	1.000	0.186
<b>promedio total</b>	<b>0.3098</b>	<b>0.0068</b>	<b>0.0073</b>	<b>0.0468</b>	<b>0.0077</b>	<b>0.0049</b>	<b>0.0003</b>	<b>0.7081</b>	<b>2.2139</b>
minimo-total	0.0033	0.0012	0.0010	0.0136	0.0012	0.0010	0.0001	0.1004	0.0133
maximo-total	1.5520	0.0347	0.0429	0.2101	0.0183	0.0230	0.0005	2.7880	34.5600
desv-est	0.3349	0.0078	0.0074	0.0312	0.0040	0.0042	0.0001	0.6857	5.3899
mediana- total	0.2289	0.0039	0.0059	0.0348	0.0073	0.0038	0.0004	0.5656	0.5671
numero datos	60	17	39	60	26	36	6	33	49

Tabla 41: Concentración de metales disueltos (mg/L). Parte 1

Identificación	Cd-disuelto	Zn-disuelto	Cr-disuelto	Cu-disuelto	Ni-disuelto	Pb-disuelto	Al-disuelto	Mn-disuelto
NSCA-1	0.001	0.0066	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.166	0.366
NSCA 1 C2-2	<0,001	0.086	<0,006	0.0216	<0,032	<0,008	0.727	0.270
NSCA 1C-3	0.004	0.022	<0,006	0.006	0.006	<0,008	0.020	0.081
NSCA-1-C4	<0,001	0.141	0.082	<0,005	<0,032	<0,008	0.065	0.364
NSCA-2	0.002	0.0132	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.156	0.628
NSCA 2 C2-2	0.001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.290	0.547
NSCA 2C-3	0.003	0.011	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	0.436
NSCA-2-C4	<0,001	0.109	0.301	<0,005	<0,032	<0,008	0.092	0.647
NSCA-3	<0,001	0.0155	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.099	0.127
NSCA 3 C2-2	0.001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.284	0.074
NSCA 3C-3	0.003	0.009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.033	0.068

NSCA-3-C4	<0,001	0.075	0.288	<0,005	<0,032	0.020	0.088	0.121
NSCA-4	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.450	0.123
NSCA 4 C2-2	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.487	0.103
NSCA 4C-3	0.004	0.018	<0,006	0.005	<0,032	<0,008	<0,026	0.014
NSCA-4-C4	<0,001	0.071	0.297	<0,005	<0,032	<0,008	0.100	0.047
NSCA-5	<0,001	0.018	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.054	0.288
NSCA 5 C2-2	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.302	0.417
NSCA 5C-3	0.004	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.035	0.122
NSCA-5-C4	<0,001	0.091	0.288	<0,005	<0,032	0.023	0.066	0.211
NSCA-6	0.002	0.020	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.144	0.377
NSCA 6 C2-2	0.001	0.013	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.140	0.389
NSCA 6C-3	0.004	0.031	<0,006	0.006	<0,032	<0,008	<0,026	0.317
NSCA-6-C4	<0,001	0.126	0.072	<0,005	<0,032	0.016	0.076	0.412
NSCA-7	0.002	0.066	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	1.515	0.497
NSCA 7 C2-2	0.002	0.026	<0,006	<0,005	0.015	<0,008	0.146	0.496
NSCA 7C-3	0.004	0.028	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.031	0.413
NSCA-7-C4	<0,001	0.057	0.062	<0,005	<0,032	<0,008	0.054	0.005
NSCA-8	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.0292	0.009
NSCA 8 C2-2	0.001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	0.021
NSCA 8C-3	0.004	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	0.008
NSCA-8-C4	<0,001	0.091	0.282	<0,005	0.096	<0,008	<0,026	0.013
NSCA-9	<0,001	0.0325	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	0.0426
NSCA 9 C2-2	0.001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	<0,001
NSCA 9C-3	0.004	0.011	<0,006	0.007	<0,032	<0,008	0.119	0.023
NSCA-9-C4	<0,001	0.079	0.287	<0,005	<0,032	0.008	0.050	0.040
NSCA-10	0.001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	0.011
NSCA 10 C2-2	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	0.004	<0,008	<0,026	0.004
NSCA 10C-3	0.003	<0,009	<0,006	0.007	<0,032	<0,008	<0,026	0.002
NSCA-10-C4	<0,001	0.095	0.054	<0,005	<0,032	<0,008	0.153	0.005



NSCA-10-1	0.001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	0.012
NSCA 11 C2-2	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	0.006
NSCA 11C-3	<0,001	0.020	<0,006	<0,005	0.007	<0,008	0.012	0.004
NSCA-11-C4	<0,001	0.081	0.287	0.017	<0,032	0.008	0.053	0.008
NSCA 12 C2-1	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.168	0.172
NSCA 12C-3	<0,001	0.014	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	0.066
NSCA-12-C4	<0,001	0.104	0.057	<0,005	<0,032	0.011	0.111	0.167
NSCA 13 C2-1	<0,001	0.009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.547	0.184
NSCA 13C-3	<0,001	0.017	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.035	0.025
NSCA-13-C4	<0,001	0.082	0.289	<0,005	<0,032	<0,008	0.178	0.112
NSCA 14 C2-1	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.080	0.052
NSCA 14C-3	<0,001	0.024	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.038	0.037
NSCA-14-C4	<0,001	0.079	0.276	<0,005	<0,032	0.016	0.040	0.083
Agua 14 C2-4	<0,001	<0,009	<0,006	0.0072	<0,032	<0,008	<0,026	0.005
Agua 14 C2-4 Dup.	0.001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	0.007
AGUA 14C-5	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	0.006
AGUA 14C-5 DUP.	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	0.008
Agua 9 C2-4	0.001	<0,009	<0,006	0.0103	<0,032	<0,008	<0,026	0.028
AGUA 9C-5	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	0.032
NSCA 11-BRAZO (INTERNO)***	<0,001	0.080	0.273	0.021	0.038	0.049	0.092	0.092
<b>promedio total</b>	<b>0.0023</b>	<b>0.0505</b>	<b>0.2129</b>	<b>0.0107</b>	<b>0.0274</b>	<b>0.0189</b>	<b>0.1831</b>	<b>0.1567</b>
minimo-total	0.0010	0.0066	0.0543	0.0054	0.0037	0.0080	0.0119	0.0023
maximo-total	0.0041	0.1413	0.3008	0.0216	0.0957	0.0486	1.5150	0.6466
desv-est	0.0012	0.0390	0.1084	0.0063	0.0358	0.0132	0.2673	0.1833
mediana-total	0.0020	0.0314	0.2818	0.0071	0.0109	0.0160	0.0957	0.0738
numero datos	24	37	15	10	6	8	40	59

**Tabla 42: Concentración de metales disueltos (mg/L). Parte 2**

Identificación	Ag-disuelto	V-disuelto	Ba-disuelto	Co-disuelto	Mo-disuelto	Be-disuelto	B-disuelto	Fe-disuelto
NSCA-1	<0,001	<0,001	0.025	0.0036	0.0054	<0,0003	0.193	<0,100
NSCA 1 C2-2	<0,001	<0,001	0.028	0.002	0.007	<0,0003	<0,104	0.351
NSCA 1C-3	<0,001	<0,001	0.031	0.007	0.011	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-1-C4	0.003	<0,001	0.052	<0,001	0.007	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-2	0.001	<0,001	0.044	0.0021	0.0035	<0,0003	0.123	<0,100
NSCA 2 C2-2	<0,001	<0,001	0.020	0.001	0.003	<0,0003	<0,104	0.202
NSCA 2C-3	<0,001	<0,001	0.028	0.008	0.009	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-2-C4	0.004	0.008	0.044	<0,001	<0,001	<0,0003	0.229	<0,100
NSCA-3	<0,001	<0,001	0.075	0.0011	0.0058	<0,0003	0.102	<0,100
NSCA 3 C2-2	<0,001	<0,001	0.018	<0,001	0.005	<0,0003	<0,104	0.181
NSCA 3C-3	<0,001	0.001	0.057	0.007	0.012	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-3-C4	0.002	0.009	0.041	<0,001	0.005	<0,0003	0.105	<0,100
NSCA-4	<0,001	0.001	0.042	0.0014	0.0035	<0,0003	0.175	0.31
NSCA 4 C2-2	<0,001	0.001	0.028	<0,001	0.003	<0,0003	<0,104	0.376
NSCA 4C-3	<0,001	<0,001	0.030	0.007	0.009	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-4-C4	0.004	0.008	0.042	<0,001	0.001	<0,0003	0.191	<0,100
NSCA-5	0.001	<0,001	0.074	0.0018	0.0036	<0,0003	0.175	<0,100
NSCA 5 C2-2	0.020	<0,001	0.028	<0,001	0.002	<0,0003	<0,104	0.166
NSCA 5C-3	<0,001	<0,001	0.040	0.007	0.009	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-5-C4	0.003	0.008	0.070	<0,001	<0,001	<0,0003	0.150	<0,100
NSCA-6	0.001	<0,001	0.023	0.009	0.0083	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA 6 C2-2	<0,001	<0,001	0.020	0.007	0.006	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA 6C-3	<0,001	<0,001	0.030	0.009	0.013	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-6-C4	0.008	<0,001	0.050	<0,001	<0,001	<0,0003	<0,104	<0,100

NSCA-7	0.008	<0,001	0.024	0.0178	0.0124	<0,0003	<0,104	0.1221
NSCA 7 C2-2	<0,001	<0,001	0.020	0.015	0.008	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA 7C-3	<0,001	<0,001	0.031	0.012	0.013	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-7-C4	0.001	<0,001	0.031	<0,001	<0,001	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-8	<0,001	0.001	0.056	0.0011	0.0065	<0,0003	0.200	<0,100
NSCA 8 C2-2	<0,001	<0,001	0.054	<0,001	0.007	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA 8C-3	<0,001	<0,001	0.037	0.006	0.011	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-8-C4	0.005	0.009	0.071	<0,001	<0,001	<0,0003	0.150	<0,100
NSCA-9	<0,001	0.0032	0.075	0.001	0.0103	<0,0003	0.9002	<0,100
NSCA 9 C2-2	<0,001	0.003	0.025	<0,001	0.008	<0,0003	0.4408	<0,100
NSCA 9C-3	<0,001	0.001	0.037	0.007	0.011	<0,0003	0.399	<0,100
NSCA-9-C4	0.005	0.010	0.046	<0,001	<0,001	<0,0003	0.559	<0,100
NSCA-10	<0,001	<0,001	0.027	<0,001	0.0035	<0,0003	1.17	<0,100
NSCA 10 C2-2	<0,001	<0,001	0.017	<0,001	0.003	<0,0003	0.7672	<0,100
NSCA 10C-3	<0,001	<0,001	0.014	0.006	0.007	<0,0003	0.381	<0,100
NSCA-10-C4	0.009	<0,001	0.034	<0,001	<0,001	<0,0003	0.982	<0,100
NSCA-10-1	0.002	0.001	0.028	0.001	0.0042	<0,0003	1.259	<0,100
NSCA 11 C2-2	<0,001	<0,001	0.016	<0,001	0.001	<0,0003	0.6659	<0,100
NSCA 11C-3	<0,001	0.000	0.029	<0,001	<0,001	<0,0003	0.503	0.012
NSCA-11-C4	0.008	0.010	0.052	<0,001	<0,001	<0,0003	1.012	<0,100
NSCA 12 C2-1	<0,001	<0,001	0.025	0.001	0.006	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA 12C-3	<0,001	<0,001	0.033	<0,001	<0,001	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-12-C4	0.002	<0,001	0.036	<0,001	<0,001	<0,0003	0.104	<0,100
NSCA 13 C2-1	<0,001	0.001	0.027	<0,001	0.003	<0,0003	<0,104	0.364
NSCA 13C-3	<0,001	<0,001	0.032	<0,001	<0,001	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-13-C4	0.003	0.008	0.047	<0,001	0.007	<0,0003	0.154	0.121
NSCA 14 C2-1	<0,001	<0,001	0.020	<0,001	0.004	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA 14C-3	<0,001	0.001	0.046	<0,001	<0,001	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-14-C4	0.003	0.008	0.059	<0,001	<0,001	<0,0003	<0,104	<0,100

Agua 14 C2-4	<0,001	<0,001	0.017	<0,001	<0,001	<0,0003	0.5693	<0,100
Agua 14 C2-4 Dup.	<0,001	<0,001	0.030	<0,001	<0,001	<0,0003	1.376	<0,100
AGUA 14C-5	<0,001	<0,001	0.040	<0,001	<0,001	<0,0003	2.771	<0,100
AGUA 14C-5 DUP.	<0,001	<0,001	0.039	<0,001	<0,001	<0,0003	2.823	<0,100
Agua 9 C2-4	<0,001	0.003	0.023	<0,001	0.004	<0,0003	1.023	<0,100
AGUA 9C-5	<0,001	0.002	0.032	<0,001	<0,001	<0,0003	1.563	<0,100
NSCA 11-BRAZO (INTERNO)***	0.010	0.014	0.050	<0,001	<0,001	<0,0003	0.869	<0,100
<b>promedio total</b>	0.0048	0.0049	0.0369	0.0057	0.0065	#¡DIV/0!	0.6901	0.2205
minimo-total	0.0010	0.0004	0.0135	0.0010	0.0012	0.0000	0.1020	0.0118
maximo-total	0.0203	0.0143	0.0751	0.0178	0.0134	0.0000	2.8230	0.3764
desv-est	0.0045	0.0041	0.0158	0.0046	0.0034	#¡DIV/0!	0.6970	0.1238
mediana-total	0.0030	0.0032	0.0322	0.0063	0.0065	#¡NUM!	0.4719	0.1915
numero datos	21	23	60	25	40	0	32	10

Tabla 43: Concentración de metales As, Se, Hg, Si y DQO, todos los resultados en mg/L.

Identificación	As Total	As Disuelto	Se Total	Se Disuelto	Hg Total	Hg Disuelto	Sílice	DQO
NSCA-1	0.0114	0.0019	0.0015	0.0030	<0,00012	<0,00012	7.55	5
NSCA 1 C2-2	0.0044	0.0041	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	0.125	3
NSCA 1C-3	0.0055	0.0016	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	6,61	<2,0
NSCA-1-C4	0.0008	0.0007	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	7,41	5
NSCA-2	0.0690	0.0042	0.0150	0.0101	0.00018	<0,00012	5.96	5
NSCA 2 C2-2	0.0107	0.0024	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	0.021	4
NSCA 2C-3	0.0086	0.0050	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	7,88	<2,0
NSCA-2-C4	0.0102	0.0046	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	8,52	6
NSCA-3	0.0113	0.0027	0.0024	0.0016	<0,00012	<0,00012	7.42	6
NSCA 3 C2-2	0.0022	0.0011	<0,0006	<0,0006	0.00015	<0,00012	<0,020	4
NSCA 3C-3	0.0063	0.0019	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	7,53	10

NSCA-3-C4	0.0086	0.0016	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	8,60	6
NSCA-4	0.0124	0.0082	0.0027	0.0024	<0,00012	<0,00012	7.53	5
NSCA 4 C2-2	0.0097	0.0082	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	<0,020	4
NSCA 4C-3	0.0062	0.0028	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	8,15	<2,0
NSCA-4-C4	0.0059	0.0039	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	8,20	3
NSCA-5	0.0462	0.0053	0.0084	0.0013	<0,00012	<0,00012	6.33	6
NSCA 5 C2-2	0.0099	0.0038	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	<0,020	3
NSCA 5C-3	0.0060	0.0034	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	7,72	<2,0
NSCA-5-C4	0.0073	0.0034	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	7,60	2
NSCA-6	0.0046	0.0010	0.0017	0.0022	<0,00012	<0,00012	7.03	6
NSCA 6 C2-2	0.0020	<0,0005	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	0.057	4
NSCA 6C-3	0.0015	<0,0005	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	7,22	<2,0
NSCA-6-C4	0.0014	0.0007	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	5,88	8
NSCA-7	0.0043	0.0016	0.0018	0.0017	<0,00012	<0,00012	5.53	5
NSCA 7 C2-2	0.0009	<0,0005	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	0.056	3
NSCA 7C-3	0.0013	<0,0005	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	6,11	<2,0
NSCA-7-C4	0.0023	0.0007	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	8,33	8
NSCA-8	0.0068	0.0073	0.0031	0.0021	<0,00012	<0,00012	8.11	6
NSCA 8 C2-2	0.0043	0.0036	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	<0,020	3
NSCA 8C-3	0.0036	0.0033	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	4,42	<2,0
NSCA-8-C4	0.0034	0.0029	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	7,94	7
NSCA-9	0.0076	0.0075	0.0122	0.0026	0.00071	<0,00012	12.2	5
NSCA 9 C2-2	0.0045	0.0025	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	0.024	3
NSCA 9C-3	0.0033	0.0027	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	10,4	23
NSCA-9-C4	0.0060	0.0037	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	10,0	38
NSCA-10	0.0046	0.0047	0.0160	0.0026	0.00018	<0,00012	--	5
NSCA 10 C2-2	0.0023	0.0020	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	0.509	4
NSCA 10C-3	0.0094	0.0016	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	8,19	<2,0
NSCA-10-C4	0.0043	0.0028	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	9,45	10

NSCA-10-1	0.0071	0.0043	0.0170	0.0029	<0,00012	<0,00012	8.37	6
NSCA 11 C2-2	0.0031	0.0024	<0,0006	<0,0006	0.00035	<0,00012	0.501	4
NSCA 11C-3	0.0031	0.0024	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	9,29	<2,0
NSCA-11-C4	0.0053	0.0027	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	10,1	7
NSCA 12 C2-1	0.0020	0.0010	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	0.141	3
NSCA 12C-3	0.0066	0.0009	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	8,13	<2,0
NSCA-12-C4	0.0028	0.0011	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	8,52	9
NSCA 13 C2-1	0.0060	0.0033	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	<0,020	4
NSCA 13C-3	0.0066	0.0030	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	7,36	<2,0
NSCA-13-C4	0.0069	0.0037	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	8,08	3
NSCA 14 C2-1	0.0063	0.0019	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	<0,020	3
NSCA 14C-3	0.0078	0.0020	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	8,51	<2,0
NSCA-14-C4	0.0048	0.0029	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	9,00	5
Agua 14 C2-4	0.0015	0.0012	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	<0,020	4
Agua 14 C2-4 Dup.	0.0023	0.0013	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	0.521	4
AGUA 14C-5	0.0027	0.0023	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	11,3	11
AGUA 14C-5 DUP.	0.0027	0.0024	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	7,63	28
Agua 9 C2-4	0.0043	0.0034	0.0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	0.426	3
AGUA 9C-5	0.0039	0.0032	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	9,89	3
NSCA 11-BRAZO (INTERNO)***	0.0054	0.0052	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	--	--
<b>promedio total</b>	<b>0.0070</b>	<b>0.0030</b>	<b>0.0069</b>	<b>0.0029</b>	<b>0.0003</b>	<b>#¡DIV/0!</b>	<b>3.9</b>	<b>4.3</b>
minimo-total	0.0008	0.0007	0.0006	0.0013	0.0002	0.0000	0.0	3.0
maximo-total	0.0690	0.0082	0.0170	0.0101	0.0007	0.0000	12.2	6.0
desv-est	0.0101	0.0018	0.0064	0.0024	0.0002	#¡DIV/0!	4.0	1.1
mediana-total	0.0050	0.0028	0.0029	0.0024	0.0002	#¡NUM!	3.0	4.0
numero datos	60	56	12	11	5	0	20	28



