

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**“CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO TORRES EN EL
ÁREA DE INFLUENCIA DE LA MINA HUENZALÁ,
EN EL DISTRITO DE HUALLANCA, PROVINCIA
DE BOLOGNESI-ANCASH. PERIODO JUNIO
2017–ENERO 2018”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Bach. JORDY ENZO REYES HUERTA

ASESOR:

Dr. HERACLIO FERNANDO CASTILLO PICÓN

Huaraz, Ancash, Perú

Julio, 2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**“CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO TORRES EN EL
ÁREA DE INFLUENCIA DE LA MINA HUANZALÁ,
EN EL DISTRITO DE HUALLANCA, PROVINCIA
DE BOLOGNESI-ANCASH. PERIODO JUNIO
2017–ENERO 2018”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Bach. JORDY ENZO REYES HUERTA

ASESOR:

Dr. HERACLIO FERNANDO CASTILLO PICÓN

Huaraz, Ancash, Perú

Julio, 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
"Una nueva Universidad para el Desarrollo"

REPOSITORIO
INSTITUCIONAL
UNASAM



Dirección del
Instituto de
Investigación

FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL - UNASAM

Conforme al Reglamento Nacional de Trabajos de Investigación – RENATI
Resolución de Consejo Directivo de SUNEDU N° 033-2016-SUNEDU/CD

1. Datos del Autor:

Apellidos y Nombres: Jordy Enzo Reyes Huerta

Código de alumno: 101.0605.020

Teléfono: 945891137

Correo electrónico: jordy_reyes_04@hotmail.com DNI o Extranjería: 72179130

2. Datos del Autor:

() Trabajo de investigación

() Trabajo académico

() Trabajo de suficiencia profesional

(X) Tesis

3. Título profesional o grado académico:

() Bachiller

(X) Título

() Segunda especialidad

() Licenciado

() Magister

() Doctor

4. Título del trabajo de investigación:

“CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO TORRES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA MINA HUANZALÁ, EN EL DISTRITO DE HUALLANCA, PROVINCIA DE BOLOGNESI-ANCASH. PERIODO JUNIO 2017-ENERO 2018”

5. Facultad de: CIENCIAS DEL AMBIENTE

6. Escuela, Carrera o Programa: INGENIERÍA AMBIENTAL

7. Asesor:

Apellidos y Nombres: Heraclio Fernando Castillo Picón

Teléfono: 943692464

Correo electrónico: fercaspi1@gmail.com

DNI o Extranjería: 32043297

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNASAM, versión impresa y digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito respecto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

Firma:

D.N.I.:

FECHA: Huaraz, 22 de julio de 2019



ACTA DE SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DE TESIS

Los Miembros del Jurado en pleno que suscriben, reunidos en la fecha, en el Auditorium de la FCAM-UNASAM, de conformidad a la normatividad vigente conducen el Acto Académico de Sustentación y Defensa de Tesis "CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO TORRES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA MINA HUANZALÁ, EN EL DISTRITO DE HUALLANCA, PROVINCIA DE BOLOGNESI-ANCASH. PERIODO JUNIO 2017 - Enero 2018", que presenta REYES HUERTA JORDY ENZO para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.


En seguida, después de haber atendido la exposición oral y escuchada las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, lo declaramos:


APROBADO


Con el calificativo de: *QUINCE* (*15*)

En consecuencia, REYES HUERTA JORDY ENZO queda expedito para que el Consejo de Facultad de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" apruebe el otorgamiento de su **Título Profesional de Ingeniero Ambiental** de conformidad al Art. 113 numeral 113.9 del Reglamento General de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario N° 399-2015-UNASAM), el Art. 48° del Reglamento General de Grados y Títulos de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario - Rector N° 761-2017-UNASAM) y el Art. 160° del Reglamento de Gestión de la Programación, Ejecución y Control de las Actividades Académicas (Resolución de Consejo Universitario - Rector N° 232-2017-UNASAM).

Huaraz, 09 de enero de 2019


MSc. ALFREDO WALTER REYES NOLASCO
Presidente
Jurado de sustentación


Ing. CIRO WALTER FERNANDEZ ROSALES
Secretario
Jurado de sustentación


Ing. FRANCISCO CLAUDIO LEÓN HUERTA
Vocal
Jurado de sustentación


Dr. HERACLIO FERNANDO CASTILLO PICÓN
Asesor de tesista

DEDICATORIA

A Dios.

A mi madre, Nely Huerta Garro.

A mi padre, Máximo Reyes Mejía.

A mis hermanos, Magali, Jean y Junnior.

A mi enamorada Pamela Torres.

A mis compañeros de trabajo, Raymundo del Carpio, Shirley Quiroz y Mayner
Ocrosopoma.

A mis familiares, amigos y todos los que lograron realizar esta tesis.

Jordy Enzo Reyes Huerta

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, por acogerme durante todo el periodo de estudios y por los conocimientos adquiridos de los ilustres profesionales de esta casa superior, en las personas de mi asesor el Dr. Fernando Castillo Picón, profesores y compañeros de clases.

RESUMEN

La actividad minera es la principal actividad económica del Perú. De acuerdo al tipo de actividades que se desarrollan, se lleva a cabo a tajo abierto o subterránea. Las actividades a tajo abierto generan mayor impacto al ambiente comparado a la subterránea. Los principales impactos que se generan son sobre el ambiente, ya sea sobre el suelo, aire y agua. Es por esta razón que la actividad minera en nuestro país está regulada. Para los cuerpos receptores, como el agua, se aplican los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), donde se establecen los parámetros físico-químicos, inorgánicos, microbiológicos y parasitológicos con la finalidad de establecer si se cumplen los ECA y determinar si la calidad del agua es buena o mala.

La presente investigación tuvo como finalidad conocer si el agua del río Torres presenta buena calidad, es decir, cumple con los Estándares de Calidad Ambiental en el área de influencia de la mina Huanzalá. Por ello, se focalizó el área de estudio en el área de influencia de la mina Huanzalá, seguidamente se tomaron datos en gabinete y campo. Los datos en gabinete consistieron en la revisión de los Estándares de Calidad Ambiental, revisión del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y la revisión del Plan de cierre de mina de la Compañía Minera Santa Luisa. La toma de datos en campo consistió en la recolección, traslado y envío de muestras de agua del río Torres, así mismo visitas de campo y registros fotográficos. Luego se analizan e interpretan los resultados obtenidos de los reportes de ensayo del laboratorio para que finalmente, plantear medidas de mitigación ambiental.

Entre las principales conclusiones destaca que la calidad del agua del río Torres en el área de influencia de la mina Huanzalá en el distrito de Huallanca, provincia de Bolognesi – Áncash, cumple con los parámetros establecidos en el estándar de calidad ambiental categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales en las estaciones CR-01, CR-02, CR-04, CR-07 y CR-08 mientras que en las estaciones CR-05, CR-06 y CR-09 no cumplen debido a que los tratamientos implementados no son los adecuados para precipitar el manganeso y éste parámetro supera el estándar de calidad ambiental, categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales.

Palabras clave: Calidad del agua, río torres, mina Huanzalá, magnesio, manganeso, ECA.

ABSTRACT

Mining activity is the main economic activity in Peru. According to the type of activities that are carried out, it carries out an open or underground pit. The activities in an open place generate greater impact in the environment compared to the land. The main effects that are generated are on the environment, and on the soil, air and water. It is for this reason that mining activity in our country is regulated. To receiving bodies such as water, the Environmental Quality Standards (EQS), where physiochemical inorganic, microbiological and parasitological parameters are shown in order to set and meet the requirements of SQE and determine apply if Water quality is good or bad.

This research was aimed to know the Torres river water quality present, ie, meet the Environmental Quality Standards in the area of influence of the mine Huanzalá. Therefore, the study area was focused on the area of influence of the Huanzalá mine, followed by data on cabinet and field. The data in the cabinet consisted in the revision of the Environmental Quality Standards, Environmental Impact Study (EIS) Review and the Closing Plan Review of the Santa Luisa Mining Company. The data collection in the field consisted in the collection, transfer and shipment of water samples from the Torres River, as well as field visits and photographic records. Then, the results of the laboratory's test reports are analyzed and interpreted to finally propose environmental mitigation measures.

Among the key findings water quality of the Torres river in the area of influence of the Huanzalá mine in the district of Huallanca, Bolognesi province stands - Áncash meets the parameters established in the environmental quality standard Category 3: irrigation Vegetable and drinks animals at stations CR-01, CR-02, CR-04, CR-07 and CR-08, while stations CR-05, CR-06 and CR-09 meet not because that the treatments implemented are not suitable for the mill and the doorbell exceeds the environmental quality standard, category 3: irrigation of vegetables and animal drink.

Keywords: Water quality, river towers, Huanzalá mine, magnesium, manganese, ECA.

INDICE

CONTENIDO	Pág.
AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
INDICE	vii
LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE UNIDADES DE MEDIDA	xiii
LISTA DE SIGLAS	xiii
CAPITULO I	
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Hipótesis	2
1.4. Objetivos	2
1.4.1. Objetivo general	2
1.4.2. Objetivos específicos	3
CAPITULO II	
MARCO REFERENCIAL	4
2.1. Antecedentes	4
2.1.1. Actividad minera en el Perú	4
2.1.2. Diagnóstico de la calidad del agua por actividad minera en el Perú	6
2.1.3. Calidad del agua del río Torres	9
a. Antecedentes de la actividad de la mina Huanzalá	10
b. Aspectos generales	11
c. Cierre progresivo de mina	12
2.2. Marco teórico	13
2.2.1. Calidad del agua	13
2.2.2. Calidad del agua de río en particular	14

2.2.3.	Parámetros para la caracterización de la calidad del agua de cuerpos superficiales	17
a.	Parámetros de medición de campo	17
b.	Parámetros inorgánicos	18
c.	Parámetros biológicos	18
d.	Parámetros físico - químicos	18
2.2.4.	Parámetros para la caracterización de la calidad del agua de cuerpos superficiales	19
a.	Ambiente físico	19
b.	Ambiente biológico	20
c.	Fauna terrestre	21
d.	Precipitación	22
2.3.	Marco legal	24
2.3.1.	Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales	24
2.3.2.	Clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales	24
2.3.3.	Estándares nacionales de calidad ambiental para agua	25
2.4.	Definición de términos	27

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1.	Tipo y diseño de investigación	28
3.2.	Diseño y caracterización de la muestra	28
3.2.1.	Población	28
3.2.2.	Muestra	28
3.3.	Diseño	28
3.3.1.	Ubicación del área de estudio	29
3.3.2.	Toma de datos	29
3.3.3.	Análisis de datos	30
3.3.4.	Interpretación de resultados	33

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1.	Resultados	34
4.1.1.	Parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos de calidad de agua determinados para las 8 estaciones de muestreo en la época	

de estiaje y lluvia del río Torres en el área de influencia de la mina Huanzalá	34
4.1.2. Contrastación de los parámetros encontrados en el ámbito de estudio con los estándares de calidad ambiental para agua (ECAs) categoría 3 (D1: Riego de vegetales y D2: Bebida de animales)	35
a. Contrastación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de calidad de agua encontrados en el ámbito de estudio con los estándares de calidad ambiental para agua, categoría 3 (D1 y D2) en la época de estiaje	35
b. Contrastación de los parámetros inorgánicos de calidad de agua encontrados en el ámbito de estudio con los estándares de calidad ambiental para agua, categoría 3 (D1 y D2) en la época de estiaje	38
c. Contrastación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de calidad de agua encontrados en el ámbito de estudio con los estándares de calidad ambiental para agua, categoría 3 (D1 y D2) en la época de lluvia	41
d. Contrastación de los parámetros inorgánicos de calidad de agua encontrados en el ámbito de estudio con los estándares de calidad ambiental para agua, categoría 3 (D1 y D2) en la época de lluvia	41
4.1.3. Parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos de calidad de agua determinados para las 8 estaciones de muestreo en la época de estiaje y lluvia del río Torres en el área de influencia de la mina Huanzalá	44
a. Comparación de los resultados de los parámetros físico-químicos y microbiológicos para las 8 estaciones de muestreo entre la época de estiaje y lluvia	44
b. Comparación de los resultados de los parámetros inorgánicos para las 8 estaciones de muestreo entre la época de estiaje y lluvia	44
4.1.4. Comparación de los parámetros físico-químicos, microbiológicos e inorgánicos para las estaciones CR-08 y CR-09 del río Torres en las épocas de estiaje y lluvia	50
4.1.5. Comparación de los parámetros físico-químicos, microbiológicos	51
a. Dispersión de los parámetros físico-químicos y microbiológicos para las 8 estaciones de muestreo del río Torres en las épocas de estiaje y lluvia	52
b. Dispersión de los parámetros inorgánicos para las 8 estaciones de muestreo del río Torres en las épocas de estiaje y de lluvia	52

4.2. Discusiones	57
4.2.1. Comparación de los resultados de los parámetros de calidad de agua del río Torres con los estándares de calidad ambiental, categoría 3 (D1 y D2), en las épocas de estiaje y lluvia	57
4.2.2. Variación de los parámetros físico-químicos, microbiológicos e inorgánicos para 8 estaciones de muestreo en las épocas de estiaje y lluvia	57
4.2.3. Comparación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos para las estaciones CR-08 y CR-09 del río Torres en las épocas de estiaje y lluvia	59
4.2.4. Dispersión de concentración de los parámetros físico-químicos, microbiológicos e inorgánicos para 8 estaciones de muestreo del río Torres en la época de estiaje	60
CAPITULO V	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
5.1. Conclusiones	62
5.2. Recomendaciones	63
BIBLIOGRAFÍA	65
ANEXO	68
Anexo 1	69
Anexo 2	74
Anexo 3	76
Anexo 4	91

LISTA DE TABLAS

CONTENIDO	Pág.
Tabla 01: Ranking producción 2011	04
Tabla 02: Variedad de Minerales	06
Tabla 03: Precipitación (mm) anual y mensual en la mina Huanzalá	23
Tabla 04: Clasificación del río Torres y bebida de animales	24
Tabla 05: Categoría 3 de los ECA para agua, riego de vegetales y bebida de animales	25
Tabla 06: Ubicación de las estaciones de muestreo	30
Tabla 07: Variables evaluadas	31
Tabla 08: Parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos encontrados en las 8 estaciones de muestreo en la época de estiaje	36
Tabla 09: Parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos encontrados para las 8 estaciones de muestreo en la época de lluvia	37
Tabla 10: Contrastación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de calidad de agua encontrados en el ámbito de estudio con los ECAs para agua, categoría 3 (D1 y D2) en la época de estiaje	39
Tabla 11: Contrastación de los parámetros inorgánicos de calidad de agua encontrados en el ámbito de estudio con los ECAs para agua, categoría 3 (D1 y D2) en la época de estiaje	40
Tabla 12: Contrastación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de calidad de agua encontrados en el ámbito de estudio con los ECAs para agua, categoría 3 (D1 y D2) en la época de lluvia	42
Tabla 13: Contrastación de los parámetros inorgánicos de calidad de agua encontrados en el ámbito de estudio con los ECAs para agua, categoría 3 (D1 y D2) en la época de lluvia	43

LISTA DE FIGURAS

CONTENIDO	Pág.
Figura 01: Índice de precios de los metales 1993 – 2016	05
Figura 02: Índices del PBI total y del PBI minero 1980-2006	05
Figura 03: Resumen de la metodología de la investigación	29
Figura 04: Ubicación del área de estudio	32
Figura 05: Comparación de los parámetros físico-químicos para las 8 estaciones de muestreo entre la época de estiaje y la época lluvia	45
Figura 06: Comparación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos para las 8 estaciones de entre la época de estiaje y la época de lluvia	46
Figura 07: Comparación de los parámetros inorgánicos para las 8 estaciones de muestreo entre la época de estiaje y la época de lluvia	47
Figura 08: Comparación de los parámetros inorgánicos para las 8 estaciones de muestreo entre la época de estiaje y lluvia	48
Figura 09: Comparación de los parámetros inorgánicos para 8 estaciones de muestreo entre la época de estiaje y lluvia	49
Figura 10: Comparación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos entre las estaciones CR-08 y CR-09 la época de estiaje y lluvia	50
Figura 11: Comparación de los parámetros inorgánicos entre las estaciones CR-08 y CR-09 la época de estiaje y lluvia	51
Figura 12: Dispersión de los parámetros físico-químicos y microbiológicos para 8 estaciones de muestreo del río Torres en la época de estiaje	53
Figura 13: Dispersión de parámetros inorgánicos para 8 estaciones de muestreo en la época de lluvia	54
Figura 14: Dispersión de parámetros inorgánicos para 8 estaciones de muestreo en la época de estiaje	55
Figura 15: Dispersión de parámetros inorgánicos para 8 estaciones de muestreo en la época de lluvia	56

LISTA DE UNIDADES DE MEDIDA

DENOMINACIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	ABREVIATURA
Aceites y grasas	Miligramo por litro	mg/L
Bicarbonatos	Miligramo por litro	mg/L
Cianuro Wad	Miligramo por litro	mg/L
Cloruros	Miligramo por litro	mg/L
Conductividad	microsiemens por litro	µS/cm
DBO ₅	Miligramo por litro	mg/L
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	Miligramo por litro	mg/L
pH	Miligramo por litro	-
Sulfatos	Unidad de pH	mg/L
Temperatura	Celsius	°C
Coliformes termotolerantes	Número más probable por cien mililitros	NMP/100 ml
Aluminio	Miligramo por litro	mg/L
Arsénico	Miligramo por litro	mg/L
Bario	Miligramo por litro	mg/L
Berilio	Miligramo por litro	mg/L
Boro	Miligramo por litro	mg/L
Cadmio	Miligramo por litro	mg/L
Cobre	Miligramo por litro	mg/L
Cobalto	Miligramo por litro	mg/L
Cromo total	Miligramo por litro	mg/L
Hierro	Miligramo por litro	mg/L
Litio	Miligramo por litro	mg/L
Magnesio	Miligramo por litro	mg/L
Manganeso	Miligramo por litro	mg/L
Mercurio	Miligramo por litro	mg/L
Níquel	Miligramo por litro	mg/L
Plomo	Miligramo por litro	mg/L
Selenio	Miligramo por litro	mg/L
Zinc	Miligramo por litro	mg/L

SIGLAS

SIGLA	DENOMINACIÓN
UNASAM	Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo"
MINAM	Ministerio del ambiente
ANA	Autoridad nacional del agua
OSINERMING	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
OEFA	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La minería es la actividad económica más importante del Perú, pero como resultado colateral genera impactos al suelo, al agua, al aire y al hombre. Esto, debido a la concentración de metales y no metales producto del procesamiento de los minerales (Cornelis & Nordberg, 2007). Los principales impactos por la actividad minera al agua, se origina principalmente por el vertimiento de las aguas de contacto y aguas de no contacto hacia los cuerpos receptores, generando así, el deterioro de la calidad ambiental, en términos del incremento de la concentración de los contaminantes orgánicos, inorgánicos y biológicos; además pérdida de la biodiversidad, y afectación de la salud de las poblaciones aledañas (Lira, 2007).

Sin embargo, en los últimos años desde la creación del Ministerio del Ambiente en el 2008 y otros entes rectores involucrados con la problemática ambiental; se viene implementando la aplicación y cumplimiento de los límites máximos permisibles y de los estándares de calidad ambiental (Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM) para cuerpos de descarga y cuerpos receptores respectivamente; este último, para determinar si la calidad del agua es afectada por la actividad minera u otras. De esta manera, se asegura que la calidad de las aguas, se utilicen para diferentes fines, ya sean poblacional o recreacional, extracción, cultivos y otras actividades marino costeras y continentales, y riego de vegetales y bebida de animales, y la conservación del ambiente acuático (MINAM, 2015).

En la cuenca del río Torres, se desarrollan un conjunto de actividades antrópicas, ya sean agrícolas, ganaderas y mineras. Las actividades mineras se desarrollan desde años atrás (formal, informal e ilegal), generando impactos al ambiente. Por esto, la presente investigación se desarrolló en la mina Huanzalá, cabe

mencionar que la principal actividad económica en la cuenca el río Torres es la minería.

1.1. Planteamiento del problema

La principal actividad económica del Perú es la actividad minera. La industria minera es la principal fuente de generación de divisas del país, concentrando entre 50% y 60% de las exportaciones totales del mismo. Entre los principales metales que se extraen encuentran: oro (Au), cobre (Cu), plata (Ag), plomo (Pb), zinc (Zn) y estaño (Sn). A pesar de la gran importancia de la minería en nuestro país también son los causantes de daños al ambiente. Los principales impactos al ambiente que estos pasivos generan son: al suelo (cambios morfológicos, pérdida de comunidades vegetales y de suelo fértil), al aire (cambios temporales en la calidad) y en el agua (alteración de la red de drenaje natural y contaminación de aguas superficiales). De allí la importancia de monitorear constantemente el estado situacional de nuestros recursos naturales, en especial la calidad de las fuentes de agua.

1.2. Formulación del problema

¿Las aguas del río Torres presentan buena calidad en el área de influencia de la mina Huanzalá en el distrito de Huallanca, provincia de Bolognesi - Ancash en el periodo junio 2017 - enero 2018?

1.3. Hipótesis

La calidad del agua del río Torres es buena en el área de influencia de la mina Huanzalá ya que cumple con los estándares de calidad ambiental, categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales en el periodo junio 2017 - enero 2018.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar la calidad del agua del río Torres en el área de influencia de la mina Huanzalá en el distrito de Huallanca, provincia de Bolognesi - Ancash en el periodo junio 2017 - enero 2018.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Muestrear las aguas del río Torres y analizar los principales parámetros físicos-químicos, inorgánicos y microbiológicos de calidad de agua.
- b. Comparar los resultados de las analíticas de agua del río Torres con los estándares de calidad ambiental, categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales.
- c. Plantear medidas de mitigación en las principales instalaciones que generan afluentes al río Torres.

CAPITULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes

2.1.1. Actividad minera en el Perú

A lo largo de la historia, la actividad minera ha sido una actividad fundamental para el desarrollo de la economía peruana. Sin embargo, su función ha ido variando al mismo tiempo que su importancia. En la actualidad, la minería es la columna vertebral de la economía del Perú concentrándose ingresos del 50% a 60% de divisas al País (Benavides, 2012).

Nuestro país ha logrado un sitio importante en la producción minera mundial, ubicándose entre los primeros países productores de plata, cobre, zinc, estaño, plomo y oro (Tabla 1).

Tabla 01: Ranking producción 2011.

Metal	Latinoamérica	Mundo
Plata	2	2
Zinc	1	2
Estaño	1	3
Mercurio	2	4
Plomo	1	4
Oro	1	6
Cobre	2	2

Fuente: U.S. Geological Survey, 2011.

Los precios de los principales metales han aumentado fuertemente desde el 2003 impulsados por restricciones de oferta de los minerales, presiones de demanda de las industrias productivas y expectativas de escasez de las bolsas mundiales (Landa, 2017). En la figura 1, se puede

apreciar el incremento de los índices de precios de los metales entre los años 1993-2016.

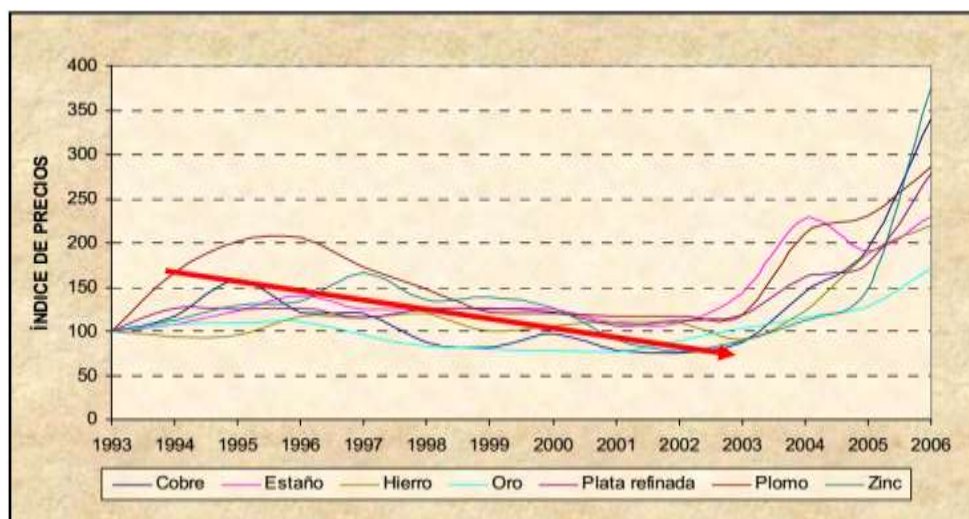


Figura 01: Índice de precios de los metales 1993 – 2016. Fuente: BCRP, 2016.

La minería ha destacado como una de las principales actividades productivas del país, creciendo al 6.5% promedio anual frente al 5% de crecimiento de la economía (Benavides, 2012).

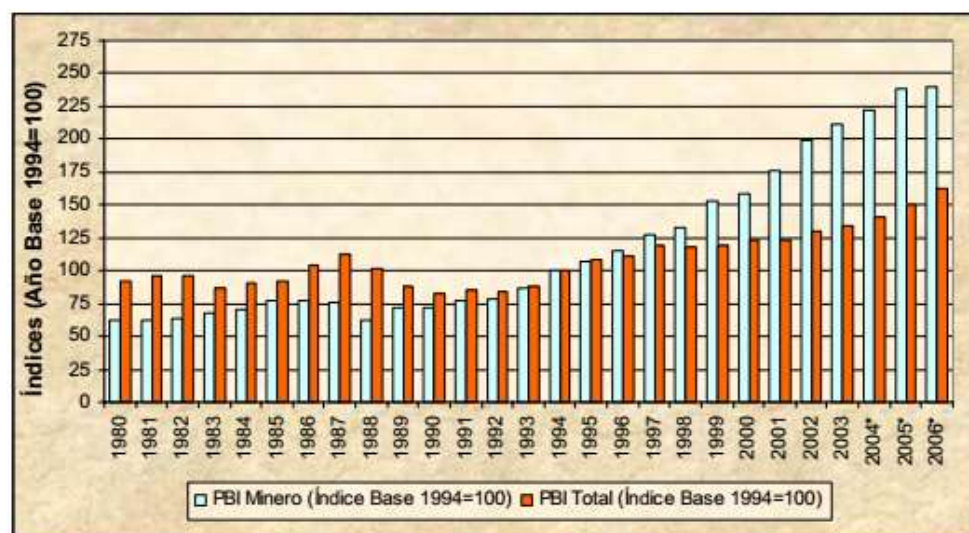


Figura 02: Índices del PBI total y del PBI minero 1980-2006. Fuente: BCRP, 2016.

Por otro lado, para la obtención de los minerales y otros se extraen de la corteza terrestre, lo cual, en muchos casos, implica la extracción física de grandes cantidades de materiales de la misma, para recuperar sólo pequeños volúmenes del producto deseado. El objetivo de la minería es obtener minerales o combustibles. Por lo cual, se convierte en una

reserva si dicho mineral, o su contenido, se puede recuperar mediante la tecnología del momento con un costo que permita una rentabilidad razonable de la inversión en la mina (Mining, 2013).

Existe una gran variedad de materiales que se pueden obtener de dichos yacimientos los cuales pueden clasificarse como sigue:

Tabla 02. Variedad de Minerales.