**Tabla 44: Concentración de aniones (mg/L). Parte 1**

Identificación	PO4	NO3	NO2	NH4	CN	SO4	F	Cl
NSCA-1		0.56	<0,10	0.86	<0,02	223	0.44	44.2
NSCA 1 C2-2	<0,010	1.31	<0,010	0.91	<0,20	186	<0,10	19.5
NSCA 1C-3	<1,0	0.53	<0,10	1,01	<0,020	164	0,41	23.9
NSCA-1-C4	<1,0	1,85	<0,10	1,60	<0,020	169	0,38	4,72
NSCA-2		2.15	<0,10	1.1	<0,02	117	0.32	122
NSCA 2 C2-2	0.049	2.43	<0,010	0.85	<0,020	211	<0,10	15.6
NSCA 2C-3	<1,0	1,70	<0,10	0,96	<0,020	223	0,26	13,1
NSCA-2-C4	<1,0	8,57	<0,10	0,58	<0,020	257	0,22	20,7
NSCA-3	--	0.52	<0,10	0.78	<0,02	236	0.47	53.9
NSCA 3 C2-2	0.015	1.07	<0,010	0.85	<0,020	183	<0,10	5.51
NSCA 3C-3	<1,0	0,51	<0,10	0,93	<0,020	197	0,42	14,6
NSCA-3-C4	<1,0	3,39	<0,10	0,91	<0,020	201	0,38	17,7
NSCA-4	-	0.62	<0,10	1.16	<0,02	275	0.25	51.8
NSCA 4 C2-2	0.103	1.02	<0,010	0.86	<0,020	163	<0,10	5.54
NSCA 4C-3	<1,0	0,78	<0,10	0,95	<0,020	218	0,22	10,5
NSCA-4-C4	<1,0	4,06	<0,10	0,66	<0,020	255	0,25	13,1
NSCA-5	--	0.52	<0,10	1.31	<0,02	260	0.33	46.3
NSCA 5 C2-2	0.103	1.63	<0,010	0.74	<0,020	223	<0,10	13.1
NSCA 5C-3	<1,0	0,95	<0,10	1,04	<0,020	200	0,25	9,33
NSCA-5-C4	<1,0	6,49	<0,10	0,72	<0,020	263	0,26	12,8
NSCA-6	--	0.59	<0,10	0.79	<0,02	176	0.42	10.4
NSCA 6 C2-2	0.019	0.87	<0,010	0.71	<0,020	176	<0,10	5.58
NSCA 6C-3	<1,0	0,41	<0,10	0,95	<0,020	176	0,32	3,98
NSCA-6-C4	<1,0	3,23	<0,10	0,95	<0,020	162	0,39	4,10
NSCA-7	--	0.57	<0,10	0.82	<0,02	154	0.40	11.2
NSCA 7 C2-2	0.091	0.99	<0,010	0.78	<0,020	166	<0,10	5.34
NSCA 7C-3	<1,0	0,47	<0,10	0,92	<0,020	144	0,24	3,56

NSCA-7-C4	<1,0	3,22	<0,10	0,59	<0,020	42,6	0,38	3,43
NSCA-8	--	0.52	<0,10	0.75	<0,02	301	0.36	55.3
NSCA 8 C2-2	0.045	1.12	<0,010	0.78	<0,020	273	<0,10	25
NSCA 8C-3	<1,0	0,36	<0,10	0,98	<0,020	259	0,43	17,5
NSCA-8-C4	<1,0	2,76	<0,10	0,89	<0,020	269	0,41	20,7
NSCA-9	--	0.30	<0,10	1.93	<0,02	585	0.50	109
NSCA 9 C2-2	3.05	2.03	<0,010	0.74	<0,020	461	<0,10	96.3
NSCA 9C-3	<1,0	3,92	<0,10	1,92	<0,020	525	0,56	105
NSCA-9-C4	5,6	9,29	21,6	1,35	<0,020	520	0,22	94,8
NSCA-10	--	0.28	<0,10	--	<0,02	917	0.25	619
NSCA 10 C2-2	<0,010	<0,50	<0,010	0.64	<0,020	608	<0,10	307
NSCA 10C-3	<1,0	1,25	<0,10	1,04	<0,020	785	0,37	381
NSCA-10-C4	<1,0	<0,20	<0,10	0,76	<0,020	1039	0,39	455
NSCA-10-1	<1,0	0.77	<0,10	0.67	<0,02	889	0.33	581
NSCA 11 C2-2	0.327	1.01	<0,010	0.62	<0,020	768	0.54	370
NSCA 11C-3	<1,0	0,87	<0,10	0,99	<0,020	661	0,36	241
NSCA-11-C4	1,7	1,72	<0,10	1,23	<0,020	964	0,24	457
NSCA 12 C2-1	<0,010	0.81	<0,010	0.85	<0,020	208	<0,10	13.7
NSCA 12C-3	<1,0	0,50	<0,10	0,97	<0,020	187	0,39	13,4
NSCA-12-C4	<1,0	9,98	<0,10	0,72	<0,020	186	0,33	15,1
NSCA 13 C2-1	0.072	1.58	<0,010	0.83	<0,020	234	<0,10	13.4
NSCA 13C-3	<1,0	0,96	<0,10	0,95	<0,020	219	0,25	11,0
NSCA-13-C4	<1,0	5,47	<0,10	0,83	<0,020	271	0,26	13,1
NSCA 14 C2-1	0.103	1.63	<0,010	0.74	<0,020	223	<0,10	13.1
NSCA 14C-3	<1,0	0,62	<0,10	1,14	<0,020	214	0,32	12,8
NSCA-14-C4	<1,0	3,82	<0,10	0,98	<0,020	254	0,38	16,6
Agua 14 C2-4	<0,010	<0,50	<0,010	0.71	<0,020	866	0.1	387
Agua 14 C2-4 Dup.	<0,010	<0,50	<0,010	0.68	<0,020	884	0.11	476
AGUA 14C-5	<1,0	0,40	<0,10	0,95	<0,020	1053	0,56	413

AGUA 14C-5 DUP.	<1,0	<0,20	<0,10	1,03	<0,020	1391	0,50	854
Agua 9 C2-4	0.129	3.24	<0,010	0.85	<0,020	626	<0,10	190
AGUA 9C-5	<1,0	3,49	<0,10	1,01	<0,020	724	0,39	286
NSCA 11-BRAZO (INTERNO)***	--	--	--	--	--	--	--	--
<b>promedio total</b>	<b>0.3</b>	<b>1.1</b>	<b>-</b>	<b>0.9</b>	<b>-</b>	<b>378.3</b>	<b>0.3</b>	<b>127.2</b>
minimo-total	0.0	0.3	-	0.6	-	117.0	0.1	5.3
maximo-total	3.1	3.2	-	1.9	-	917.0	0.5	619.0
desv-est	0.9	0.7	-	0.3	-	268.0	0.1	183.9
mediana-total	0.1	0.9	-	0.8	-	235.0	0.3	44.2
numero datos	12	26	-	27	-	28	14	29

Tabla 45: Concentración de aniones (mg/L). Parte 2

Identificación	NTK	NT	P Total	Clorofila
NSCA-1	-	2.10	0.83	12.56
NSCA 1 C2-2	1.56	2.87	1.17	
NSCA 1C-3	1,77	2,30	<0,20	15.77
NSCA-1-C4	2,60	4,45	0,64	0
NSCA-2	-	4.06	1.00	9.09
NSCA 2 C2-2	1.42	3.85	2.52	
NSCA 2C-3	1,78	3,48	0,73	15.77
NSCA-2-C4	1,34	9,91	0,81	2.41
NSCA-3	-	2.13	0.92	0
NSCA 3 C2-2	1.4	2.47	0.77	
NSCA 3C-3	1,56	2,07	0,98	64.95
NSCA-3-C4	1,28	4,67	0,89	0
NSCA-4	-	2.89	0.75	0
NSCA 4 C2-2	1.67	2.69	0.77	0

NSCA 4C-3	1,50	2,28	0,89	16.04
NSCA-4-C4	1,33	5,39	0,98	0
NSCA-5	-	3.20	1.67	0
NSCA 5 C2-2	3.99	5.62	1.09	
NSCA 5C-3	1,63	2,58	0,73	0
NSCA-5-C4	1,50	7,99	0,56	0
NSCA-6	-	2.00	0.75	0
NSCA 6 C2-2	1.53	2.4	1.17	
NSCA 6C-3	1,57	1,98	<0,20	0
NSCA-6-C4	1,52	4,75	0,48	9.89
NSCA-7	-	1.99	0.92	0
NSCA 7 C2-2	1.68	2.67	1.09	
NSCA 7C-3	1,48	1,95	0,48	0
NSCA-7-C4	1,36	4,58	0,48	0
NSCA-8	-	1.84	0.83	--
NSCA 8 C2-2	2.06	3.18	1.09	
NSCA 8C-3	1,50	1,86	0,48	0
NSCA-8-C4	1,37	4,13	0,56	0
NSCA-9	-	6.84	0.67	0
NSCA 9 C2-2	3.72	5.75	1.65	
NSCA 9C-3	3,50	7,42	0,98	0
NSCA-9-C4	2,95	33,8	1,90	0.8
NSCA-10	-	1.60	<0,20	0.53
NSCA 10 C2-2	1.31	1.31	1.01	
NSCA 10C-3	1,57	2,82	<0,20	0
NSCA-10-C4	1,28	1,28	0,48	0
NSCA-10-1	-	2.14	0.58	0
NSCA 11 C2-2	1.62	2.63	1.09	
NSCA 11C-3	1,46	2,33	0,48	0

NSCA-11-C4	1,73	3,45	0,98	0
NSCA 12 C2-1	1.87	2.68	1.49	
NSCA 12C-3	1,48	1,98	0,81	--
NSCA-12-C4	1,39	11,4	0,56	21.38
NSCA 13 C2-1	2.16	3.74	1.01	
NSCA 13C-3	1,60	2,56	0,56	--
NSCA-13-C4	1,44	6,91	0,48	5.88
NSCA 14 C2-1	3.99	5.62	1.09	
NSCA 14C-3	1,94	2,56	0,98	0
NSCA-14-C4	1,52	5,34	0,98	0
Agua 14 C2-4	1.73	1.73	0.85	
Agua 14 C2-4 Dup.	1.4	1.4	<0,20	
AGUA 14C-5	1,46	1,86	0,98	0
AGUA 14C-5 DUP.	1,64	1,64	0,56	0
Agua 9 C2-4	1.32	4.56	<0,20	
AGUA 9C-5	1,57	5,06	0,73	0
NSCA 11-BRAZO (INTERNO)***	--	--	--	--
<b>promedio total</b>	2.0	3.1	1.1	4.4
minimo-total	1.3	1.3	0.6	0.0
maximo-total	4.0	6.8	2.5	65.0
desv-est	0.9	1.4	0.4	11.4
mediana-total	1.7	2.7	1.0	0.0
numero datos	17	28	25	40

## 5 CONCLUSIONES.

El proyecto “Estudio Monitoreo y Actualización de Antecedentes Técnicos para Desarrollar Norma Secundaria de Calidad (NSCA) para la Protección de las Aguas Continentales en la Cuenca del Río Huasco, Región de Atacama” ha avanzado en recopilar, actualizar, sistematizar y analizar toda la información existente, al año 2015, respecto de la calidad de las aguas continentales correspondientes a la cuenca del Río Huasco y proponer una red de observación de metales disueltos y propuesta de campañas de monitoreo de calidad de agua para metales en áreas sin información o relevantes en la cuenca, con límite de detección menores a los utilizados por la Dirección General de Aguas.

Desde el año 2006 se comenzó el proceso de dictación de NSCA cuyo anteproyecto fue sometido a consulta pública en 2008. Se pretende que estas NSCA constituyan un instrumento de gestión ambiental, ya que, al establecer niveles de calidad ambiental en la cuenca, contribuyen a salvaguardar el recurso, maximizando los beneficios sociales, económicos y ambientales. Durante la consulta pública se levantaron numerosos antecedentes, sin embargo, el proceso normativo se vió afectado desde el punto de vista reglamentario porque no fue posible disponer del Análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES) ya que la metodología empleada en la consultoría de apoyo contratada por la DGA no fue validada, impidiendo disponer del mencionado análisis en los tiempos reglamentarios. De este modo, el proceso de dictación de las NSCA de las aguas del Río Huasco, quedó en condición de *inconcluso*.

De 2008 a la fecha, se han incrementado los proyectos en la zona con capacidad potencial para afectar la calidad de las aguas y en 2012, además, se modificó el propio reglamento que estipula la dictación de normas de calidad ambiental, en relación con la nueva institucionalidad ambiental, por lo que se existen antecedentes actualizados que no fueron considerados en el anteproyecto original.

En el portal del Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (<http://seia.sea.gob.cl/busqueda/buscarProyectoAction.php>) se reportan 696 proyectos aprobados para la III Región, de los cuales 148 se ubican en las comunas de Huasco, Freirina, Vallenar y Alto del Carmen. De ellos 126 proyectos (85%) han sido aprobados por Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y 22 proyectos (15%) mediante Estudios de Impacto Ambiental (EIA). Respecto a las actividades industriales, 54 proyectos (36%) corresponden a Minería, 37 proyectos (25%) corresponden a Energía y 18 proyectos (12%) corresponden a Saneamiento. Además hay otros 13 proyectos En Calificación

A la fecha de este informe, se han recibido aproximadamente **250 archivos con antecedentes** (en formatos diferentes) que contienen información de la cuenca y resultados de análisis de calidad de agua en diferentes sectores de la cuenca del Río Huasco. Como la información disponible es muy heterogénea en contenido y en formato, se comenzó realizando una compilación detallada en formato Excel, donde se identificaron **131 parámetros** que han sido analizados (con alguna frecuencia) en las estaciones de la cuenca del Río Huasco. La base de datos se encuentra poblada con aproximadamente el 40% de toda la información disponible.

Se identificaron **87 estaciones o puntos de muestreo** donde se ha reportado análisis de calidad de agua, según los diferentes antecedentes, independientemente de la frecuencia y duración de dichos análisis. La siguiente figura ilustra la ubicación de todas las estaciones donde se ha identificado información válida para este estudio.



Hay estaciones de muestreo distribuidas en toda la cuenca, sin embargo, la información contenida en ellas es variada en cuanto a:

- Cobertura temporal de los estudios: algunos datos corresponden a años específicos muestras que otros reflejan evaluaciones de largo tiempo (más de 10 años).
- Frecuencia de los muestreos: los muestreos se han realizado con diferentes frecuencias: los valores aportados por Barrick corresponden aproximadamente a análisis mensuales durante algunos años mientras que los aportados por DGA corresponden a tres o cuatro valores al año, durante muchos años.
- Parámetros analizados: No ha sido posible identificar una batería de analitos que sea comparable para las distintas estaciones y a lo largo de los años. Es decir, cada estudio consideró analitos diferentes, en ocasiones medidos en la fracción disuelta y en ocasiones en la fracción total, por lo que la serie de tiempo no es homogénea a lo largo de toda la cuenca.
- Análisis en terreno: Algunos resultados tienen mediciones en terreno y otros no.

Se realizó una síntesis inicial de la evaluación cualitativa acerca de la utilidad de la información que se obtiene con el análisis de cada parámetro y su relevancia para ser incorporados en una NSCA, considerando que el objetivo supremo es la protección de los ecosistemas acuáticos en general. De los 131 parámetros, 3 no aportan ninguna utilidad, 24 aportan muy poca utilidad, 23 aportan poca utilidad, 2 aportan mediana utilidad, 19 aportan alta utilidad y 35 deben ser evaluados según los antecedentes específicos de esta cuenca.

Los 26 parámetros de alta utilidad, que debiesen estar contenidos en las NSCA son:  $Al_{total}$ ,  $As_{total}$ ,  $Cd_{total}$ ,  $Cu_{total}$ , Conductividad,  $Cr_{total}$ , Fosfatos,  $Fe_{total}$ ,  $O_2$ , Sólidos suspendidos totales, Sulfato, Temperatura, pH,  $Co_{total}$ , Cianuro, Cloruros,  $Mn_{total}$ ,  $Hg_{total}$ ,  $Mo_{total}$ ,  $Ni_{total}$ , Nitratos, Nitritos, Nitrógeno,  $Pb_{total}$ ,  $V_{total}$ ,  $Zn_{total}$ . Sin embargo, esta recomendación no significa que todos los parámetros se tengan que establecer como valores normados en todas las áreas de vigilancia.

Se recopiló la data biológica existente disponible en relación al monitoreo biológico y ecotoxicológico histórico desarrollado a nivel público o privado en la cuenca del Río Huasco. La base de datos se trabaja en formato Excel, considerando el tipo de monitoreo biológico y/o ecotoxicológico, valor, unidad, fecha de muestreo, punto de monitoreo, fuente de información, entre otros.

A la fecha de este informe se han realizado completamente las siguientes campañas de muestreo:

- La primera campaña de muestreo se realizó entre los días 27 de Noviembre al 1 de Diciembre de 2015, coincidiendo con la primavera.
- La segunda campaña de muestreo se realizó entre los días 25 al 27 de Enero de 2016, coincidiendo con el verano.
- La tercera campaña de muestreo se realizó entre los días 27 al 30 de Abril de 2016 coincidiendo con el otoño.
- La cuarta campaña de muestreo se realizó entre los días 18 al 21 de Julio de 2016 coincidiendo con el invierno.

Los análisis de las muestras han sido ejecutados en su totalidad. Se entregan todos los resultados disponibles.

Se presenta en este informe, una propuesta de 14 áreas de vigilancia y parámetros relevantes para cada una de ellas, lo cual se relaciona con la morfología de la cuenca, las actividades antropogénicas y los parámetros relevantes para la conservación de la calidad ecológica de las aguas.

## 6 ANEXO 1: ANTECEDENTES GENERALES DE LA CUENCA DEL RIO HUASCO

La cuenca del Río Huasco se codifica como 038 en la Base Nacional de Aguas (BNA) de la DGA<sup>22</sup>. Es una cuenca de tipo Exorreica, comprende un área total de 9.814 km<sup>2</sup> y se ubica en las regiones de Atacama (88%) y de Coquimbo (12%). Esta dividida en tres subcuencas: la del Río Tránsito (0380) que abarca 4.112 km<sup>2</sup>; la del Río del Carmen (0381) que abarca 3.042 km<sup>2</sup> y la del Río Huasco que abarca 2.660 km<sup>2</sup>. En la siguiente tabla se presenta la identificación y área de cada una de las subsubcuencas identificadas por la DGA para la cuenca del Río Huasco y sus correspondientes subcuencas.

Tabla 46. Identificación y área de las subsubcuencas para la cuenca del Río Huasco.

COD_CU EN	COD_SU BC	COD_SSU BC	NOMBRE	AREA km <sup>2</sup>
038	0380	03800	Rio Laguna Grande	689
038	0380	03801	Rio Valeriano	914
038	0380	03802	Rio Conay (entre Rio Valeriano y Rio Chollay)	170
038	0380	03803	Rio Chollay	872
038	0380	03804	Rio Transito Entre Rio Chollay y Quebrada Chancoquin	553
038	0380	03805	Quebrada Chancoquin	562
038	0380	03806	Rio Transito Entre Quebrada Chancoquin y Rio Huasco	351
038	0381	03810	Rio del Carmen bajo junta Rio Sancarron	759
038	0381	03811	Rio del Carmen entre Rio Sancarron y Rio Potrerillo	439
038	0381	03812	Rio Potrerillo	637
038	0381	03813	Rio del Carmen Entre Rio Potrerillo Bajo Junta Quebrada la Plata	444
038	0381	03814	Rio del Carmen Entre Quebrada La Plata y Pueblo San Felix	472
038	0381	03815	Rio del Carmen entre Pueblo San Felix y Rio Huasco	292
038	0382	03820	Rio Huasco Entre Rio Transito y Del Carmen y Quebrada Camarones	257
038	0382	03821	Quebrada Camarones	447
038	0382	03822	Rio Huasco Entre Quebrada Camarones y Bajo Junta Quebrada El Jilguero	301
038	0382	03823	Rio Huasco Entre Quebrada El Jilguero y Quebrada Maitencillo	336
038	0382	03824	Quebrada Maitencillo	608
038	0382	03825	Rio Huasco Entre Quebrada Maitencillo y Bajo Quebrada Tortolas	430
038	0382	03826	Rio Huasco Entre Quebrada Tortolas y Desembocadura	281

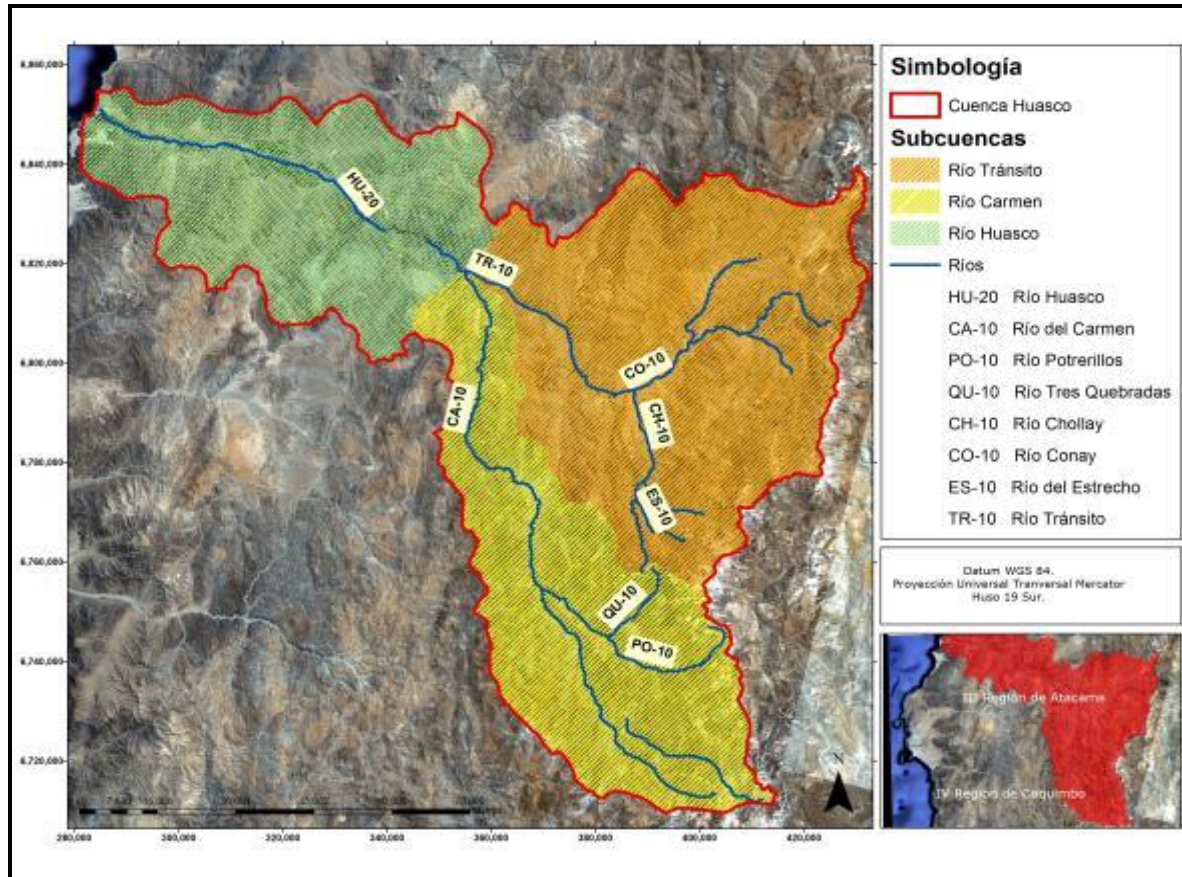
De acuerdo a lo señalado en estudio de CAZALAC (2011), la subcuenca del Río Tránsito, con una longitud de 108 km entre el nacimiento de su subtributario principal Conay y la Junta del Carmen, punto de confluencia de los Ríos del Tránsito y del Carmen, comprende una superficie de 4.135 km<sup>2</sup>. Con una orientación NE, **el Río Tránsito** se forma en el sector Junta de Chollay, 45 km aguas arriba de la Junta del Carmen, de la confluencia de los Ríos Conay y Chollay. A su vez, el Río Conay proviene de la confluencia en la cordillera andina de los Ríos Valeriano, Laguna Grande y Laguna Chica, alcanzando una longitud de 15 km. Con una

<sup>22</sup> Fuente: División de Hidrología y Unidad SIG de la División de Estudios y Planificación

superficie ocupada de 728 km<sup>2</sup>, el Río Chollay se origina a su vez en la confluencia de los Ríos Blanco, Estrecho y del Toro, alcanzando una longitud aproximada de 20 km. Así, desde su origen hasta la confluencia con el Río del Carmen, el Río Tránsito recepciona los tributarios siguientes: los Ríos Laguna Chica, Arroyo, Yerbas Buenas, Laguna Grande, Valeriano y Chollay, y las quebradas del Chacay, El Corral, Albaricoque, La Plata, del Amarillo, Pinte, Las Pircas, del Pozo, La Plaza, Chilico, La Mollaca, Paitepén, Chanchoquín y El Tabaco.

El **Río del Carmen** constituye también uno de los principales afluentes del Río Huasco, posee una longitud de 145 km hasta la junta con el Río Tránsito. Tiene una superficie de 2860 km<sup>2</sup>. La subcuenca del Río del Carmen tiene por tributarios principales: los Ríos Primero, del Medio y Apolinario, los cuales confluyen formando el Río del Carmen, y el Río Potrerillo que baja desde la cordillera y confluye con el Río del Carmen en la localidad de Potrerillo.

El **Río Huasco**, a su vez, se forma de la confluencia de los Ríos Tránsito y del Carmen, en un lugar llamado Junta del Carmen del Río Huasco, conocido como La Junta. Desde su nacimiento, escurre a lo largo de 33 km por un cajón cordillerano observándose un lecho relativamente estrecho hasta la desembocadura de la quebrada El Jilguero, a 5 km al oriente de Vallenar. Desde esta zona en adelante, la caja del Río Huasco se ensancha, observándose el valle con extensas terrazas fluviales cuaternarias. El Río Huasco presenta una orientación Este - Oeste, abarcando una longitud total de 88 km, observándose en su desembocadura una amplitud mayor a 2 km de ancho.



Fuente: Asesorías Algoritmos, 2012.

Ilustración 26. Subcuencas y Ríos tributarios del Río Huasco.

En la Tabla 47 se clasifican los principales sistemas hídricos de la cuenca del Río Huasco. Estas corresponden a las subcuencas del Río Tránsito, Río Carmen y Río Huasco.

Tabla 47. Principales sistemas hídricos de la cuenca del Río Huasco

Nombre subcuenca	Superficie (km <sup>2</sup> )	Coordenadas		Comunas asociadas	Principales afluentes
		Latitud S	Longitud O		
Río Tránsito	4.135	28°46' 28°35' 29°20'	70°30' 69°41' 70°01'	Alto del Carmen	Río de la Laguna Chica
					Río de la Laguna Grande
					Río de Valeriano
					Río Conay
					Río Chollay
					Quebrada La Plata
Río del Carmen	2.680	28°46' 20°20' 29°44'	70°30' 70°01' 69°53'	La Higuera (IV Región)	Río Primero
				Alto del Carmen	Río del Medio
					Río Matancilla
					Río Potrerillos
Río Huasco	2.855	28°39'	70°24'	Vallenar	Río Tres Quebradas
					Estero Plata Alta
					Quebrada La Laja



		29°03' 28°25'	70°32' 71°11'		Quebrada del Carrizo
					Quebrada Las Cañas
					Quebrada Camarones
					Quebrada Jilguero
					Quebrada Romero
					Quebrada La Higuera
				Freirina	Quebrada Maitencillo
					Quebrada Agua Salada
					Quebrada El Negro
					Huasco

Fuente: Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores (GMA) ,2007.

### 6.1.1 Clima

En la cuenca del Río Huasco se presentan dos climas: el clima desértico con nublados, de Vallenar a la costa, y el clima desértico normal, de Vallenar hacia el interior. El clima desértico con nublados tiene por características principales variaciones térmicas muy moderadas, precipitaciones escasas y solamente en el periodo invernal, alta humedad relativa y nubosidad abundante aún en los meses de verano. La influencia marina se ve a través de neblinas o camanchacas, especialmente en las mañanas y hasta la Junta del Carmen, en forma excepcional. De Vallenar hacia el interior, el clima cambia abruptamente a un clima desértico normal, con variaciones térmicas muy acentuadas entre el día y la noche: durante el día, las temperaturas son altas pero bajan considerablemente durante la noche. La influencia marina es escasa, debido a lo cual la humedad relativa desciende por el notable aumento de la radiación solar durante todo el año.

Según estudio de CAZALAC (2011), el área se encuentra bajo la influencia de un bioclima mediterráneo, caracterizado por presentar un incremento y máximo estacional de precipitaciones durante el invierno en su sector más árido, con déficit hídrico durante más de la mitad del año: el índice de humedad estival es de 0 en Vallenar.

Las precipitaciones aumentan conforme se asciende en el gradiente altitudinal en dirección a la cordillera andina: ellas se originan en los frentes polares provenientes desde el suroeste y la barrera climática de los Andes produce su acumulación en los sectores altos de la cordillera.

De acuerdo a lo señalado por DGA (2012) en Vallenar el promedio anual de precipitaciones es de 23 mm. Las temperaturas y la oscilación térmica disminuyen hacia el este, debido a la combinación del efecto de la altitud y del incremento de la distancia al mar. Las características principales de los valles de los Ríos Huasco, Tránsito y del Carmen están dadas por un período libre de heladas de 11 meses, de agosto a junio. La temperatura mínima de julio es de 5°C y la máxima del mes de enero es de 28°C (CADE – IDEPE, 2004).

### 6.1.2 Hidrología

El régimen hidrológico ha sido descrito como inestable, presentándose nival algunos años, con crecidas en los meses de verano (noviembre a enero) de acuerdo a lo señalado por Algoritmos (2013). En años más secos, presenta crecidas provenientes de precipitaciones directas en los meses de invierno. Sin embargo, en varios años ha presentado comportamiento bimodal, con un máximo en invierno y otro en primavera. Así mismo, el régimen promedio es nivo-pluvial, sin embargo, se han datado años con patrones de descarga netamente pluvial y/o nivales.



Según lo señalado por CAZALAC (2011) los caudales del Río Huasco, con un régimen de alimentación mixto, se regulan desde el año 1995 en el Embalse Santa Juana, con capacidad de 166 millones/m<sup>3</sup>.

El Atlas del Agua (2016), registra para la cuenca del Río Huasco un caudal medio anual de 7,7 m<sup>3</sup>/s<sup>23</sup> medido en la estación Río Huasco en Algodones. Del mismo modo, el caudal medio mensual para esta cuenca varía entre 0,4 y 91,7 m<sup>3</sup>/s.

### 6.1.3 Hidrogeología

La permeabilidad en la parte alta de la cuenca del Río Huasco es baja, debido a la presencia de rocas impermeables del Paleozoico junto con rocas del período jurásico de muy baja permeabilidad, según lo señalado por CAZALAC (2011). Desde la ciudad Alto del Carmen en adelante, la permeabilidad se hace de media a alta al pasar de rocas sedimentarias – volcánicas, depósitos no consolidados o rellenos, encajonadas por intercalaciones de rocas sedimentarias, plutónicas e hipabisales. A partir de Vallenar existen recargas del Río Huasco por afloramientos, los cuales continúan hasta su desembocadura

### 6.1.4 Geología y geomorfología

La cuenca del Río Huasco se divide morfológicamente en dos sectores: en el sector del nacimiento del Río Huasco y la desembocadura de la quebrada El Jilguero, a 5 km al oriente de Vallenar, el río fluye por un típico cajón cordillerano, en un lecho relativamente estrecho, confinado por cerros según lo señalado por CAZALAC (2012). Las quebradas laterales interrumpen con sus conos de deyección el curso del Río, desviándolo a uno y otro lado.

En su curso inferior, desde El Jilguero hasta la desembocadura en el mar, la caja del río se ensancha y el valle se presenta acompañado de extensas terrazas fluviales cuaternarias. Los principales tributarios, los Ríos Tránsito y del Carmen, también se presentan encajonados, rodeados por elevados cerros rocosos, de laderas escarpadas, aunque la caja misma del Río Tránsito es bastante ancha desde la localidad de Conay a la Junta del Carmen, y deja extensas playas ripiosas por donde el curso del río presenta múltiples meandros.

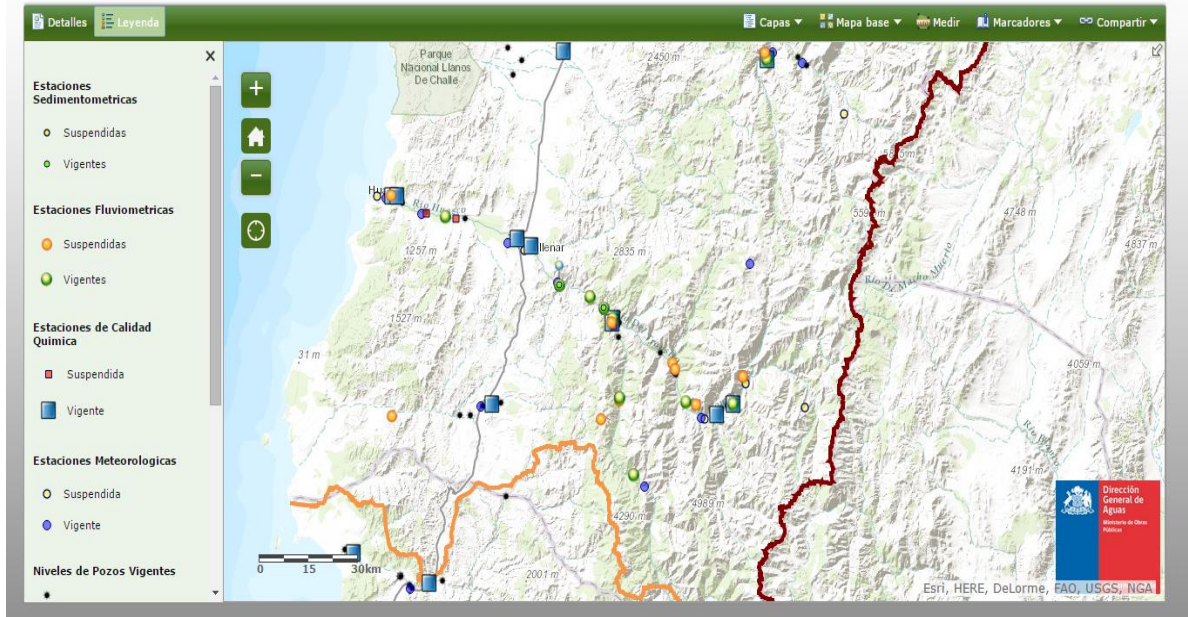
## 6.2 Estaciones de monitoreo de la Dirección General de Aguas (DGA)

En la figura a continuación se presenta la ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA en la cuenca del Río Huasco. Aunque hay muchas estaciones, varias se encuentran en condición de Suspendidas. Por lo tanto, la información disponible no es tanta como pareciera de la cantidad de estaciones y no siempre está completa como para facilitar una sistematización adecuada.

---

<sup>23</sup> Disponible en <http://www.dga.cl/DGADocumentos/Atlas2016parte2-17marzo2016b.pdf>

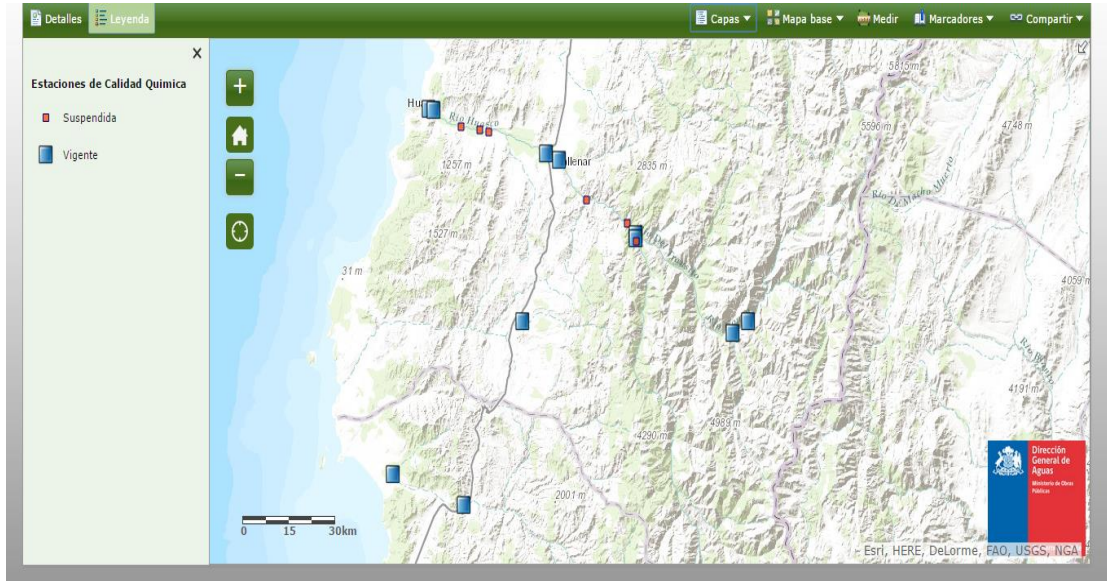
## Red Hidrométrica



Fuente: <http://www.arcgis.com/apps/OnePane/basicviewer/index.html?appid=d508beb3a88f43d28c17a8ec9fac5ef0>

**Ilustración 27. Ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA en la cuenca del Río Huasco.**

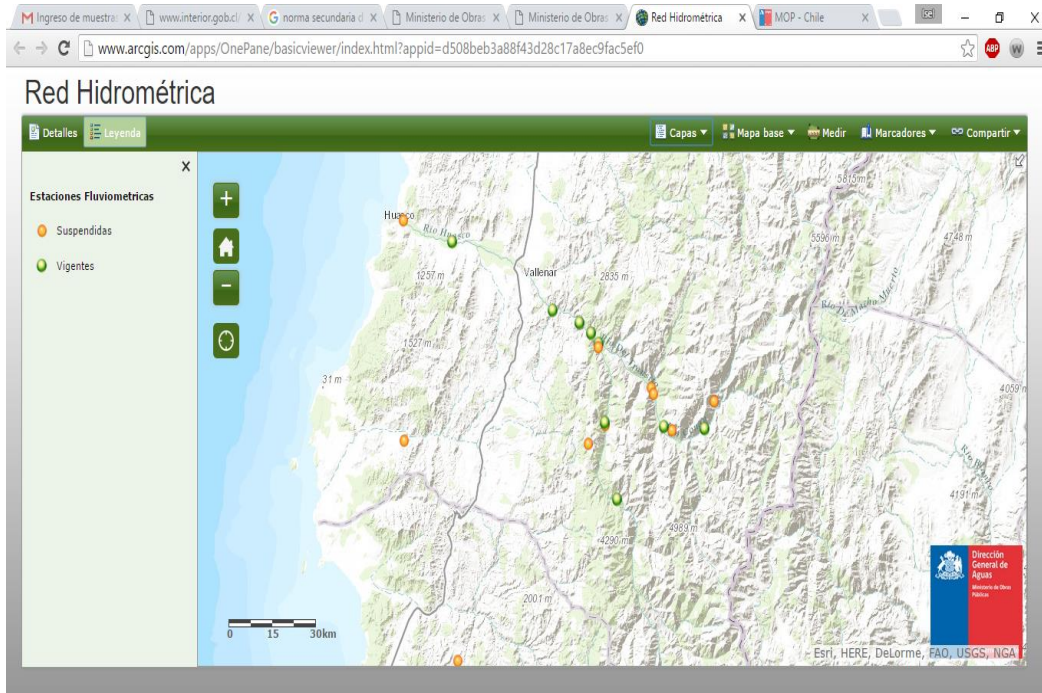
En las figuras a continuación se presentan los detalles de las estaciones de la DGA, distinguiendo entre ellas según la información que registran.