Grupo	Minerales
Metales	Incluyen metales como: <ul style="list-style-type: none"> • Preciosos: Oro, plata y metales del grupo del platino. • Siderúrgicos: Hierro, níquel, cobalto, titanio, vanadio y cromo. • Básicos: Cobre, plomo, estaño y zinc. • Ligero: Magnesio y aluminio. • Nucleares: Uranio, radio y torio. • Especiales: Litio, germanio, galio y arsénico.
Minerales industriales	Incluyen los de potasio y azufre, el cuarzo, la trona, la sal común, el amianto, el talco, el feldespato y los fosfatos.
Materiales de construcción	Incluyen la arena, la grava, los áridos, las arcillas para ladrillos, la caliza y los esquistos para la fabricación de cemento. En este grupo también se incluyen la pizarra para tejados y las piedras pulidas, como el granito, el travertino o el mármol.
Gemas	Incluyen los diamantes, los rubíes, los zafiros y las esmeraldas.
Combustibles	Incluyen el carbón, el lignito, la turba, el petróleo y el gas (aunque generalmente estos últimos no se consideran productos mineros). El uranio se incluye con frecuencia entre los combustibles.

Fuente: OSINERGMIN, 2007.

2.1.2. Diagnóstico de la calidad del agua por actividad minera en el Perú

La planificación del ordenamiento de los recursos hídricos y su realización permite conocer las posibilidades y limitaciones que presenta la calidad del agua para su aprovechamiento. Para ello, se deben tener en cuenta las características fisicoquímicas, que de manera natural se presentan en las aguas como consecuencia de las características geológicas de las cuencas, así como de las climáticas, topográficas, de vegetación natural, etc. Asimismo, se consideran que las actividades humanas afectan la calidad de las aguas, tales como: la minería, la agricultura, la industria, los asentamientos humanos, etc. Los parámetros que se miden son determinados en base a la legislación ambiental a

través de los estándares de calidad ambiental (para cuerpo receptor). Entre los parámetros que tenemos son los físicos (temperatura, conductividad eléctrica, color), los químicos (dureza, alcalinidad, pH, acidez), los elementos químicos (boro, fluor, arsénico, hierro), los compuestos químicos (carbonatos, sulfatos, cianuros, fosfatos), los plaguicidas y otros parámetros inducidos como la DBO (ANA, 1994).

Cuando hablamos de contaminación del agua nos referimos a la modificación, generalmente provocada por el hombre, de la calidad del agua haciéndola impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales domésticos y la vida natural. La contaminación del agua genera grandes fuentes contaminación, denominadas también, efluentes contaminantes, que utilizan como insumo el agua, con característica física, química y bacteriológica que afectan las condiciones del cuerpo receptor o componente ambiental donde son vertidos (SENAMHI, 2007). Por ejemplo, tenemos:

- Vertimiento de aguas negras o servidas a los ríos, lagos o mar.
- Vertimiento de basuras y desmontes en las orillas del mar, ríos y lagos.
- Actividades informales y clandestinas en las orillas de los ríos: curtiembre, fundición de baterías de autos recicladas.
- Los efluentes líquidos que provienen de las distintas actividades de los sectores productivos (labores de excavación, planta de tratamiento de aguas residuales, derrames de aceites, productos químicos como fertilizantes agrícolas y plaguicidas, etc).

La contaminación por la actividad minera se origina, cuando las lluvias contaminadas por el polvo o los humos provenientes de las fundiciones o de las minas van a los ríos o mares, del mismo que las aguas provenientes de las minas, del proceso de preparación del mineral, en especial de las concentradoras. Algunos productos químicos como por ejemplo los empleados para la flotación de mineral (tensoactivos) que son altamente tóxicos y son vertidos a los ríos, en la mayoría de los casos sin tratamiento o con tratamiento deficiente, por lo tanto, son difíciles de eliminar (Bamforth, Manning, Singleton, Younger, & Johnson, 2006).

Todo esto afecta la calidad del agua disminuyendo la luz, cambiando el pH o actuando como tóxico, y dependiente de la estacionalidad del año, ya sea estiaje o lluvia origina que la concentración de los metales sea elevada, más aún cuando existe elevado volumen de agua, arrastrando sedimentos y por lo tanto elevadas concentraciones de metales (OEFA, 2010).

Otros autores concuerdan que en su mayoría los contaminantes presentan mayor concentración (mg/l) en la época de estiaje, esto debido a que el caudal es menor comparado a la época de lluvia, por lo que los contaminantes se encuentran más concentrados (Guzmán & Thalasso, 2011).

Algunos ríos en el Perú presentan contaminación de sus aguas por la intensa actividad minera, llegando a ser peligroso para la vida acuática y las fuentes de agua superficiales (ANA, 2010).

Un claro ejemplo de contaminación en Ancash, la encontramos en la cuenca del río Santa. A través del estudio sobre “Efecto contaminante del pasivo minero de Ticapampa”, constituye un relave polimetálico de flotación de minerales sulfurados de cobre, plomo y zinc, ha impactado negativamente la cuenca del río Santa desde el año de 1900, por las labores de las empresas mineras de Collaracra, el Triunfo y la Florida; en el año de 1908, por el funcionamiento de la planta concentradora y de la fundición de la empresa minera The Anglo French Ticapampa Silver Mining Co. y en el año de 1967, por la labor minera de la explotación de la plata, plomo y zinc y el funcionamiento de la planta concentradora, a cargo Compañía Minera Alianza S.A. Empresa Nacional. Como consecuencia de la realización de labores mineras y las actividades de beneficio de minerales, se tiene pasivos ambientales, tales como: 4 canchas de relaves polimetálicos y filtraciones de agua de relavera, cuyos drenajes se vierten de manera directa al cuerpo de agua receptor de la cuenca del río Santa, cuya calidad de aguas se han convertido en un lugar sin indicio de vida acuática, siendo el consumo de esta agua nocivo para los seres vivos (Romero, Flores, & Pacheco, 2010).

2.1.3. Calidad del agua del río Torres

(APOYO TOTAL, 2014) en el “Plan de desarrollo concertado del distrito de Huallanca”, analiza el componente ambiental como prioridad del distrito para conservar las principales fuentes superficiales del recurso agua afectadas por la actividad minera. Además, considera otras actividades ya sean agrícolas, comerciales y otras que generan importantes impactos sobre este recurso.

(Valverde, 2002) en el “Diagnóstico y propuesta de remediación ambiental de la cuenca Torres y Vizcarra” concluye que la cuenca del río Torres presenta contaminación con aguas ácidas, metales pesados y sólidos suspendidos ocasionados por las bocaminas y relaves expuestos a las condiciones ambientales. Los principales impactos generados son: sobre el agua, la fauna, la agricultura y las poblaciones aledañas, y la dispersión de los contaminantes, también se origina por la presencia de relaves afectando lo campos de cultivo.

(Pavoni et al., 2018) mencionan que los drenajes ácidos de mina, son producto del resultado de la hidrólisis y oxidación de sulfuros metálicos asociados con vetas minerales o desechos mineros es a menudo responsable de lixiviar grandes cantidades de elementos potencialmente dañinos. Además, las condiciones de oxidación de las aguas de drenaje también permiten la precipitación de metales como As, Cd, Pb, Tl y Zn en forma de oxihidróxidos y carbonatos de Fe-Mn, que se acumulan en el fondo de las galerías de la mina como finos sedimentos o concreciones.

En el estudio “Dispersión relativa de metales pesados en la cuenca alta del río Torres-Vizcarra, departamentos de Ancash y Huánuco” considera que en la cuenca alta existen depósitos minerales, con mineralización polimetálica y están representados por las minas Huanzalá y Pucarrajo, también las minas inactivas como Mercedes y San Francisco las cuales, generan impactos negativos sobre la calidad del agua. Entre los metales que se presentan son destacando el cobre, plomo, zinc y cadmio, cromo y vanadio (Chira, 2011).

Uno de los contaminantes presentes en los drenajes ácidos de mina, es el Manganeseo (Mn), debido a su alta solubilidad en un amplio rango de pH, es notoriamente difícil de eliminar de aguas contaminadas (Pavoni et al., 2018). Los sistemas previos que eliminan eficazmente el Mn de las aguas de las minas han implicado la oxidación de las especies solubles de Mn (II) a un pH elevado utilizando sustratos tales como piedra caliza y dolomías (EcuRed, 2018). Se formaron oxihidróxidos de manganeseo en todos los reactores aplicados caliza, sin embargo, se identifican calcitas ricas en magnesio con dolomita y magnesita, lo que sugiere que el Mg de los minerales inhibe la formación de carbonato de Mn (Silva, Cunha, Silva, & Leão, 2012).

(Osuna, 2009) menciona que la conductividad tiene alta dispersión en fuentes de aguas superficiales como los ríos, debido a que depende de cambios sensibles de temperatura del agua y a los caudales que son muy variables dependiendo de la estacionalidad.

a. Antecedentes de la actividad de la mina Huanzalá

La mina Huanzalá fue descubierta en el año 1956, y en mayo de 1968, Compañía Minera Santa Luisa S.A inició las operaciones como la unidad de producción Huanzalá, con una inversión directa de Mitsui Mining & Smelting Co., Ltd (70%) y de Mitsui & Co., Ltd. (30%). Su financiamiento alcanzó un monto total de U\$\$ 8 millones. La unidad de producción de Huanzalá en su etapa de operación inicial produjo 500 tn/día de mineral, la cual en 1971 se incrementó a 750 tn/día. Durante esta etapa inicial se amplió la zona de concesión y se realizó exploraciones con una inversión de U\$\$ 1,5 millones. Luego, a partir de 1973 se incrementó la capacidad a 1,050 tn/día con una inversión adicional de U\$\$ 3,5 millones. En 1977 llegó al tope máximo de producción de 304,552 tn y en 1980, debido al traslado a las nuevas zonas "El Recuerdo" y por el empobrecimiento de minerales en la zona de Huanzalá, aparecieron minerales de difícil tratamiento, lo cual produjo una baja en el volumen de tratamiento a 850 tn/día. Desde el año 1980 se mantuvo este ritmo de producción hasta el año 1983. A partir de 1977 hasta 1982 se ha realizado exploraciones especiales para la zona de la unidad "El Recuerdo" con una inversión total de U\$\$ 6 millones para obtener mayor reserva. Como consecuencia de dicha

exploración se ha descubierto una reserva de mineral en el orden de 1 de 500,000.00 tn, manteniendo casi la misma ley de la actual reserva (Compañía Minera Santa Luisa S.A., 2016).

Desde sus inicios, si bien, la mina Huanzalá ha generado impactos sobre el agua, aire y suelo debido a sus actividades de exploración, explotación y cierre se han realizados los estudios ambientales correspondientes como es: el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), los programas de Cierre de Mina, entre otros (descritos en el EIA de la mina Huanzalá), con la finalidad de mitigar los impactos generados sobre el ambiente.

En la actualidad viene funcionando la Unidad Minera Huanzalá en el distrito de Huallanca, provincia de Bolognesi-Ancash.

b. Aspectos generales

La Compañía Minera Santa Luisa S.A (CMSL) inicia sus operaciones en la unidad de producción Huanzalá en mayo de 1968; dentro de ellas se contempla la explotación, extracción y tratamiento de minerales de sulfuros polimetálicos. El sistema de explotación y extracción, aplicado, es el minado subterráneo; así también, para el procesamiento del mineral cuenta con una planta concentradora donde a través de la flotación del mineral se obtienen concentrados de Pb, Zn y Ag.

El volumen inicial de extracción y tratamiento de mineral fue de 500 t/día (1968), luego se pasó a 750 t/día (en 1971), posteriormente fue incrementado a 1,050 t/día (1973) luego a 1300 t/día (1991). En los últimos años, desde el 2013, está estado trabajando con una capacidad de producción de 1600 TMD y actualmente tiene aprobado una capacidad instalada de procesamiento de 2000 TMD.

Entre las principales instalaciones que cuenta la unidad de producción Huanzalá, tenemos: bocaminas, chimeneas, tajos abiertos, planta concentradora, planta de concreto, depósitos de relave, botaderos de desmonte, instalaciones de manejo de aguas, instalaciones de operación, campamentos, áreas de oficinas y servicios (Compañía Minera Santa Luisa S.A., 2016).

c. Cierre progresivo de mina

Compañía Minera Santa Luisa S.A. en la actualidad, se encuentra en la Segunda Modificación del Plan de Cierre de Minas como un componente integral del desarrollo y operación de la UM Huanzala; inicialmente el proceso involucró una evaluación general de los requerimientos necesarios para dicha causa, seguido por la elaboración del diseño a nivel conceptual y la preparación de la Modificación del Plan de Cierre Final a nivel de factibilidad considerando la rehabilitación ambiental en post-cierre como parte integral del desarrollo y operación de la unidad, asegurando que una vez culminadas las actividades de rehabilitación de sus instalaciones, éstas satisfagan los requerimientos establecidos por el plan de cierre y rehabilitación ambiental aprobados por el MINEM de conformidad con la Ley de Cierre de Minas. Esto debe ocurrir sin que se requieran otras actividades de monitoreo y rehabilitación en el post-cierre, y en una condición auto sostenible (Compañía Minera Santa Luisa S.A., 2016).

El plan de cierre que tiene previsto ejecutar la Compañía Minera Santa Luisa (CMSL) busca alcanzar los siguientes objetivos:

- Cumplir con la legislación ambiental vigente en el país, adoptando criterios de protección ambiental;
- Establecer una utilización provechosa de la tierra y protección de los terrenos aledaños luego del cierre, buscando alcanzar una condición similar a la que tenía antes del inicio de la actividad minera;
- Contribuir a la adecuada protección ambiental del área intervenida por las operaciones mineras de CMSL., mediante la ejecución y aplicación de técnicas y tecnologías orientadas al control de riesgos, estabilización del terreno, contención de descargas físicas y químicas, priorizando el criterio de prevención de la contaminación;
- Proteger la salud y seguridad pública y del medio ambiente, de los impactos físicos y químicos que puedan generarse en el área influencia de las operaciones de CMSL;
- Diseñar las principales obras de cierre versátiles a las modificaciones que pueda sufrir la operación por innovaciones

tecnológicas de tal forma que permita el aprovechamiento e incorporación de nuevas tecnologías. Esto con la finalidad de permitir una mejor recuperación ambiental en las áreas de operación; y

- Mantener los más altos estándares de gestión social a fin de contribuir al desarrollo social, económico e institucional del área de influencia de la UM Huanzalá.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Calidad del agua

La calidad del agua puede describirse en términos de concentración y estado (disuelto o particulado) de parte o la totalidad del material orgánico e inorgánico presente en el agua, junto con ciertas características físicas del agua, es decir, se refiere a las características químicas, físicas y biológicas del agua. Se determina mediante mediciones in situ y mediante el examen de muestras en el laboratorio. Los principales elementos del monitoreo de la calidad del agua son, por lo tanto, las mediciones in situ, la recopilación y el análisis de muestras de agua, el estudio y la evaluación de los resultados analíticos, y el informe de los hallazgos. Los resultados de los análisis realizados en una sola muestra de agua, sólo son válidos para la ubicación y el momento en particular en que se tomó la muestra (UN WATER, 2011).

La evaluación de la calidad del agua se realiza a través de la comparación de los resultados de un conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos con los valores establecidos en el ECA Agua según la categoría del cuerpo de agua superficial correspondiente; lo que determina su cumplimiento o incumplimiento, precisando únicamente los parámetros críticos y su correspondiente concentración. Sin embargo, esta evaluación es ambigua a la hora de precisar o establecer el nivel de calidad de agua del recurso hídrico, es decir si esta tiene una calidad excelente, buena, regular, mala o muy mala (Bartram et al., 1996).

Para determinar la calidad del agua, se debe de caracterizar el agua, ya sea superficial o subterránea, se realiza a cualquier componente físico, químico o biológico que afecte la calidad del agua y se considera

una variable o parámetro de la calidad del agua. Existe cientos de variables de calidad del agua, pero a menudo solo unas pocas son relevantes para una aplicación en particular. La mayoría de los parámetros se miden como una concentración en miligramos (una milésima de gramo) en un litro de agua (mg / L) o también se puede describir en "partes por millón" (ppm); en agua, 1 ppm es igual a 1 mg/L (Sánchez, 2015).

También se debe realizar el control de calidad de datos de los parámetros, debido a las bajas concentraciones a las que se miden muchos de los parámetros de calidad del agua, es muy importante garantizar que no se introduzca ninguna fuente externa de contaminación en las muestras. Las fuentes de error se pueden minimizar o eliminar mediante el empleo de tecnólogos ambientales capacitados y el desarrollo de procedimientos operativos estándar para garantizar un muestreo consistente (Sánchez, 2015).

Otras consideraciones vienen a ser los programas de muestreo de agua que están destinados a establecer una imagen precisa y representativa de la calidad del agua de una fuente de agua en particular. Las muestras de agua tomadas deben ser adecuadas para análisis químicos, libres de cualquier contaminación externa, y de un número y frecuencia apropiados para capturar la variación en los parámetros de calidad del agua a lo largo del tiempo y el espacio (ANA, 1994).

2.2.2. Calidad del agua de río en particular

La comprensión de un río es extremadamente importante para la interpretación de las mediciones de la calidad del agua, especialmente aquellas que incluyen sedimentos en suspensión o destinadas a determinar el flujo de sedimentos o contaminantes. La descarga de un río está relacionada con la naturaleza de su cuenca, particularmente las influencias geológicas, geográficas y climatológicas (Bartram et al., 1996). En general, la calidad del agua de un río en particular depende:

- Cantidad y patrón de lluvia y régimen fluvial resultante.
- Pendiente del terreno.

- Grado de destrucción de la vegetación y regeneración de la vegetación.
- Tipo de suelo y resistencia a los efectos de los cambios de temperatura.
- Aportes de agua contaminados por actividades antrópicas.

La composición de las aguas superficiales depende de factores naturales (geológicos, topográficos, meteorológicos, hidrológicos y biológicos) y varían de acuerdo a las diferencias estacionales, las condiciones climáticas y los niveles de agua. Por lo tanto, se pueden observar grandes variaciones naturales en la calidad del agua incluso cuando se trata de un solo curso de agua (UN WATER, 2011).

La intervención humana también tiene efectos significativos en la calidad del agua. Algunos de estos efectos son el resultado de cambios hidrológicos, como la construcción de presas, el drenaje de los humedales y la desviación del flujo. Dentro de las actividades contaminantes tenemos a la descarga de aguas residuales domésticas, industriales, urbanas y de otro tipo en el curso de agua (ya sea intencional o accidental) y la diseminación de productos químicos en tierras agrícolas en la cuenca de drenaje. La calidad del agua se ve afectada por una amplia gama de influencias naturales y humanas. Los más importantes de las influencias naturales son geológicos, hidrológicos y climáticos, ya que afectan la cantidad y la calidad del agua disponible. Su influencia es generalmente mayor cuando las cantidades de agua disponibles son bajas y se debe hacer un uso máximo del recurso limitado. Aunque el ecosistema natural está en armonía con la calidad del agua natural, cualquier cambio significativo en la calidad del agua generalmente será perjudicial para el ecosistema. Los efectos de las actividades humanas en la calidad del agua son generalizados y variados en la medida en que interrumpen el ecosistema y/o restringir el uso de agua (Bartram et al., 1996).

Así mismo, se menciona que la calidad del agua, depende tanto de factores naturales como los antrópicos (Sánchez, 2015). Dentro de los principales factores que alteran la calidad del agua tenemos:

- Ganadería: esta actividad genera deforestación y compactación del suelo. Se aumenta la sedimentación y la consecuente acumulación de residuos orgánicos aguas abajo.
- Construcción de carreteras paralelas al río en un valle: al hacerlo se genera drenaje de la planicie de inundación y se hace necesaria la construcción de un dique. El problema de esta actividad es que elimina la conectividad lateral.
- Cultivo de papa en planicies de inundación: los principales afectados son los ríos que reciben enormes cantidades de nutrientes y contaminantes, debido al uso excesivo de plaguicidas y fertilizantes. Esto genera un aumento en la acumulación de residuos orgánicos en el sistema.
- Incremento en el número de áreas disponibles para actividades agrícolas y de urbanización: suele acarrear la canalización del cauce de los ríos, lo que elimina los procesos de deposición-erosión y en consecuencia la pérdida en la capacidad de regulación.
- Riego permanente de cultivos en zona rural: la preocupación principal gira en torno al uso indiscriminado de acuíferos, lo que puede llevar a su desecación y a la pérdida de su conectividad vertical.
- Extracción de rocas en una cantera de montaña: se genera remoción de la capa vegetal, del suelo y del subsuelo, lo que conlleva a la sedimentación de las aguas de los ríos cercanos.
- Generación de energía eléctrica y almacenamiento de agua para abastecimiento: la construcción de presas elimina la conectividad longitudinal, las dinámicas naturales de flujo de nutrientes, la consecuente fertilización aguas abajo y la migración de especies.
- Disposición de las aguas residuales de una ciudad: es un hecho que las ciudades colombianas tienen una deuda en plantas de tratamiento. Llega una gran cantidad de nutrientes que aumenta la productividad del agua, trayendo consigo especies invasoras exóticas.
- El aumento de la población, la masiva urbanización, el vertido de nuevos patógenos y productos químicos procedentes de las industrias y el auge de especies invasoras son factores clave que

contribuyen al deterioro de la calidad del agua, a los cuales se está sumando ya el cambio climático.

- El aumento de las temperaturas y los cambios en los patrones hidrológicos (sequías e inundaciones) afectan a la calidad del agua y agravan su contaminación por sedimentos, nutrientes, carbono orgánico disuelto, agentes patógenos, pesticidas, etc.
- El exceso en la concentración de los nutrientes en el agua se traduce en la eutrofización de los medios acuáticos.
- En la actualidad es necesario entender el agua como un recurso que incorpora las relaciones sociales, por lo que se habla no solo de ciclos hidrológicos sino de ciclos hidrosociales. Estas son algunas de las principales actividades que afectan su natural funcionamiento.

La calidad del agua se ve afectada debido a los factores anteriormente mencionados. Lo que conlleva a la afectación de las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua. Las principales propiedades físicas que son notadas por una persona son el sabor, olor, color y turbiedad de ella. Estas características no deben ser ignoradas porque pueden indicar posibles problemas a la salud y/o fallas en la eficiencia del sistema de mantención utilizado (Autoridad Nacional del Agua, 2018).

2.2.3. Parámetros para la caracterización de la calidad del agua de cuerpos superficiales

Para la realización de la caracterización de las fuentes superficiales de agua, se consideran a los siguientes parámetros (Barreto, Espinoza, & Leyva, 2016):

a. Parámetros de medición de campo

Son parámetros que por su naturaleza cambiante deben ser medidos *in situ*, los cuales nos permiten hacer un pre diagnóstico de la calidad del agua, estos son: pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, turbiedad y potencial de óxido reducción (OPR). La medición de estos parámetros se realiza con los equipos en campo.

b. Parámetros inorgánicos

Se tienen a los siguientes parámetros:

- Físicos: Turbiedad, Color, Sólidos totales, Sólidos totales disueltos, Sólidos totales en suspensión y sólidos sedimentables.
- Iones principales: Nitratos; Nitritos; Sulfato; Fosfatos; cianuro WAD, Total y Libre; cloruros; dureza total y cálcica, alcalinidad total, acidez.
- Metales Disueltos: Incluyen todos los iones metálicos cuyo tamaño de partícula sea menor de 0.45 μm (Al, B, Ca, Mg, Ag, Ni, K, Si, Ba, Cd, Cr, Pb, Zn, Mn, Fe, Cu Hg y As).
- Metales Totales: todos los iones metálicos en una muestra no filtrada (Al, B, Ca, Mg, Ag, Ni, K, Si, Ba, Cd, Cr, Pb, Zn, Mn, Fe, Cu Hg y As).

c. Parámetros biológicos

- Coliformes Totales.
- Coliformes Fecales o Termotolerantes.
- Huevos de Helmintos.
- Larvas de Helmintos.
- Bacterias heterotróficas.
- Escherichia Coli.
- Salmonella.
- Pseudomona Aeuroginosa.

d. Parámetros físico - químicos

- Aceites y grasas.
- Hidrocarburos totales de petróleo.
- DBO₅.
- DQO.

2.2.4. Parámetros para la caracterización de la calidad del agua de cuerpos superficiales

a. Ambiente físico

La geología, se ubica a la UM Huanzalá en la provincia metalogénica Andina Occidental, dentro de la sub provincia polimetálica del altiplano. Esta provincia constituye el área mineralizada de mayor extensión, y se desarrolla entre la sub provincia Cuprífera del Pacífico y el borde occidental de la Cordillera Oriental. Se caracteriza por su mineralización variada (polimetálica), principalmente del tipo filoniano y de reemplazo de contacto con minerales de plomo, plata, zinc, cobre, oro y otros secundarios como tungsteno, mercurio, antimonio, estaño y otros asociados a rocas sedimentarias y volcánicas del geosinclinal andino, con origen hidrotermal, principalmente. Las principales formaciones en la que se encuentra pertenece: Formación Oyón (ki-o), Formación Chimú (ki-ch), Formación Carhuaz (ki-c), Formación Santa (ki-s), Formación Jumasha (ks-j), Formación Pariatambo (ki-pt) y Formación Pariahuanca (ki-ph). La geología local, la describe sobre las Formaciones Chimú, Santa, Carhuaz y Pariahuanca del Jurásico Superior - Cretáceo Inferior (Grupo Goyllarisquiza) (Compañía Minera Santa Luisa S.A., 2016).

La geomorfología, describe a la UM Huanzalá que se encuentra comprendida entre la Cordillera Huanzalá y Cerro Huayllas aproximadamente a una altura de 3900 a 4400 m.s.n.m. La geomorfología del área del proyecto muestra en general que es un relieve topográfico accidentado, formado por valles glaciares y montañas de roca sedimentaria. Se han identificado unidades geomorfológicas de valle glaciar, montaña de roca sedimentaria, altiplanicie de roca volcánica y nevados (Compañía Minera Santa Luisa S.A., 2016).

De acuerdo a la geología de la zona, meteorización de las rocas, la presencia de sulfatos y rocas piríticas en contacto con el oxígeno generan las denominadas aguas ácidas, estos procesos son naturales

y generan concentraciones de contaminantes inorgánicos (metales pesados) impactando al ambiente (Alvarez, 2016).

b. Ambiente biológico

El ambiente biológico consiste en las zonas de vida, la formación vegetal y componentes marinos y la flora terrestre.