Fuente: <http://www.arcgis.com/apps/OnePane/basicviewer/index.html?appid=d508beb3a88f43d28c17a8ec9fac5ef0>

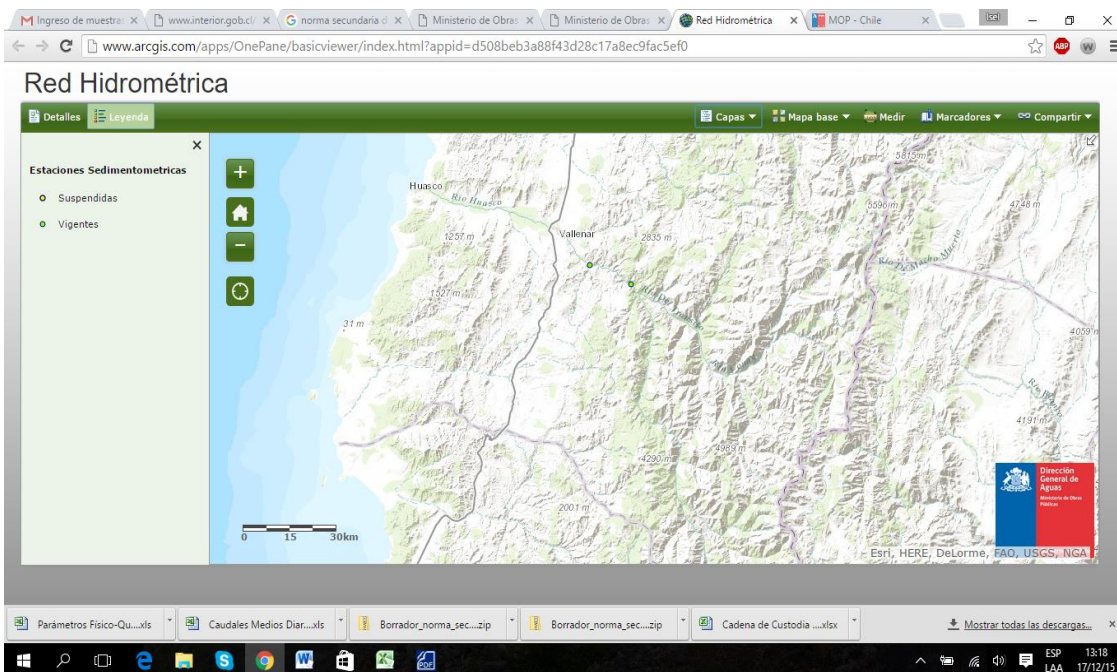
**Ilustración 28. Ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA (Estaciones de Calidad Química) en la cuenca del Río Huasco, destacando 6 estaciones suspendidas.**





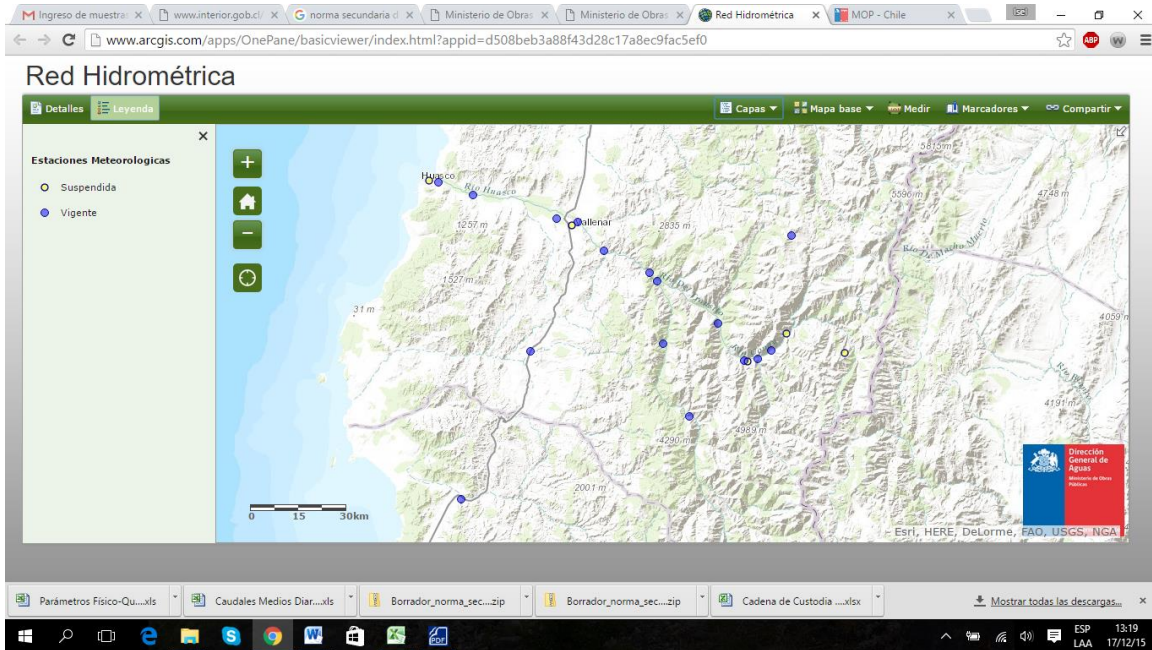
Fuente: <http://www.arcgis.com/apps/OnePane/basicviewer/index.html?appid=d508beb3a88f43d28c17a8ec9fac5ef0>

**Ilustración 29. Ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA (Estaciones Fluviométricas) en la cuenca del Río Huasco, destacando 8 estaciones suspendidas.**



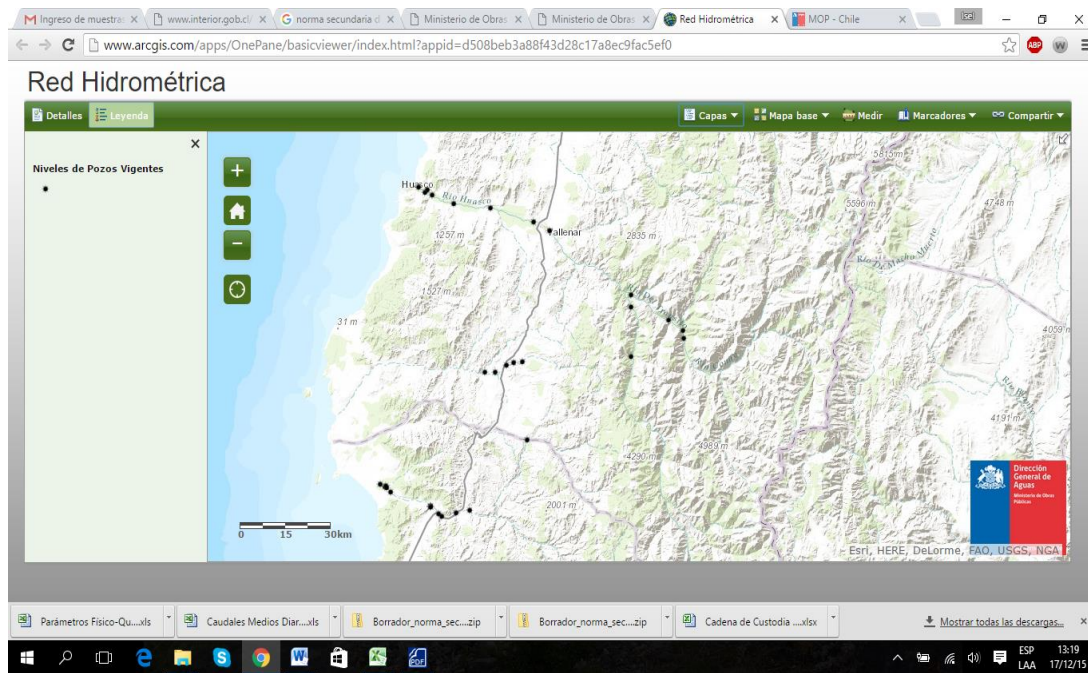
Fuente: <http://www.arcgis.com/apps/OnePane/basicviewer/index.html?appid=d508beb3a88f43d28c17a8ec9fac5ef0>

**Ilustración 30. Ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA (Estaciones Sedimentométricas) en la cuenca del Río Huasco.**



Fuente: <http://www.arcgis.com/apps/OnePane/basicviewer/index.html?appid=d508beb3a88f43d28c17a8ec9fac5ef0>

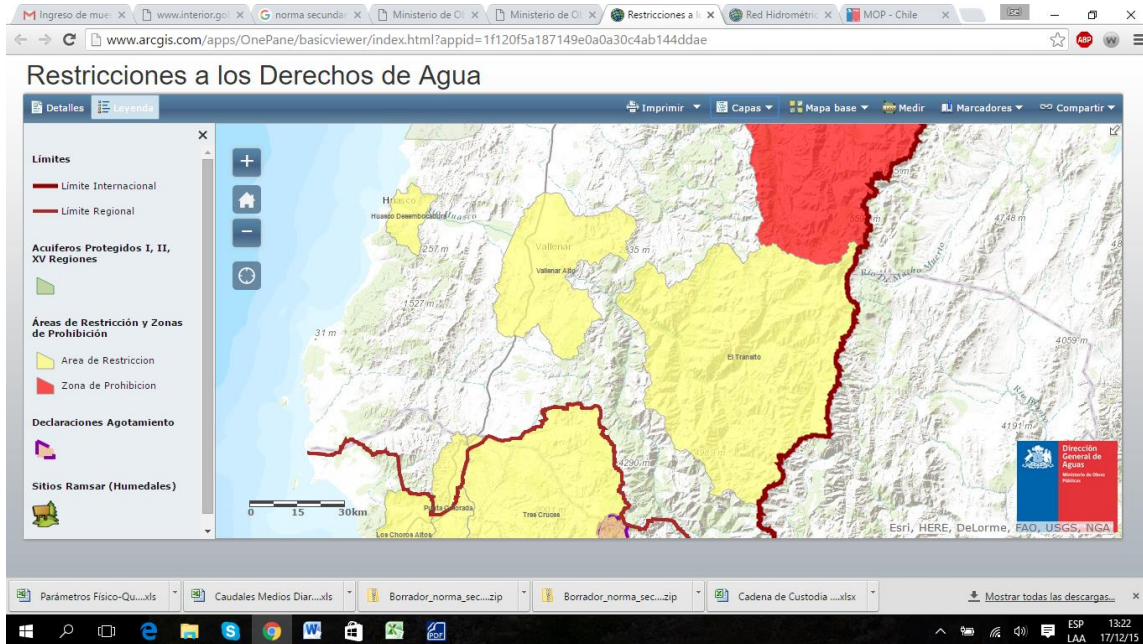
**Ilustración 31. Ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA (Estaciones Meteorológicas) en la cuenca del Río Huasco, destacando 4 estaciones suspendidas.**



Fuente: <http://www.arcgis.com/apps/OnePane/basicviewer/index.html?appid=d508beb3a88f43d28c17a8ec9fac5ef0>

**Ilustración 32. Ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA (Estaciones para medir Niveles de Pozos Vigentes) en la cuenca del Río Huasco.**





Fuente: <http://www.arcgis.com/apps/OnePane/basicviewer/index.html?appid=1f120f5a187149e0a0a30c4ab144ddae>

**Ilustración 33. Zonas de restricción a los derechos de agua en la cuenca del Río Huasco.**

## 7 ANEXO 2: EVALUACIÓN CUALITATIVA GENERAL DE ANTECEDENTES SOBRE EL ESTADO DE LA CUENCA.

A continuación se presenta una breve descripción de los principales antecedentes generales del estado de la cuenca, considerados en este estudio.

### 7.1.1 DSS Ambiente para DGA (2009): Análisis de Impacto económico y social de anteproyecto de normas secundarias de calidad-Cuenca de Río Huasco

Este estudio, cuya metodología ha sido cuestionada por no ser totalmente compatible con el Reglamento para la Dictación de Normas Ambientales, concluyó que “de todos los análisis económicos realizados podemos determinar que el beneficio potencial de la norma secundaria, quedaría acotado principalmente al sector agrícola, el cual está orientado al consumo final o exportaciones de sus productos, no generando mayores impactos o beneficios indirectos a otros sectores de la cuenca (salvo un impacto medio en el sector industrial). Mientras de existir costos potenciales en la actividad minera o industrial, ellos se propagarían a otros sectores de la cadena productiva como el industrial, transporte y servicios financieros”.

“No obstante, tal como hemos señalado previamente, en términos de beneficios distributivos y de empleo, el sector agrícola es muy relevante en la contratación de mano de obra considerando su peso en la actividad económica, por ello la norma secundaria del río Huasco, sería relevante en salvaguardar el empleo en este sector en el futuro, el cual se caracteriza por la contratación de mano de obra con baja calificación y de hogares rurales, que no pueden acceder a una fácil reconversión productiva conllevando serios problemas sociales”

### **7.1.2 Agrosuper (2009). Informe Monitoreo de la fauna de vertebrados terrestres en el humedal Huasco Bajo, III Región.**

Este estudio, remitido por Agrosuper a CONAMA, consistió en el monitoreo de vertebrados (aves, mamíferos, reptiles y anfibios) en el humedal Huasco Bajo. Como conclusiones se indica que la comunidad de vertebrados en el área del humedal Huasco Bajo es dinámica en términos de riqueza y abundancia de individuos. Las variaciones observadas son evidentes en breves períodos de tiempo y obedecen a dos causas: naturales (relacionadas con eventos de tipo La Niña y El Niño) y artificiales (relacionadas con las presiones por el uso del agua en el humedal).

### **7.1.3 Agrosuper (2009). Informe Monitoreo de la fauna de vertebrados terrestres en el humedal de Tatara, III Región.**

Corresponde a un estudio para cumplir con la Resolución de Calificación Ambiental del proyecto “Agroindustrial del Valle del Huasco”, para el monitoreo de fauna de vertebrados (aves, mamíferos, reptiles y anfibios) en el humedal de Tatara. Este es un humedal de tipo ripariano, con una superficie de 4 km<sup>2</sup>. Se encuentra a 25 km de la desembocadura del río Huasco, entre Freirina y Vallenar. Del mismo modo que en el anterior, se encontró que la comunidad de vertebrados es dinámica en términos de riqueza y abundancia de individuos.

### **7.1.4 Agrosuper (2009): Informe monitoreo de calidad de aguas superficiales, Río Huasco.**

Corresponde a un estudio para cumplir con la Resolución de Calificación Ambiental del proyecto “Agroindustrial del Valle del Huasco”, para el monitoreo de calidad de aguas en el Río Huasco, efectuado en mayo de 2009. Se analizaron los parámetros considerados en la NCh 1333/1978 como requisitos para la calidad de las aguas de riego, en cinco estaciones, desde Perales Viejos hasta Huasco Bajo.

Los parámetros monitoreados y las estaciones fueron:



Variable	Unidad	Límite NCh 1.333	Variable	Unidad	Límite NCh 1.333
Caudal	m <sup>3</sup> /s		Razón de Adsorción de Sodio	RAS	
Sólidos totales	mg/l		Coliformes Fecales	NMP/100 ml	1000
pH	pH	5,5 - 9,0	Conductividad específica Caudal	mS/cm	
Aluminio	mg/l	5	Temperatura de medición	°C	
Arsénico	mg/l	0,1	Conductividad Específica	mS/cm	
Bario	mg/l	4	Salinidad	%	
Berilio	mg/l	0,1	Coliformes Totales	NMP/100 ml	
Boro	mg/l	0,75	Fósforo Total	mg/l	
Cadmio	mg/l	0,01	Fosfato	mg/l	
Cianuro	mg/l	0,2	Nitratos	mgN-NO <sub>3</sub> /l	
Cloruros	mg/l	200	Nitritos	mgN-NO <sub>2</sub> /l	
Cobalto	mg/l	0,05	Nitrógeno Orgánico	mg/l	
Cobre	mg/l	0,2	Nitrógeno Total	mg/l	
Cromo	mg/l	0,1	Nitrógeno Total Kj	mg/l	
Flúor	mg/l	1	Amoniaco	mg/l	
Hierro Total	mg/l	5	Oxígeno Disuelto	mg/l	
Litio	mg/l	2,5	DBO <sub>5</sub>	mg/l	
Manganeso	mg/l	0,2	DQO	mg/l	
Mercurio	mg/l	0,001	Aceites y Grasas	mg/l	
Molibdeno	mg/l	0,01	Sólidos Disueltos Totales	mg/l	
Níquel	mg/l	0,2	Sólidos Fijos	mg/l	
Plata	mg/l	0,2	Sólidos Volátiles	mg/l	
Plomo	mg/l	5	Residuos sólidos disueltos	mg/l	
Selenio	mg/l	0,02	Sólidos suspendidos no sedimentables	mg/l	
Sulfatos	mg/l	250	Sólidos Sedimentables	ml/l, 1h	
Vanadio	mg/l	0,1	Hidrocarburos Fijos	mg/l	
Zinc	mg/l	2	Hidrocarburos Volátiles	mg/l	
Sodio porcentual	mg/l	35	Hidrocarburos totales	mg/l	

Cauce	Estación	Nombre	Coordenadas UTMW GS 84	
Huasco	1	Perales Viejos arriba	322.031	6.839.903
Huasco	2	Río Huasco en Tatará	307.672	6.843.057
Huasco	3	Puente Los Guindos	287.723	6.844.495
Huasco	4	Sector Las Tablas	292.831	6.845.503
Huasco	5	Sector Huasco Bajo en Puente. El Pino	289.686	6.846.958

Se entregan valores para todos los análisis, pero finalmente, se encontró, que al igual que en monitoreos anteriores, los valores de boro, cloruros, sulfatos, sodio porcentual y coliformes fecales sobrepasan los límites de la NCh 1333.

### 7.1.5 Agrosuper (2008). Informe monitoreo de aguas superficiales, Río Huasco.

Corresponde al estudio de calidad de aguas para cumplir con la Resolución de Calificación Ambiental del proyecto "Agroindustrial del Valle del Huasco", para el monitoreo de calidad de aguas en el Río Huasco, efectuado en octubre de 2008. Se analizaron los parámetros considerados en la NCh 1333/1978 como requisitos para la calidad de las aguas de riego, en seis estaciones, desde Perales Viejos hasta Huasco Bajo.

Las estaciones de monitoreo fueron:

Cauce	Estación	Nombre	Coordenadas UTMW GS 84	
Huasco	1	50 m. aguas arriba de la descarga de la faenadora.	322.031	6.839.903
Huasco	2	50 m. aguas debajo de la descarga de la faenadora	321.583	6.840.134
Huasco	3	Río Huasco en Tatará	307.672	6.843.057
Huasco	4	Puente Los Guindos	287.723	6.844.495
Huasco	5	Sector Las Tablas	292.831	6.845.503
Huasco	6	Sector Huasco Bajo en Puente. El Pino	289.686	6.846.958

Al igual que en el informe anterior, se entregan valores para todos los análisis. Se encontró, que al igual que en monitoreos anteriores, los valores de boro, cloruros, sulfatos, sodio porcentual y coliformes fecales sobrepasan los límites de la NCh 1333.

### 7.1.6 Ecometric (2011). Estudio limnológico en Río Huasco para proyecto "Mejoramiento Planta de tratamiento de aguas servidas, Freirina". Aguas Chañar SA.

Se presentan y evalúan aspectos relevantes para la componente ambiental de fauna acuática en el marco de la evaluación del proyecto de Río Huasco en la localidad de Freirina. Se analizan componentes bióticos y abióticos del ecosistema acuático, comparando los resultados obtenidos entre las distintas estaciones de monitoreo.

La evaluación (octubre 2011) se realiza en los componentes abióticos (calidad de agua, hábitat acuático y ribereño, morfometría de cauce) y en los componentes bióticos describiendo principalmente la fauna íctica presente en la zona de estudio y de la especie camarón de río del norte *Cryphiops caementarius*, en las siguientes estaciones:

Estación	Coordenadas UTM Datum WGS 84 (H 19)		Nombre Estación
	Este	Sur	
1	295173	6845163	Aguas arriba del punto de descarga
2	295076	6845142	Punto de descarga del efluente
3	294973	6845161	Aguas abajo del punto de descarga

El estudio concluyó que respecto de los factores abióticos en el tramo estudiado, la edafología general interviene de manera considerable en las características de sus afluentes en el curso medio, son derivados de materiales aluviales sin salinidad o muy ligera. Estas en general presentan con las características necesarias para entregar un hábitat propicio para el hábitat de la vida acuática y no sólo de peces sino también para del camarón de río del norte (*Cryphiops caementarius*) que se encuentran en abundancia. El hábitat ribereño no ha sido modificado ni alterado durante mucho tiempo, por lo que la disponibilidad de hábitats diferentes es abundante.

Las características sedimentológicas y morfométricas del cauce no han sido afectadas por la influencia del efluente de la planta de tratamiento de aguas servidas de Freirina, por lo que mantienen las condiciones estables de los hábitats. Estas condiciones no varían a lo largo del trayecto estudiado del río.

En cuanto a calidad de aguas de las estaciones monitoreadas, es posible mencionar que permanecen con características óptimas para el desarrollo de la vida acuática, vale decir aguas fuertemente oxigenadas y con pH neutro levemente tendiendo a la alcalinidad. El

potencial oxido reducción muestra a la columna de agua con un poder bastante oxidante de la materia y las conductividades son altas.

La morfometría y la sedimentología del cauce se mantienen constantes en un lecho delgado en el área de estudio, presentando el mayor ancho la estación 1, seguido de la estación 3 y finalmente la estación 2. La presencia de bolones se mantuvo similar en las distintas estaciones y con alta tendencia esférica, aunque de menor tamaño. Los altos porcentajes de fango, arena y grava son constantes para las 3 estaciones. La vegetación ribereña en esta porción del río se presenta bastante abundante y cerrada.

La fauna íctica nativa en el río Huasco, según distintos autores, se clasifica en 5 familias, cada una con una especie: Trichomycteridae: *T. areolatus* (Vulnerable), Galaxiidae: *G. maculatus* (Vulnerable), Atherinopsidae: *B. microlepidotus* (Peligro de extinción), Characidae: *Ch. pisculus* (Peligro de extinción) y Mugilidae: *M. cephalus* (Información no disponible).

El estado de conservación presente de las especies nativas explicaría la composición actual de la fauna íctica en la cuenca la que es dominada por la especie de carácter introducida *Gambusia affinis*, encontrándose gran abundancia para los tres estaciones definidas. *Gambusia affinis* está incluido en la lista 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (UICN). Por lo tanto, la presencia y dominancia de *G. affinis* en esta área geográfica, sugiere a lo menos un desplazamiento de la fauna nativa por parte de la fauna introducidos.

En relación a la comparación abundancia-biomasa de *G. affinis* en las distintas estaciones, se observa mayor presencia de ejemplares adultos en las estaciones 1 y 2, y de juveniles en la estación 3

Con respecto al camarón de río del norte *Cryphiops caementarius*, su presencia se vio claramente reflejada en el estudio realizado, debido a que se observó gran cantidad de ejemplares. La abundancia fue mayor en las estaciones 1 y 2 con 13 y 15 ejemplares respectivamente. En cambio en la estación aguas abajo del efluente, sólo se encontró 3 individuos.

#### 7.1.7 Algoritmos SA para MMA (2013): Diagnóstico, inventario de emisiones y monitoreo de la calidad de las aguas de la cuenca del Río Huasco.

Este estudio tenía como objetivo aportar información relevante para el desarrollo del AGIES de las NSCA para la protección de las aguas de la cuenca del Río Huasco, mediante el levantamiento de antecedentes generales de la cuenca, la generación de un inventario de emisiones validado y la realización de monitoreos de calidad del agua en los tramos de vigilancia establecidos. Se entregan los siguientes resultados promedio, por parámetro y subcuenca.

TRAMO	COD PARAM	NOMBRE	MEDIA	UNIDAD
CA-10	A0078	Fitoplancton abundancia relativa	1127500	ceL/L
CA-10	5140	Temperatura del Agua	20.918	Grad. C
CA-10	A0011	Caudal	4.207	m <sup>3</sup> /s
CA-10	A0015	Nitrógeno de nitritos	0.05	mg N-NO <sub>2</sub> /L
CA-10	A0014	Nitrógeno de nitratos	0.55	mg N-NO <sub>3</sub> /L
CA-10	6000	Oxígeno Disuelto	8.781	mg/L
CA-10	6080	Bicarbonato	126.059	mg/L
CA-10	6100	Boro	0.288	mg/L
CA-10	6182	Cloruro	12.469	mg/L
CA-10	6240	Nitratos	4.15	mg/L
CA-10	6310	Fosforo total	0.118	mg/L

TRAMO	COD_PARAM	NOMBRE	MEDIA	UNIDAD
CA-10	6341	Sulfato	268.707	mg/L
CA-10	7040	Demanda química de Oxígeno	17.152	mg/L
CA-10	8021	Aluminio total	8.019	mg/L
CA-10	8041	Arsénico total	0.005	mg/L
CA-10	8120	Calcio disuelto	83.021	mg/L
CA-10	8145	Cobre total	0.02	mg/L
CA-10	8203	Fierro total	13.543	mg/L
CA-10	8260	Magnesio disuelto	22.871	mg/L
CA-10	8281	Manganeso total	0.04	mg/L
CA-10	8303	Mercurio total	0.001	mg/L
CA-10	8341	Níquel total	0.01	mg/L
CA-10	8383	Plomo total	0.003	mg/L
CA-10	8400	Potasio disuelto	2.786	mg/L
CA-10	8440	Sodio disuelto	26.128	mg/L
CA-10	8465	Zinc total	0.031	mg/l
CA-10	A0002	Cianuro total	0.05	mg/L
CA-10	A0005	Molibdeno total	0.04	mg/L
CA-10	A0006	Sodio total	26.525	mg/L
CA-10	A0007	Nitritos	0.05	mg/L
CA-10	A0009	Fosfato total	0.368	mg/L
CA-10	A0010	Solidos Disueltos Totales	658	mg/L
CA-10	A0012	Amonio	0.05	mg/L
CA-10	A0013	Demanda Bioquímica de Oxígeno	1.15	mg/L
CA-10	A0017	Amoniaco	0.05	mg/L
CA-10	A0032	Nitrógeno total Kjeldahl	0.275	mg/L
CA-10	A0034	Magnesio total	16.625	mg/L
CA-10	A0045	Calcio Total	111.95	mg/L
CA-10	A0050	Hierro Total	0.215	mg/L
CA-10	A0055	Potasio Total	1.72	mg/L
CA-10	A0073	Sólidos suspendidos	13	mg/L
CA-10	A0075	Alcalinidad	132.25	mg/L
CA-10	A0076	Clorofila-a	0.01	mg/L
CA-10	5020	Conductividad Especifica	743.682	mhos/cm
CA-10	A0021	Coliformes Fecales	70.75	NMP/100 ML
CA-10	6020	pH	7.938	unid. ph
CH-10	A0078	Fitoplancton abundancia relativa	240000	ceL/L
CH-10	5140	Temperatura del Agua	16.233	Grad. C
CH-10	A0015	Nitrógeno de nitritos	0.05	mg N-NO2 /L
CH-10	A0014	Nitrógeno de nitratos	0.5	mg N-NO3 /L
CH-10	6000	Oxígeno Disuelto	8.5	mg/L
CH-10	6100	Boro	0.05	mg/L
CH-10	6182	Cloruro	7.2	mg/L
CH-10	6240	Nitratos	0.5	mg/L
CH-10	6310	Fosforo total	0.365	mg/L
CH-10	6341	Sulfato	221.185	mg/L
CH-10	7040	Demanda química de Oxígeno	15.234	mg/L
CH-10	8021	Aluminio total	3.108	mg/L
CH-10	8041	Arsénico total	0.005	mg/L
CH-10	8120	Calcio disuelto	59.994	mg/L
CH-10	8145	Cobre total	0.025	mg/L
CH-10	8203	Fierro total	15.975	mg/L
CH-10	8260	Magnesio disuelto	8.516	mg/L

TRAMO	COD_PARAM	NOMBRE	MEDIA	UNIDAD
CH-10	8281	Manganeso total	0.375	mg/L
CH-10	8303	Mercurio total	0.001	mg/L
CH-10	8341	Níquel total	0.03	mg/L
CH-10	8383	Plomo total	0.003	mg/L
CH-10	8440	Sodio disuelto	7.798	mg/L
CH-10	8465	Zinc total	0.11	mg/l
CH-10	A0002	Cianuro total	0.05	mg/L
CH-10	A0005	Molibdeno total	0.015	mg/L
CH-10	A0006	Sodio total	18.755	mg/L
CH-10	A0007	Nitritos	0.05	mg/L
CH-10	A0009	Fosfato total	1.14	mg/L
CH-10	A0010	Solidos Disueltos Totales	402	mg/L
CH-10	A0012	Amonio	0.05	mg/L
CH-10	A0013	Demanda Bioquímica de Oxígeno	1.05	mg/L
CH-10	A0017	Amoniaco	0.05	mg/L
CH-10	A0032	Nitrógeno total Kjeldahl	0.16	mg/L
CH-10	A0034	Magnesio total	7.75	mg/L
CH-10	A0045	Calcio Total	60.6	mg/L
CH-10	A0050	Hierro Total	0.415	mg/L
CH-10	A0055	Potasio Total	1.215	mg/L
CH-10	A0073	Sólidos suspendidos	10	mg/L
CH-10	A0075	Alcalinidad	29.4	mg/L
CH-10	A0076	Clorofila-a	0.01	mg/L
CH-10	5020	Conductividad Especifica	439.171	mhos/cm
CH-10	A0021	Coliformes Fecales	12.5	NMP/100 ML
CH-10	6020	pH	7.85	unid. ph
CO-10	A0078	Fitoplancton abundancia relativa	2375000	ceL/L
CO-10	5140	Temperatura del Agua	12.636	Grad. C
CO-10	A0011	Caudal	3.72	m <sup>3</sup> /s
CO-10	A0015	Nitrógeno de nitritos	0.05	mg N-NO <sub>2</sub> /L
CO-10	A0014	Nitrógeno de nitratos	1.25	mg N-NO <sub>3</sub> /L
CO-10	6000	Oxígeno Disuelto	8.518	mg/L
CO-10	6080	Bicarbonato	83.817	mg/L
CO-10	6100	Boro	0.255	mg/L
CO-10	6120	Carbonato	4.35	mg/L
CO-10	6182	Cloruro	23.467	mg/L
CO-10	6240	Nitratos	8.6	mg/L
CO-10	6310	Fosforo total	0.125	mg/L
CO-10	6341	Sulfato	199.412	mg/L
CO-10	7040	Demanda química de Oxígeno	20.631	mg/L
CO-10	8021	Aluminio total	3.302	mg/L
CO-10	8041	Arsénico total	0.005	mg/L
CO-10	8120	Calcio disuelto	60.812	mg/L
CO-10	8145	Cobre total	0.05	mg/L
CO-10	8203	Fierro total	3.583	mg/L
CO-10	8260	Magnesio disuelto	8.768	mg/L
CO-10	8281	Manganeso total	0.33	mg/L
CO-10	8303	Mercurio total	0.001	mg/L
CO-10	8341	Níquel total	0.01	mg/L
CO-10	8383	Plomo total	0.003	mg/L
CO-10	8400	Potasio disuelto	3.068	mg/L
CO-10	8440	Sodio disuelto	22.458	mg/L



TRAMO	COD_PARAM	NOMBRE	MEDIA	UNIDAD
CO-10	8465	Zinc total	0.15	mg/l
CO-10	A0002	Cianuro total	0.05	mg/L
CO-10	A0005	Molibdono total	0.01	mg/L
CO-10	A0006	Sodio total	22.085	mg/L
CO-10	A0007	Nitritos	0.05	mg/L
CO-10	A0009	Fosfato total	1.71	mg/L
CO-10	A0010	Solidos Disueltos Totales	434	mg/L
CO-10	A0012	Amonio	0.05	mg/L
CO-10	A0013	Demanda Bioquímica de Oxigeno	1	mg/L
CO-10	A0017	Amoniaco	0.05	mg/L
CO-10	A0032	Nitrógeno total Kjeldahl	0.16	mg/L
CO-10	A0034	Magnesio total	8.55	mg/L
CO-10	A0045	Calcio Total	52.95	mg/L
CO-10	A0050	Hierro Total	0.28	mg/L
CO-10	A0055	Potasio Total	1.465	mg/L
CO-10	A0073	Sólidos suspendidos	20	mg/L
CO-10	A0075	Alcalinidad	65.785	mg/L
CO-10	A0076	Clorofila-a	0.01	mg/L
CO-10	5020	Conductividad Especifica	494.671	mhos/cm
CO-10	A0021	Coliformes Fecales	8	NMP/100 ML
CO-10	6020	pH	7.887	unid. ph
ES-10	8021	Aluminio total	4.971	mg/L
ES-10	8203	Fierro total	9.711	mg/L
ES-10	8281	Manganeso total	2.986	mg/L
ES-10	8465	Zinc total	2.45	mg/l
ES-10	A0001	Cloro total	4.498	mg/L
ES-10	A0006	Sodio total	5.507	mg/L
ES-10	A0009	Fosfato total	141.905	mg/L
ES-10	A0010	Solidos Disueltos Totales	307.347	mg/L
ES-10	A0003	Conductividad	326.519	umho
ES-10	6020	pH	6.427	unid. ph
HU-10	A0078	Fitoplancton abundancia relativa	365000	ceL/L
HU-10	5140	Temperatura del Agua	20.675	Grad. C
HU-10	A0011	Caudal	5.825	m <sup>3</sup> /s
HU-10	A0015	Nitrógeno de nitritos	1.276	mg N-NO <sub>2</sub> /L
HU-10	A0014	Nitrógeno de nitratos	0.55	mg N-NO <sub>3</sub> /L
HU-10	6000	Oxígeno Disuelto	8.574	mg/L
HU-10	6100	Boro	0.258	mg/L
HU-10	6182	Cloruro	49.698	mg/L
HU-10	6240	Nitratos	2.921	mg/L
HU-10	6310	Fosforo total	0.053	mg/L
HU-10	6341	Sulfato	283.155	mg/L
HU-10	7040	Demanda Química de Oxigeno	5.933	mg/L
HU-10	8021	Aluminio total	0.6	mg/L
HU-10	8041	Arsénico total	0.004	mg/L
HU-10	8120	Calcio disuelto	84.77	mg/L
HU-10	8145	Cobre total	0.023	mg/L
HU-10	8260	Magnesio disuelto	20.852	mg/L
HU-10	8281	Manganeso total	0.047	mg/L
HU-10	8303	Mercurio total	0.001	mg/L
HU-10	8341	Níquel total	0.01	mg/L
HU-10	8383	Plomo total	0.003	mg/L



TRAMO	COD_PARAM	NOMBRE	MEDIA	UNIDAD
HU-10	8440	Sodio disuelto	29.411	mg/L
HU-10	8465	Zinc total	0.039	mg/l
HU-10	A0002	Cianuro total	0.05	mg/L
HU-10	A0005	Molibdeno total	0.012	mg/L
HU-10	A0006	Sodio total	234.271	mg/L
HU-10	A0007	Nitritos	0.05	mg/L
HU-10	A0009	Fosfato total	0.156	mg/L
HU-10	A0010	Solidos Disueltos Totales	809.286	mg/L
HU-10	A0012	Amonio	0.05	mg/L
HU-10	A0013	Demanda Bioquímica de Oxigeno	4.925	mg/L
HU-10	A0017	Amoniaco	0.05	mg/L
HU-10	A0032	Nitrógeno total Kjeldahl	0.175	mg/L
HU-10	A0034	Magnesio total	13.95	mg/L
HU-10	A0045	Calcio Total	97.125	mg/L
HU-10	A0050	Hierro Total	0.258	mg/L
HU-10	A0055	Potasio Total	1.775	mg/L
HU-10	A0073	Sólidos suspendidos	10	mg/L
HU-10	A0075	Alcalinidad	126.518	mg/L
HU-10	A0076	Clorofila-a	0.01	mg/L
HU-10	5020	Conductividad Especifica	902	mhos/cm
HU-10	A0021	Coliformes Fecales	13.75	NMP/100 ML
HU-10	A0003	Conductividad	834.333	umho
HU-10	6020	pH	7.648	unid. ph
HU-20	A0078	Fitoplancton abundancia relativa	353250	ceL/L
HU-20	5140	Temperatura del Agua	17.112	Grad. C
HU-20	A0011	Caudal	5.905	m^3/s
HU-20	A0015	Nitrógeno de nitritos	0.05	mg N-NO2 /L
HU-20	A0014	Nitrógeno de nitratos	0.8	mg N-NO3 /L
HU-20	6000	Oxígeno Disuelto	2.838	mg/L
HU-20	6080	Bicarbonato	226.081	mg/L
HU-20	6100	Boro	0.635	mg/L
HU-20	6120	Carbonato	14.873	mg/L
HU-20	6182	Cloruro	35.881	mg/L
HU-20	6240	Nitratos	1.545	mg/L
HU-20	6310	Fosforo total	0.025	mg/L
HU-20	6341	Sulfato	264.476	mg/L
HU-20	7040	Demanda Quimica de Oxigeno	24.842	mg/L
HU-20	8021	Aluminio total	1.95	mg/L
HU-20	8041	Arsenico total	0.003	mg/L
HU-20	8120	Calcio disuelto	66.83	mg/L
HU-20	8145	Cobre total	0.018	mg/L
HU-20	8203	Fierro total	5.416	mg/L
HU-20	8260	Magnesio disuelto	23.731	mg/L
HU-20	8281	Manganeso total	0.028	mg/L
HU-20	8303	Mercurio total	0.001	mg/L
HU-20	8341	Niquel total	0.01	mg/L
HU-20	8383	Plomo total	0.003	mg/L
HU-20	8400	Potasio disuelto	4.495	mg/L
HU-20	8440	Sodio disuelto	57.789	mg/L
HU-20	8465	Zinc total	0.028	mg/l
HU-20	A0002	Cianuro total	0.05	mg/L
HU-20	A0005	Molibdeno total	0.013	mg/L

TRAMO	COD_PARAM	NOMBRE	MEDIA	UNIDAD
HU-20	A0006	Sodio total	275.462	mg/L
HU-20	A0007	Nitritos	0.05	mg/L
HU-20	A0009	Fosfato total	0.075	mg/L
HU-20	A0010	Solidos Disueltos Totales	30.211	mg/L
HU-20	A0012	Amonio	0.05	mg/L
HU-20	A0013	Demanda Bioquímica de Oxigeno	1	mg/L
HU-20	A0017	Amoniaco	0.05	mg/L
HU-20	A0032	Nitrógeno total Kjeldahl	0.225	mg/L
HU-20	A0034	Magnesio total	13.65	mg/L
HU-20	A0045	Calcio Total	121.3	mg/L
HU-20	A0050	Hierro Total	0.125	mg/L
HU-20	A0055	Potasio Total	2.497	mg/L
HU-20	A0073	Sólidos suspendidos	10	mg/L
HU-20	A0075	Alcalinidad	158.25	mg/L
HU-20	A0076	Clorofila-a	0.01	mg/L
HU-20	5020	Conductividad Especifica	790.42	mhos/cm
HU-20	A0021	Coliformes Fecales	96.75	NMP/100 ML
HU-20	9921	Razon de Absorción de Sodio (RAS)	5.17	ras
HU-20	A0003	Conductividad	850.833	umho
HU-20	6020	pH	8.05	unid. ph
HU-30	A0078	Fitoplancton abundancia relativa	6496875	ceL/L
HU-30	5140	Temperatura del Agua	23.384	Grad. C
HU-30	A0011	Caudal	6.263	m <sup>3</sup> /s
HU-30	A0015	Nitrógeno de nitritos	0.145	mg N-NO <sub>2</sub> /L
HU-30	A0014	Nitrógeno de nitratos	0.4	mg N-NO <sub>3</sub> /L
HU-30	6000	Oxígeno Disuelto	6.813	mg/L
HU-30	6080	Bicarbonato	324.284	mg/L
HU-30	6100	Boro	3.281	mg/L
HU-30	6120	Carbonato	41.89	mg/L
HU-30	6182	Cloruro	996.594	mg/L
HU-30	6240	Nitratos	1.694	mg/L
HU-30	6310	Fosforo total	0.302	mg/L
HU-30	6341	Sulfato	630.954	mg/L
HU-30	7040	Demanda Quimica de Oxigeno	45.662	mg/L
HU-30	8021	Aluminio total	0.237	mg/L
HU-30	8041	Arsenico total	0.003	mg/L
HU-30	8120	Calcio disuelto	177.31	mg/L
HU-30	8145	Cobre total	0.018	mg/L
HU-30	8203	Fierro total	5.095	mg/L
HU-30	8260	Magnesio disuelto	56.652	mg/L
HU-30	8281	Manganeso total	0.036	mg/L
HU-30	8303	Mercurio total	0.001	mg/L
HU-30	8341	Niquel total	0.01	mg/L
HU-30	8383	Plomo total	0.003	mg/L
HU-30	8400	Potasio disuelto	31.426	mg/L
HU-30	8440	Sodio disuelto	998.925	mg/L
HU-30	8465	Zinc total	0.02	mg/l
HU-30	A0002	Cianuro total	0.05	mg/L
HU-30	A0005	Molibdeno total	0.011	mg/L
HU-30	A0006	Sodio total	898.231	mg/L
HU-30	A0007	Nitritos	1.717	mg/L
HU-30	A0009	Fosfato total	0.942	mg/L