Dentro de las zonas de vida, destacan 04 Zonas de Vida, según L. Holdrige, las cuales son (Compañía Minera Santa Luisa S.A., 2016):

- Bosque Muy húmedo – Montano Tropical (bmh-MT): Las características bioclimáticas de esta zona de vida son, temperatura media anual máxima es de 10.9 °C y la media anual mínima, de 6.5 °C, el promedio de precipitación total por año, es de 1722 mm. La vegetación natural originaria está constituida por especies arbóreas de los géneros Clusia, Brunellia, Raoabea, Eugenia, Ocotea, Myrcia, Laplacea, Solanum, Podocarpus, Weinmannia, algunos helechos de las familias Melastomaceae y carricillo o suro (*Chusquea* sp).
- Paramo pluvial - Subalpino Tropical (pp – SaT): Se encuentra en la parte occidental en los macizos montañosos dentro de los 3900 a 4500 m.s.n.m., a lo largo de la cordillera oriental. El promedio máximo de precipitación 1819 mm y el mínimo de 1754 mm. Temperatura media anual varía entre 3 y 6° C. En los transectos analizados se halló un total de 90 especies que incluyen las clases Magnoliopsida, Liliopsida, Pteridophyta y Lecanoromycetes (Líquenes).
- Tundra Pluvial – Alpino Tropical (tp – At): La vegetación en esta zona de vida es muy abundante y florística más diversificada, conteniendo arbustos, semiarbustos y hierbas de tipo graminal, así como plantas arrosetadas y de porte almohadillado.
- El Nival (N): La Zona de Vida Nival: Abarca totalmente el piso Nival, estos glaciares se extienden a lo largo de las crestas de los Andes generalmente arriba de los 5000 msnm, se distribuyen en las tres regiones latitudinales, en La Tropical con 855 km², La Subtropical con 4115 km² y en la región templada cálida con 290 km².

La biotemperatura media anual generalmente se encuentra por debajo de 1.5 °C y el promedio de precipitación total anual por año a menudo variable entre 500 y 1000 milímetros.

Dentro de la formación vegetal y componentes marinos se observan varias formaciones vegetales tales como: el bofedal, pajonal, césped de puna y roquedal.

Dentro de la flora terrestre que se encuentra en la cuenca del río Torres, tenemos: Las divisiones BRYOPHYTA (musgos), PTERIDOPHYTA (helechos) y LECANOROMYCETES (líquenes). También, las especies *Baccharis genistelloides*, *Chuquiraga spinosa*, *Geranium ayavacense*, *Polylepis weberbaueri* y *Opuntia floccosa*.

Algunas especies mejoran la calidad del agua debido a su potencial fitorremediador tanto en suelos saturados y no saturados con agua, como por ejemplo: *alata* (Kunth) DC., *Calamagrostis recta* (Kunth) Trin. Ex Steud., *Cortaderia jubata* (Lemione) Stapf, *Festuca glyceriantha* Pilg., *Juncus bufonius* L., *Medicago lupulina* L., *Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex Chiov, *Stipa ichu* (Ruiz & Pav.) Kunth y *Werneria nubigena* Kunth. La mayoría de estas especies son bioacumuladoras y fitoestabilizadoras (Kee et al., *Achyrocline* 2018).

c. Fauna terrestre

Se presentan las siguientes clasificaciones:

- Ornitofauna (Aves): Dentro de estas destacan las especies: *Fulica gigantea*, *Circus cinereus*, *Falco sparverius*, *Phalcoboenus megalopterus*, *Aglaeactis cupripennis*, *Oreotrochilus estella* y *Patagona gigas*.
- Mastofauna (Mamíferos): Dentro de estas destacan las especies: *Pseudalopex culpaeus*, *Odocoileus peruvianus*, *Lagidium peruanum*, *Phyllotis sp.* y *Conepatus chinga*.
- Herpetofauna (Anfibios y Reptiles): Dentro de estas destacan las especies: *Rhinella sp.*, *Bufo sp.*, *Telmatobius sp.*, *Tachymenis peruviana* y *Liolaemus sp.*

d. Precipitación

En la Tabla 3, se muestran la precipitación anual y mensual de la estación meteorológica instalada en Huanzalá. Las mayores precipitaciones se muestran en los meses de enero, febrero, marzo, abril, octubre, noviembre y diciembre entre los años 2004 y 2018. Así mismo, para los meses de estudio en esta investigación (entre el año 2017 y 2018) la precipitación presenta el mismo comportamiento.

Tabla 03: Precipitación (mm) anual y mensual en la mina Huanzalá

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
2004	-	-	-	-	59.9	60.7	167.4	24.77	85.1	160.5	149.37	139.2	846.94
2005	90.2	150.9	163.8	54.9	25.9	15.2	4.6	36.24	37.6	135.6	52.6	119.1	886.64
2006	19.3	44.7	310.9	179.3	43.2	73.9	23.1	91.9	94.5	183.6	203.2	275.1	1542.7
2007	241.6	124.7	303.5	192.3	105.2	8.6	35.1	25.7	7.6	282.2	174.8	127.5	1628.8
2008	315.5	285.2	236.5	157.7	41.7	66	-	16.8	95.8	68.8	137.7	185.7	1607.4
2009	341.4	295	340	141.2	74.4	25.8	10.8	31.3	23	81.2	196	250.8	1810.9
2010	157	195.8	198.6	88.6	24.6	17.2	8.8	12	59.8	152.3	33.4	177.2	1125.3
2011	259.4	145.8	225.6	164.3	43	6.4	34.8	6.4	78.4	170.6	122	246.1	1502.8
2012	212.5	233.8	228.7	187.3	74.4	13.4	8	24.4	56.6	113	140.7	265.2	1558
2013	238.4	237.8	226.4	145.8	67.3	81.6	53.5	57.4	34.6	179	120.8	72.6	1515.2
2014	164.5	249.8	-	-	-	13.2	25.8	23.4	81	112	87.2	158.3	915.2
2015	232.4	145.9	165.8	126	108.4	29.4	14	23.6	91.8	130.8	166.2	152.5	1386.8
2016	92.6	227	121.5	87.2	19	8	7.8	30	22.2	122.4	43.2	170	950.9
2017	151.4	161.2	178.2	127.2	104.2	32.6	11.4	33.8	68.8	138	121.3	141.8	1269.9
2018	181.2	147	243.8	142.2	70.2	28.4	-	-	-	-	-	-	-
Promedio	192.7	188.9	226.4	138.0	61.5	32.0	31.2	31.3	59.8	145.0	124.9	177.2	1324.8

Fuente: Compañía Minera Santa Luisa S.A., 2016)

2.3. Marco legal

2.3.1. Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales

En la actualidad, la Autoridad Nacional del Agua mediante la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA ha establecido el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial cuyo objetivo es estandarizar la metodología para el desarrollo del monitoreo de la calidad en los recursos hídricos en cuerpos naturales de agua superficial (ANA, 2016).

El protocolo debe ser tomado en cuenta y es de obligatorio cumplimiento, por todas las entidades públicas y privadas del territorio nacional que realicen actividades relacionadas con los recursos hídricos. Además, es de alcance a los cuerpos naturales de agua continentales y marino costeros.

2.3.2. Clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales

La Autoridad Nacional del Agua (ANA), clasifica los cuerpos de agua superficiales: ríos, lagos, lagunas en categorías y clase de los cuerpos de agua superficiales a nivel nacional.

El río Torres se clasifica de la siguiente manera:

Tabla 04: Clasificación del río Torres.

Clasificación de cuerpos de agua superficiales: ríos, lagos, lagunas					
Id. Cuerpo de agua	Cuerpo de agua	Categoría	Clase	Código de cuenca	Cuenca a la que pertenece el recurso
49899-3	Río Torres	Categoría 3	Clase 3	49899	Unidad Hidrográfica 49899

Fuente: ANA, 2010.

2.3.3. Estándares nacionales de calidad ambiental para agua

Los estándares de calidad ambiental (ECA) es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos (MINAM, 2015).

En el Perú, se aplican los ECA's para agua a través del Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, son de cumplimiento obligatorio en la determinación de los usos de los cuerpos de agua, atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, y en el diseño de normas legales y políticas públicas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.

Se tiene en consideración las siguientes precisiones de las Categorías de los ECA para Agua:

- Categoría 1: Poblacional y Recreacional.
- Categoría 2: Actividades de Extracción y Cultivo Marino Costeras y Continentales.
- Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales.
- Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

La categoría 3, para riego de vegetales (riego de cultivos de tallo alto y bajo) y bebida de animales presentan los parámetros a considerar para la evaluación de la calidad del agua:

Tabla 05: Categoría 3 de los ECA para agua, riego de vegetales y bebida de animales.

CATEGORIA 3			
CATEGORIAS		ECA AGUA: CATEGORÍA 3	
PARÁMETRO	UNIDAD	PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES	PARÁMETROS PARA BEBIDAS DE ANIMALES
			D2: BEBIDA DE ANIMALES
FÍSICO-QUÍMICOS			
Aceites y grasas	mg/L	5	10
Bicarbonatos	mg/L	518	**
Cianuro Wad	mg/L	0.1	0.1
Cloruros	mg/L	500	**

Color (b)	Color verdadero escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)
Conductividad	(uS/cm)	2500	5000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40	40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0.2	0.5
Fenoles	mg/L	0.002	0.01
Fluoruros	mg/L	1	**
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	100	100
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	10	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	4	5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5-8.5	6.5-8.4
Sulfatos	mg/L	1000	1000
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	5	5
Arsénico	mg/L	0.1	0.2
Bario	mg/L	0.7	**
Berilio	mg/L	0.1	0.1
Boro	mg/L	1	5
Cadmio	mg/L	0.01	0.05
Cobre	mg/L	0.2	0.5
Cobalto	mg/L	0.05	1
Cromo total	mg/L	0.1	1
Hierro	mg/L	5	**
Litio	mg/L	2.5	2.5
Magnesio	mg/L	**	250
Manganeso	mg/L	0.2	0.2
Mercurio	mg/L	0.001	0.01
Níquel	mg/L	0.2	1
Plomo	mg/L	0.05	0.05
Selenio	mg/L	0.02	0.05
Zinc	mg/L	2	24
PLAGUICIDAS			
Parathión	ug/L	35	35
Organoclorados			
Aldrin	ug/L	0.004	0.7
Clordano	ug/L	0.006	7
DDT	ug/L	0.001	30
Dieldrin	ug/L	0.5	0.5
Endosulfan	ug/L	0.01	0.01
Endrin	ug/L	0.004	0.2
Heptacloro y heptacloro epóxido	ug/L	0.01	0.03
Lindano	ug/L	4	4
CARBOMATO			
Aldicarb	ug/L	1	11
POLICLORUROS BIFENILOS TOTALES			
Policloruros Bifenilos Totales (PCB's)	ug/L	0.04	0.045
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS			
Coliformes Totales (35- 37°C)	NMP/100ml	1000	5000
Coliformes termotolerantes (44.5°C)	NMP/100ml	1000	1000
<i>Enterococos intestinales</i>	NMP/100ml	20	20
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	100	100
Huevos y larvas de helmintos	Huevos/L	<1	<1

(a) para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural)

(b) Después de Filtración Simple.

- **: No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales salvo que se indique lo contrario.

- Δ 3: variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

2.4. Definición de términos

- Aguas superficiales: Agua expuesta naturalmente a la atmósfera (ríos, lagos, lagunas, depósitos, estanques, charcos, arroyos, presas, etc.) y todos los manantiales, pozos u otros recolectores directamente influenciados por aguas superficiales (ANA, 2017).
- Límite máximo permisible (LMP): Nivel de concentración o cantidad de uno o más contaminantes, por debajo del cual no se prevé riesgo para la salud, el bienestar humano y los ecosistemas, que es fijado por la Autoridad Competente y es legalmente exigible (ANA, 2017).
- Monitoreo: Es la determinación continua o periódica de la cantidad de contaminantes, físicos, químicos, biológicos o su combinación en un recurso hídrico (ANA, 2017).
- Estación de muestreo: Es un lugar específico cerca de o en un cuerpo receptor agua, en la cual se recoge la muestra. Su ubicación es fundamental para el éxito del programa de muestreo (ANA, 2017).
- Cuerpo receptor: Es el recurso que recibe o al que se arrojan directa o indirectamente los residuos de cualquier actividad humana. Es decir, son los lagos, ríos, acequias, pozos, suelos, aire, etc (ANA, 2017).
- Aguas de contacto: Son aguas de origen natural que entran en contacto con las instalaciones mineras debido a que éstas, por su envergadura, están expuestas a las aguas lluvia deshielos, escorrentías, afloramientos de napas, entre otros fenómenos naturales (Ministerio de Energía y Minas, 2015).

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de investigación

No experimental. Descriptivo, estudio comparativo de variables.

3.2. Diseño y caracterización de la muestra

3.2.1. Población

Aguas de la cuenca del río Torres en el área de influencia de la mina Huanzalá.

3.2.2. Muestra

Muestras de agua de las 8 estaciones de muestreo en época de estiaje y época de lluvia del río Torres en el área de influencia de la mina Huanzalá.

3.3. Diseño

La investigación consistió en diferentes etapas:

- Primero, se determinó el área de estudio ubicada en el distrito de Huallanca, provincia de Bolognesi, departamento de Áncash, específicamente el río Torres dentro del área de influencia de la mina Huanzalá.
- Segundo, se tomaron datos en gabinete y campo. Los datos en gabinete consistieron en la revisión de los Estándares de Calidad Ambiental, revisión del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y la

revisión del Plan de cierre de mina de la Compañía Minera Santa Luisa. La toma de datos en campo consistió la recolección, traslado y envío de muestras de agua del río Torres, así mismo visitas en campo y registros fotográficos.

- Tercero, se analizaron e interpretaron los resultados obtenidos de los reportes de ensayo del laboratorio (parámetros físicoquímicos, inorgánicos y biológicos) con la Categoría 3 del ECA Agua, para que finalmente, plantear medidas de mitigación ambiental dentro del área de influencia de la mina Huanzalá.

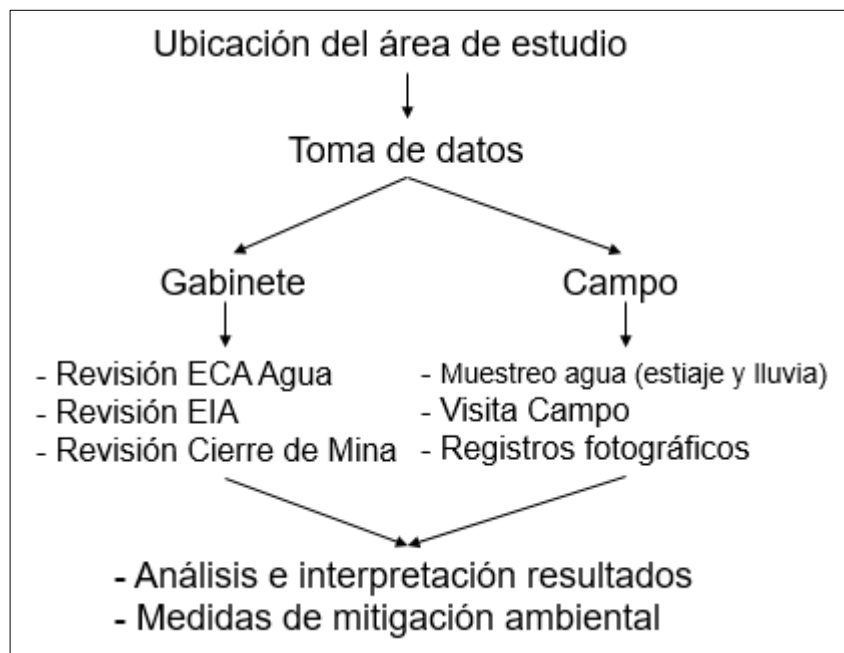


Figura 03: Diagrama de la metodología de la investigación.

3.3.1. Ubicación del área de estudio

El área de estudio se ubica en el distrito de Huallanca, provincia de Bolognesi, departamento de Áncash a una altitud entre 3900 a 4400 m.s.n.m. como se presenta en la figura 4.

3.3.2. Toma de datos

La toma de datos, se efectuó en dos etapas: en gabinete y campo:

- Primero, la toma de datos de gabinete consistió en la revisión del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), Plan de Cierre de Mina

estudios de calidad de agua en el río Torres y bibliografía referido a la calidad de agua influenciado por actividad minera.

- Segundo, la toma de datos en campo consistió en el muestreo de agua en las 8 estaciones de muestreo (Tabla 6), visitas de campo y registros fotográficos durante dos épocas, estiaje (junio) y lluvia (noviembre).

Tabla 06. Ubicación de las estaciones de muestreo

Nombre del punto de muestreo	Código	Coordenadas UTM		Altura (msnm)	Ubicación
		Este	Norte		
Huanzalá cuerpo receptor 1	CR-01	277870	8910682	4189	Rio Palmadera, del efluente EF-01.
Huanzalá cuerpo receptor 2	CR-02	277722	8910005	4105	Rio Palmadera aguas abajo del efluente EF-01
Huanzalá cuerpo receptor 4	CR-04	276435	8906732	4112	Rio Chuspich, aguas arriba de la relavera chuspi
Huanzalá cuerpo receptor 5	CR-05	278884	8908204	4031	Rio Chuspich, aguas abajo de la relavera Chuspich
Huanzalá cuerpo receptor 6	CR-06	280914	8906729	4208	Rio Chocopata, aguas arriba del efluente EF-06
Huanzalá cuerpo receptor 7	CR-07	280376	8907829	3980	Rio Chocopata, aguas debajo de efluente EF-06
Huanzalá cuerpo receptor 8	CR-08	277517	8909960	4090	Rio Torres, aguas arriba de todas las operaciones
Huanzalá cuerpo receptor 9	CR-09	280843	8907993	3955	Rio Torres, aguas abajo de todas las operaciones a 200m del efluente proveniente la planta de neutralización

3.3.3. Análisis de datos

Se caracterizaron las muestras de aguas superficiales del río Torres en las estaciones de muestreo establecidos en la tabla 6. El período de muestreo para la caracterización fue en dos épocas, estiaje (junio) y lluvia (noviembre).

Para la toma y traslado de muestras, y el registro de parámetros se consideró el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos de la ANA (ANA, 2016).

Los principales parámetros a caracterizar para determinar la calidad del agua fueron tomados en cuenta, de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Categoría 3: Riego de vegetales y Bebida de animales. Los principales parámetros para determinar si

cumplen con el Estándar de Calidad Ambiental para agua fueron los siguientes:

- Fisicoquímicos: pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto (valor mínimo), temperatura, DBO₅, sulfuros y sulfatos.
- Inorgánicos: Al, As, Ba, Be, B, Cd, Cu, Co, Cr, Fe, Li, Mg, Mn, Hg, Ni, Pb, Se, Zn, aceites y grasas.
- Biológicos: Coliformes termotolerantes o coliformes fecales.

Las variables evaluadas se presentan a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 07: Variables evaluadas

Tipos de variables		Unidad de medida	Método de ensayo
Fisicoquímicos	pH	Unidad de pH	APHA 4500-H ⁺ B-Versión 2012
	Conductividad eléctrica	uS/cm	APHA 2510 B-Versión 2012
	Oxígeno Disuelto	mg/L	APHA 4500-O G
	Temperatura	°C	APHA 2550 B
	DBO ₅	mg/DBO ₅	APHA 5210 B
	Sólidos totales disueltos	mg/L	APHA 2540 C
	Sólidos totales suspendidos	mg/L	APHA 2540 D
	Sulfuros	mg/L	DIMETIL-P-FENILENDIANINA
Sulfatos	mg/L	BARIO SULFATO, TUBIDIMETRICO	
Inorgánicos	Metales pesados	mg/L	ICP-MASA
	Aceites y grasas	mg/L	APHA 5520 B
Biológicos	Coliformes totales	NMP/100 ml	APHA 9221 C
Vertimiento de aguas	Número de estaciones de muestreo	NE	Observación

Todas las muestras de agua recolectadas en las estaciones de muestreo, fueron enviadas al laboratorio ALS CORPLAB, empresa de análisis acreditada bajo los estándares de competencia técnica de la norma internacional ISO/IEC 17025 y certificada con el estándar ISO 9001:2008 para el análisis químico de muestras ambientales.

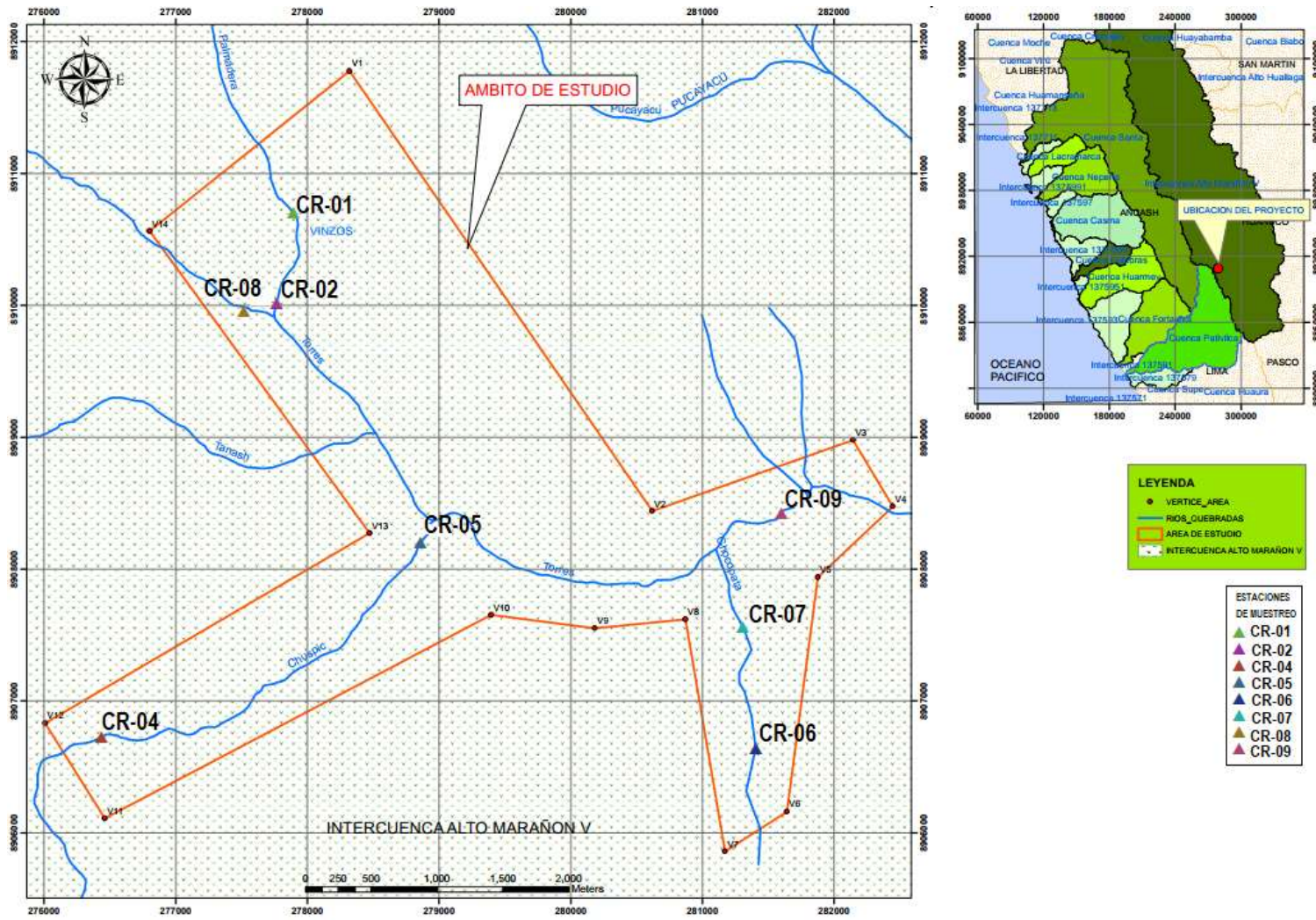


Figura 04: Ubicación del ámbito de estudio. Fuente: Ministerio de Educación, 2003.

3.3.4. Interpretación de resultados

La interpretación se hizo en base a los resultados reportados de las aguas superficiales para 8 estaciones de muestreo (época de estiaje y lluvia) del río Torres con los principales parámetros establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental para agua, categoría 3 (Riego de vegetales y Bebida de animales) descritos en la Tabla 4. Se utilizaron tablas de doble entrada, diagrama de barras y gráficos de dispersión (para ver diferencias estadísticas significativas de ciertos parámetros analizados).

Las medidas de mitigación en las principales instalaciones que generan afluentes al río Torres se plantean en las recomendaciones.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Resultados

4.1.1. Parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos de calidad de agua determinados para las 8 estaciones de muestreo en la época de estiaje y lluvia del río Torres en el área de influencia de la mina Huanzalá

En las tablas 8 y 9 se presentan los resultados de los parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos de calidad de agua determinados para las 8 estaciones de muestreo en la época de estiaje y lluvia respectivamente del río Torres en el área de influencia de la mina Huanzalá.

Como aspecto relevante cabe resaltar que los parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos medidos a nivel de laboratorio resultaron menores que los límites detectables por los equipos. Estos resultados se encuentran coloreados de verde (tabla 8 y 9); puede decirse de ellos que no son problemas como contaminantes del agua del río Torres.

Así mismo, los parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos medidos a nivel de laboratorio que resultaron próximos a superar los estándares de calidad ambiental para agua se encuentran en las tablas 8 y 9 coloreados de azul; puede decirse de ellos que representan un riesgo potencial de aporte de contaminantes al río Torres.

Del mismo modo, se debe indicar que para los parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos medidos a nivel laboratorio que sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua se encuentran en las tablas 8 y 9 coloreados de rojo; puede decirse de ellos que están afectando negativamente la calidad del agua del río Torres.

4.1.2. Contrastación de los parámetros encontrados en el ámbito de estudio con los estándares de calidad ambiental para agua (ECAs) categoría 3 (D1: Riego de vegetales y D2: Bebida de animales)

a. Contrastación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de calidad de agua encontrados en el ámbito de estudio con los estándares de calidad ambiental para agua, categoría 3 (D1 y D2) en la época de estiaje

En la tabla 10 se presenta la contrastación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos encontrados para las 8 estaciones de muestreo con los estándares de calidad ambiental para agua con la categoría 3 (D1 y D2) en la época de estiaje.

Los resultados de las 8 estaciones de muestreo indican que estos parámetros se encuentran dentro del ECA indicado.

Los parámetros físico-químicos y microbiológicos en las 8 estaciones de muestreo en la época de estiaje que se encuentran por debajo del límite de detección del equipo son: aceites y grasas, cianuro wad y DBO₅ (coloreadas de verde). De mismo modo, los parámetros que se encuentran próximos al límite del ECA establecido son: oxígeno disuelto y pH (coloreadas de azul).

Tabla 08: Parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos encontrados en las 8 estaciones de muestreo en la época de estiaje.