TRAMO	COD_PARAM	NOMBRE	MEDIA	UNIDAD
HU-30	A0010	Sólidos Disueltos Totales	1817.8	mg/L
HU-30	A0012	Amonio	0.05	mg/L
HU-30	A0013	Demanda Bioquímica de Oxígeno	8.552	mg/L
HU-30	A0017	Amoniaco	0.05	mg/L
HU-30	A0032	Nitrógeno total Kjeldahl	0.425	mg/L
HU-30	A0034	Magnesio total	24.638	mg/L
HU-30	A0045	Calcio Total	159.325	mg/L
HU-30	A0050	Hierro Total	0.103	mg/L
HU-30	A0055	Potasio Total	4.627	mg/L
HU-30	A0073	Sólidos suspendidos	11.5	mg/L
HU-30	A0075	Alcalinidad	210.49	mg/L
HU-30	A0076	Clorofila-a	0.013	mg/L
HU-30	5020	Conductividad Especifica	3115.347	mhos/cm
HU-30	A0021	Coliformes Fecales	250	NMP/100 ML
HU-30	9921	Razon de Absorción de Sodio (RAS)	20.38	ras
HU-30	A0003	Conductividad	3031.167	umho
HU-30	6020	pH	8.18	unid. ph
PO-10	8021	Aluminio total	5.09	mg/L
PO-10	8203	Fierro total	5.744	mg/L
PO-10	8281	Manganeso total	3.28	mg/L
PO-10	A0001	Cloro total	6.532	mg/L
PO-10	A0006	Sodio total	20.766	mg/L
PO-10	A0009	Fosfato total	376.831	mg/L
PO-10	A0010	Sólidos Disueltos Totales	746.391	mg/L
PO-10	A0003	Conductividad	809.195	umho
PO-10	6020	pH	7.515	unid. ph
PO-20	8021	Aluminio total	11.828	mg/L
PO-20	8203	Fierro total	15.964	mg/L
PO-20	8281	Manganeso total	2.95	mg/L
PO-20	A0001	Cloro total	7.748	mg/L
PO-20	A0009	Fosfato total	229.088	mg/L
PO-20	A0010	Sólidos Disueltos Totales	490.438	mg/L
PO-20	A0003	Conductividad	567.495	umho
PO-20	6020	pH	7.835	unid. ph
QU-10	8021	Aluminio total	24.5	mg/L
QU-10	8203	Fierro total	20.65	mg/L
QU-10	A0001	Cloro total	7	mg/L
QU-10	A0006	Sodio total	8.636	mg/L
QU-10	A0009	Fosfato total	79.282	mg/L
QU-10	A0010	Sólidos Disueltos Totales	300.485	mg/L
QU-10	A0003	Conductividad	336.67	umho
QU-10	6020	pH	8.052	unid. ph
TO-10	A0001	Cloro total	4.257	mg/L
TO-10	A0006	Sodio total	5.611	mg/L
TO-10	A0007	Nitritos	2.6	mg/L
TO-10	A0009	Fosfato total	170.667	mg/L
TO-10	A0010	Sólidos Disueltos Totales	351.05	mg/L
TO-10	A0003	Conductividad	406.94	umho
TO-10	6020	pH	7.686	unid. ph
TR-10	A0078	Fitoplancton abundancia relativa	14752500	ceL/L
TR-10	5140	Temperatura del Agua	20.089	Grad. C
TR-10	A0011	Caudal	4.753	m <sup>3</sup> /s

TRAMO	COD_PARAM	NOMBRE	MEDIA	UNIDAD
TR-10	A0015	Nitrógeno de nitritos	0.158	mg N-NO2 /L
TR-10	A0014	Nitrógeno de nitratos	0.85	mg N-NO3 /L
TR-10	6000	Oxígeno Disuelto	8.866	mg/L
TR-10	6080	Bicarbonato	126.721	mg/L
TR-10	6100	Boro	0.225	mg/L
TR-10	6120	Carbonato	4.459	mg/L
TR-10	6182	Cloruro	20.334	mg/L
TR-10	6240	Nitratos	4.333	mg/L
TR-10	6310	Fosforo total	0.112	mg/L
TR-10	6341	Sulfato	239.702	mg/L
TR-10	7040	Demanda Química de Oxígeno	14.708	mg/L
TR-10	8021	Aluminio total	4.275	mg/L
TR-10	8041	Arsenico total	0.004	mg/L
TR-10	8120	Calcio disuelto	76.016	mg/L
TR-10	8145	Cobre total	0.02	mg/L
TR-10	8203	Fierro total	5.567	mg/L
TR-10	8260	Magnesio disuelto	15.325	mg/L
TR-10	8281	Manganeso total	0.097	mg/L
TR-10	8303	Mercurio total	0.001	mg/L
TR-10	8341	Niquel total	0.01	mg/L
TR-10	8383	Plomo total	0.003	mg/L
TR-10	8400	Potasio disuelto	3.741	mg/L
TR-10	8440	Sodio disuelto	26.149	mg/L
TR-10	8465	Zinc total	0.075	mg/l
TR-10	A0002	Cianuro total	0.05	mg/L
TR-10	A0005	Molibdeno total	0.01	mg/L
TR-10	A0006	Sodio total	20.843	mg/L
TR-10	A0007	Nitritos	0.05	mg/L
TR-10	A0009	Fosfato total	0.277	mg/L
TR-10	A0010	Sólidos Disueltos Totales	476.667	mg/L
TR-10	A0012	Amonio	0.05	mg/L
TR-10	A0013	Demanda Bioquímica de Oxígeno	1.367	mg/L
TR-10	A0017	Amoniaco	0.05	mg/L
TR-10	A0032	Nitrógeno total Kjeldahl	0.17	mg/L
TR-10	A0034	Magnesio total	9.933	mg/L
TR-10	A0045	Calcio Total	75.833	mg/L
TR-10	A0050	Hierro Total	0.135	mg/L
TR-10	A0055	Potasio Total	1.553	mg/L
TR-10	A0073	Sólidos suspendidos	10	mg/L
TR-10	A0075	Alcalinidad	85.165	mg/L
TR-10	A0076	Clorofila-a	0.01	mg/L
TR-10	5020	Conductividad Especifica	660.5	mhos/cm
TR-10	A0021	Coliformes Fecales	21.5	NMP/100 ML
TR-10	6020	pH	8.011	unid. ph

### 7.1.8 Barrick (2010): Informe planta aguas servidas.

Corresponde a los resultados del monitoreo de aguas en la estación NE-1B, en el período enero-octubre de 2010, para los siguientes parámetros:

ACEITES Y GRASAS (N-HEXANO) mg/l
----------------------------------

ALUMINIO Total como Al mg/L
ARSENICO Total como As mg/L
BORO, Total (mg/l)
CADMIO Total como Cd mg/L
CIANUROS (como CN-1) Total mg/l
CLORUROS (como Cl-1) mg/l
COBRE Total como Cu mg/L
Coliforme fecal NMP/100ml
Conductividad, Campo, uS/cm
CROMO Total como Cr mg/L
CROMO VI (HEX) (mg/l as Cr)
Demanda BIOQUIMICA DE O2 mg/l
DETERGENTE Surfactants (mg/l)
E_COLI, NO/100ML
ESTAÑO, Total (mg/l as Sn)
FENOLES
FLUORUROS (como F-1) mg/l
Fosforo TOTAL (PO4-3 -P) mg/l
HIDROCARBUROS Fijos mg/L
HIDROCARBUROS mg/l
HIDROCARBUROS Volátiles mg/L
HIERRO Dissolved como Fe mg/L
HIERRO Total como Fe mg/L
MANGANESO Total como Mn mg/L
MERCURIO Total como Hg mg/L
MOLIBDENO, Total (mg/l)
NIQUEL Total como Ni mg/L
NITROGENO Nitratos (NO3-1 -N) mg/l
NITROGENO Nitritos (NO2-1 -N) mg/l
NITROGENO Total (como N) mg/l
NITROGENO, Kjeldahl, Total, (mg/L as N)
Oxigeno Disuelto (como O2), mg/l
PENTACLOROFENOL mg/l
pH (unidades de pH), Lab, units
pH Campo (unidades de pH)
PLOMO Total como Pb mg/L
PODER ESPOMOGENO
SELENIO Total como Se mg/L
SOLIDOS SEDIMENTABLES mL/L/Hora

SOLIDOS Suspendidos mg/l
SULFATOS (como SO4 -2) mg/l
SULFUROS (como S-2) mg/l
Temperatura del Agua, Campo (°C)
Temperatura del Agua_LAB (Grados Celcius)
TETRACLOROETANO
TOLUENO
TRICLOROMETANO, CLOROFORMO
TURBIEDAD Field FTU
TURBIEDAD Lab FTU
XILENO
ZINC Total como Zn mg/L

### 7.1.9 Proust Consultores para Barrick (2009). Informe Programa de monitoreo de aguas Julio 2008 a Junio 2009. Proyecto Pascua Lama.

El informe contiene los resultados del Programa de Monitoreo de Calidad y Cantidad de Aguas del Proyecto “Modificaciones Proyecto Pascua-Lama” (el “Proyecto”), de Compañía Minera Nevada Ltda., cuyos resultados se deben informar anualmente a la CONAMA. Se exponen los resultados correspondientes al período comprendido entre los meses de julio de 2008 y junio de 2009(inclusive), los cuales son representativos de la condición de línea base de la zona (previo al inicio de construcción del Proyecto) sobre el que será implementado el Proyecto.

El Programa de monitoreo comprende un total de 36 puntos de monitoreo de agua superficial y 12 pozos de monitoreo de agua subterránea distribuidos en los siguientes cauces de la cuenca del Huasco: río Del Estrecho, río Chollay, río del Tránsito, río El Toro, río Tres Quebradas, río Potrerillos, río del Carmen, río Del Transito y río Huasco, además de tributarios menores (Figuras 1y2). En estos puntos se realizan muestreos de agua con una frecuencia mensual para su análisis físico-químico en laboratorio. Además, en los puntos superficiales se realizan aforos mensuales y en los pozos se registra el nivel freático o potenciométrico con igual frecuencia. En laboratorio se analiza un total de 45 parámetros, incluyendo indicadores de drenaje ácido natural de aguas (pH, sulfatos, aluminio, arsénico, cobre, hierro, manganeso y zinc), indicadores de aguas servidas (coliformes fecales y totales) y otros parámetros de referencia de línea base.

El análisis de los resultados comprende el comportamiento espacial y temporal de los parámetros monitoreados, es decir, la variación de calidad y caudal que se produce a lo largo de los cauces y a lo largo del período de medición. Además, se realiza una comparación de la línea base con la norma de riego NCh 1.333 (80%) en el punto de monitoreo superficial denominado NE-4 y una comparación de la línea base con la norma de agua potable NCh 409 en el punto NE-8; en ambos puntos el Proyecto se ha comprometido a mantener el cumplimiento de las respectivas normas, exceptuando aquellos parámetros que las exceden de forma natural. Por último, los resultados de línea base de los parámetros indicadores de drenaje ácido se comparan con los niveles de alerta de calidad del agua definidos para el Proyecto en cinco puntos de la subcuenca Estrecho/Chollay: NE-5, NE-2A, NE-3, NE-4 y NE-8. De manera específica, los resultados del período julio 2008 -junio 2009 se comparan con los niveles de alerta calculados para un período de 12 meses consecutivos.



Durante los 12 meses que comprende el presente período de monitoreo, la cobertura de medición de las aguas superficiales alcanzó un 94,5%; el 5,5% faltante corresponde principalmente a puntos ubicados en las cuencas altas, debido a dificultades de acceso en el período de invierno y/o la presencia de hielo en el cauce. En el caso de las aguas subterráneas, la cobertura de medición de de calidad un 79,8%.

Las conclusiones del análisis de los resultados del monitoreo de aguas del período julio 2008 a junio 2009 se presentan a continuación:

- En la línea de flujo que se inicia en la cuenca alta del Río del Estrecho, lugar en que se ubica la zona mineralizada que da origen al yacimiento minero y que termina en el Río del Tránsito, inmediatamente aguas abajo de la confluencia con el Río Chollay, las concentraciones y/o niveles de los parámetros indicadores de acidez muestran un descenso notorio a lo largo del recorrido de las aguas, exceptuando el pH que presenta un patrón inverso. Las concentraciones relativamente elevadas que se producen en la cuenca alta (zona mineralizada) se diluyen gradualmente hacia aguas abajo, en la medida que la línea de flujo recibe aportes laterales de aguas neutras, siendo notorio el efecto de dilución y neutralización que aporta el primero de ellos (la Quebrada Barriales).
- Un comportamiento distinto al descrito anteriormente se observa en las concentraciones (y cargas máxicas) de sulfatos, aluminio y arsénico, y en los niveles de conductividad eléctrica, que luego de disminuir a causa de la dilución ya señalada, vuelven a aumentar levemente a la altura del punto de monitoreo NE-8 (Río Chollay). Este aumento se atribuye a los aportes del Río Blanco (afluente ubicado a una corta distancia aguas arriba del punto NE-8), cuyas aguas muestran contenidos elevados de dichos parámetros (punto NE-7), concordante con las observaciones geológicas de la zona, que señalan la existencia de mineralización en la cuenca del Río Blanco.
- El hierro, en tanto, si bien muestra una tendencia general decreciente, experimenta variaciones significativas a lo largo de la línea de flujo, lo que se atribuye a su condición de elemento no conservativo.
- El comportamiento del pH es inverso: en la cuenca alta presenta los valores mínimos, reflejando el proceso de acidificación natural de las aguas, y aumenta paulatinamente aguas abajo, en la medida que la línea de flujo recibe aportes laterales de aguas neutras.
- En la cuenca alta del Río del Estrecho se observa que el comportamiento de los parámetros indicadores de acidez natural presenta una variación estacional, con valores máxicos en el período de invierno y primavera. Este comportamiento se atribuye al efecto de arrastre y/o lixiviación natural de sales y metales que producen los caudales (reducidos) en invierno y los primeros deshielos en su paso a través de los intersticios y fisuras de la roca y coluvios existentes en la zona mineralizada de la cuenca en primavera. Aguas abajo, esta variación estacional desaparece. Se observa un comportamiento errático en el hierro, atribuido nuevamente a su condición no conservativa, que permite la precipitación y redisolución.
- En la línea de flujo que se inicia en la cuenca alta del río El Toro -colindante con la zona mineralizada que da origen al yacimiento minero- y que termina en el Río del Carmen, las aguas son en general neutras y no presentan contenidos significativos de metales y sales a la altura intermedia del río El Toro.

- En los pozos de monitoreo, el comportamiento de los parámetros indicadores de acidez es similar al de los puntos superficiales más cercanos, evidenciando la ocurrencia de drenajes ácidos naturales en la cuenca alta del Río del Estrecho y un efecto de dilución y neutralización hacia aguas abajo. La variación estacional en la cuenca alta también es apreciable en los pozos ubicados en la cuenca alta, pero con un desfase respecto de las aguas superficiales; las concentraciones máximas se producen al final del verano y al inicio del otoño, es decir, con dos a tres meses de retraso, el que es atribuible a la menor velocidad de los flujos subterráneos.
- Analizado el comportamiento histórico de los parámetros indicadores de acidez natural, se observa que las concentraciones en general han mostrado una tendencia creciente desde el período 2002-2003. Este comportamiento es atribuible al período “inter El Niño”, es decir, los años en que la cuenca presenta caudales reducidos. De acuerdo a los aforos disponibles en la estación DGA Río del Carmen en Corral (de más de 40 años de extensión), cada cinco años en promedio se produce un evento de crecida asociado al fenómeno de El Niño y el último de ellos se produjo en 2002-2003.

#### **7.1.10 Proust Consultores para Barrick (2010). Informe Programa de monitoreo de aguas Junio 2009 a Julio 2010. Proyecto Pascua Lama.**

Este informe contiene los resultados del Programa de Monitoreo de Calidad y Cantidad de Aguas del Proyecto “Modificaciones Proyecto Pascua-Lama” (el “Proyecto”), de Compañía Minera Nevada Ltda., calificado ambientalmente favorable mediante la Resolución Exenta N° 24/06 de la COREMA Región de Atacama. De acuerdo a lo ordenado en dicha resolución, los resultados del programa de monitoreo se deben informar anualmente a la CONAMA. En el presente informe se exponen los resultados correspondientes al período comprendido entre los meses de julio de 2009 y junio de 2010(inclusive). Se hace notar que en octubre de 2009 se iniciaron los trabajos preparativos de la construcción del proyecto y posteriormente algunos movimientos de tierra en el área del proyecto.

El Programa de monitoreo comprende un total de 36 puntos de monitoreo de agua superficial y 12 pozos de monitoreo de agua subterránea distribuidos en los siguientes cauces de la cuenca del Huasco: río Del Estrecho, río Chollay, río del Tránsito, río El Toro, río Tres Quebradas, río Potrerillos, río del Carmen, río Del Transito y río Huasco, además de tributarios menores. En estos puntos se realizan muestreos de agua con una frecuencia mensual para su análisis físico-químico en laboratorio. Además, en los puntos superficiales se realizan aforos mensuales y en los pozos se registra el nivel freático o potenciométrico con igual frecuencia. En laboratorio se analiza un total de 45 parámetros, incluyendo indicadores de drenaje ácido natural de aguas (pH, sulfatos, aluminio, arsénico, cobre, hierro, manganeso y zinc), indicadores de aguas servidas (coliformes fecales y totales) y otros parámetros de referencia de línea base.

El análisis de los resultados comprende el comportamiento espacial y temporal de los parámetros monitoreados, es decir, la variación de calidad y caudal que se produce a lo largo de los cauces y a lo largo del período de medición. Además, se realiza una comparación de la calidad del agua con la norma de riego NCh 1.333 (80%) en el punto de monitoreo superficial denominado NE-4 y una comparación de la calidad del agua con la norma de agua potable NCh 409 en el punto NE-8; en ambos puntos el Proyecto se ha comprometido a mantener el cumplimiento de las respectivas normas, exceptuando aquellos parámetros que las exceden de forma natural. Por último, los resultados de calidad del agua de los parámetros indicadores de drenaje ácido se comparan con los niveles de alerta de calidad del agua definidos para el Proyecto en cinco puntos de la subcuenca

Estrecho/Chollay: NE-5, NE-2A, NE-3, NE-4 y NE-8. De manera específica, los resultados del período julio 2009 -junio 2010 se comparan con los niveles de alerta calculados para un período de 12 meses consecutivos.

Durante los 12 meses que comprende el presente período de monitoreo, la cobertura de medición de las aguas superficiales alcanzó un 94%; el 6% faltante corresponde principalmente a puntos ubicados en las cuencas altas, debido a dificultades de acceso en el período de invierno y/o la presencia de hielo en el cauce. En el caso de las aguas subterráneas, la cobertura de medición de calidad un 69%.

- El hierro, en tanto, si bien muestra una tendencia general decreciente, experimenta variaciones significativas a lo largo de la línea de flujo, lo que se atribuye a su condición de elemento no conservativo.
- El comportamiento del pH es inverso: en la cuenca alta presenta los valores mínimos, reflejando el proceso de acidificación natural de las aguas, y aumenta paulatinamente aguas abajo, en la medida que la línea de flujo recibe aportes laterales de aguas neutras.
- En la cuenca alta del Río del Estrecho se observa que el comportamiento de los parámetros indicadores de acidez natural presenta una variación estacional, con valores máximos en el período de invierno y primavera. Este comportamiento se atribuye al efecto de arrastre y/o lixiviación natural de sales y metales que producen los caudales (reducidos) en invierno y los primeros deshielos en su paso a través de los intersticios y fisuras de la roca y coluvios existentes en la zona mineralizada de la cuenca en primavera. Aguas abajo, esta variación estacional desaparece. Se observa un comportamiento errático en el arsénico y hierro, atribuido nuevamente a su condición no conservativa, que permite la precipitación y redisolución.
- En la línea de flujo que se inicia en la cuenca alta del Río El Toro -colindante con la zona mineralizada que da origen al yacimiento minero- y que termina en el Río del Carmen, las aguas son en general neutras y no presentan contenidos significativos de metales y sales a la altura intermedia del río El Toro.
- En los pozos de monitoreo, el comportamiento de los parámetros indicadores de acidez es similar al de los puntos superficiales más cercanos, evidenciando la ocurrencia de drenajes ácidos naturales en la cuenca alta del Río del Estrecho y un efecto de dilución y neutralización hacia aguas abajo. La variación estacional en la cuenca alta también es apreciable en los pozos ubicados en la cuenca alta, pero con un desfase respecto de las aguas superficiales; las concentraciones máximas se producen al final del verano y al inicio del otoño, es decir, con dos a tres meses de retraso, el que es atribuible a la menor velocidad de los flujos subterráneos.
- Analizado el comportamiento histórico de los parámetros indicadores de acidez natural, se observa que las concentraciones en general han mostrado una tendencia creciente desde el período 2002-2003. Este comportamiento es atribuible al período "inter El Niño", es decir, los años en que la cuenca presenta caudales reducidos. De acuerdo a los aforos disponibles en la estación DGA Río del Carmen en Corral (de más de 40 años de extensión), cada cinco años en promedio se produce un evento de crecida asociado al fenómeno de El Niño y el último de ellos se produjo en 2002-2003.