Parámetros	Unidad	Estaciones de muestreo							
		CR-01	CR-02	CR-04	CR-05	CR-06	CR-07	CR-08	CR-09
Aceites y grasas	mg/L	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Bicarbonatos	mg/L	47.00	58.80	110.20	90.90	68.40	75.10	103.50	85.70
Cianuro Wad	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Cloruros	mg/L	0.11	0.10	0.16	1.44	< 0.061	0.07	0.12	0.79
Conductividad	µS/cm	108.0	140.0	258.0	615.0	206.0	227.0	270.0	607.0
DBO₅	mg/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	6.69	6.63	6.34	6.16	5.83	5.98	6.55	5.34
pH	-	7.75	7.79	7.84	8	7.96	8.13	7.74	8.07
Sulfatos	mg/L	8.5	12.89	18.1	228.1	34.07	38.43	36.13	38.7
Temperatura	°C	6.6	7.72	10.12	11.87	14.19	13.18	8.22	16.36
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	2.20E+01	1.10E+01	4	2	1.10E+02	1.30E+02	1.70E+01	2.40E+02
Aluminio	mg/L	0.134	0.156	0.035	0.043	0.013	0.045	0.238	0.157
Arsénico	mg/L	< 0.00003	0.00055	0.00885	0.00653	0.00097	0.00078	0.00243	0.00314
Bario	mg/L	0.025	0.027	0.0082	0.019	0.0493	0.0385	0.0389	0.028
Berilio	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002
Boro	mg/L	< 0.002	< 0.002	0.01	0.012	< 0.002	0.003	0.008	0.007
Cadmio	mg/L	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	0.00062	< 0.00001	< 0.00001	0.00091	0.00138
Cobre	mg/L	0.00084	0.00219	0,00037	0.02285	0.00122	0.00098	0.00123	0.01367
Cobalto	mg/L	< 0.00001	0.00045	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	0.00051	0.00044
Cromo total	mg/L	< 0.00001	< 0.00001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Hierro	mg/L	0.1375	0.2295	0.047	0.2438	0.0859	0.1356	0.4546	0.4779
Litio	mg/L	0.002	0.0024	< 0.0001	0.0143	0.0021	0.0038	0.0036	0.0192
Magnesio	mg/L	2.506	2.506	2.802	1.112	5.647	5.568	5.331	3.947
Manganeso	mg/L	0.01671	0.01671	0.03522	0.00335	0.26058	0.01802	0.01883	0.07396
Mercurio	mg/L	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003
Níquel	mg/L	0.001	0.0011	0.0004	0.0007	< 0.0002	< 0.0002	0.0022	0.0016
Plomo	mg/L	0.002	0.0133	< 0.0002	0.0044	0.0066	0.0035	0.0086	0.007
Selenio	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004
Zinc	mg/L	0.0204	0.0594	< 0.0100	0.0788	0.0622	0.0639	0.1955	0.1687

Tabla 09: Parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos encontrados para las 8 estaciones de muestreo en la época de lluvia.

Parámetros	Und	Estaciones de monitoreo							
		CR-01	CR-02	CR-04	CR-05	CR-06	CR-07	CR-08	CR-09
Aceites y grasas	mg/L	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Bicarbonatos	mg/L	57.4	64.5	106.4	99.3	78.4	72.2	93.7	95.4
Cianuro Wad	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Cloruros	mg/L	0.068	0.129	0.197	1.67	< 0.061	0.074	0.152	1.034
Conductividad	µS/cm	135	172	268	586	232	231	280	603
DBO₅	mg/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	5.63	5.57	5.69	5.83	5.34	5.26	5.34	5.78
pH	-	8.02	8.09	8.34	7.63	8.02	8.04	8.07	7.8
Sulfatos	mg/L	12	17.03	21.55	192.1	40.94	40.44	38.7	209.9
Temperatura	°C	10.94	13.31	12.25	9.25	11.58	10.14	16.36	10.75
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	1.70E+02	4.60E+02	4.90E+01	3.30E+01	2.40E+02	3.30E+02	4.60E+01	7.90E+02
Aluminio	mg/L	0.151	0.135	0.044	0.034	0.016	0.026	0.196	0.149
Arsénico	mg/L	0.00032	0.00042	0.00924	0.00668	0.00075	0.00046	0.00273	0.00348
Bario	mg/L	0.031	0.0319	0.0084	0.0173	0.0526	0.0361	0.0424	0.0298
Berilio	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002
Boro	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Cadmio	mg/L	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	0.00071	0.00128
Cobre	mg/L	0.00068	0.00105	0.00035	0.00427	0.00121	0.00077	0.0009	0.00796
Cobalto	mg/L	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	0.00042
Cromo total	mg/L	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Hierro	mg/L	0.1285	0.1285	0.0623	0.2364	0.0653	0.0658	0.3573	0.4565
Litio	mg/L	0.0024	0.0028	< 0.0001	0.0128	0.0021	0.0032	0.0035	0.0192
Magnesio	mg/L	3.28	3.40	1.19	3.76	6.50	5.74	4.08	9.72
Manganeso	mg/L	0.01403	0.01571	0.00354	0.25538	0.01387	0.00987	0.05033	0.44316
Mercurio	mg/L	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003
Níquel	mg/L	0.0009	0.0009	0.0005	0.0008	0.0004	0.0005	0.0019	0.0017
Plomo	mg/L	0.0012	0.0046	0.0003	0.0033	0.0036	0.0011	0.0057	0.0134
Selenio	mg/L	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004
Zinc	mg/L	0.0159	0.0406	< 0.0100	0.0701	0.0782	0.0743	0.1364	0.1686

b. Contrastación de los parámetros inorgánicos de calidad de agua encontrados en el ámbito de estudio con los estándares de calidad ambiental para agua, categoría 3 (D1 y D2) en la época de estiaje

En la tabla 11 se presenta la contrastación de los parámetros inorgánicos para las 8 estaciones de muestreo con los ECAs para agua con la categoría 3 (D1 y D2) en la época de estiaje.

Se tiene que en 7 de las 8 estaciones de muestreo los resultados se encuentran dentro del estándar indicado.

En la estación CR-06, el manganeso supera el estándar de calidad indicado en la tabla 11; los valores del manganeso se encuentran coloreadas de rojo.

También se puede apreciar que los parámetros inorgánicos que se encuentran por debajo del límite de detección del quipo en época de estiaje son: berilio, cromo, mercurio y selenio en las 8 estaciones de muestreo indicado en la tabla 11 (coloreadas de verde).

Tabla 10: Contrastación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de calidad de agua encontrados en el ámbito de estudio con los ECAs para agua, categoría 3 (D1 y D2) en la época de estiaje.

Parámetros	Unidad	Categoría 3		Estaciones de muestreo							
		D1	D2	CR-01	CR-02	CR-04	CR-05	CR-06	CR-07	CR-08	CR-09
Aceites y grasas	mg/L	< 5	< 10	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Bicarbonatos	mg/L	< 518	**	47.00	58.80	110.20	90.90	68.40	75.10	103.50	85.70
Cianuro Wad	mg/L	< 0.1	< 0.1	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Cloruros	mg/L	< 500	**	0.11	0.10	0.16	1.44	< 0.061	0.07	0.12	0.79
Conductividad	µS/cm	< 2500	< 5000	108.0	140.0	258.0	615.0	206.0	227.0	270.0	607.0
DBO₅	mg/L	< 15	< 15	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	> 4	> 5	6.69	6.63	6.34	6.16	5.83	5.98	6.55	5.34
pH	-	6.5-8.5	6.5-8.4	7.75	7.79	7.84	8	7.96	8.13	7.74	8.07
Sulfatos	mg/L	< 1000	< 1000	8.5	12.89	18.1	228.1	34.07	38.43	36.13	38.7
Temperatura	°C	Δ3	Δ3	6.6	7.72	10.12	11.87	14.19	13.18	8.22	16.36
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	< 1000	< 1000	2.20E+01	1.10E+01	4	2	1.10E+02	1.30E+02	1.70E+01	2.40E+02

Δ3: Variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

** : El parámetro no aplica para esta Subcategoría.

Tabla 11: Contrastación de los parámetros inorgánicos de calidad de agua encontrados en el ámbito de estudio con los ECAs para agua, categoría 3 (D1 y D2) en la época de estiaje.

Parámetros	Unidad	Categoría 3		Estaciones de muestreo							
		D1	D2	CR-01	CR-02	CR-04	CR-05	CR-06	CR-07	CR-08	CR-09
Aluminio	mg/L	5	5	0.134	0.156	0.035	0.043	0.013	0.045	0.238	0.157
Arsénico	mg/L	0.1	0.2	< 0.00003	0.00055	0.00885	0.00653	0.00097	0.00078	0.00243	0.00314
Bario	mg/L	0.7	**	0.025	0.027	0.0082	0.019	0.0493	0.0385	0.0389	0.028
Berilio	mg/L	0.1	0.1	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002
Boro	mg/L	1	5	< 0.002	< 0.002	0.01	0.012	< 0.002	0.003	0.008	0.007
Cadmio	mg/L	0.01	0.05	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	0.00062	< 0.00001	< 0.00001	0.00091	0.00138
Cobre	mg/L	0.2	0.5	0.00084	0.00219	0.00037	0.02285	0.00122	0.00098	0.00123	0.01367
Cobalto	mg/L	0.05	1	< 0.00001	0.00045	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	0.00051	0.00044
Cromo total	mg/L	0.1	1	< 0.00001	< 0.00001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Hierro	mg/L	5	**	0.1375	0.2295	0.047	0.2438	0.0859	0.1356	0.4546	0.4779
Litio	mg/L	2.5	2.5	0.002	0.0024	< 0.0001	0.0143	0.0021	0.0038	0.0036	0.0192
Magnesio	mg/L	**	250	2.506	2.506	2.802	1.112	5.647	5.568	5.331	3.947
Manganeso	mg/L	0.2	0.2	0.01671	0.01671	0.03522	0.00335	0.26058	0.01802	0.01883	0.07396
Mercurio	mg/L	0.001	0.01	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003
Níquel	mg/L	0.2	1	0.001	0.0011	0.0004	0.0007	< 0.0002	< 0.0002	0.0022	0.0016
Plomo	mg/L	0.05	0.05	0.002	0.0133	< 0.0002	0.0044	0.0066	0.0035	0.0086	0.007
Selenio	mg/L	0.02	0.05	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004
Zinc	mg/L	2	24	0.0204	0.0594	< 0.0100	0.0788	0.0622	0.0639	0.1955	0.1687

Δ3: Variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

** : El parámetro no aplica para esta Subcategoría.

c. Contrastación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de calidad de agua encontrados en el ámbito de estudio con los estándares de calidad ambiental para agua, categoría 3 (D1 y D2) en la época de lluvia.

En la tabla 12 se presenta la contrastación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos encontrados para las 8 estaciones de muestreo con los ECAs para agua de la categoría 3 (D1 y D2) en la época de lluvia.

Se aprecia que los resultados no superan los ECAs categoría 3 (D1 y D2) en las 8 estaciones de muestreo.

Los parámetros físico-químicos y microbiológicos en las 8 estaciones de muestreo en la época de lluvia que se encuentran por debajo del límite de detección del equipo son: aceites y grasas, cianuro wad y DBO5 (coloreadas de verde). De igual modo, los parámetros que se encuentran próximos al límite del estándar son: oxígeno disuelto y pH (coloreadas de azul).

d. Contrastación de los parámetros inorgánicos de calidad de agua encontrados en el ámbito de estudio con los estándares de calidad ambiental para agua, categoría 3 (D1 y D2) en la época de lluvia.

En la tabla 13 se presenta la contrastación de los parámetros inorgánicos para las 8 estaciones de muestreo con los ECAs para agua de la categoría 3 (D1 y D2) en la época de lluvia.

Se tiene que en 6 de las 8 estaciones de muestreo los resultados están dentro del estándar indicado.

En las estaciones CR-05 y CR-09, el manganeso supera el estándar indicado (valores coloreados de rojo). También se puede apreciar que los parámetros inorgánicos que se encuentran por debajo del límite de detección del equipo en época de lluvia son: berilio, boro, cromo, mercurio y selenio en las 8 estaciones de muestreo (coloreadas de verde).

Tabla 12: Contrastación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de calidad de agua encontrados en el ámbito de estudio con los ECAs para agua, categoría 3 (D1 y D2) en la época de lluvia.

Parámetros	Unidad	Categoría 3		Estaciones de muestreo								
		D1	D2	CR-01	CR-02	CR-04	CR-05	CR-06	CR-07	CR-08	CR-09	
Aceites y grasas	mg/L	< 5	< 10	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Bicarbonatos	mg/L	< 518	**	57.4	64.5	106.4	99.3	78.4	72.2	93.7	95.4	
Cianuro Wad	mg/L	< 0.1	< 0.1	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Cloruros	mg/L	< 500	**	0.068	0.129	0.197	1.67	< 0.061	0.074	0.152	1.034	
Conductividad	µS/cm	< 2500	< 5000	135	172	268	586	232	231	280	603	
DBO₅	mg/L	< 15	< 15	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	> 4	> 5	5.63	5.57	5.69	5.83	5.34	5.26	5.34	5.78	
pH	-	6.5-8.5	6.5-8.4	8.02	8.09	8.34	7.63	8.02	8.04	8.07	7.8	
Sulfatos	mg/L	< 1000	< 1000	12	17.03	21.55	192.1	40.94	40.44	38.7	209.9	
Temperatura	°C	Δ3	Δ3	10.94	13.31	12.25	9.25	11.58	10.14	16.36	10.75	
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	< 1000	< 1000	1.70E+02	4.60E+02	4.90E+01	3.30E+01	2.40E+02	3.30E+02	4.60E+01	7.90E+02	

Δ3: Variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

** : El parámetro no aplica para esta Subcategoría.

Tabla 13: Contrastación de los parámetros inorgánicos de calidad de agua encontrados en el ámbito de estudio con los ECAs para agua, categoría 3 (D1 y D2) en la época de lluvia.

Parámetros	Unidad	Categoría 3		Estaciones de muestreo							
		D1	D2	CR-01	CR-02	CR-04	CR-05	CR-06	CR-07	CR-08	CR-09
Aluminio	mg/L	5	5	0.151	0.135	0.044	0.034	0.016	0.026	0.196	0.149
Arsénico	mg/L	0.1	0.2	0.00032	0.00042	0.00924	0.00668	0.00075	0.00046	0.00273	0.00348
Bario	mg/L	0.7	**	0.031	0.0319	0.0084	0.0173	0.0526	0.0361	0.0424	0.0298
Berilio	mg/L	0.1	0.1	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002
Boro	mg/L	1	5	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Cadmio	mg/L	0.01	0.05	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	0.00071	0.00128
Cobre	mg/L	0.2	0.5	0.00068	0.00105	0.00035	0.00427	0.00121	0.00077	0.0009	0.00796
Cobalto	mg/L	0.05	1	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	0.00042
Cromo total	mg/L	0.1	1	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Hierro	mg/L	5	**	0.1285	0.1285	0.0623	0.2364	0.0653	0.0658	0.3573	0.4565
Litio	mg/L	2.5	2.5	0.0024	0.0028	< 0.0001	0.0128	0.0021	0.0032	0.0035	0.0192
Magnesio	mg/L	**	< 250	3.28	3.40	1.19	3.76	6.50	5.74	4.08	9.72
Manganeso	mg/L	0.2	0.2	0.01403	0.01571	0.00354	0.25538	0.01387	0.00987	0.05033	0.44316
Mercurio	mg/L	0.001	0.01	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003
Níquel	mg/L	0.2	1	0.0009	0.0009	0.0005	0.0008	0.0004	0.0005	0.0019	0.0017
Plomo	mg/L	0.05	0.05	0.0012	0.0046	0.0003	0.0033	0.0036	0.0011	0.0057	0.0134
Selenio	mg/L	0.02	0.05	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004
Zinc	mg/L	2	24	0.0159	0.0406	< 0.0100	0.0701	0.0782	0.0743	0.1364	0.1686

Δ3: Variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

** : El parámetro no aplica para esta Subcategoría.

4.1.3. Parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos de calidad de agua determinados para las 8 estaciones de muestreo en la época de estiaje y lluvia del río Torres en el área de influencia de la mina Huanzalá

En las figuras 5, 6, 7, 8 y 9 se presenta en gráficos de barras la comparación de los parámetros físico-químicos, microbiológicos e inorgánicos para las 8 estaciones de muestreo entre la época de estiaje y lluvia. Cada parámetro está constituido por 16 barras, cada par de barras corresponde desde la estación CR-01 hasta la estación CR-09, las primeras barras de cada par corresponden a la época de estiaje y las segundas barras corresponden a la época de lluvia, tal como se indica en la leyenda de la figura.

a. Comparación de los resultados de los parámetros físico-químicos y microbiológicos para las 8 estaciones de muestreo entre la época de estiaje y lluvia

En las figuras 5 y 6 se presenta en gráficos de barras la comparación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos para las 8 estaciones de muestreo entre la época de estiaje y lluvia. Los resultados se encuentran dentro de los ECAs categoría 3 (D1 y D2) para las 8 estaciones estudiadas.

En general no se aprecian diferencias cuantitativas calificadas de los parámetros en comparación entre estaciones

b. Comparación de los resultados de los parámetros inorgánicos para las 8 estaciones de muestreo entre la época de estiaje y lluvia.

En la figura 7, 8 y 9 se presentan en gráficos de barras la comparación de los parámetros inorgánicos para las 8 estaciones de muestreo entre la época de estiaje y lluvia.

El magnesio, arsénico y manganeso son los parámetros que muestran diferencias cuantitativas altas mientras que el resto de los parámetros no muestran diferencias cuantitativas altas entre estaciones.

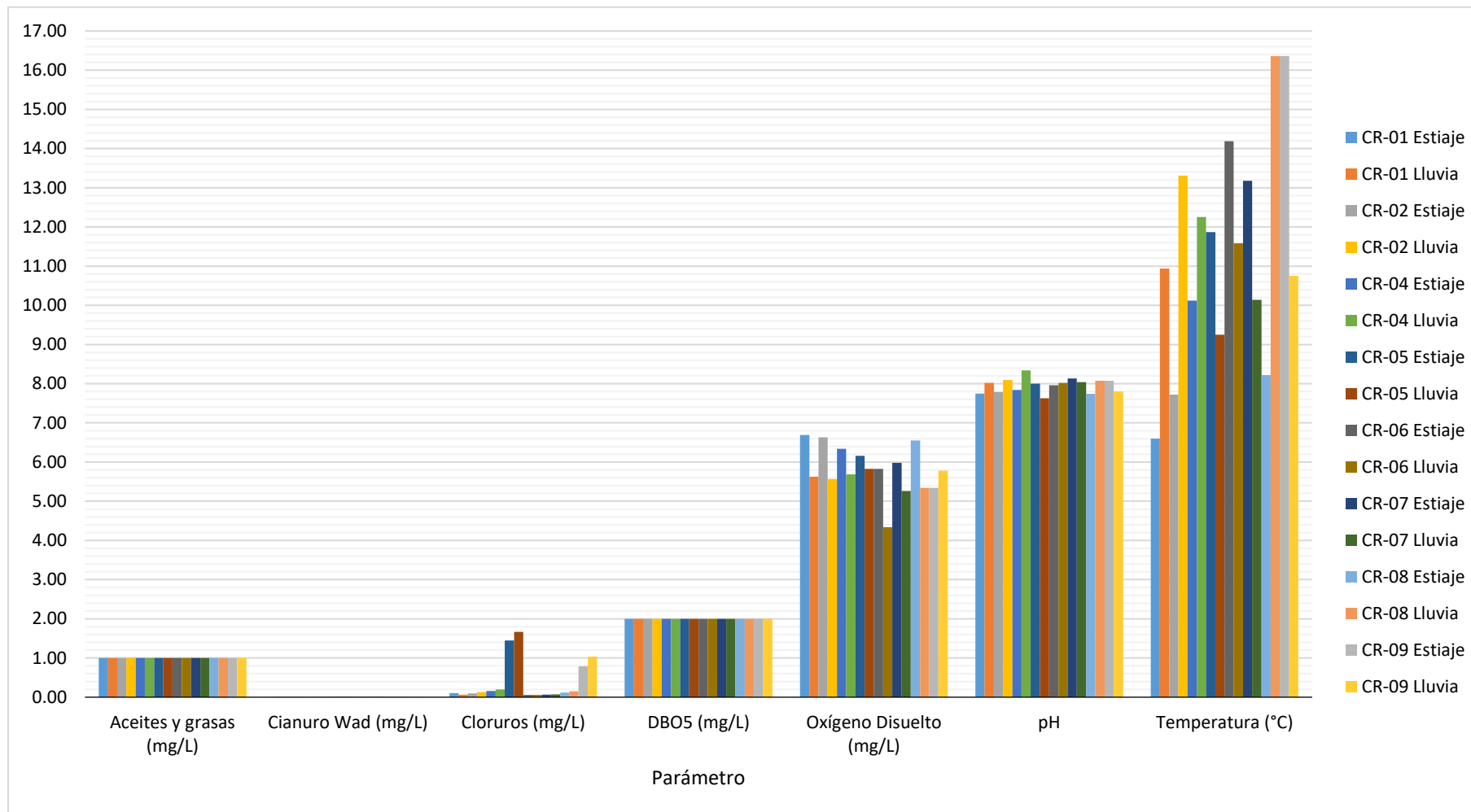


Figura 05: Comparación de los parámetros físico-químicos para las 8 estaciones de muestreo entre la época de estiaje y la época lluviosa.

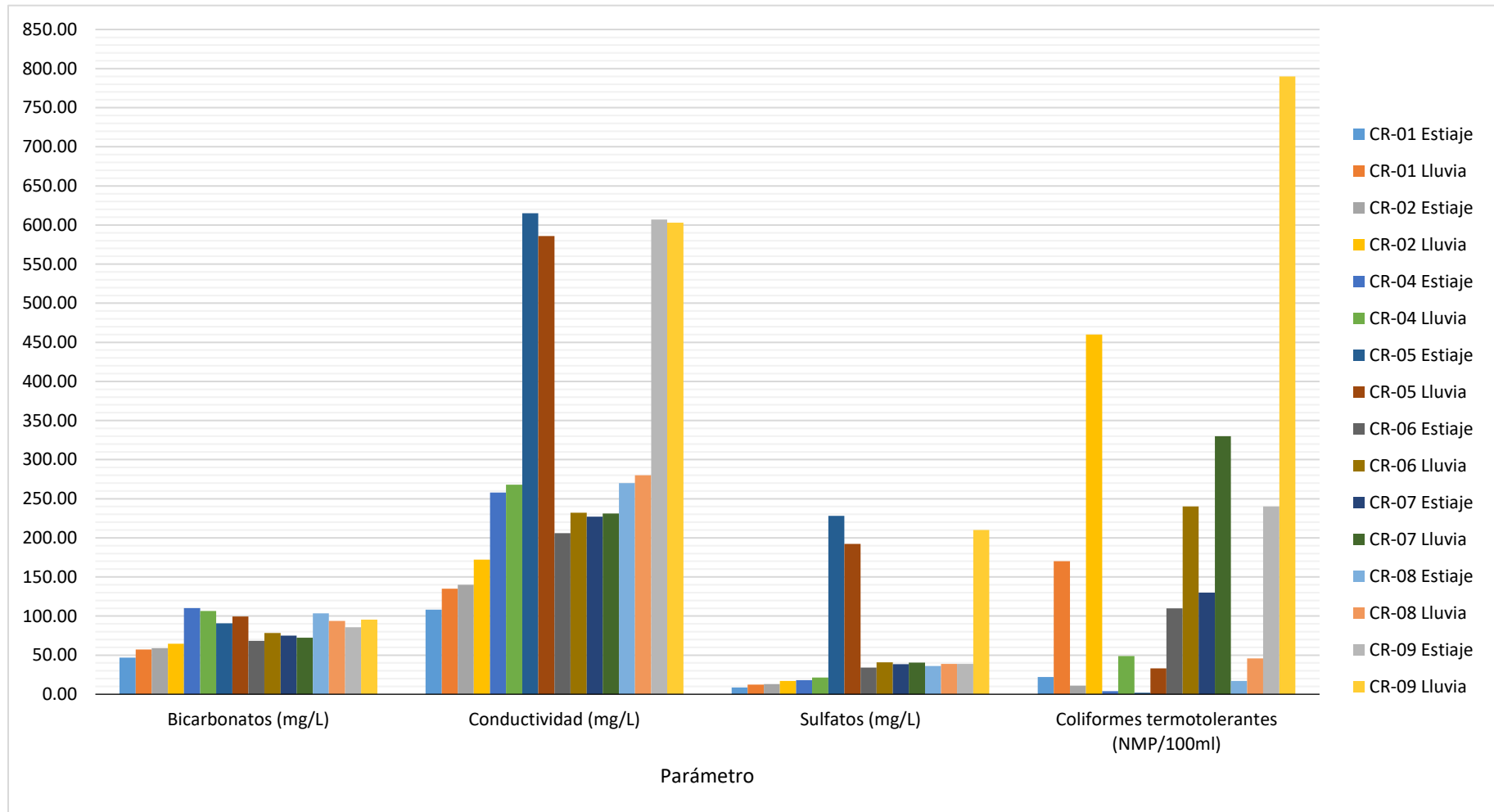


Figura 06: Comparación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos para las 8 estaciones de entre la época de estiaje y la época de lluvia.

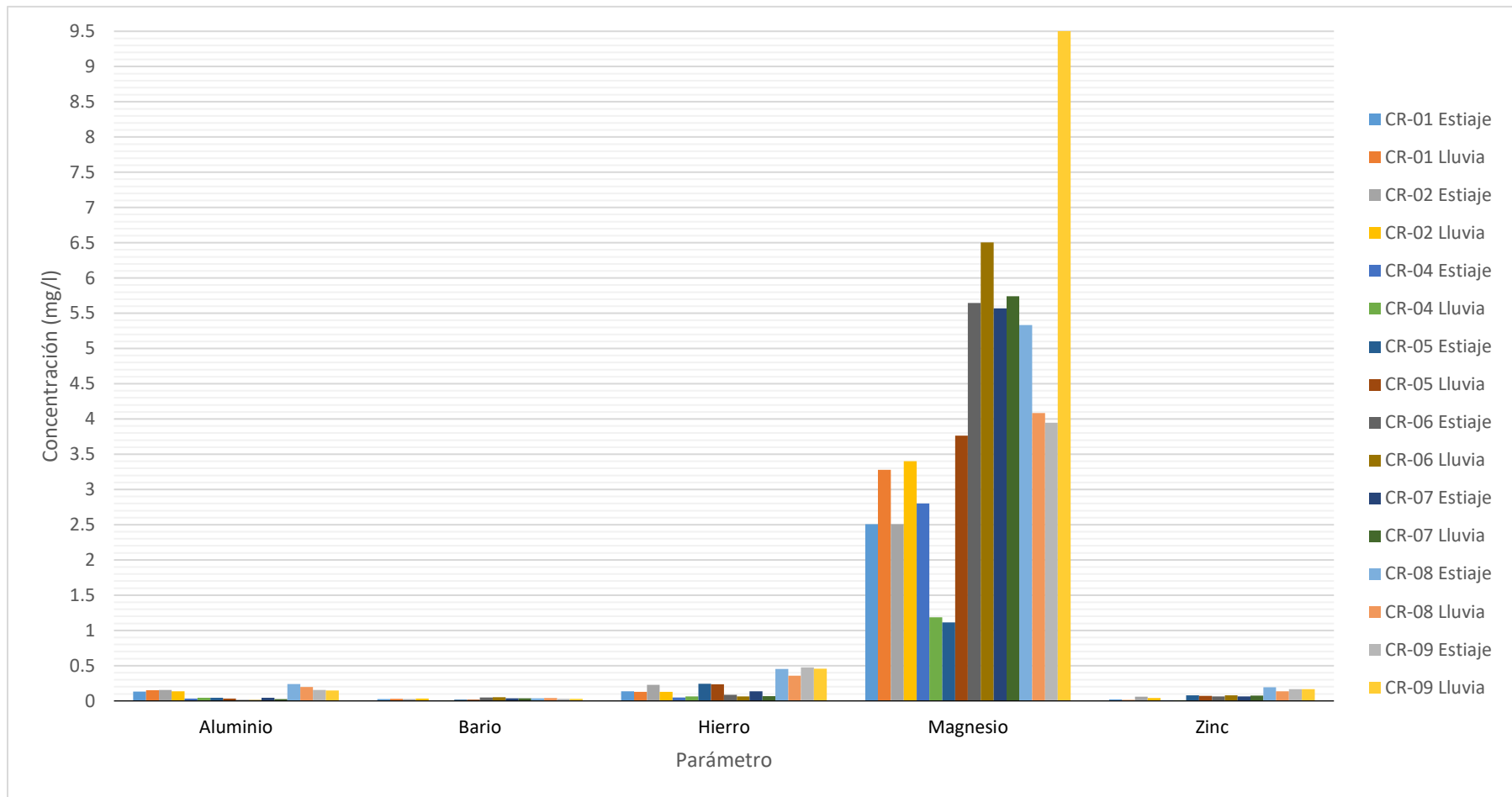


Figura 07: Comparación de los parámetros inorgánicos para las 8 estaciones de muestreo entre la época de estiaje y la época de lluvia.