### **7.1.11 Proust Consultores para Barrick (2012). Informe Programa de monitoreo de aguas Julio 2010 a Junio 2011. Proyecto Pascua Lama.**

El informe contiene los resultados del Programa de Monitoreo de Calidad y Cantidad de Aguas del Proyecto “Modificaciones Proyecto Pascua-Lama” (el “Proyecto”), de Compañía Minera Nevada SpA , calificado ambientalmente favorable mediante Resolución Exenta N° 24/06 de la COREMA Región de Atacama. De acuerdo a lo ordenado en dicha resolución, los resultados del programa de monitoreo se deben informar anualmente a la CONAMA.

En el informe se exponen los resultados correspondientes al período comprendido entre los meses de julio de 2010 y junio de 2011(inclusive), los cuales son representativos de la condición previa a la etapa de depositación de estériles, por lo que se pueden considerar que estos aún corresponden a condiciones de línea base de la zona donde será implementado el Proyecto.

El Programa de monitoreo comprende un total de 36 puntos de monitoreo de agua superficial y 13 pozos de monitoreo de agua subterránea distribuidos en los siguientes cauces de la cuenca del Huasco: río del Estrecho, río Chollay, río del Tránsito, río El Toro, río Tres Quebradas, río Potrerillos, río del Carmen, río Del Tránsito y río Huasco, además de tributarios menores. En estos puntos se realizan muestreos de agua con una frecuencia mensual para su análisis físico-químico en laboratorio. Además, en los puntos superficiales se realizan aforos mensuales y en los pozos se registra el nivel freático o potenciométrico con igual frecuencia. En laboratorio se analiza un total de 45 parámetros, incluyendo indicadores de drenaje ácido natural de aguas (pH, sulfatos, aluminio, arsénico, cobre, hierro, manganeso y zinc), indicadores de aguas servidas (coliformes fecales y totales) y otros parámetros de referencia de línea base.

El análisis de los resultados comprende el comportamiento espacial y temporal de los parámetros monitoreados, es decir, la variación de calidad y caudal que se produce a lo largo de los cauces y a lo largo del período de medición. Además, se realiza una comparación con la norma de riego NCh 1.333 (80%) en el punto de monitoreo superficial denominado NE-4 y una comparación con la norma de agua potable NCh 409 en el punto NE-8; en ambos puntos el Proyecto se ha comprometido a mantener el cumplimiento de las respectivas normas, exceptuando aquellos parámetros que las exceden de forma natural. Por último, los resultados de los parámetros indicadores de drenaje ácido se comparan con los niveles de alerta de calidad del agua definidos para el Proyecto en cinco puntos de la subcuenca Estrecho/Chollay: NE-5, NE-2A, NE-3, NE-4 y NE-8. De manera específica, los resultados del período julio 2010 -junio 2011 se comparan con los niveles de alerta calculados para un período de 12 meses consecutivos.

Las conclusiones del análisis de los resultados del monitoreo de aguas del período julio 2010 a junio 2011 se presentan a continuación:

- En la línea de flujo que se inicia en la cuenca alta del Río del Estrecho, donde se ubica la zona mineralizada que da origen al yacimiento minero, y que termina en el Río del Tránsito, inmediatamente aguas abajo de la confluencia con el Río Chollay, las concentraciones y/o niveles de los parámetros indicadores de acidez muestran un descenso notorio a lo largo del recorrido de las aguas, exceptuando el pH que presenta un patrón inverso. Las concentraciones relativamente elevadas que se producen en la cuenca alta (zona mineralizada) se diluyen gradualmente hacia aguas abajo, en la medida que la línea de flujo recibe aportes laterales de aguas neutras, siendo notorio el efecto de dilución y neutralización que aporta el primero de ellos (la Quebrada Barriales).

- Un comportamiento distinto al descrito anteriormente se observa en las concentraciones (y cargas máxicas) de sulfatos, aluminio y arsénico, y niveles de conductividad eléctrica, que luego de disminuir a causa de la dilución ya señalada, vuelven a aumentar levemente a la altura del punto de monitoreo NE-8 (Río Chollay). Este aumento se atribuye a los aportes del Río Blanco (afluente ubicado a una corta distancia aguas arriba del punto NE-8), cuyas aguas muestran contenidos elevados de dichos parámetros (punto NE-7), concordante con las observaciones geológicas de la zona, que señalan la existencia de mineralización en la cuenca del Río Blanco.

#### **7.1.12 Compañía Minera Nevada SpA (2014). Línea base actualizada de calidad del agua superficial proyecto Pascua Lama.**

En la línea de flujo del Estrecho/Chollay se encontró que los valores elevados de metales en los períodos de deshielos que presenta el río Del Estrecho dan cuenta de la influencia de los Drenajes Ácidos de Rocas (DAR) natural en la calidad de las aguas, principalmente en la parte alta de la cuenca, donde se localizan la zona mineralizada (minerales sulfurados asociados a los yacimientos de Pascua). Estas aguas pueden ser caracterizadas teóricamente como “aguas con productos de oxidación de sulfuro” donde la concentración de los metales aluminio, arsénico, cobre, hierro, manganeso y zinc, junto a los sulfatos, son los principales parámetros descriptores de la calidad de las aguas debido a la movilidad (transporte) de éstos en el agua, la cual es provocada por la acidez de las escorrentías (deshielo) en la zona mineralizada.

En la línea de flujo El Toro/Tres Quebradas, que se inicia en la cuenca alta del río El Toro, colindante con la zona mineralizada que da origen al yacimiento minero, y que termina en el Río del Carmen, las concentraciones de los parámetros DAR a la altura intermedia del río El Toro (TO-3) evidencian concentraciones de metales y sales disueltas elevadas respecto a los puntos situados aguas abajo.

Estas concentraciones, que se pueden asociar a la generación de DAR natural en la parte alta de la cuenca, son de menor orden de magnitud que en la cuenca vecina del río Del Estrecho.

En el río Tres Quebradas (TO-6A y VIT-4) las aguas presentan un comportamiento general con bajos contenidos significativos de metales y sales, junto a niveles neutros de pH; producto del efecto de dilución que experimentan.

Respecto de indicadores de aguas servidas, tanto los Coliformes Fecales como los Coliformes Totales registran valores por sobre el límite de detección en la parte baja de la cuenca del río Chollay. Estos registros se asocian a la actividad humana y animal (pastoreo) que existe en el sector (aguas abajo de CN-7 y para PX-1 sólo la actividad animal).

#### **7.1.13 Universidad de Atacama (2009). Informe Final Caracterización físicoquímica del Río Huasco. Áreas de vigilancia anteproyecto norma agua superficial cuenca Río Huasco.**

El muestreo se realizó los días 26 de Junio, 5 de Agosto, 27 de Octubre y 23 de Noviembre de 2009, correspondiendo a las campañas de otoño, invierno y primavera (2 campañas) respectivamente. Los lugares de muestreo son los siguientes:



- Aguas abajo de la confluencia de los ríos Tránsito y sector denominado “Chepica”, cuyas coordenadas son 348475 E y 6823911 N. Identificado como HCO-1.
- Aguas abajo del embalse Santa Juana , en el sector Chañar blanco, cuyas coordenadas son: 334261 E y 6830475 N. Identificado como HCO-2.
- Aguas abajo de la descarga de aguas servidas de la planta de tratamiento de aguas servidas de Vallenar, cuyas coordenadas son: 334261 E y 6830475 N. Identificado como HCO-3.
- Aguas debajo de la descarga de aguas servidas de la Planta de tratamiento de aguas servidas de Freirina, cuyas coordenadas son: 294435 E y 6845270 N. Identificado como HCO-4.

Las muestras de agua fueron tomadas en las respectivas estaciones de monitoreo de acuerdo a lo señalado en NCh 411/1 Of 96, NCh 411/2 Of 96 y NCh 411/6 Of 98.

Para evitar su alteración durante el traslado a los laboratorios las muestras fueron convenientemente preservadas según su destino, de acuerdo a lo indicado en NCh 411/3 Of 96 y Standard Methods for Examination of Water and Wastewater.

#### **7.1.14 Universidad de Atacama (2010). Informe Final Caracterización físicoquímica del Río Huasco. Áreas de vigilancia anteproyecto norma agua superficial cuenca Río Huasco.**

El muestreo se realizó los días 23 de Junio, 5 de Agosto, 27 de Octubre y 25 de Noviembre de 2010, correspondiendo a las campañas de otoño, invierno y primavera (dos campañas) respectivamente.

Los lugares de muestreo son los siguientes:

- Aguas abajo de la confluencia de los ríos Tránsito y Carmen (junta del Carmen), en el sector denominado “Chepica”, cuyas coordenadas son 348475 E y 6823911 N. Identificado como HCO-1.
- Aguas abajo del embalse Santa Juana , en el sector Chañar blanco, cuyas coordenadas son: 334261 E y 6830475 N. Identificado como HCO-2.
- Aguas abajo de la descarga de aguas servidas de la planta de tratamiento de aguas servidas de Vallenar, cuyas coordenadas son: 334261 E y 6830475 N. Identificado como HCO-3.
- Aguas debajo de la descarga de aguas servidas de la Planta de tratamiento de aguas servidas de Freirina, cuyas coordenadas son: 294435 E y 6845270 N. Identificado como HCO-4.

Las muestras de agua fueron tomadas en las respectivas estaciones de monitoreo de acuerdo a lo señalado en NCh 411/1 Of 96, NCh 411/2 Of 96 y NCh 411/6 Of 98.

#### **7.1.15 ANAM (2012) Informe Final Caracterización físicoquímica del Río Huasco. Áreas de vigilancia anteproyecto norma agua superficial cuenca Río Huasco.**

En el marco del desarrollo del proyecto de monitoreo y de acuerdo a las exigencias señaladas en los términos de referencia, las campañas de monitoreo mensuales se realizaron los días 4 de Enero, 1 de Febrero, 8 de Marzo, 3 de Abril y 9 de Mayo 2012. Las



estaciones de monitoreo se recorrieron en orden desde “aguas arriba” a “aguas abajo”, esto es en el siguiente orden:

- Punto aguas debajo de la confluencia de los ríos Tránsito y Carmen (junta del Carmen).
- Aguas abajo del embalse Santa Juana, sector Chañar blanco.
- Aguas debajo de la descarga de aguas servidas de la PTAS de Vallenar.
- Aguas debajo de la descarga de aguas servidas de la PTAS de Freirina.

Se entregan resultados individuales que se incluyen en la base de datos elaborada para este proyecto.

#### **7.1.16 Knight Piesold para DGA (2013). Análisis integrado de gestión en cuenca del Río Huasco. Región de Atacama.**

Este estudio tuvo como objetivo general desarrollar una herramienta de análisis y planificación que permita evaluar diversas situaciones de manejo del recurso hídrico en la cuenca.

El estudio concluye, luego de la revisión y sistematización de numerosos antecedentes, que la cuenca del río Huasco posee una activa interacción entre los actores que utilizan sus recursos superficiales y subterráneos. En general se observa un uso activo debido a la actividad agrícola del sector, lo cual motivó en su momento la construcción del embalse Santa Juana. Además, son relevantes para el abastecimiento de las zonas bajas de la cuenca, los afloramientos que recibe el río Huasco desde Vallenar hacia aguas abajo. En términos generales, esta cuenca se caracteriza por su régimen hidrológico nivopluvial, y por el importante aporte que reciben sus cauces desde los cuerpos acuíferos adyacentes.

Se desarrolló una modelación hidrológica en plataforma MAGIC, la cual incorporó todos los elementos de la cuenca con los que se dispuso información útil para los intereses del estudio. Esta herramienta permitió generar una base de datos que representa a los diversos actores que participan en el uso y distribución del recurso, tanto en su componente superficial como subterránea. Esta base de datos abarcó el período entre los años hidrológicos 1963 y 2011.

Paralelamente, se desarrolló una actualización del modelo numérico hidrogeológico desarrollado por GCF Consultores para CNR en 2006, en plataforma Visual Modflow. Esta actualización incorporó información disponible hasta el año 2013, y fue calibrado y complementado con los resultados obtenidos en MAGIC, retroalimentándose ambos modelos en virtud de un mejor ajuste y conocimiento de la cuenca. Este modelo se implementó únicamente para los acuíferos existentes aguas abajo del embalse Santa Juana.

Para desarrollar ambos modelos se dispuso de información de estudios anteriores realizados por la DGA, CNR, CAZALAC, CBR, entre otros actores, además de información de completa y de primera fuente facilitada por la Junta de Vigilancia del Río Huasco y su Afluentes (JVRHA), quienes manifestaron completa colaboración tanto en la entrega de antecedentes útiles para el estudio, como en la campaña de levantamiento de información que se realizó en terreno.

Se desarrolló una campaña de recolección de información relacionada con los usos de agua en la cuenca, y enfocada principalmente al uso agrícola, el cual representa el mayor consumo del recurso hídrico superficial del río Huasco y sus afluentes. Se encuestó a regantes que equivalen al 85% de superficie de cultivo de la cuenca. En general, se concluye que la cuenca posee una actividad agrícola bastante desarrollada, con diversos tipos de cultivos distribuidos según la zona geográfica. El embalse Santa Juana, que opera en la cuenca desde 1997, ha significado una mejora importante respecto a la seguridad de riego de sus usuarios. No obstante, se advirtió en terreno preocupación por la situación hídrica actual y la escasez del recurso que se ha observado los últimos años.

Entre otros resultados, se determinaron los caudales críticos de explotación de los acuíferos Huasco en Desembocadura, Freirina (Alto y Bajo conjuntamente), Vallenar Alto y Vallenar Bajo, los cuales son del orden de 65; 6; 70 y 137 l/s, respectivamente, caudales que son superiores a la explotación que hoy afecta a estas unidades.

Respecto a la interacción río-acuífero, se observa una afección directa conforme se aumentan los bombeos en la cuenca. Los acuíferos de Vallenar y Freirina presentaron mayor sensibilidad a esta variable, así como el acuífero río del Carmen. Además, los acuíferos El Tránsito y Huasco Desembocadura presentaron mayor sensibilidad a su variación de volumen. Cabe señalar que los acuíferos El Tránsito, Vallenar Alto y Huasco Desembocadura han sido declarados con restricción por parte de la DGA.

Como recomendación del presente estudio, se sugiere la implementación o reconstrucción de una estación que se ubique en el cierre de la cuenca. En particular, la construcción de la estación río Huasco en Huasco Bajo, que fue destruida por la crecida de Octubre de 1997, sería de particular interés para el conocimiento de la cuenca. Desgraciadamente, la última estación con importante estadística se ubica a la salida del embalse Santa Juana, situación que no permite un entendimiento cabal de las secciones 3 y 4 del río, ya que la estación río Huasco en Puente Nicolasa no posee una estadística muy abundante.

Además, se recomienda evaluar la infraestructura de las estaciones fluviométricas en general. Durante los reconocimientos en terreno se observó que, si bien en general todas las estaciones se encuentran en buen estado, su estructura no permitiría medir crecidas importantes, como las que se presentan cada cierto tiempo en la cuenca. En particular, además, se recomienda analizar el flujo de diferencia que existe entre río Conay en Las Lozas, y río Tránsito en Angostura Pinte, el cual las modelaciones realizadas no fueron capaces de predecir, y de acuerdo a los análisis realizados, no tendría explicación física por generación de escorrentía de subcuencas intermedias.

#### **7.1.17 U. Católica del Norte, SERNAGEOMIN (2010) Evaluación hidrogeológica de la Cuenca del Río Huasco, con énfasis en la cuantificación y dinámica de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.**

Este estudio identifica una clara relación entre la química del agua y las características geológicas de la zona y ello queda evidenciado por el aumento de la concentración aguas abajo de algunos iones, por los índices de saturación, por coeficientes de correlación, por mezclas de aguas y por el análisis de los diagramas Stiff. También es evidente el aporte de algunos factores naturales como el aerosol marino, lo que se refleja en fuertes anomalías químicas cerca de la costa.

Las principales conclusiones sacadas de este estudio fueron:

- 1) La fuerte anomalía de sulfato en las aguas de río Potrerillos, así como los bajos pH y

alta conductividad eléctrica se deben a que este río nace en manantiales en zonas de alteración hidrotermal. Este río se encuentra relativamente cerca del yacimiento minero Pascua Lama, el cual es un yacimiento del tipo epitermal de Au de alta sulfidización (Deyell et al, 2005). Se reconocen varios estados de alteración argílica avanzada con varios tipos de alunita. Por otro lado, se reconoce la ocurrencia de estados de mineralización de alunita, pirita y enargita, estos tres son minerales del tipo sulfuros. Es probable que las zonas de alteración de la parte alta del río Potrerillos compartan características con las de Pascua Lama, por lo que al pasar las aguas por esta zona pueden lixiviar parcialmente estos sulfuros, explicando así estas tres anomalías (sulfato, pH y conductividad eléctrica). Es importante mencionar que estas zonas de alteración hidrotermal están alojadas en rocas volcánica terciarias y se extienden por la parte alta de toda la cuenca (Fig. 3.33), por lo cual, no sería extraño encontrar este mismo fenómeno en otros lugares, de hecho una muestra tomada en el Valle del Encierro (no incluida en el estudio) tenía un pH 3.

2) El aumento del bicarbonato y calcio (en menor proporción) se explica por la disolución rocas calcáreas. Esto pueden apreciarse bastante bien por el aumento de los índices de saturación de calcita y dolomita después del paso de las aguas por estas rocas, en el sector del río Tránsito al pasar por calizas de la Formación Lautaro, en el sector del río Carmen en su parte más alta al pasar por pequeños cuerpos de la Formación Lautaro y en su parte más baja al pasar por rocas de la Formación San Félix, que si bien son principalmente conglomerados, estos tienen algunas intercalaciones calcáreas y además su distribución areal en el sector previo a la Junta del Carmen es bastante grande, y por último al paso de las aguas del río Huasco por calizas de las formaciones Totoralillo y Pabellón a la altura del embalse Santa Juana. Cada vez que las aguas pasan por rocas calcáreas se produce el aumento en los índices de saturación, desde subsaturado en la parte alta hasta llegar a un estado de sobresaturación en la localidad de Vallenar. Este fenómeno también es apoyado por el análisis multivariante, pues los coeficientes de correlación del par  $\text{Ca-HCO}_3$  en las estaciones de la D.G.A. ubicados después de estas tres zonas son altos, siendo el más alto de estos el de la estación de la ciudad de Vallenar (0,82). Por último este fenómeno también es apoyado por los diagramas stiff, pues se puede apreciar al aumento del eje del bicarbonato en las aguas de los ríos Tránsito, del Carmen y Huasco hasta Vallenar.

3) La futura puesta en marcha del proyecto minero Pascua-Lama puede tener un gran impacto en las aguas del río Huasco, por lo cual es muy importante un control o monitoreo permanente de su actividad para evitar futuras contaminaciones del río que podrían acarrear graves problemas al valle. Esto queda demostrado por el estudio de mezclas de agua, pues Pascua-Lama está ubicada cerca del límite de las dos cuencas de la parte alta y en la naciente de dos ríos, el Estrecho (cuenca río Tránsito) y el río El Toro (cuenca río del Carmen). Como se vio en el estudio de mezclas las aguas del río de las Tres Quebradas que se forma a partir del Río El Toro son predominantes en la mezcla cuando se juntan con el río Potrerillos, aportan casi un 75% y estas aguas finalmente dan al río del Carmen. Por el lado de la cuenca del río Tránsito las aguas del río Chollay (formado a partir del río Estrecho) aporta casi un 80% al juntarse con el río Conay, esta junta forma en río Tránsito. En base a este análisis podemos apreciar que las aguas de los ríos del Carmen y Tránsito están fuertemente influenciadas por las aguas que vienen de la zona de Pascua Lama y son estos dos ríos los que al juntarse forman el río Huasco.

4) El aporte lateral de la quebrada Maitencillo es muy importante. En los diagramas Stiff podemos apreciar que el río Huasco tiene dos comportamientos y el quiebre precisamente se produce en esta quebrada. Aguas arriba de la quebrada las aguas son más ricas en

bicarbonato, mientras que aguas debajo de la quebrada son más cloruradas. Además la marca del diagrama stiff del punto de muestreo de la quebrada es muy similar a los diagramas de los puntos de muestreo del río bajo la quebrada. Esto también es apoyado por un estudio de mezcla de aguas subterráneas en el cual se ve un aporte de un 60% de las aguas subterráneas de la quebrada.

5) El aporte del aerosol costero es bastante importante y condiciona el aumento de cloruro, sodio, sulfato, calcio, magnesio y potasio. Esto se ve reflejado en los gráficos de variación de los elementos versus distancia al mar, pues en la estación de monitoreo río Huasco en Huasco Bajo (cerca de la costa) se produjo un aumento exponencial de todos estos iones, versus un leve aumento y lineal que mostraba aguas arriba. Esto también es apoyado por el análisis multivariante, pues los índices de correlación de las estaciones costeras tiene una gran cantidad de correlaciones superiores a 0,9 (alta) para los distintos pares de estos elementos. Además, el dendrograma obtenido en esta estación muestra un conglomerado conformado por cloruro, sodio, sulfato, calcio y magnesio, si bien el potasio no lo forma se agrega a una distancia mayor, de esto podemos decir que el potasio si bien está influenciado por este aerosol marino es el que menos lo está de estos seis elementos.

6) Las concentraciones y variaciones del nitrato se debería a efecto antrópicos, pues no muestra un comportamiento regular. Sus concentraciones son bajas e irregulares, inclusive en algunos puntos de muestreo no se registra. Esto probablemente esté condicionado por las zonas de cultivo presentes en el valle, las cuales están presentes mayoritariamente en el valle del río Huasco, en los valles del río Tránsito y río del Carmen son bastante más restringidas.

7) Las concentraciones de los iones cloruro, sodio, sulfato, calcio, magnesio y potasio dependen fuertemente del caudal desde Vallenar hacia el interior. Los diagramas de variación de la concentración en el tiempo como ya vimos manifiestan la ocurrencia de ciertos peaks positivos y negativos de las concentraciones. Los peaks de concentraciones positivas se correlacionan con períodos históricos de caudales bajos, mientras que los peaks de concentraciones negativas se correlacionan con los máximos caudales históricos. Además, la ocurrencia de estos distintos peaks históricos reflejaría la ocurrencia de los fenómenos del “niño” y la “niña” en nuestras costas, pero para asegurarlo es necesario un estudio más detallado. Esta dependencia del caudal se limita sólo de Vallenar al Este, pues como se vio en la zona costera está fuertemente influenciado por el aerosol marino, aunque igual se ven estos peaks de caudal.

8) Respecto al anteproyecto de norma secundaria de calidad ambiental para la protección de aguas superficiales de la cuenca del río Huasco, fueron definidos 12 tramos de vigilancia para su monitoreo respecto a distintas características hidroquímicas. Además se hicieron una serie de recomendaciones para la elaboración de anteproyectos, entre estas tenemos:

- Hacer una buena y correcta validación de los datos, esto es sumamente importante por el bien de la calidad de la información resultante.
- Los límites de detección analíticos de la D.G.A. deben mejorarse a futuro. Estos límites son muy altos y hacen que la calidad de la información sea mala.
- Es necesario establecer pronto valores bases para ser utilizados como clases de calidad, pues los actuales valores de la guía Conama no son los más indicados.

- Es importante incluir la distribución de los diagramas stiff a lo largo de la cuenca para proponer las distintas áreas de vigilancia. Esta distribución ayuda a definir el comportamiento de los elementos a lo largo de la cuenca, lo cual nos facilita identificar las diferencias o cambios de comportamiento de un área a otra.
- Hay muchos parámetros para los cuales la información es claramente insuficiente o dudosa y por lo tanto se sugiere hacer un buen muestreo que incluya todos los parámetros por un periodo con el fin de normar bien esos parámetros.
- Se ha utilizado una metodología para la determinación de las áreas de vigilancia así como de los valores a utilizar, la cual podría ser utilizada para otras cuencas.

#### **7.1.18 SEREMI Atacama (2012) Informe Piloto basado en metodología APPA. Índice de Funcionalidad Fluvial Río Huasco. Región de Atacama.**

El estudio consistió en aplicar una metodología propuesta la Agencia Provincial del Ambiente de la Provincia de Trento (APPA) basada en análisis de terreno bajo diversos criterios de las condiciones naturales y antropicas del sistema acuático incluida las formaciones o usos de los sectores de ribera.

Los parámetros considerados incluyen parámetros ecológicos (tipología, el ancho, la continuidad o la interrupción de la vegetación de ribera), parámetros socioeconómicos (utilización del suelo, la presencia de infraestructuras, etc.) y otros parámetros abióticos (pendiente, la artificialidad orilla, etc.).

Se aplicó el Índice de Funcionalidad Fluvial (IFF) a la cuenca del río Huasco, reevaluando los alcances de cada criterio según las características específicas de la cuenca.

Del trabajo realizado se encontró que el tramo estudiado (V-001 al V-016) manifiesta una tendencia a un índice de Funcionalidad Fluvial de "Inferior". Esto se debe principalmente por la gran cantidad de tramos que se encuentran fuertemente intervenidos por la Ciudad de Vallenar. Cabe señalar que del tramo V-001 al TRAMO v-007 el río se encuentra en un paseo ribereño, en donde existen muros de contención tanto longitudinales como transversales, con el fin de generar piscinas empedradas para usos recreacionales, zonas de juegos con "pasto" y canchas de futbol, pistas de bicicletas y calles de autos. En dichos tramos las modificaciones de conductividad del agua y morfológicas son de gran importancia, con una marcada intervención antropica. Sera tarea de un análisis posterior reevaluar los beneficios ecosistemicos que pueda tener la re naturalización de dichos tramos, con el fin de mejorar la funcionalidad del mismo, versus los actuales usos de recreación que prestan dichos tramos aun cuando bajen en calidad y funcionalidad.

Los tramos aguas debajo de la ciudad de Vallenar mejoran su índice pero aun se encuentran con grandes presiones asociadas principalmente a las extracciones de áridos, cruce de caminos, descarga de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) de Vallenar, principalmente entre tramos V-010 y V-012.

Entre el tramo V-013 hacia la ciudad de Freirina se puede ver una mejora considerable respecto a los tramos iniciales, dado principalmente por la mayor cobertura de especies nativas de árboles y arbustos, mejoras en la erosión, mayor presencia de fauna bentónica e ictofauna y menores presiones directas sobre el cauce.

El tramo V-015 tiene un índice de bueno, el cual pudiese mejorar con un cambio metodológico más aceptable a las condiciones representativas de un buen estado de



funcionalidad en zonas semi áridas. Por tal motivo el tramo V-015 es un tramo fundamental para realizar modificaciones metodológicas, al ser considerado como uno de los tramos de mejor calidad de gran parte de la parte media y baja de la cuenca del río Huasco.

El desglose de los resultados obtenidos corresponde a: 1 tramo (izq – der) con Funcionalidad Inferior - Pésimo, 8 tramos (izq - der) con Funcionalidad Inferior, 2 tramos con Funcionalidad Mediocre – Inferior, 1 tramo (der- izq) con funcionalidad Bueno – Mediocre, 3 tramos con Funcionalidad mediocre y 2 tramos con funcionalidad buena.

A nivel metodológico es claro que el índice propuesto debe ser modificado según criterio de expertos bajo una consultoría específica que determine cambios en la valoración o para agregar nuevos criterios asociados a cuerpos fluviales de zonas áridas. Cabe señalar que la cobertura vegetal tiene características completamente diferentes a las usadas en la metodología Italiana considerando las características arbustivas de un valle estrecho de zonas semi aridas. Lo mismo sucede con el nivel de icto fauna que se puede encontrar, la cual puede variar de forma significativa según el tramo del río y la temporada en que se realiza el terreno. Se debe sumar que al existir un Embalse de regulación, las condiciones hidrológicas cambian según los requerimientos agrícolas, por lo que se mantiene un régimen hidrológico diverso según temporada del año.

Como primer piloto a los Indices de Funcionalidad Fluvial, se tomaron algunos supuestos en terreno según criterio de experto, por lo que existe ya una experiencia de puntos clave a modificar en la metodología al igual de cómo se debe realizar la planificación de la visita. Cabe señalar que este trabajo requiere de un equipomultidisciplinario para futuras visitas y rectificaciones metodológicas para zonas semi aridas.

Se considera que la información base para la determinación de la línea base a nivel de trabajo de gabinete es suficiente para la cuenca del río Huasco, dado que ha sido una cuenca históricamente estudiada en mucho de los criterios evaluados por la ficha de terreno, aun cuando existan brechas a nivel de bio indicadores y caracterización de ictofauna y fauna bentónica.

#### **7.1.19 Anteproyecto de NSCA para la protección de las aguas de la Cuenca del Río Huasco y su Expediente Público.**

La Resolución Exenta N° 3403<sup>24</sup> de la Comisión Nacional del Medio Ambiente<sup>25</sup>, con fecha 18 de Diciembre de 2006, dio inicio a la elaboración de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del Río Huasco. En su artículo 2° instruye que se conforme un expediente para la tramitación del proceso.

El expediente en cuestión, menciona como antecedente el “Estudio de Soporte Técnico y Propuesta de Anteproyecto de Norma Secundaria de Aguas Superficiales para la Cuenca del Río Huasco”, elaborado por el Sr. Sixto Gutiérrez, Consultor y profesional de Oikos Chile Ltda, adjudicado el 20 de octubre de 2006 y financiado por la Dirección Ejecutiva de CONAMA. Una copia de dicho estudio fue remitido a la Dirección Regional de CONAMA en

---

<sup>24</sup> Resolución Exenta N° 3403. Comisión Nacional del Medio Ambiente. 18 de Diciembre de 2006. Da Inicio a la elaboración de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del Río Huasco

<sup>25</sup> CONAMA. Institución coordinadora de los temas ambientales hasta 2010 que se creó el Ministerio de Medio Ambiente.



Atacama en abril de 2007. El estudio fue presentado al Comité Operativo en mayo de 2007, según consta en el expediente de la norma.

Desde esa fecha (mayo de 2007) se indicaba que **“los sulfatos y el pH en la parte alta de la cuenca son demasiado altos”** por lo que requieren una evaluación detallada.

Respecto de la procedencia de los resultados de calidad de agua, el expediente al integrar el resumen del mencionado estudio identifica las siguientes fuentes, que se presentan con la explicación adicional para su mejor comprensión.

**Tabla 48: Resumen de documentos con información de calidad de aguas, consultadas y/o reportadas como antecedentes.**

Institución	Detalle del monitoreo	Cobertura temporal	Cantidad de Mediciones aportadas
Dirección General de Aguas (DGA)	Calidad de aguas superficiales en base a estaciones DGA vigentes	1980-2006	4201
	Proyecto CADE-IDEPE	Octubre 2003	36
Comisión Nacional de Riego (CNR)	Calidad de agua de riego en Huasco	Abril, julio, septiembre de 2003	1380
Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) Atacama	Estudio puntual de calidad de agua de riego en el Río Huasco y sus afluentes	Diciembre 2005	629
Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)	Estudio puntual de aguas continentales superficiales en la III Región	Noviembre 2003	64
Cia Minera Nevada (Barrick)	Aguas superficiales de las cuencas del Estrecho Chollay y El Toro-Tres Quebradas	1981-2005	31123

#### **7.1.20 2012-2013: Programas de Vigilancia en Normas Secundarias de Calidad de Aguas Vigente y las que están en proceso, con el objeto de avanzar en el estado ecológico de las aguas superficiales desarrollado por CENMA para la Subsecretaría de Medio Ambiente.**

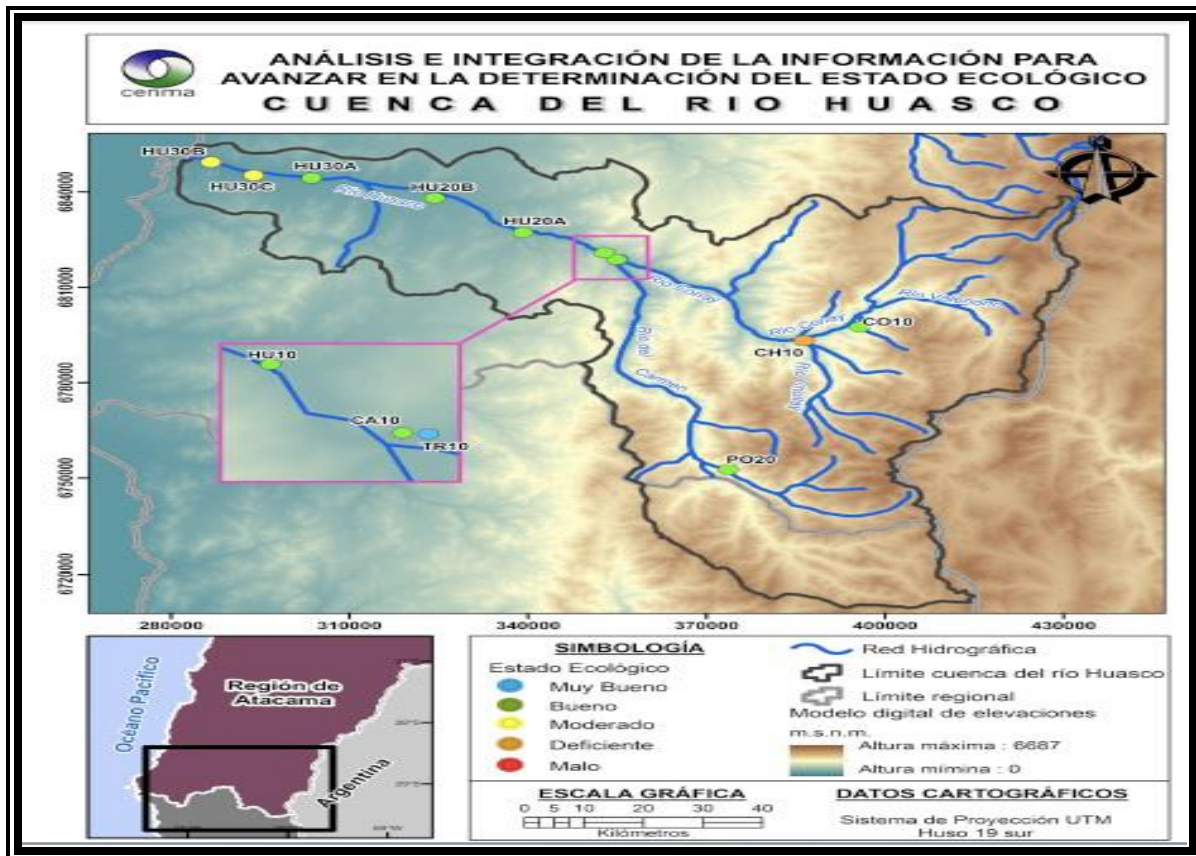
El estudio en su totalidad incluyó la evaluación de 10 cuencas hidrográficas de Chile en base a diversos factores, no sólo científicos, sino que también sociales y económicos. Para cada cuenca se seleccionaron entre 10 y 15 estaciones de monitoreo, por ser estaciones de la DGA y en agosto de 2012 se realizó la campaña de colección de muestras de aguas superficiales, medición de parámetros físico-químicos in situ de los cuerpos de agua, observación y registro de familias de invertebrados de cada estación, para de esta forma establecer el estado ecológico, basado en el índice ChBMWP, análisis biológicos, químicos y microbiológicos en laboratorio e integración de la información.

Los resultados en la cuenca del Río Huasco indicaron que no se superaron los parámetros físico-químicos incluidos en la propuesta normativa (pH, conductividad eléctrica, color aparente, oxígeno disuelto, RAS y sólidos suspendidos y disueltos) en sus aguas superficiales. Todas las estaciones presentaron alta riqueza taxonómica (entre 9 y 14 taxa) y la gran mayoría poseía una buena diversidad. De las estaciones para esta cuenca, 1 tuvo

nivel Muy Bueno, 7 tuvieron nivel Bueno, 2 de nivel Moderado y 1 de nivel Deficiente, como se presenta a continuación.

Para la cuenca del Huasco, se identificó un *Tipo* de río, mediante la utilización de factores fisiográficos y se estimó recomendable definir los *Tipos* de ríos de la cuenca a partir de la utilización de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos recolectadas en monitoreos continuos en el tiempo, para complementar y corroborar estos resultados. Se recomendó también establecer más estaciones de referencia, en cursos de cabecera ubicados en la parte alta de la cuenca como por ejemplo en las áreas de vigilancia QU10 y PO10, las cuales no presentan impacto humano considerable. Lo anterior con el propósito de corroborar si la calidad ambiental de las aguas de la cuenca está principalmente condicionada por las características mineralógicas del suelo y subsuelo por donde escurren las aguas o por la creciente presión antrópica sobre el recurso hídrico.

En general los ríos de la cuenca presentaron un estado ecológico *Bueno*, el cual difiere bastante de la calidad biológica determinada con los rangos originales del ChBMWP, que nos señala que la mayor parte de las estaciones de muestreo presentan un impacto notable sobre la biota.



Fuente: Programas de Vigilancia en Normas Secundarias de Calidad de Aguas Vigente y las que están en proceso, con el objeto de avanzar en el estado ecológico de las aguas superficiales. Cenma 2012

**Ilustración 34: Resumen del estado ecológico de las aguas en las estaciones de la Cuenca del Río Huasco, según estudio CENMA**

**7.1.21 2014: “EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES PARA USO AGRÍCOLA EN UNA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL NORTE CHICO, EN EL PERÍODO 2003 -2013” Seminario de Título de la estudiante Carolina Andrea Campos Briones como requisito para obtener el Título de Químico Ambiental. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile.**

Se recopilaron antecedentes de las cuencas del Norte Chico, con el fin de seleccionar una cuenca específica, sobre la base de la información disponible de registros de monitoreo de calidad de aguas y superficie destinada a la agricultura. A partir de estos criterios, se determinó que la Cuenca del Río Huasco era la más apropiada para ser estudiada, porque presenta estaciones de monitoreo de calidad de aguas en todas sus subcuencas y posee registros asociados cada año en todas estas estaciones de monitoreo.

Se identificaron las actividades que generan usos y presiones sobre el recurso hídrico en la Cuenca del Río Huasco: consumo humano (captaciones de agua potable), actividades agrícolas, compañías mineras y empresas eléctricas, vertederos y plantas de tratamientos de aguas servidas.

Se analizó la evolución histórica de los parámetros de calidad de aguas en la cuenca de Río Huasco, y respecto a esto se puede concluir que muchos de los parámetros estudiados muestran un incremento en las concentraciones (o registros) medidos durante el período de estudio, lo cual indicaría que la calidad de las aguas está siendo afectada.

**7.1.22 2014: Análisis de metales pesados presentes en sedimentos de las cuencas de los Ríos Huasco, Elqui y Limarí, con el objeto de completar la evaluación del estado ecológico”. Seminario de Título del estudiante Pablo Enrique Cabello Espinoza como requisito para obtener el Título de Químico Ambiental. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile.**

En este estudio se evidenció que los sedimentos de la cuenca del Río Huasco son ricos en As, Cd, Mn y Zn, los que superaron el límite de efecto probable, según la normativa canadiense que establece niveles en las que se espera que existan efectos ecológicos.