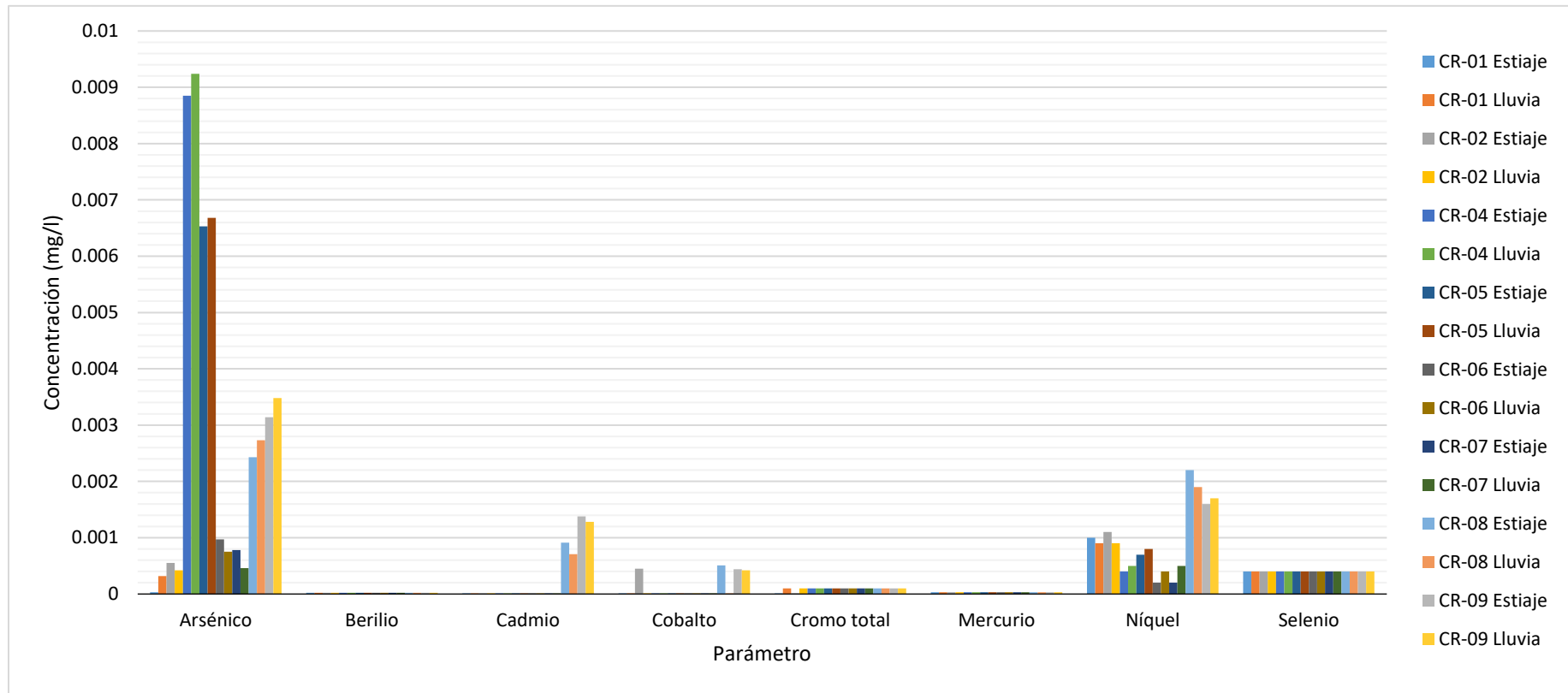


Figura 08: Comparación de los parámetros inorgánicos para las 8 estaciones de muestreo entre la época de estiaje y lluvia.

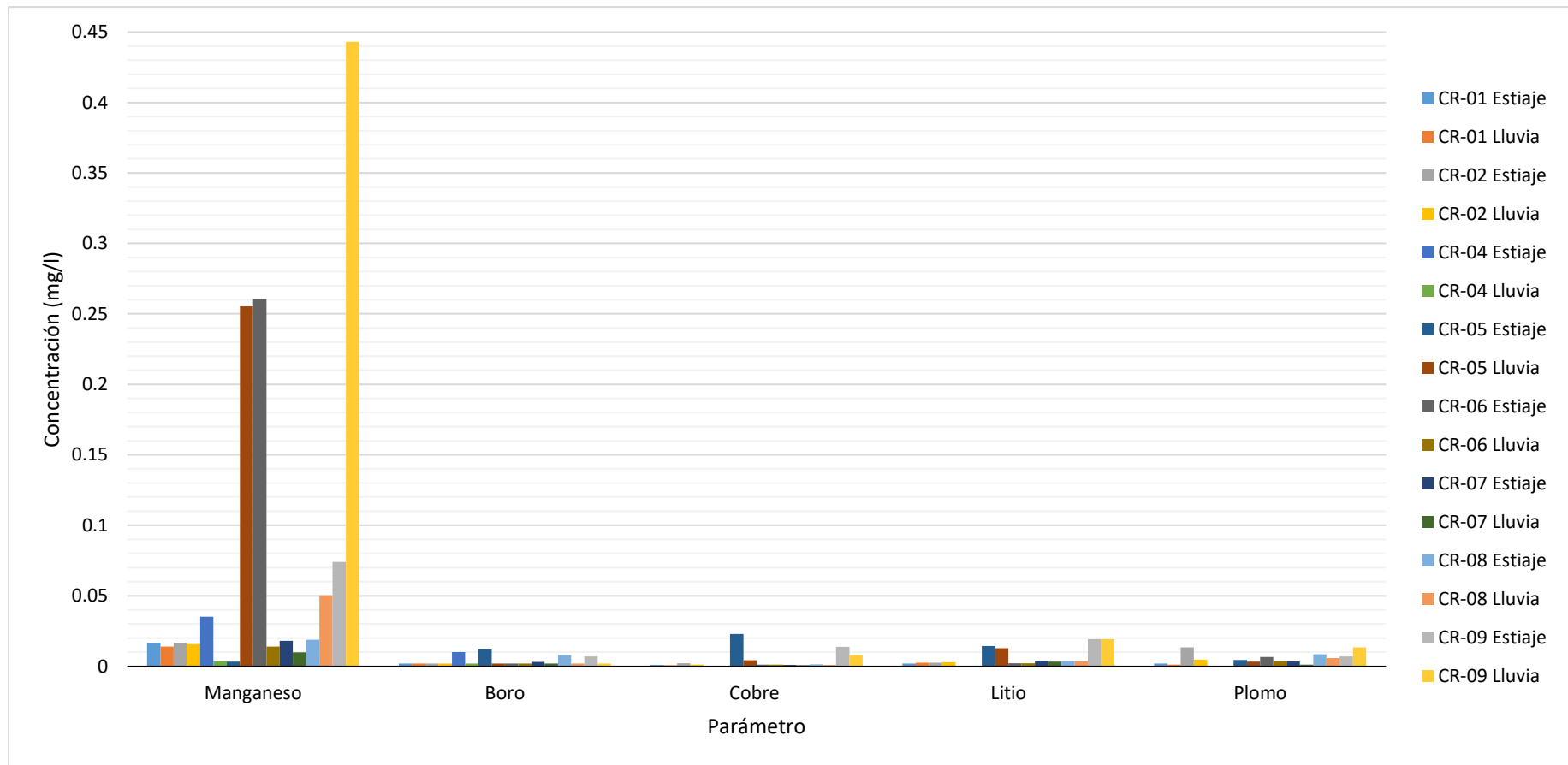


Figura 09: Comparación de los parámetros inorgánicos para 8 estaciones de muestreo entre la época de estiaje y lluvia

4.1.4. Comparación de los parámetros físico-químicos, microbiológicos e inorgánicos para las estaciones CR-08 y CR-09 del río Torres en las épocas de estiaje y lluvia

En las figuras 10 y 11, se presenta la comparación de los parámetros físico-químicos, microbiológicos e inorgánicos entre las estaciones CR-08 (río Torres aguas arriba, antes del ingreso al área de influencia de la mina Huanzalá) y CR-09 (río Torres aguas abajo, en la salida del área de influencia de la mina Huanzalá) en la época estiaje y lluvia. La comparación de los parámetros se presenta en gráficos de barras para cada estación en la época estudiada y los parámetros encontrados se indican en la leyenda de la figura.

Se puede afirmar que las actividades desarrolladas en la mina Huanzalá a lo largo del río Torres y los ríos tributarios en las que existen vertimientos de la mina están afectando la calidad del agua del río Torres dentro de su área de influencia

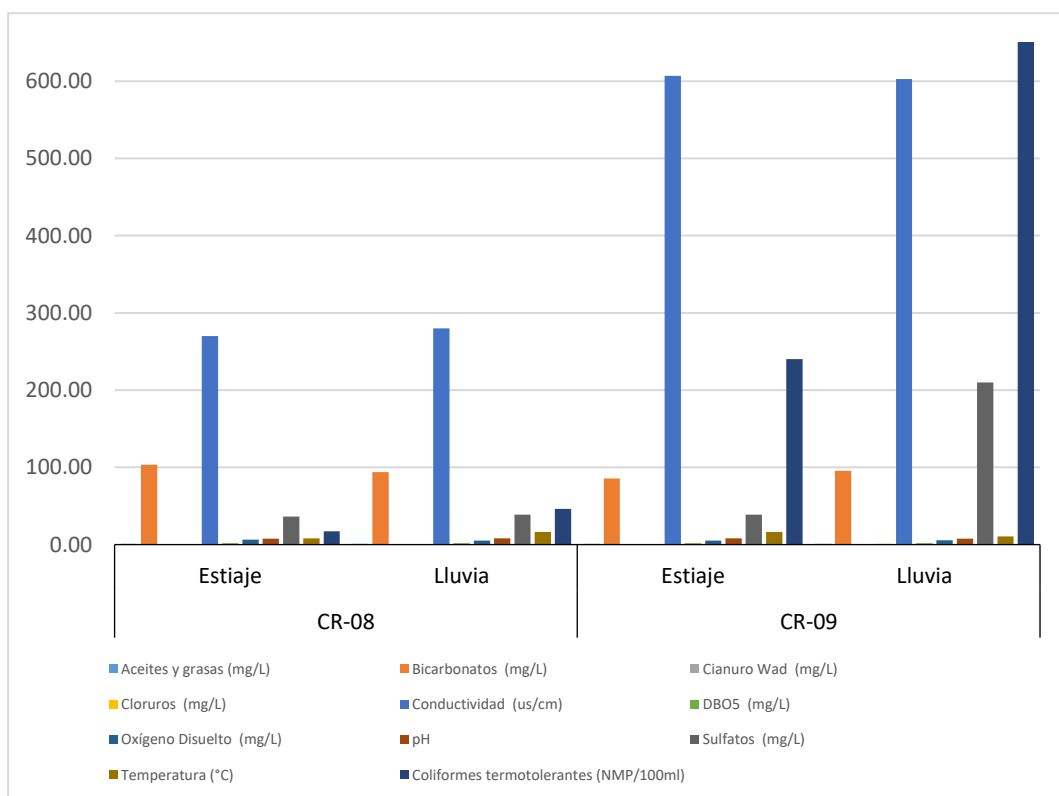


Figura 10: Comparación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos entre las estaciones CR-08 y CR-09 la época de estiaje y lluvia.

En la figura 10, los parámetros de conductividad eléctrica (us/cm) y coliformes termotolerantes (NMP/100ml) presentan el mayor incremento en aproximadamente 30% y 1 unidad logarítmica respectivamente en la estación CR-09 comparado a la estación CR-08 del río Torres.

Así mismo, en la figura 11 los parámetros de cadmio, cobre, hierro, litio, magnesio, manganeso y plomo presentan el mayor incremento de concentración (mg/l) en la estación CR-09 comparado a la estación CR-08 del río Torres.

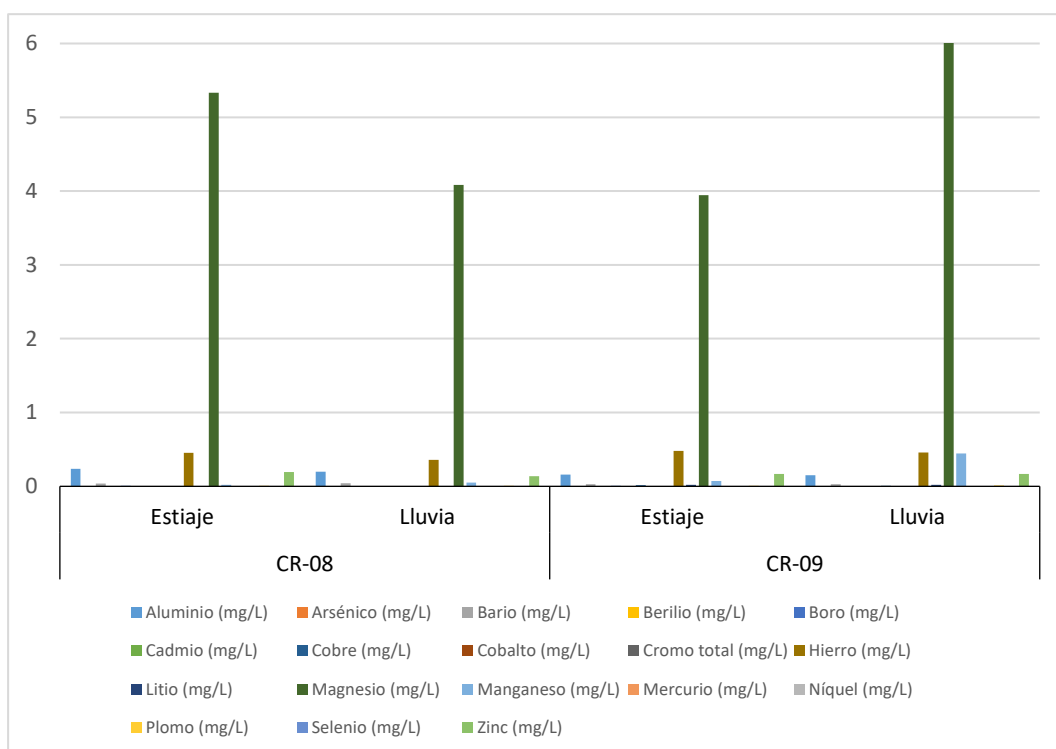


Figura 11: Comparación de los parámetros inorgánicos entre las estaciones CR-08 y CR-09 la época de estiaje y lluvia.

4.1.5. Comparación de los parámetros físico-químicos, microbiológicos

En las figuras 12, 13, 14 y 15 se presenta la dispersión de los parámetros físico-químicos, microbiológicos e inorgánicos para las 8 estaciones de muestreo en las épocas de estiaje y lluvia.

El resultado encontrado de los diferentes parámetros de cada estación está marcando con un aspa y corresponde desde la estación CR-01 hasta la estación CR-09 tal como se indica en la leyenda de la figura.

a. Dispersión de los parámetros físico-químicos y microbiológicos para las 8 estaciones de muestreo del río Torres en las épocas de estiaje y lluvia.

En las figuras 12 y 13 se presenta la comparación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para las 8 estaciones de muestreo en la época de estiaje y la época de lluvia respectivamente.

Los parámetros que presentan mayor variabilidad de concentración (dispersión) respecto a las otras estaciones de muestreo son: bicarbonatos (47 mg/L – 110 mg/L), conductividad (108 us/cm – 607 us/cm), sulfatos (8.5 mg/L – 228.0 mg/L) y coliformes termotolerantes (2 NMP/100ml – 7.90E+02 NMP/100ml).

b. Dispersión de los parámetros inorgánicos para las 8 estaciones de muestreo del río Torres en las épocas de estiaje y de lluvia.

En las figuras 14 y 15 se presenta la comparación de los parámetros inorgánicos (metales) para las 8 estaciones de muestreo en la época de estiaje y la época de lluvia respectivamente.

Los parámetros que presentan mayor variabilidad de concentración (dispersión) respecto a las otras estaciones de muestreo son: hierro (0.047mg/L – 0.4779mg/L), manganeso (0.00335mg/L – 0.44316mg/L), zinc (<0.01mg/L – 0.1955mg/L), níquel (<0.0002mg/L – 0.0019mg/L), selenio (valores registrados <0.0002mg/L) y magnesio (1.112mg/L – 9.72mg/L),

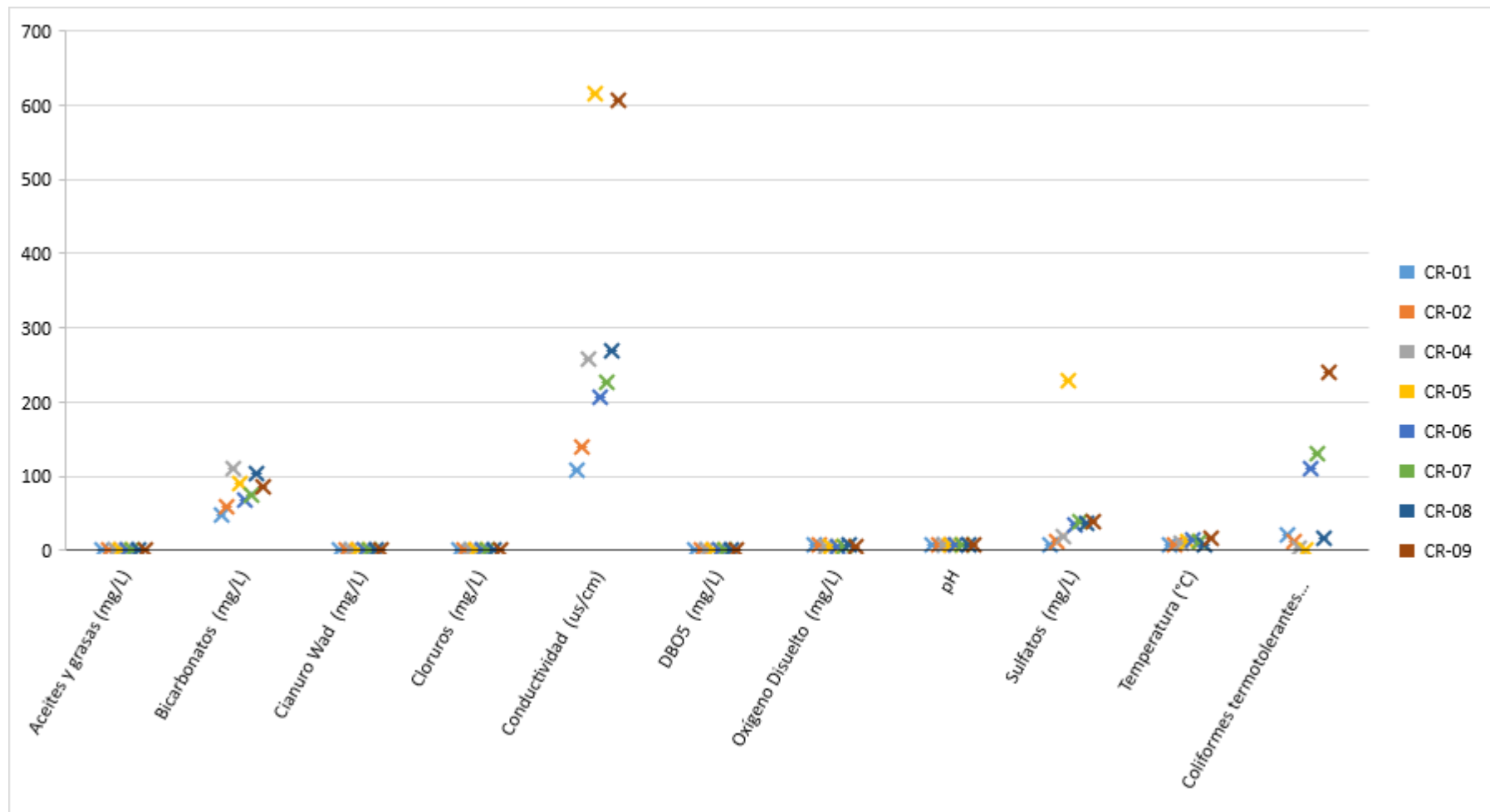


Figura 12: Dispersión de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para 8 estaciones de muestreo del río Torres en la época de estiaje.

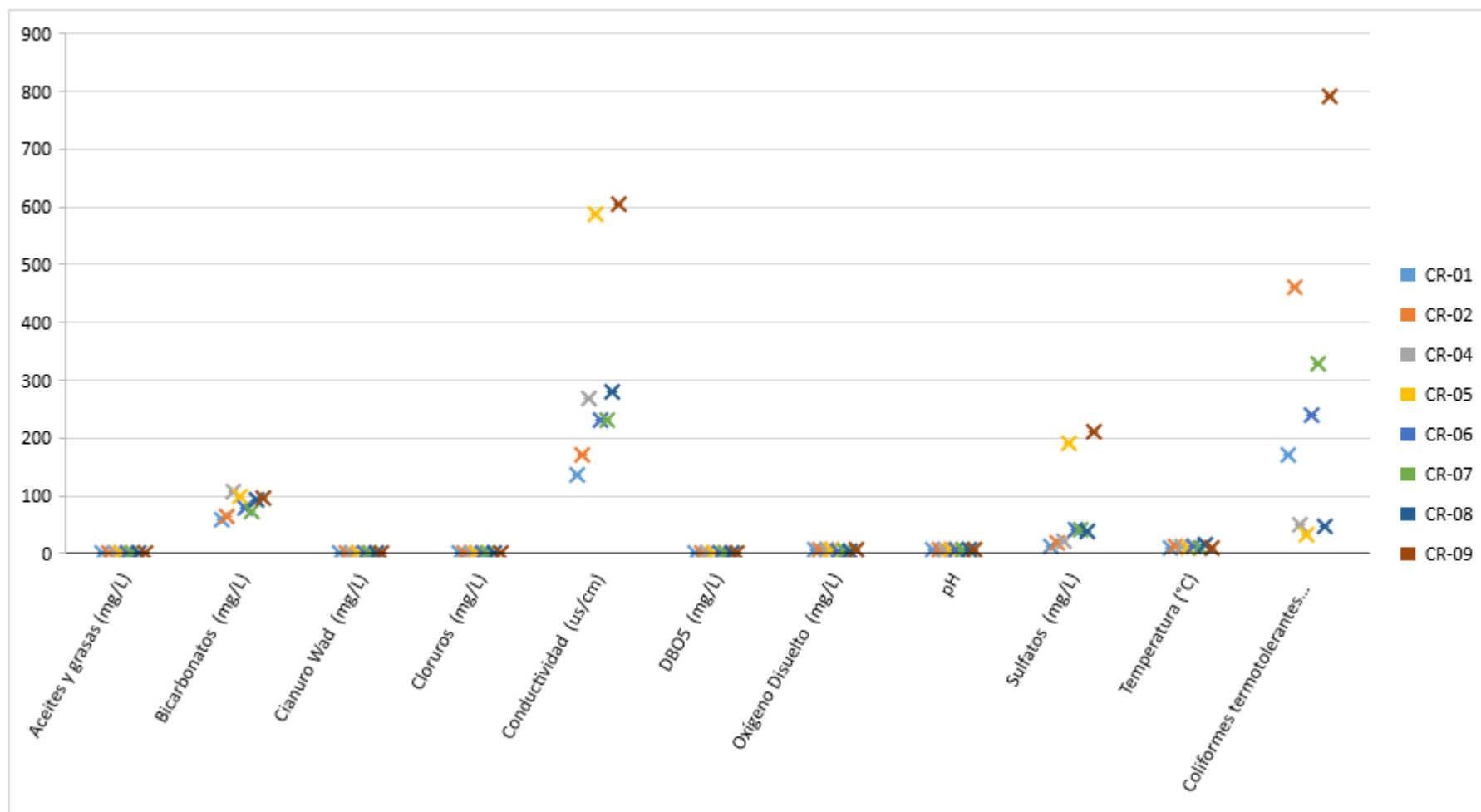


Figura 13. Dispersión de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para 8 estaciones de muestreo del río Torres en la época de lluvia.

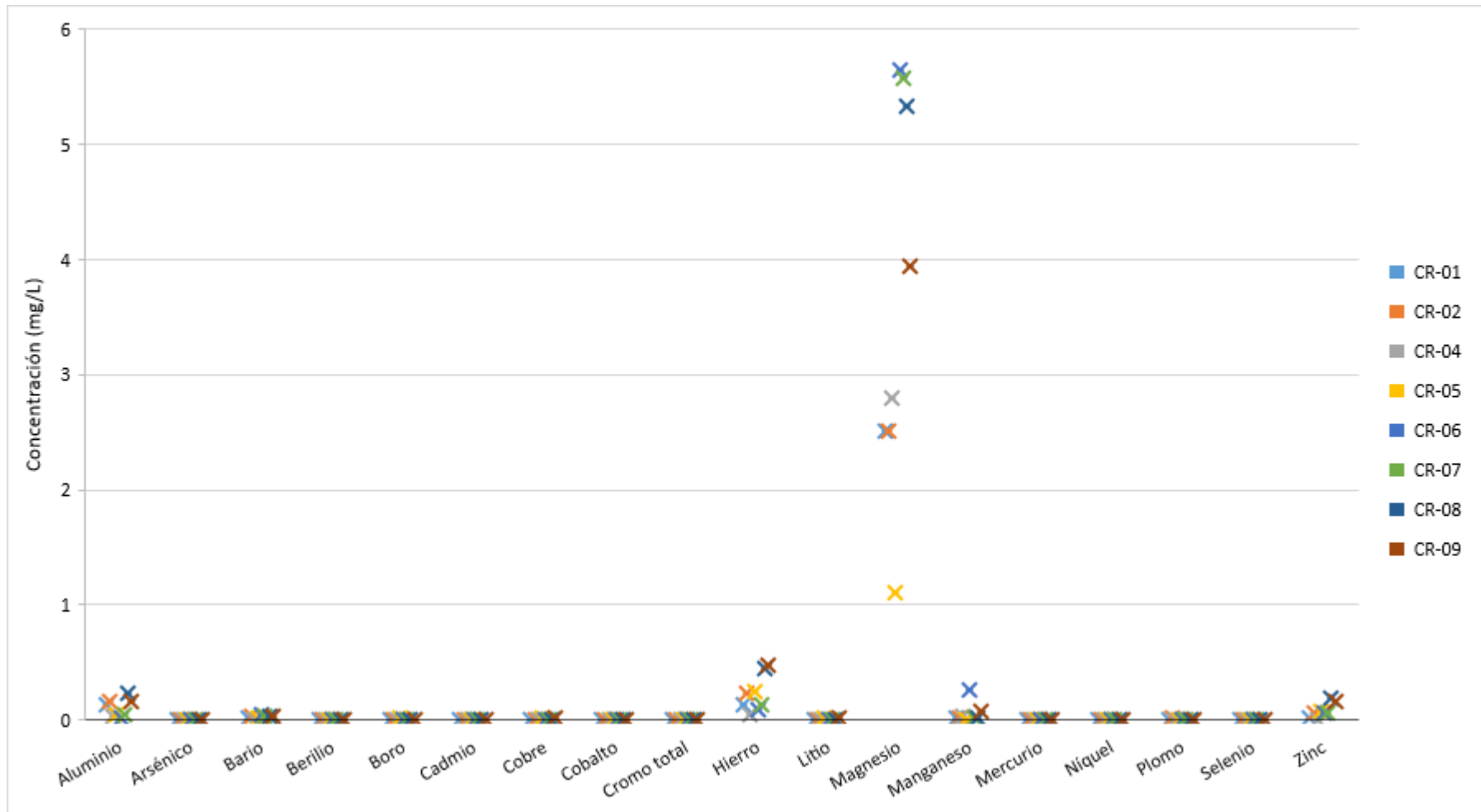


Figura 14: Dispersión de parámetros inorgánicos para 8 estaciones de muestreo del río Torres en la época de estiaje.

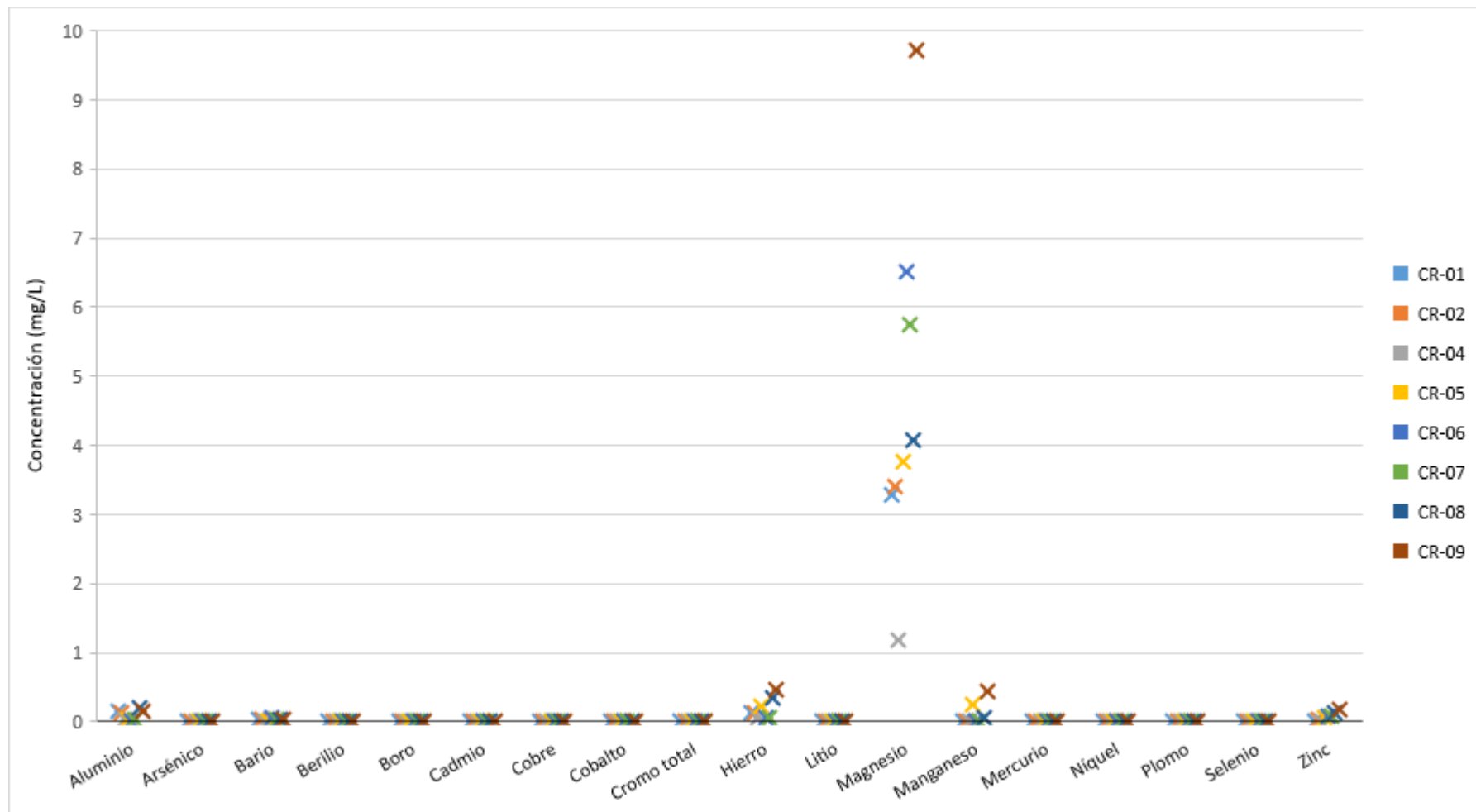


Figura 15: Dispersión de parámetros inorgánicos para 8 estaciones de muestreo del río Torres en la época de lluvia

4.2. Discusiones

4.2.1. Comparación de los resultados de los parámetros de calidad de agua del río Torres con los estándares de calidad ambiental, categoría 3 (D1 y D2), en las épocas de estiaje y lluvia.

Los resultados de los parámetros físico-químicos, microbiológicos e inorgánicos analizados en el año 2017 en época de estiaje (junio) y época de lluvia (noviembre) del agua del río Torres en el área de influencia de la mina Huanzalá muestran que cumplen con los estándares de calidad ambiental para agua, categoría 3 (D1 y D2) a excepción del manganeso. El manganeso no cumple con los ECAs en la estación de muestreo CR-06 para la época de estiaje y en las estaciones de muestreo CR-05 y CR-09 en época de lluvia.

Los resultados obtenidos de las 8 estaciones de muestreo del río Torres en el área de influencia de la mina Huanzalá en época de estiaje y lluvia concuerdan con los valores establecidos en el EIA de la mina Huanzalá (Compañía Minera Santa Luisa S.A., 2016) referidos con los parámetros físico-químicos, microbiológicos e inorgánicos para las 8 estaciones de muestreo y de esta manera se viene cumpliendo con el plan de cierre de mina referidos a los cursos de aguas superficiales.

4.2.2. Variación de los parámetros físico-químicos, microbiológicos e inorgánicos para 8 estaciones de muestreo en las épocas de estiaje y lluvia.

La variación de los parámetros físico-químicos, microbiológicos e inorgánicos en el año 2017 en época de estiaje (junio) y época de lluvia (noviembre) del agua del río Torres en el área de influencia de la mina Huanzalá muestran que no existen diferencias significativas considerables entre la época de estiaje y lluvia de los parámetros: aceites y grasas, cianuro wad, cloruros, DBO5, oxígeno disuelto, pH, temperatura, bicarbonatos, conductividad, sulfatos, coliformes termotolerantes, aluminio, bario, hierro, manganeso, zinc, arsénico, berilio, cadmio, cobalto, cromo total, mercurio, níquel, selenio, magnesio, boro, cobre, litio y plomo.

Los parámetros físico-químicos, microbiológicos e inorgánicos (metales), en su mayoría presentan mayor concentración en la época de estiaje, esto se debe aparentemente a que el caudal es menor comparado a la época de lluvia tal como se indica en la publicación denominada “Evaluación espacio-temporal de la calidad del agua del río San Pedro en el estado de aguas calientes, México” por (Guzmán & Thalasso, 2011).

El manganeso supera el valor establecido por el ECA (0.2mg/L) en las estaciones CR-05 (0.25538 mg/l) en la época de lluvia, CR-06 (0.26058 mg/l) en la época de estiaje y CR-09 (0.44316) en la época de lluvia debido a que el manganeso es difícil de eliminar en aguas cuando las concentraciones de este metal son elevadas, así como lo ha demostrado (Bamforth, Manning, Singleton, Younger, & Johnson, 2006) en la publicación denominada “Manganese removal from mine waters investigating the occurrence and importance of manganese carbonates”.

La elevada concentración de manganeso en la estación CR-05 en la época de lluvia se debe a que esta estación se encuentra ubicada aguas abajo de la relavera Chuspic. En dicha relavera, existe un vertimiento, que es el caudal restante del agua no recirculada hacia la planta concentradora para los procesos de obtención de concentrados (máximo 50 l/s), por ende, origina que la concentración de los metales sea elevada, más aún cuando existe elevado volumen de agua en época de lluvia arrastrando sedimentos e incrementando así el manganeso en la estación de CR-05. Esto se puede corroborar de acuerdo al informe de (OEFA 2010) en el estudio bajo la denominación “Normas de protección y conservación del ambiente por parte de la Compañía Minera Santa Luisa”.

La elevada concentración del manganeso en la época de estiaje para la estación CR-06 se debe posiblemente a que en la zona nace el río Chocopata de un afloramiento en la cual los metales se encuentran concentrados. Por otro lado, se encuentra la zona denominada “Huanzalá sur” en donde actualmente no hay operaciones de extracción de minerales pero si existen las bocaminas en los niveles H y F por donde discurre el agua de mina y son tratadas con sedimentadores, la cual no garantiza que el manganeso precipite. Lo mencionado en el presente

párrafo también se corrobora en el “Plan de cierre de minas de la unidad minera Huanzala” (Compañía Minera Santa Luisa S.A., 2016).

La elevada concentración del manganeso en la estación CR-09 en época de lluvia se debe a que esta estación se encuentra ubicada aguas abajo del principal vertimiento de la mina Huanzala luego de que las aguas ácidas provenientes de la mina sean tratadas en la planta de neutralización. En época de lluvia el caudal de las aguas en interior mina incrementa significativamente en comparación con la época de estiaje provocando que el manganeso aumente en la estación CR-09 luego de entrar en contacto con el agua vertida de la planta de neutralización. La compañía minera indica que el tratamiento para precipitar el manganeso es muy complicado y requiere de otros procesos adicionales a los que se realiza en la planta de neutralización, por ello se aplican procesos complejos como la aplicación de CaCO_3 y floculantes para elevar el pH y precipitar los metales de acuerdo al “Plan de cierre de minas de la unidad minera Huanzala” (Compañía Minera Santa Luisa S.A., 2016).

4.2.3. Comparación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos para las estaciones CR-08 y CR-09 del río Torres en las épocas de estiaje y lluvia.

Los incrementos de las concentraciones aguas debajo de todas las operaciones en la estación CR-09 en comparación con las concentraciones aguas arriba en la estación CR-08 se debe principalmente a la influencia de los ríos tributarios (Palmadera, Chuspic y Chocopata), actividades antrópicas (ganadería y agricultura), litología, topografía y las operaciones propias de la mina en concordancia a lo indicado en el “Plan de cierre de minas de la unidad minera Huanzala” (Compañía Minera Santa Luisa S.A., 2016).

Las elevadas concentraciones de coliformes termotolerantes en la estación CR-09 se debe al vertimiento de aguas residuales y a la actividad ganadera en el río Torres.

Por otro lado, la alta variabilidad de la conductividad eléctrica se debe a los cambios constantes de caudal y temperatura.

Así mismo, los parámetros cadmio, cobre, hierro, litio, magnesio, manganeso y plomo presentan el mayor incremento de concentración

(mg/l) en la estación CR-09 (río Torres aguas abajo de todas las operaciones) comparado a la estación CR-08 (río Torres aguas arriba de todas las operaciones), debido a que en la estación CR-09 se reciben todas las aguas de las instalaciones de la mina Huanzalá en una planta de neutralización; aquí, se concentran elementos trazas y elementos en altas concentraciones que deben ser tratados. Por ello, se explica que en esta estación de muestreo (CR-09) no se cumple con el ECA para el manganeso en la época de lluvia.

4.2.4. Dispersión de concentración de los parámetros físico-químicos, microbiológicos e inorgánicos para 8 estaciones de muestreo del río Torres en la época de estiaje.

Los parámetros físico-químicos y microbiológicos que presentan mayor dispersión o variabilidad de concentración para las épocas de estiaje y lluvia son los bicarbonatos, conductividad, sulfatos y coliformes termotolerantes.

La conductividad tiene alta dispersión debido a que su comportamiento depende de cambios sensibles de temperatura del agua en concordancia con el estudio denominado “Conductividad eléctrica en función de la temperatura de compuestos de 3YTZP” (Osuna, 2009).

Los coliformes termotolerantes están dispersos debido a que en la cuenca existe actividad ganadera y el vertimiento de aguas residuales tratadas con tanque séptico, de acuerdo a lo indicado en el “Plan de cierre de minas de la unidad minera Huanzalá” (Compañía Minera Santa Luisa S.A., 2016).

Por otro lado, la mayor dispersión de los contaminantes inorgánicos (metales) se presenta en magnesio, manganeso, hierro y zinc en las 8 estaciones de muestreo durante las épocas de estiaje y lluvia.

La dispersión de magnesio se debe a que depende de la concentración de hierro, es decir, cuando se incrementa la concentración de hierro incrementará la concentración de magnesio; por otra parte, el magnesio está ligado al manganeso, hierro y zinc tal como indica la publicación “Mobility and fate of Thallium and other potentially harmful elements in drainage waters from a decommissioned Zn-Pb mine (North-Eastern Italian Alps)” (Pavoni et al., 2018).

Otra explicación de la alta dispersión del manganeso y magnesio se debe a las condiciones oxidantes de las aguas de las filtraciones dentro de la mina Huanzalá que permiten la precipitación de metales como arsénico, cadmio, plomo, talio y zinc y que se acumulan en interior mina como sedimentos y esto se corrobora en la publicación denominada “Manganese removal from mine waters - investigating the occurrence and importance of manganese carbonates” (Bamforth, Manning, Singleton, Younger, & Johnson, 2006).

Otro aspecto a considerar es la época de estiaje y lluvia, en la época de estiaje existe poco aporte de agua por lo que los metales se encuentran más concentrado y presentan menor dispersión que la época de lluvia, donde los metales se encuentran menos concentrados, es decir más diluidos.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La calidad del agua del río Torres en el área de influencia de la mina Huanzalá en el distrito de Huallanca, provincia de Bolognesi – Áncash, cumple con los parámetros establecidos en el estándar de calidad ambiental categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales en las estaciones CR-01, CR-02, CR-04, CR-07 y CR-08 mientras que en las estaciones CR-05, CR-06 y CR-09 no cumplen debido a que los tratamientos implementados no son los adecuados para precipitar el manganeso y éste parámetro supera el estándar de calidad ambiental, categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales.

En la mayoría de las 8 estaciones de muestreo en la época de estiaje y lluvia los parámetros de: aceites y grasas, cianuro wad, DBO5, berilio, cromo, boro, cadmio, cobalto, cromo total, mercurio y selenio se encuentran por debajo del límite de detección del equipo.

En la mayoría de las 8 estaciones de muestreo en la época de estiaje y lluvia los parámetros de: oxígeno disuelto y pH se encuentran próximos al límite del estándar de calidad ambiental (ECA).

La mayor concentración de los parámetros como el cadmio, cobre, hierro, litio, magnesio, manganeso, plomo y coliformes en el río Torres se presentan aguas abajo de todas las operaciones (estación de muestreo CR-09) comparado a la concentración aguas arriba del río torres (estación de muestreo CR-08) debido a la influencia de los ríos tributarios (río Palmadera, río Chuspic y río

Chocopata), actividades antrópicas, litología, topografía, operaciones mineras, y pasivos ambientales mineros ubicados aguas arriba de la mina Huanzalá.

El magnesio es el parámetro que presenta mayor dispersión de concentración junto con el manganeso, hierro y zinc en las 8 estaciones de muestreo en las épocas de estiaje y lluvia.

5.2. Recomendaciones

Considerar en la evaluación de la calidad del agua, otros factores que impactan sobre esta, como son los pasivos ambientales mineros de antiguas instalaciones mineras aguas arribas de la mina Huanzalá (bocaminas, instalaciones antiguas), la ganadería y agricultura, el vertido de aguas residuales domésticas sin tratamiento previo.

Cumplir con un programa de limpieza de cunetas, sedimentadores y trampas de grasa en interior mina para que el agua ácida de mina llegue a la planta de neutralización con pocos sedimentos.

Hacer un inventario de pasivos ambientales a lo largo del río Torres aguas arriba de las operaciones para conocer los potenciales aportantes de contaminantes al río.

Como medida de mitigación se tiene que mejorar la recirculación del agua o implementar un sistema floculante como tratamiento de las aguas decantadas de la relavera Chuspic para reducir la concentración de metales en la estación de muestreo CR-05.

Como medida de mitigación se tiene que realizar el mantenimiento de las infraestructuras de manejo de agua, inspeccionar la zona y acelerar el cierre de las bocaminas en el nivel F y H en la zona denominada Huanzalá sur para evitar elevadas concentraciones de metales en la estación de muestreo CR-06.

Como medida de mitigación se debe optimizar el agua en las operaciones mineras con la finalidad de mitigar los impactos generados en los vertimientos en la estación de muestreo CR-09.

Como medida de mitigación se tiene que hacer el seguimiento de las medidas de mitigación establecidos en el Plan de Cierre de Mina de la Unidad

Minera Huanzalá con la finalidad de reducir el impacto a los cuerpos receptores como la del agua del río Torres.

BIBLIOGRAFÍA

- Autoridad Nacional del Agua. (1994). *Diagnóstico nacional de la calidad del agua*, 2 (2). pp.45-80. Lima, Perú. ANA.
- Autoridad Nacional del Agua. (2010). *Plan nacional de recursos hídricos*. 1 (5). pp.5-38. Lima, Perú. ANA.
- Autoridad Nacional del Agua. (2018). *Metodología para la determinación del índice de calidad de agua de los recursos hídricos superficiales en el Perú* (ICA-PE), pp.1-44. Lima, Perú. ANA.
- Compañía Minera Santa Luisa S.A. (2016). *Plan de cierre de minas de la unidad minera Huanzalá*. pp.95-250. Lima, Perú.
- EcuRed. (2018). *El Manganeso en el agua*. In EcuRed, pp. 3-6. Madrid, España.
- Lira, A. D. (2007). *Panorama de la minería en el Perú*. Osinergmin, pp.1-198. Lima, Perú.
- Ministerio del Ambiente. 2015. *Aprueban estándares de calidad ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias*. El Peruano, pp.6-9. Lima, Perú. MINAM.
- Ministerio de Energía y Minas. (2015). *Glosario Técnico Minero*. p.5. Bogotá, Colombia.
- Mining. (2013). *Industria minera, guía de negocios en el Peru*. Doing Business -Mining 2013, pp.1-52. Lima, Perú.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2010). *Normas de protección y conservación del ambiente por parte de la Compañía Minera Santa Luisa*. pp. 15-45. Lima, Perú.
- Castillo, R. (2010). *Estudio de la contaminación por metales en la cuenca del Llobregat*. pp.7. Madrid, España.
- Rojas, F. & Rivera, P. (2009). *Estrés por aluminio en plantas*. Pp.4-8. Colombia: Babel.
- Taype, N., Montano, Y., Verde, C. & Medina, K. (2015). *Flora de ambientes crioturbados*. P.2. Huaraz, Perú.

- Alvarez, M. (2016). *Interacción agua/roca y controles fisicoquímicos sobre el procesamiento de minerales en las celdas de flotación: efecto de iones aluminio, calcio y magnesio*, p.128. Lima, Perú.
- Bamforth, S. M., Manning, D. A. C., Singleton, I., Younger, P. L., & Johnson, K. L. (2006). *Manganese removal from mine waters - investigating the occurrence and importance of manganese carbonates*. *Applied Geochemistry*, 21(8), pp.1274–1287.
- Barreto, P., Espinoza, G., & Leyva, M. (2016). *Protocolo de monitoreo de agua*. *Revista mexicana de ingenieros químicos*. pp.1-20. México.
- Bartram, J., Ballance, R., Meybeck, M., Kuusisto, E., Mäkelä, A., & Mälkki, E. (1996). *Water quality. Water quality monitoring - A practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes*. pp.1–22. USA.
- Barreto, P., Espinoza, G., & Leyva, M. (2016). *Protocolo de monitoreo de agua*. *revista mexicana de ingenieros químicos*. pp.1-20. Lima, Perú.
- Benavides, R. (2012). *La minería responsable y sus aportes al desarrollo del Perú*. 28 (4). pp.74–187. Lima, Perú.
- Castillo, R. (2010, diciembre 24). *Estudio de la contaminación por metales en la cuenca de Llobregat*. *Elsevier*. 4, p.6. México.
- Guzmán, G., & Thalasso, F. (2011). *Evaluación espacio-temporal de la calidad del agua del río San Pedro en el estado de aguas calientes, México*. *Rev. Int. Contam. Ambie*, 27(2), pp. 115–127. México.
- Kee, J. C., Gonzales, M. J., Ponce, O., Ramírez, L., León, V., Torres, A., Loayza-muro, R. (2018). *Accumulation of heavy metals in native Andean plants : potential tools for soil phytoremediation in Ancash (Peru)*. pp. 2-4. Springer.
- Landa, Y. (2017). *Renta extractiva y la minería del cobre en el Perú*. *Problemas del desarrollo*. 48(189). pp.141–168.
- Osuna, J. (2009). *Conductividad eléctrica en función de la temperatura de compuestos de 3YTZP*. p.45. Sevilla, España.
- Pavoni, E., Covelli, S., Adami, G., Baracchini, E., Cattelan, R., Crosera, M., Petranich, E. (2018). *Mobility and fate of Thallium and other potentially harmful elements in*

- drainage waters from a decommissioned Zn-Pb mine (North-Eastern Italian Alps).*
Journal of Geochemical Exploration. 188(2017). pp.1–10. Italia.
- Pérez, J. (2003). *Tratamiento De Aguas*, p.35. Madrid, España.
- Rojas, F. & Rivera, P. (2009, marzo 13). *Estrés por aluminio en plantas.*
Iberoamericana, 126, pp.5-20.
- Romero, A. a, Flores, S. L., & Pacheco, W. W. (2010). *Estudio de la calidad de agua de la cuenca del río Santa.* Revista Del Instituto de Investigaciones FIGMMG. 13, pp.61–69. Ancash, Perú.
- Sánchez, D. (2015). *La calidad del agua y su control.* pp.1–49. Bogotá, Colombia.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2007). *Monitoreo de la calidad de Agua en los rios en el Perú.* pp.1–14. Lima, Perú.
- Taype, N., Montano, Y., Verde, C. & Medina, K. (2015, diciembre 20). *Flora de ambientes crioturbados.* Scielo, p.10. Ancash, Perú.
- UN WATER. (2002). *Water Quality.* Cwa, p.16. Madrid, España.

ANEXO

ANEXO 1

Visita a campo, toma y traslado de muestras



Figura 1. Preparación de equipos y materiales de muestreo.



Figura 2. Toma de datos en campo.



Figura 3. Estación de muestreo CR-07: Rio Chocopata, aguas EF-06.



Figura 4. Estación de muestreo CR-06: Rio Chocopata, aguas arriba del efluente EF-06



Figura 5. Estación de muestreo CR-05: Rio Chuspic, aguas abajo de la relavera Chuspic.



Figura 6. Estación de muestreo CR-09. Rio Torres, aguas debajo de todas las operaciones a 200m del efluente proveniente la planta de neutralización.



Figura 7. Cuenca del río Torres.

ANEXO 2

**Carta de autorización de uso de datos de
monitoreo de calidad de agua Huanzalá**

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Huanzalá, 09 de agosto del 2018

Señores de la Facultad de Ciencias del Ambiente, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo:

Yo **Ing. Raymundo del Carpio Tejada**, identificado con DNI N° 10322885 en mi calidad de Gerente de Responsabilidad Social de la Compañía Minera Santa Luisa SA, por medio de la presente hago de conocimiento que el señor **Jordy Reyes Huerta**, identificado con DNI N° 72179130, Coordinador de Asuntos Ambientales de la Compañía Minera Santa Luisa SA viene realizando su proyecto de tesis denominado **“CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO TORRES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA MINA HUANZALÁ, EN EL DISTRITO DE HUALLANCA, PROVINCIA DE BOLOGNESI-ANCASH. PERIODO JUNIO 2017 – ENERO 2018”**, para lo cual se le autorizó el uso de datos de Monitoreo de Calidad de Agua y Efluentes Huanzalá de las fechas de junio y noviembre del 2017 para que pueda realizar adecuadamente su proyecto de tesis.

Firmo el presente para dar fe de que el uso de los datos de Monitoreo de Calidad de Agua y Efluentes Huanzalá son autorizados por mi persona en representación de la Compañía Minera Santa Luisa SA.

Atentamente,



Ing. Raymundo Del Carpio Tejada
Gerente de Responsabilidad Social
Compañía Minera Santa Luisa SA

ANEXO 3

Informe de ensayo en la época de estiaje

INFORME DE ENSAYO: 22723/2017

CIA. MINERA SANTA LUISA S.A.

Av. REPUBLICA DE PANAMA Nro. 3531 INT. 1501 URB. LIMATAMBO San Isidro Lima

MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA Y EFLUENTES HUANZALÁ - MEMORANDUM 121 – 2017/DAA

Emitido por: Karin Zelada Trigos - Luis Rodríguez Carranza

Impreso el 15/06/2017



Quím. Karin Zelada Trigos

CQP: 830

Sup. Emisión Informes – Lima



Blgo. Luis Rodríguez Carranza

CBP: 7856

Sup. Microbiología - Lima

INFORME DE ENSAYO: 22723/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 1

NºALS-CORPLAB				213212/2017-1.0	213219/2017-1.0	213220/2017-1.0
Fecha de Muestreo				01/06/2017	01/06/2017	01/06/2017
Hora de Muestreo				09:15:00	10:23:00	10:40:00
Tipo de Muestra				Aguas Superficiales	Aguas Superficiales	Aguas Superficiales
Identificación				CR-01	CR-02	CR-04
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
001 DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE						
Conductividad*	2206	uS/cm	---	108	140	258
Oxígeno Disuelto*	2207	mg/L	---	6,69	6,63	6,34
pH*	2209	Unidades pH	---	7,75	7,79	7,84
Temperatura de la Muestra*	2210	°C	---	6,60	7,72	10,12
Turbidez (Cliente)*	2211	NTU	---	6,9	4,9	3,0
003 ANALISIS FISICOQUIMICOS						
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Alcalinidad Total	17591	mg CaCO3/L	1,0	47,0	58,8	116,8
Alcalinidad Bicarbonato	17591	mg CaCO3/L	1,0	47,0	58,8	110,2
Cianuro Wad	11597	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cromo Hexavalente	12235	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	mg/L	2	< 2	< 2	< 2
Nitrógeno Amoniacal	11620	mg NH3-N/L	0,006	0,047	0,054	0,035
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	76	98	174
005 ANALISIS POR CROMATOGRAFIA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,106	0,096	0,158
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	8,532	12,89	18,10
007 ANALISIS DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,077	0,072	< 0,002
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	0,00785
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002	0,007
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0230	0,0248	0,0082
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	14,88	19,77	45,38
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00084	0,00070	< 0,00003
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0605	0,0536	0,0059
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,35	0,39	0,27
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0019	0,0023	< 0,0001
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	2,421	2,698	1,061
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00869	0,01113	0,00222
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	0,00031	0,00511
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,908	1,035	0,436
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0008	0,0009	0,0003
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0007	0,0016	< 0,0002
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	< 0,00004	< 0,00004	0,00156
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	1,7	1,6	2,9
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0944	0,1115	0,1924
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	0,000493
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0006
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0141	0,0355	< 0,0100

INFORME DE ENSAYO: 22723/2017

N°ALS-CORPLAB				213212/2017-1.0	213219/2017-1.0	213220/2017-1.0
Fecha de Muestreo				01/06/2017	01/06/2017	01/06/2017
Hora de Muestreo				09:15:00	10:23:00	10:40:00
Tipo de Muestra				Aguas Superficiales	Aguas Superficiales	Aguas Superficiales
Identificación				CR-01	CR-02	CR-04
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
007 ANALISIS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,134	0,156	0,035
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	< 0,00003	0,00055	0,00885
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002	0,010
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0250	0,0270	0,0082
Berilio (Be)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	15,37	21,24	47,53
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	< 0,00001	0,00045	< 0,00001
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00084	0,00219	0,00037
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,1375	0,2295	0,0470
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,38	0,45	0,31
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0020	0,0024	< 0,0001
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	2,506	2,802	1,112
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,01671	0,03522	0,00335
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	0,00033	0,00535
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,946	1,086	0,463
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0010	0,0011	0,0004
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0020	0,0133	< 0,0002
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	< 0,00004	< 0,00004	0,00156
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	1,7	1,7	3,1
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0953	0,1174	0,2034
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	0,000526
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0008
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0204	0,0594	< 0,0100
015 ANALISIS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Fecales	7193	NMP/100 mL	1,8	2,2E+1	1,1E+1	4,0
Coliformes Totales	7210	NMP/100 mL	1,8	2,8E+2	2,8E+2	3,3E+2

N°ALS-CORPLAB				213222/2017-1.0	213224/2017-1.0	213228/2017-1.0
Fecha de Muestreo				01/06/2017	01/06/2017	01/06/2017
Hora de Muestreo				13:10:00	11:37:00	14:10:00
Tipo de Muestra				Aguas Superficiales	Aguas Superficiales	Aguas Superficiales
Identificación				CR-05	CR-06	CR-07
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
001 DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE						
Conductividad*	2206	uS/cm	---	615	206	227
Oxígeno Disuelto*	2207	mg/L	---	6,16	5,83	5,98
pH*	2209	Unidades pH	---	8,00	7,96	8,13
Temperatura de la Muestra*	2210	°C	---	11,87	14,19	13,18
Turbidez (Cliente)*	2211	NTU	---	7,9	1,8	6,4
003 ANALISIS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Alcalinidad Total	17591	mg CaCO3/L	1,0	90,9	68,4	75,1
Alcalinidad Bicarbonato	17591	mg CaCO3/L	1,0	90,9	68,4	75,1
Cianuro Wad	11597	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

INFORME DE ENSAYO: 22723/2017

N° ALS - CORPLAB				213222/2017-1.0	213224/2017-1.0	213228/2017-1.0
Fecha de Muestreo				01/06/2017	01/06/2017	01/06/2017
Hora de Muestreo				13:10:00	11:37:00	14:10:00
Tipo de Muestra				Aguas Superficiales CR-05	Aguas Superficiales CR-06	Aguas Superficiales CR-07
Identificación	Ref. Mét.	Unidad	LD			
Parámetro						
Cromo Hexavalente	12235	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	mg/L	2	< 2	< 2	< 2
Nitrógeno Amoniacal	11620	mg NH3-N/L	0,006	0,502	0,054	0,036
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	416	142	154
005 ANALISIS POR CROMATOGRAFIA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	1,444	< 0,061	0,068
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	228,1	34,07	38,43
007 ANALISIS DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,010	< 0,002	0,017
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00447	0,00057	0,00052
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,010	< 0,002	< 0,002
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0179	0,0460	0,0367
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	97,10	26,27	29,83
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00051	< 0,00001	< 0,00001
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00780	0,00122	0,00092
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0439	0,0157	0,0384
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	3,40	0,36	0,59
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0140	0,0020	0,0038
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	5,301	5,435	5,331
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,24315	0,00817	0,01059
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00385	< 0,00002	< 0,00002
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	4,262	1,159	1,643
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	< 0,0002
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	< 0,0002	0,0005	0,0007
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00107	< 0,00004	< 0,00004
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	1,9	1,5	1,7
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,7155	0,2692	0,4596
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000323	< 0,000003	< 0,000003
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0612	0,0467	0,0445
007 ANALISIS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,043	0,013	0,045
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00653	0,00097	0,00078
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,012	< 0,002	0,003
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0190	0,0493	0,0385
Berilio (Be)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	101,4	27,11	29,83
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00062	< 0,00001	< 0,00001
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,02285	0,00122	0,00098
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,2438	0,0859	0,1356
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003

INFORME DE ENSAYO: 22723/2017

N°ALS-CORPLAB				213222/2017-1.0	213224/2017-1.0	213228/2017-1.0
Fecha de Muestreo				01/06/2017	01/06/2017	01/06/2017
Hora de Muestreo				13:10:00	11:37:00	14:10:00
Tipo de Muestra				Aguas Superficiales CR-05	Aguas Superficiales CR-06	Aguas Superficiales CR-07
Identificación	Ref. Mét.	Unidad	LD			
Parámetro						
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	3,58	0,42	0,62
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0143	0,0021	0,0038
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	5,647	5,568	5,331
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,26058	0,01802	0,01883
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00403	< 0,00002	< 0,00002
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	4,463	1,211	1,643
Níquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0007	< 0,0002	< 0,0002
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0044	0,0066	0,0035
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00113	< 0,00004	< 0,00004
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	1,9	1,5	1,7
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,7632	0,2788	0,4625
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000345	< 0,000003	< 0,000003
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	< 0,0001
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0788	0,0622	0,0639
015 ANALISIS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Fecales	7193	NMP/100 mL	1,8	2,0	1,1E+2	1,3E+2
Coliformes Totales	7210	NMP/100 mL	1,8	7,8	1,7E+3	2,2E+2

N°ALS-CORPLAB				213231/2017-1.0	213233/2017-1.0
Fecha de Muestreo				01/06/2017	01/06/2017
Hora de Muestreo				10:00:00	13:40:00
Tipo de Muestra				Aguas Superficiales CR-08	Aguas Superficiales CR-09
Identificación	Ref. Mét.	Unidad	LD		
Parámetro					
001 DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE					
Conductividad*	2206	uS/cm	---	270	607
Oxígeno Disuelto*	2207	mg/L	---	6,55	6,28
pH*	2209	Unidades pH	---	7,74	7,98
Temperatura de la Muestra*	2210	°C	---	8,22	12,65
Turbidez (Cliente)*	2211	NTU	---	5,3	7,5
003 ANALISIS FISICOQUÍMICOS					
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	< 1,0	< 1,0
Alcalinidad Total	17591	mg CaCO3/L	1,0	103,5	85,7
Alcalinidad Bicarbonato	17591	mg CaCO3/L	1,0	103,5	85,7
Cianuro Wad	11597	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001
Cromo Hexavalente	12235	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	mg/L	2	< 2	< 2
Nitrógeno Amoniacal	11620	mg NH3-N/L	0,006	0,023	0,230
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	186	414
005 ANALISIS POR CROMATOGRAFIA - Aniones por Cromatografía Iónica					
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,121	0,791
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	36,13	229,7
007 ANALISIS DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS					
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,108	0,082
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00118	0,00141
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,006	0,007
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0369	0,0276
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002

INFORME DE ENSAYO: 22723/2017

N°ALS-CORPLAB				213231/2017-1.0	213233/2017-1.0
Fecha de Muestreo				01/06/2017	01/06/2017
Hora de Muestreo				10:00:00	13:40:00
Tipo de Muestra				Aguas Superficiales CR-08	Aguas Superficiales CR-09
Identificación	Ref. Mét.	Unidad	LD		
Parámetro					
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	41,38	90,78
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00061	0,00113
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00045	0,00037
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00063	0,00593
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0552	0,0560
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,37	1,53
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0035	0,0192
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	3,880	9,412
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,06551	0,49485
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00323	0,00286
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	1,176	2,197
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0018	0,0013
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	< 0,015	< 0,015
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0012	0,0004
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00061	0,00058
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	1,7	1,7
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,2224	0,5071
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000330	< 0,000003
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,1088	0,0996
007 ANALISIS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS					
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,238	0,157
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00243	0,00314
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,008	0,007
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0389	0,0280
Berilio (Be)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	42,64	92,70
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00091	0,00138
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00051	0,00044
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00123	0,01367
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,4546	0,4779
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,42	1,60
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0036	0,0192
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	3,947	9,706
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,07396	0,5188
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00336	0,00289
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	1,222	2,235
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0022	0,0016
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	< 0,015	< 0,015
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0086	0,0070
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00066	0,00059
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	1,7	1,7
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,2284	0,5116
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	< 0,0002	< 0,0002

INFORME DE ENSAYO: 22723/2017

N° ALS - CORPLAB				213231/2017-1.0	213233/2017-1.0
Fecha de Muestreo				01/06/2017	01/06/2017
Hora de Muestreo				10:00:00	13:40:00
Tipo de Muestra				Aguas Superficiales CR-08	Aguas Superficiales CR-09
Identificación	Ref. Mét.	Unidad	LD		
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000341	0,000306
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	< 0,0001	0,0004
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,1955	0,1687
015 ANALISIS MICROBIOLOGICOS					
Coliformes Fecales	7193	NMP/100 mL	1,8	1,7E+1	2,4E+2
Coliformes Totales	7210	NMP/100 mL	1,8	4,6E+1	2,4E+2

Muestras del ítem: 2

N° ALS - CORPLAB				213235/2017-1.0	213238/2017-1.0	213243/2017-1.0
Fecha de Muestreo				01/06/2017	01/06/2017	01/06/2017
Hora de Muestreo				09:00:00	08:35:00	11:00:00
Tipo de Muestra				Agua Residual Industrial EF-01	Agua Residual Industrial EF-02	Agua Residual Industrial EF-04
Identificación	Ref. Mét.	Unidad	LD			
001 DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE						
Conductividad*	2206	uS/cm	---	218	523	2050
Oxígeno Disuelto*	2207	mg/L	---	6,57	6,00	5,79
pH*	2209	Unidades pH	---	7,71	7,61	7,54
Temperatura de la Muestra*	2210	°C	---	5,93	11,17	12,77
Turbidez (Cliente)*	2211	NTU	---	2,7	3,3	7,1
003 ANALISIS FISICOQUIMICOS						
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Cianuro Total	11585	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	0,008
Cromo Hexavalente	12235	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
007 ANALISIS DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	< 0,002	0,015	0,021
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	< 0,00003	0,00105	0,00090
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,014	0,005	0,019
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0367	0,0053	0,0306
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	22,04	88,46	348,9
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,00352
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,00097
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00094	< 0,00003	0,08316
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	1,37	1,19	17,67
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0373	< 0,0001	0,0668
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	4,469	2,883	20,78
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00809	0,01790	0,8838
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	0,00673
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	10,93	1,189	18,89
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	< 0,0002	0,0005	0,0010
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0006	< 0,0002	0,0013
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	< 0,00004	< 0,00004	0,00139
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	2,5	4,9	1,0
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,5033	1,830	2,922
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002

INFORME DE ENSAYO: 22723/2017

N°ALS-CORPLAB				213235/2017-1.0	213238/2017-1.0	213243/2017-1.0
Fecha de Muestreo				01/06/2017	01/06/2017	01/06/2017
Hora de Muestreo				09:00:00	08:35:00	11:00:00
Tipo de Muestra				Agua Residual Industrial EF-01	Agua Residual Industrial EF-02	Agua Residual Industrial EF-04
Identificación	Ref. Mét.	Unidad	LD			
Parámetro						
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0551	0,1060	0,4215
007 ANALISIS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,012	0,021	0,053
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	< 0,00003	0,00129	0,00317
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,015	0,005	0,020
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0387	0,0054	0,0306
Berilio (Be)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	22,41	90,02	350,9
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,00355
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,00100
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00112	0,00167	0,14833
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0185	0,0541	0,2699
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	1,40	1,21	17,95
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0399	< 0,0001	0,0683
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	4,505	2,966	21,23
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00834	0,01790	0,8939
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	0,00679
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	11,14	1,226	19,11
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	< 0,0002	0,0012	0,0010
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0022	0,0020	0,0218
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	< 0,00004	< 0,00004	0,00146
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	2,6	4,9	1,1
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,5193	1,843	2,950
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0625	0,1211	0,4415

N°ALS-CORPLAB				213245/2017-1.0	213254/2017-1.0	213255/2017-1.0
Fecha de Muestreo				01/06/2017	01/06/2017	01/06/2017
Hora de Muestreo				11:54:00	14:37:00	07:50:00
Tipo de Muestra				Agua Residual Industrial EF-06	Agua Residual Industrial EF-07	Agua Residual Industrial EF-08
Identificación	Ref. Mét.	Unidad	LD			
Parámetro						
001 DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE						
Conductividad*	2206	uS/cm	---	414	905	4130
Oxígeno Disuelto*	2207	mg/L	---	6,46	1,06	5,98
pH*	2209	Unidades pH	---	7,72	7,42	7,36
Temperatura de la Muestra*	2210	°C	---	8,31	12,96	12,76
Turbidez (Cliente)*	2211	NTU	---	1,5	25,7	4,7
003 ANALISIS FISICOQUIMICOS						
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Cianuro Total	11585	mg/L	0,001	< 0,001	0,005	< 0,001
Cromo Hexavalente	12235	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002

INFORME DE ENSAYO: 22723/2017

N°ALS - CORPLAB				213245/2017-1.0	213254/2017-1.0	213255/2017-1.0
Fecha de Muestreo				01/06/2017	01/06/2017	01/06/2017
Hora de Muestreo				11:54:00	14:37:00	07:50:00
Tipo de Muestra				Agua Residual Industrial EF-06	Agua Residual Industrial EF-07	Agua Residual Industrial EF-08
Identificación	Ref. Mét.	Unidad	LD			
Parámetro						
007 ANALISIS DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,017	0,039	0,076
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	< 0,00003	0,00152	< 0,00003
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,009	0,023	0,019
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0301	0,0296	0,0316
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	61,96	134,5	734,3
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00045	< 0,00001	0,01293
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	< 0,00001	0,00513	< 0,00001
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00042	0,00074	0,00226
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	< 0,0004	1,532	0,1202
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	< 0,00003	0,00043	< 0,00003
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,62	7,35	6,99
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0114	0,0275	0,2782
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	8,930	9,154	107,5
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,01936	1,019	7,240
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00038	0,09359	0,00203
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	3,076	8,501	4,917
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0006	0,0031	0,0008
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	< 0,015	0,072	< 0,015
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0003	0,0030	< 0,0002
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	2,3	4,6	0,7
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	1,940	0,8448	3,417
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	0,00104
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	< 0,000003	0,000543	< 0,000003
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0954	< 0,0100	0,1628
007 ANALISIS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,041	0,093	0,111
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00111	0,00374	0,00080
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,009	0,029	0,020
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0301	0,0296	0,0343
Berilio (Be)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	61,96	134,9	804,0
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00057	0,00087	0,01468
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	< 0,00001	0,00708	< 0,00001
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00042	0,00926	0,01137
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,1359	1,752	0,1541
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	< 0,00003	0,00046	< 0,00003
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,62	7,51	7,72
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0123	0,0275	0,2970
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	8,930	9,213	119,1
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,02141	1,028	7,960
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00038	0,09359	0,00219
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	3,076	8,534	5,459
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0006	0,0040	0,0010

INFORME DE ENSAYO: 22723/2017

N° ALS - CORPLAB				213245/2017-1.0	213254/2017-1.0	213255/2017-1.0
Fecha de Muestreo				01/06/2017	01/06/2017	01/06/2017
Hora de Muestreo				11:54:00	14:37:00	07:50:00
Tipo de Muestra				Agua Residual Industrial EF-06	Agua Residual Industrial EF-07	Agua Residual Industrial EF-08
Identificación	Ref. Mét.	Unidad	LD			
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	< 0,015	0,325	< 0,015
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0100	0,0519	0,0017
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	< 0,00004	0,00048	< 0,00004
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	2,5	4,6	0,8
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	1,942	0,8546	3,663
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	< 0,0002	0,0011	< 0,0002
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	0,00118
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	< 0,000003	0,000543	< 0,000003
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	< 0,0001	0,0003	< 0,0001
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,1194	0,2153	0,3234

Observaciones

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Reporte
Aceites y Grasas	1,0	mg/L	< 1,0	13/06/2017
Aceites y Grasas	1,0	mg/L	< 1,0	13/06/2017
Alcalinidad Total	1,0	mg CaCO3/L	< 1,0	03/06/2017
Aluminio (Al)	0,002	mg/L	< 0,002	13/06/2017
Aluminio Disuelto (Al)	0,002	mg/L	< 0,002	12/06/2017
Antimonio (Sb)	0,00004	mg/L	< 0,00004	13/06/2017
Antimonio Disuelto (Sb)	0,00004	mg/L	< 0,00004	12/06/2017
Arsénico (As)	0,00003	mg/L	< 0,00003	13/06/2017
Arsénico Disuelto (As)	0,00003	mg/L	< 0,00003	12/06/2017
Bario (Ba)	0,0001	mg/L	< 0,0001	13/06/2017
Bario Disuelto (Ba)	0,0001	mg/L	< 0,0001	12/06/2017
Berilio (Be)	0,00002	mg/L	< 0,00002	13/06/2017
Berilio Disuelto (Be)	0,00002	mg/L	< 0,00002	12/06/2017
Bismuto (Bi)	0,00002	mg/L	< 0,00002	13/06/2017
Bismuto Disuelto (Bi)	0,00002	mg/L	< 0,00002	12/06/2017
Boro (B)	0,002	mg/L	< 0,002	13/06/2017
Boro Disuelto (B)	0,002	mg/L	< 0,002	12/06/2017
Cadmio (Cd)	0,00001	mg/L	< 0,00001	13/06/2017
Cadmio Disuelto (Cd)	0,00001	mg/L	< 0,00001	12/06/2017
Calcio (Ca)	0,10	mg/L	< 0,10	13/06/2017
Calcio Disuelto (Ca)	0,10	mg/L	< 0,10	12/06/2017
Cianuro Total	0,001	mg/L	< 0,001	08/06/2017
Cianuro Total	0,001	mg/L	< 0,001	08/06/2017
Cianuro Wad	0,001	mg/L	< 0,001	06/06/2017
Cianuro Wad	0,001	mg/L	< 0,001	06/06/2017
Cloruros, Cl-	0,061	mg/L	< 0,061	06/06/2017
Cobalto (Co)	0,00001	mg/L	< 0,00001	13/06/2017
Cobalto Disuelto (Co)	0,00001	mg/L	< 0,00001	12/06/2017
Cobre (Cu)	0,00003	mg/L	< 0,00003	13/06/2017
Cobre Disuelto (Cu)	0,00003	mg/L	< 0,00003	12/06/2017
Coliformes Fecales	1,8	NMP/100 mL	< 1,8	07/06/2017
Coliformes Totales	1,8	NMP/100 mL	< 1,8	07/06/2017
Cromo (Cr)	0,0001	mg/L	< 0,0001	13/06/2017
Cromo Disuelto (Cr)	0,0001	mg/L	< 0,0001	12/06/2017

INFORME DE ENSAYO: 22723/2017

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Reporte
Cromo Hexavalente	0,002	mg/L	< 0,002	05/06/2017
Cromo Hexavalente	0,002	mg/L	< 0,002	05/06/2017
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	2	mg/L	< 2	07/06/2017
Estaño (Sn)	0,00003	mg/L	< 0,00003	13/06/2017
Estaño Disuelto (Sn)	0,00003	mg/L	< 0,00003	12/06/2017
Estroncio (Sr)	0,0002	mg/L	< 0,0002	13/06/2017
Estroncio Disuelto (Sr)	0,0002	mg/L	< 0,0002	12/06/2017
Fosforo (P)	0,015	mg/L	< 0,015	13/06/2017
Fosforo Disuelto (P)	0,015	mg/L	< 0,015	12/06/2017
Hierro (Fe)	0,0004	mg/L	< 0,0004	13/06/2017
Hierro Disuelto (Fe)	0,0004	mg/L	< 0,0004	12/06/2017
Litio (Li)	0,0001	mg/L	< 0,0001	13/06/2017
Litio Disuelto (Li)	0,0001	mg/L	< 0,0001	12/06/2017
Magnesio (Mg)	0,003	mg/L	< 0,003	13/06/2017
Magnesio Disuelto (Mg)	0,003	mg/L	< 0,003	12/06/2017
Manganeso (Mn)	0,00003	mg/L	< 0,00003	13/06/2017
Manganeso Disuelto (Mn)	0,00003	mg/L	< 0,00003	12/06/2017
Mercurio (Hg)	0,00003	mg/L	< 0,00003	13/06/2017
Mercurio Disuelto (Hg)	0,00003	mg/L	< 0,00003	12/06/2017
Molibdeno (Mo)	0,00002	mg/L	< 0,00002	13/06/2017
Molibdeno Disuelto (Mo)	0,00002	mg/L	< 0,00002	12/06/2017
Niquel (Ni)	0,0002	mg/L	< 0,0002	13/06/2017
Niquel Disuelto (Ni)	0,0002	mg/L	< 0,0002	12/06/2017
Nitrógeno Amoniacal	0,006	mg NH3-N/L	< 0,006	06/06/2017
Plata (Ag)	0,000003	mg/L	< 0,000003	13/06/2017
Plata Disuelta (Ag)	0,000003	mg/L	< 0,000003	12/06/2017
Plomo (Pb)	0,0002	mg/L	< 0,0002	13/06/2017
Plomo Disuelto (Pb)	0,0002	mg/L	< 0,0002	12/06/2017
Potasio (K)	0,04	mg/L	< 0,04	13/06/2017
Potasio Disuelto (K)	0,04	mg/L	< 0,04	12/06/2017
Selenio (Se)	0,0004	mg/L	< 0,0004	13/06/2017
Selenio Disuelto (Se)	0,0004	mg/L	< 0,0004	12/06/2017
Silicio (Si)	0,2	mg/L	< 0,2	13/06/2017
Silicio Disuelto (Si)	0,2	mg/L	< 0,2	12/06/2017
Sodio (Na)	0,006	mg/L	< 0,006	13/06/2017
Sodio Disuelto (Na)	0,006	mg/L	< 0,006	12/06/2017
Sólidos Totales Disueltos	2	mg/L	< 2	07/06/2017
Sulfatos, SO4-2	0,050	mg/L	< 0,050	06/06/2017
Talio (Tl)	0,00002	mg/L	< 0,00002	13/06/2017
Talio Disuelto (Tl)	0,00002	mg/L	< 0,00002	12/06/2017
Titanio (Ti)	0,0002	mg/L	< 0,0002	13/06/2017
Titanio Disuelto (Ti)	0,0002	mg/L	< 0,0002	12/06/2017
Uranio (U)	0,000003	mg/L	< 0,000003	13/06/2017
Uranio Disuelto (U)	0,000003	mg/L	< 0,000003	12/06/2017
Vanadio (V)	0,0001	mg/L	< 0,0001	13/06/2017
Vanadio Disuelto (V)	0,0001	mg/L	< 0,0001	12/06/2017
Zinc (Zn)	0,01	mg/L	< 0,01	13/06/2017
Zinc Disuelto (Zn)	0,01	mg/L	< 0,01	12/06/2017

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Reporte
Aceites y Grasas	104,5	80-120	13/06/2017
Aceites y Grasas	111,5	80-120	13/06/2017
Aceites y Grasas	106,0	80-120	13/06/2017
Aceites y Grasas	104,3	80-120	13/06/2017
Alcalinidad Total	95,8	85-115	03/06/2017
Alcalinidad Total	101,0	85-115	03/06/2017
Aluminio (Al)	99,4	80-120	13/06/2017
Aluminio Disuelto (Al)	101,8	80-120	12/06/2017
Antimonio (Sb)	105,9	80-120	13/06/2017
Antimonio Disuelto (Sb)	111,0	80-120	12/06/2017

INFORME DE ENSAYO: 22723/2017

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Reporte
Arsénico (As)	103,6	80-120	13/06/2017
Arsénico Disuelto (As)	107,1	80-120	12/06/2017
Bario (Ba)	102,0	80-120	13/06/2017
Bario Disuelto (Ba)	105,8	80-120	12/06/2017
Berilio (Be)	96,7	80-120	13/06/2017
Berilio Disuelto (Be)	101,5	80-120	12/06/2017
Bismuto (Bi)	100,8	80-120	13/06/2017
Bismuto Disuelto (Bi)	104,3	80-120	12/06/2017
Boro (B)	88,0	80-120	13/06/2017
Boro Disuelto (B)	86,0	80-120	12/06/2017
Cadmio (Cd)	102,3	80-120	13/06/2017
Cadmio Disuelto (Cd)	107,9	80-120	12/06/2017
Calcio (Ca)	97,0	80-120	13/06/2017
Calcio Disuelto (Ca)	102,8	80-120	12/06/2017
Cianuro Total	101,8	80-120	08/06/2017
Cianuro Total	99,6	80-120	08/06/2017
Cianuro Total	103,0	80-120	08/06/2017
Cianuro Total	98,8	80-120	08/06/2017
Cianuro Wad	108,4	80-120	06/06/2017
Cianuro Wad	105,1	80-120	06/06/2017
Cianuro Wad	101,0	80-120	06/06/2017
Cianuro Wad	102,2	80-120	06/06/2017
Cloruros, Cl-	101,0	80-120	06/06/2017
Cobalto (Co)	100,0	80-120	13/06/2017
Cobalto Disuelto (Co)	103,3	80-120	12/06/2017
Cobre (Cu)	103,7	80-120	13/06/2017
Cobre Disuelto (Cu)	106,9	80-120	12/06/2017
Cromo (Cr)	103,6	80-120	13/06/2017
Cromo Disuelto (Cr)	107,4	80-120	12/06/2017
Cromo Hexavalente	106,4	80-120	05/06/2017
Cromo Hexavalente	107,2	80-120	05/06/2017
Cromo Hexavalente	109,6	80-120	05/06/2017
Cromo Hexavalente	104,8	80-120	05/06/2017
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	110,1	80-120	07/06/2017
Estaño (Sn)	101,2	80-120	13/06/2017
Estaño Disuelto (Sn)	103,4	80-120	12/06/2017
Estroncio (Sr)	106,2	80-120	13/06/2017
Estroncio Disuelto (Sr)	107,0	80-120	12/06/2017
Fosforo (P)	115,6	80-120	13/06/2017
Fosforo Disuelto (P)	106,8	80-120	12/06/2017
Hierro (Fe)	99,7	80-120	13/06/2017
Hierro Disuelto (Fe)	102,8	80-120	12/06/2017
Litio (Li)	99,6	80-120	13/06/2017
Litio Disuelto (Li)	103,4	80-120	12/06/2017
Magnesio (Mg)	96,9	80-120	13/06/2017
Magnesio Disuelto (Mg)	99,0	80-120	12/06/2017
Manganeso (Mn)	102,3	80-120	13/06/2017
Manganeso Disuelto (Mn)	106,3	80-120	12/06/2017
Mercurio (Hg)	113,6	80-120	13/06/2017
Mercurio Disuelto (Hg)	117,6	80-120	12/06/2017
Molibdeno (Mo)	105,2	80-120	13/06/2017
Molibdeno Disuelto (Mo)	108,5	80-120	12/06/2017
Niquel (Ni)	103,8	80-120	13/06/2017
Niquel Disuelto (Ni)	106,2	80-120	12/06/2017
Nitrógeno Amoniacal	113,0	80-120	06/06/2017
Nitrógeno Amoniacal	100,1	80-120	06/06/2017
Plata (Ag)	101,5	80-120	13/06/2017
Plata Disuelta (Ag)	106,2	80-120	12/06/2017
Plomo (Pb)	105,4	80-120	13/06/2017
Plomo Disuelto (Pb)	107,6	80-120	12/06/2017
Potasio (K)	104,2	80-120	13/06/2017

INFORME DE ENSAYO: 22723/2017

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Reporte
Potasio Disuelto (K)	107,1	80-120	12/06/2017
Selenio (Se)	103,2	80-120	13/06/2017
Selenio Disuelto (Se)	108,4	80-120	12/06/2017
Silicio (Si)	112,0	80-120	13/06/2017
Silicio Disuelto (Si)	112,0	80-120	12/06/2017
Sodio (Na)	100,0	80-120	13/06/2017
Sodio Disuelto (Na)	102,5	80-120	12/06/2017
Sólidos Totales Disueltos	98,0	80-120	07/06/2017
Sólidos Totales Disueltos	102,0	80-120	07/06/2017
Sulfatos, SO4-2	100,4	80-120	06/06/2017
Talio (Tl)	100,2	80-120	13/06/2017
Talio Disuelto (Tl)	103,7	80-120	12/06/2017
Titanio (Ti)	115,4	80-120	13/06/2017
Titanio Disuelto (Ti)	117,2	80-120	12/06/2017
Uranio (U)	105,8	80-120	13/06/2017
Uranio Disuelto (U)	109,4	80-120	12/06/2017
Vanadio (V)	101,0	80-120	13/06/2017
Vanadio Disuelto (V)	104,0	80-120	12/06/2017
Zinc (Zn)	103,2	80-120	13/06/2017
Zinc Disuelto (Zn)	107,2	80-120	12/06/2017

LD = Límite de detección

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
CR-01	Cliente	Aguas Superficiales	02/06/2017	01/06/2017	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
CR-02	Cliente	Aguas Superficiales	02/06/2017	01/06/2017	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
CR-04	Cliente	Aguas Superficiales	02/06/2017	01/06/2017	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
CR-05	Cliente	Aguas Superficiales	02/06/2017	01/06/2017	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
CR-06	Cliente	Aguas Superficiales	02/06/2017	01/06/2017	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
CR-07	Cliente	Aguas Superficiales	02/06/2017	01/06/2017	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
CR-08	Cliente	Aguas Superficiales	02/06/2017	01/06/2017	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
CR-09	Cliente	Aguas Superficiales	02/06/2017	01/06/2017	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
EF-01	Cliente	Agua Residual Industrial	02/06/2017	01/06/2017	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
EF-02	Cliente	Agua Residual Industrial	02/06/2017	01/06/2017	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
EF-04	Cliente	Agua Residual Industrial	02/06/2017	01/06/2017	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
EF-06	Cliente	Agua Residual Industrial	02/06/2017	01/06/2017	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
EF-07	Cliente	Agua Residual Industrial	02/06/2017	01/06/2017	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
EF-08	Cliente	Agua Residual Industrial	02/06/2017	01/06/2017	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
12261	LME	Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed. 2012	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method

INFORME DE ENSAYO: 22723/2017

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
17591	LME	Alcalinidad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 22nd Ed. 2012	Alkalinity: Titration Method
8100	LME	Aniones por Cromatografía Ionica	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado)	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
11585	LME	Cianuro Total (Skalar)	ISO 14403-2 (Validado), First edition, 2012	Water quality - Determination of total cyanide and free cyanide using flow analysis (FIA and CFA)
11597	LME	Cianuro Wad (Skalar)	ASTM D6888-09 (Validado), 2009	Standard Test Method for Available Cyanide with Ligand Displacement and Flow Injection Analysis (FIA) Utilizing Gas Diffusion Separation and Amperometric Detection
7193	LME	Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
7210	LME	Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed. 2012	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique. Estimation of Bacterial Density
12235	LME	Cromo Hexavalente	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr B, 22nd Ed. 2012	Chromium: Colorimetric Method
12413	LME	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test
11421	LME	Metales Disueltos por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry
11420	LME	Metales Totales por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry
11620	LME	Nitrógeno Amoniacal (Skalar)	ISO 11732 (Validado), 2nd. Ed. 2005	Water quality - Determination of ammonium nitrogen - Method by flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection
12434	LME	Sólidos Totales Disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 22nd Ed. 2012	Solids: Total Dissolved Solids Dried at 180°C

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 22723/2017, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS, visitar el sitio Web www.corplab.net e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS - CORPLAB	Código único de Autenticidad
CR-01	213212/2017-1.0	msmrno&2212312
CR-02	213219/2017-1.0	nsmrno&2912312
CR-04	213220/2017-1.0	osmrno&2022312
CR-05	213222/2017-1.0	psmrno&2222312
CR-06	213224/2017-1.0	qsmrno&2422312
CR-07	213228/2017-1.0	rsmrno&2822312
CR-08	213231/2017-1.0	ssmrno&2132312

Estación de Muestreo	N° ALS - CORPLAB	Código único de Autenticidad
CR-09	213233/2017-1.0	tsmrno&2332312
EF-01	213235/2017-1.0	usmrno&2532312
EF-02	213238/2017-1.0	ltmrno&2832312
EF-04	213243/2017-1.0	mtmrno&2342312
EF-06	213245/2017-1.0	ntmrno&2542312
EF-07	213254/2017-1.0	otmrno&2452312
EF-08	213255/2017-1.0	ptmrno&2552312

ALS asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima.

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en Corporación de Laboratorios Ambientales del Perú S.A.C, su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de Corporación de Laboratorios Ambientales del Perú S.A.C; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

ANEXO 4

Informe de ensayo en la época de lluvia

INFORME DE ENSAYO: 55961/2017

CIA. MINERA SANTA LUISA S.A.

Av. REPUBLICA DE PANAMA Nro. 3531 INT. 1501 URB. LIMATAMBO San Isidro Lima

MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA Y EFLUENTES HUANZALÁ - MEMORANDUM 263 – 2017/DAA

Emitido por: Karin Zelada Trigos - Luis Rodríguez Carranza

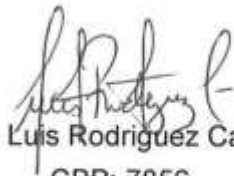
Fecha de Emisión: 15/12/2017



Quím. Karin Zelada Trigos

CQP: 830

Sup. Emisión Informes – Lima



Blgo. Luis Rodríguez Carranza

CBP: 7856

Sup. Microbiología - Lima

INFORME DE ENSAYO: 55961/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 1

				510017/2017-1.0	510035/2017-1.0	510036/2017-1.0
				30/11/2017	30/11/2017	30/11/2017
				11:07:00	10:40:00	14:54:00
				Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial
				EF-01	EF-02	EF-04
Identificación	Ref. Mét.	Unidad	LD			
Parámetro						
001 DATOS DEL CLIENTE						
Conductividad*	2206	uS/cm	---	221	498	2110
Oxígeno Disuelto*	2207	mg/L	---	5,87	5,43	4,09
pH*	2209	Unidades pH	---	7,85	7,51	7,26
Temperatura de la Muestra*	2210	°C	---	7,52	17,34	12,50
Turbidez (Cliente)*	2211	NTU	---	6,3	5,6	9,1
003 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Cianuro Total	11585	mg/L	0,001	< 0,001	0,005	< 0,001
Cromo Hexavalente	12235	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
007 ANÁLISIS DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	< 0,002	0,022	0,027
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	< 0,00003	0,00107	0,00220
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002	0,010
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0338	0,0063	0,0326
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	26,79	91,11	425,8
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00069	0,00013	0,00232
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,00097
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00105	0,00037	0,00991
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	< 0,0004	< 0,0004	0,0421
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	1,41	1,24	27,28
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0270	< 0,0001	0,0763
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	4,859	2,861	12,88
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,02393	0,01418	0,9140
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	0,00979
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	7,998	1,358	28,04
Níquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	0,0006	0,0013
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0023	< 0,0002	0,0010
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	< 0,00004	< 0,00004	0,00237
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	2,7	5,3	1,1
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,5612	1,667	3,677
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,1616	0,0999	0,3845
007 ANÁLISIS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,023	0,026	0,140
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	< 0,00003	0,00170	0,00388
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002	0,010
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0359	0,0063	0,0344
Berilio (Be)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002

INFORME DE ENSAYO: 55961/2017

Nº ALS LS				510017/2017-1.0	510035/2017-1.0	510036/2017-1.0
Fecha de Muestreo				30/11/2017	30/11/2017	30/11/2017
Hora de Muestreo				11:07:00	10:40:00	14:54:00
Tipo de Muestra				Agua Residual Industrial EF-01	Agua Residual Industrial EF-02	Agua Residual Industrial EF-04
Identificación						
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	26,79	91,84	430,9
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00079	0,00058	0,00262
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,00107
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00192	0,00264	0,03533
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0402	0,1111	0,4817
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	1,46	1,25	28,37
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0281	< 0,0001	0,0763
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	4,954	2,895	12,88
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,02543	0,01569	0,9322
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	0,01004
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	8,386	1,358	28,18
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0006	0,0013
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0109	0,0046	0,0279
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	< 0,00004	< 0,00004	0,00244
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	2,8	5,3	1,1
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,5612	1,680	3,803
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0011
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,1896	0,1402	0,4122

Nº ALS LS				510038/2017-1.0	510039/2017-1.0	510040/2017-1.0
Fecha de Muestreo				30/11/2017	30/11/2017	30/11/2017
Hora de Muestreo				15:58:00	07:55:00	08:22:00
Tipo de Muestra				Agua Residual Industrial EF-06	Agua Residual Industrial EF-07	Agua Residual Industrial EF-08
Identificación						
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
001 DATOS DEL CLIENTE						
Conductividad*	2206	uS/cm	---	358	685	3810
Oxígeno Disuelto*	2207	mg/L	---	5,48	3,01	5,13
pH*	2209	Unidades pH	---	7,98	7,06	7,25
Temperatura de la Muestra*	2210	°C	---	8,12	10,85	13,15
Turbidez (Cliente)*	2211	NTU	---	2,2	20,2	5,1
003 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Cianuro Total	11585	mg/L	0,001	0,009	< 0,001	< 0,001
Cromo Hexavalente	12235	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
007 ANÁLISIS DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,017	0,012	0,058
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00039	0,00136	0,00052
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	< 0,002	0,010	0,022
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0302	0,0164	0,0256
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	59,01	116,5	932,4
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00084	< 0,00001	0,01213
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	< 0,00001	0,00029	0,00052
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00047	0,00042	0,00199

INFORME DE ENSAYO: 55961/2017

Nº ALS LS				510038/2017-1.0	510039/2017-1.0	510040/2017-1.0
Fecha de Muestreo				30/11/2017	30/11/2017	30/11/2017
Hora de Muestreo				15:58:00	07:55:00	08:22:00
Tipo de Muestra				Agua Residual Industrial EF-06	Agua Residual Industrial EF-07	Agua Residual Industrial EF-08
Identificación						
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0113	0,1172	0,0066
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,63	4,70	8,29
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0150	0,0190	0,3511
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	8,095	6,969	114,6
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,02542	0,7002	7,731
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00038	0,00850	0,00076
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	3,173	5,308	8,158
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0009	0,0015	0,0007
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	< 0,015	0,110	< 0,015
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	0,0003	< 0,0002
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	2,2	3,9	0,5
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	1,700	0,6576	3,747
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	0,00103
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	< 0,0001	0,0002	< 0,0001
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,1696	< 0,0100	0,2010
007 ANÁLISIS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,028	0,045	0,081
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00062	0,00157	0,00087
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	< 0,002	0,022	0,022
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0303	0,0170	0,0259
Berilio (Be)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	60,57	122,3	941,5
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00086	0,00054	0,01310
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	< 0,00001	0,00127	0,00054
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00047	0,00500	0,00814
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0975	0,1555	0,1362
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,63	4,97	8,29
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0150	0,0190	0,3511
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	8,512	7,253	116,9
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,02542	0,7291	7,731
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00038	0,01378	0,00076
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	3,173	5,548	8,298
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0009	0,0018	0,0007
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	< 0,015	0,322	< 0,015
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0034	0,0251	0,0011
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	2,3	3,9	0,5
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	1,816	0,6698	3,747
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	0,00118
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	< 0,0001	0,0003	< 0,0001
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,1994	0,1330	0,3173

INFORME DE ENSAYO: 55961/2017

Muestras del ítem: 2

Nº ALS LS				510041/2017-1.0	510042/2017-1.0	510043/2017-1.0
Fecha de Muestreo				30/11/2017	30/11/2017	30/11/2017
Hora de Muestreo				11:24:00	13:46:00	14:20:00
Tipo de Muestra				Aguas Superficiales	Aguas Superficiales	Aguas Superficiales
Identificación				CR-01	CR-02	CR-04
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
001 DATOS DEL CLIENTE						
Conductividad*	2206	uS/cm	---	135	172	268
Oxígeno Disuelto*	2207	mg/L	---	5,63	5,57	5,69
pH*	2209	Unidades pH	---	8,02	8,09	8,34
Temperatura de la Muestra*	2210	°C	---	10,94	13,31	12,25
Turbidez (Cliente)*	2211	NTU	---	4,2	4,3	1,9
003 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Alcalinidad Total	17591	mg CaCO3/L	1,0	57,4	72,0	118,0
Alcalinidad Bicarbonato	17591	mg CaCO3/L	1,0	57,4	64,5	106,4
Cianuro Wad	11597	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cromo Hexavalente	12235	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	mg/L	2	< 2	< 2	< 2
Nitrógeno Amoniacal	11620	mg NH3-N/L	0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	88	116	188
005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,068	0,129	0,197
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	12,35	17,03	21,55
007 ANÁLISIS DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,097	0,090	0,008
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	< 0,00003	0,00038	0,00844
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0289	0,0301	0,0084
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	19,64	24,84	48,97
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00065	0,00105	0,00035
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0628	0,0548	0,0104
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,42	0,52	0,34
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0023	0,0028	< 0,0001
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	3,243	3,285	1,147
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00759	0,00886	0,00246
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00021	0,00041	0,00490
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	1,244	1,358	0,514
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0009	0,0009	0,0005
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	0,0015	< 0,0002
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	< 0,00004	< 0,00004	0,00150
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	1,5	1,4	3,2
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,1310	0,1408	0,2019
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	0,000555
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0007
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0159	0,0301	< 0,0100
007 ANÁLISIS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,151	0,135	0,044

INFORME DE ENSAYO: 55961/2017

Nº ALS LS				510041/2017-1.0	510042/2017-1.0	510043/2017-1.0
Fecha de Muestreo				30/11/2017	30/11/2017	30/11/2017
Hora de Muestreo				11:24:00	13:46:00	14:20:00
Tipo de Muestra				Aguas Superficiales CR-01	Aguas Superficiales CR-02	Aguas Superficiales CR-04
Identificación						
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00032	0,00042	0,00924
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0310	0,0319	0,0084
Berilio (Be)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	19,69	25,58	50,67
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00068	0,00105	0,00035
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,1285	0,1285	0,0623
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,44	0,56	0,37
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0024	0,0028	< 0,0001
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	3,279	3,402	1,188
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,01403	0,01571	0,00354
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00023	0,00041	0,00490
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	1,244	1,384	0,514
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0009	0,0009	0,0005
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0012	0,0046	0,0003
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	< 0,00004	< 0,00004	0,00150
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	1,7	1,5	3,2
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,1310	0,1483	0,2077
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	0,000555
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0009
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0159	0,0406	< 0,0100
015 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Fecales	7193	NMP/100 mL	1,8	1,7E+2	4,6E+2	4,9E+1
Coliformes Totales	7210	NMP/100 mL	1,8	4,9E+2	4,6E+2	2,4E+2

Nº ALS LS				510044/2017-1.0	510046/2017-1.0	510047/2017-1.0
Fecha de Muestreo				30/11/2017	30/11/2017	30/11/2017
Hora de Muestreo				08:52:00	15:42:00	10:00:00
Tipo de Muestra				Aguas Superficiales CR-05	Aguas Superficiales CR-06	Aguas Superficiales CR-07
Identificación						
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
001 DATOS DEL CLIENTE						
Conductividad*	2206	uS/cm	---	586	232	231
Oxígeno Disuelto*	2207	mg/L	---	5,83	4,34	5,26
pH*	2209	Unidades pH	---	7,63	8,02	8,04
Temperatura de la Muestra*	2210	°C	---	9,25	11,58	10,14
Turbidez (Cliente)*	2211	NTU	---	3,5	5,4	2,2
003 ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Alcalinidad Total	17591	mg CaCO3/L	1,0	99,3	78,4	72,2
Alcalinidad Bicarbonato	17591	mg CaCO3/L	1,0	99,3	78,4	72,2
Cianuro Wad	11597	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cromo Hexavalente	12235	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	mg/L	2	< 2	< 2	< 2
Nitrógeno Amoniacal	11620	mg NH3-N/L	0,006	0,464	< 0,006	< 0,006
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	394	150	140

INFORME DE ENSAYO: 55961/2017

Nº ALS LS				510044/2017-1.0	510046/2017-1.0	510047/2017-1.0
Fecha de Muestreo				30/11/2017	30/11/2017	30/11/2017
Hora de Muestreo				08:52:00	15:42:00	10:00:00
Tipo de Muestra				Aguas Superficiales	Aguas Superficiales	Aguas Superficiales
Identificación				CR-05	CR-06	CR-07
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	1,667	< 0,061	0,074
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	192,1	40,94	40,44
007 ANÁLISIS DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,010	< 0,002	0,008
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00452	0,00060	0,00042
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0172	0,0499	0,0342
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	99,23	32,96	31,32
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00427	0,00119	0,00071
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0344	0,0200	0,0216
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	3,98	0,51	0,58
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0128	0,0021	0,0032
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	3,762	6,438	5,486
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,25538	0,01387	0,00987
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00414	< 0,00002	0,00011
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	5,251	1,520	1,730
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0008	0,0004	0,0005
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	< 0,0002	0,0003	< 0,0002
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00106	< 0,00004	< 0,00004
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	2,5	1,3	1,5
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,7347	0,3099	0,4119
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000384	< 0,000003	< 0,000003
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0450	0,0725	0,0604
007 ANÁLISIS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,034	0,016	0,026
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00668	0,00075	0,00046
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0173	0,0526	0,0361
Berilio (Be)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	99,23	32,96	32,85
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00427	0,00121	0,00077
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,2364	0,0653	0,0658
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	4,00	0,51	0,62
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0128	0,0021	0,0032
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	3,762	6,504	5,740
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,25538	0,01387	0,00987
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00421	< 0,00002	0,00013

INFORME DE ENSAYO: 55961/2017

Nº ALS LS				510044/2017-1.0	510046/2017-1.0	510047/2017-1.0
Fecha de Muestreo				30/11/2017	30/11/2017	30/11/2017
Hora de Muestreo				08:52:00	15:42:00	10:00:00
Tipo de Muestra				Aguas Superficiales CR-05	Aguas Superficiales CR-06	Aguas Superficiales CR-07
Identificación						
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	5,251	1,520	1,819
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0008	0,0004	0,0005
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0033	0,0036	0,0011
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00111	< 0,00004	< 0,00004
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	2,5	1,3	1,5
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,7590	0,3099	0,4289
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000410	< 0,000003	< 0,000003
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0701	0,0782	0,0743
015 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Fecales	7193	NMP/100 mL	1,8	3,3E+1	2,4E+2	3,3E+2
Coliformes Totales	7210	NMP/100 mL	1,8	1,3E+2	4,9E+2	4,9E+2

Nº ALS LS				510048/2017-1.0	510049/2017-1.0
Fecha de Muestreo				30/11/2017	30/11/2017
Hora de Muestreo				13:15:00	09:28:00
Tipo de Muestra				Aguas Superficiales CR-08	Aguas Superficiales CR-09
Identificación					
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD		
001 DATOS DEL CLIENTE					
Conductividad*	2206	uS/cm	---	280	603
Oxígeno Disuelto*	2207	mg/L	---	5,34	5,78
pH*	2209	Unidades pH	---	8,07	7,80
Temperatura de la Muestra*	2210	°C	---	16,36	10,75
Turbidez (Cliente)*	2211	NTU	---	3,1	6,4
003 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	< 1,0	< 1,0
Alcalinidad Total	17591	mg CaCO3/L	1,0	106,6	95,4
Alcalinidad Bicarbonato	17591	mg CaCO3/L	1,0	93,7	95,4
Cianuro Wad	11597	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001
Cromo Hexavalente	12235	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	mg/L	2	< 2	< 2
Nitrógeno Amoniacal	11620	mg NH3-N/L	0,006	< 0,006	0,160
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	190	422
005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica					
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,152	1,034
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	38,70	209,9
007 ANÁLISIS DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS					
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,147	0,067
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00165	0,00165
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0399	0,0281
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	45,36	95,91
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00044	0,00061
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00085	0,00271
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,1203	0,0814

INFORME DE ENSAYO: 55961/2017

Nº ALS LS				510048/2017-1.0	510049/2017-1.0
Fecha de Muestreo				30/11/2017	30/11/2017
Hora de Muestreo				13:15:00	09:28:00
Tipo de Muestra				Aguas Superficiales CR-08	Aguas Superficiales CR-09
Identificación					
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD		
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,45	1,55
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0035	0,0192
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	4,017	9,423
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,04407	0,41962
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00377	0,00317
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	1,326	2,398
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0017	0,0014
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	< 0,015	< 0,015
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0020	0,0009
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00058	0,00055
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	1,5	1,6
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,2315	0,4839
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0003	0,0002
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0774	0,0958
007 ANÁLISIS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS					
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,196	0,149
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00273	0,00348
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0424	0,0298
Berilio (Be)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	46,54	99,36
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00071	0,00128
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	< 0,00001	0,00042
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00090	0,00796
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,3573	0,4565
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,45	1,64
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0035	0,0192
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	4,083	9,721
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,05033	0,44316
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00379	0,00322
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	1,326	2,468
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0019	0,0017
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	< 0,015	< 0,015
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0057	0,0134
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00065	0,00064
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	1,5	1,6
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,2435	0,5107
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0005
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,1364	0,1686
015 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS					
Coliformes Fecales	7193	NMP/100 mL	1,8	4,6E+1	7,9E+2
Coliformes Totales	7210	NMP/100 mL	1,8	9,4E+1	1,7E+3

INFORME DE ENSAYO: 55961/2017

Observaciones

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

LD = Límite de detección.

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	1,0	mg/L	< 1,0	04/12/2017
Aceites y Grasas	1,0	mg/L	< 1,0	04/12/2017
Alcalinidad Total	1,0	mg CaCO3/L	< 1,0	06/12/2017
Aluminio (Al)	0,002	mg/L	< 0,002	04/12/2017
Aluminio Disuelto (Al)	0,002	mg/L	< 0,002	04/12/2017
Antimonio (Sb)	0,00004	mg/L	< 0,00004	04/12/2017
Antimonio Disuelto (Sb)	0,00004	mg/L	< 0,00004	04/12/2017
Arsénico (As)	0,00003	mg/L	< 0,00003	04/12/2017
Arsénico Disuelto (As)	0,00003	mg/L	< 0,00003	04/12/2017
Bario (Ba)	0,0001	mg/L	< 0,0001	04/12/2017
Bario Disuelto (Ba)	0,0001	mg/L	< 0,0001	04/12/2017
Berilio (Be)	0,00002	mg/L	< 0,00002	04/12/2017
Berilio Disuelto (Be)	0,00002	mg/L	< 0,00002	04/12/2017
Bismuto (Bi)	0,00002	mg/L	< 0,00002	04/12/2017
Bismuto Disuelto (Bi)	0,00002	mg/L	< 0,00002	04/12/2017
Boro (B)	0,002	mg/L	< 0,002	04/12/2017
Boro Disuelto (B)	0,002	mg/L	< 0,002	04/12/2017
Cadmio (Cd)	0,00001	mg/L	< 0,00001	04/12/2017
Cadmio Disuelto (Cd)	0,00001	mg/L	< 0,00001	04/12/2017
Calcio (Ca)	0,10	mg/L	< 0,10	04/12/2017
Calcio Disuelto (Ca)	0,10	mg/L	< 0,10	04/12/2017
Cianuro Total	0,001	mg/L	< 0,001	05/12/2017
Cianuro Wad	0,001	mg/L	< 0,001	02/12/2017
Cianuro Wad	0,001	mg/L	< 0,001	02/12/2017
Cloruros, Cl-	0,061	mg/L	< 0,061	02/12/2017
Cloruros, Cl-	0,061	mg/L	< 0,061	02/12/2017
Cloruros, Cl-	0,061	mg/L	< 0,061	01/12/2017
Cloruros, Cl-	0,061	mg/L	< 0,061	02/12/2017
Cobalto (Co)	0,00001	mg/L	< 0,00001	04/12/2017
Cobalto Disuelto (Co)	0,00001	mg/L	< 0,00001	04/12/2017
Cobre (Cu)	0,00003	mg/L	< 0,00003	04/12/2017
Cobre Disuelto (Cu)	0,00003	mg/L	< 0,00003	04/12/2017
Coliformes Fecales	1,8	NMP/100 mL	< 1,8	01/12/2017
Coliformes Fecales	1,8	NMP/100 mL	< 1,8	01/12/2017
Coliformes Totales	1,8	NMP/100 mL	< 1,8	01/12/2017
Cromo (Cr)	0,0001	mg/L	< 0,0001	04/12/2017
Cromo Disuelto (Cr)	0,0001	mg/L	< 0,0001	04/12/2017
Cromo Hexavalente	0,002	mg/L	< 0,002	02/12/2017
Cromo Hexavalente	0,002	mg/L	< 0,002	02/12/2017
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	2	mg/L	< 2	01/12/2017
Estaño (Sn)	0,00003	mg/L	< 0,00003	04/12/2017
Estaño Disuelto (Sn)	0,00003	mg/L	< 0,00003	04/12/2017
Estroncio (Sr)	0,0002	mg/L	< 0,0002	04/12/2017
Estroncio Disuelto (Sr)	0,0002	mg/L	< 0,0002	04/12/2017
Fosforo (P)	0,015	mg/L	< 0,015	04/12/2017
Fosforo Disuelto (P)	0,015	mg/L	< 0,015	04/12/2017
Hierro (Fe)	0,0004	mg/L	< 0,0004	04/12/2017
Hierro Disuelto (Fe)	0,0004	mg/L	< 0,0004	04/12/2017
Litio (Li)	0,0001	mg/L	< 0,0001	04/12/2017
Litio Disuelto (Li)	0,0001	mg/L	< 0,0001	04/12/2017
Magnesio (Mg)	0,003	mg/L	< 0,003	04/12/2017
Magnesio Disuelto (Mg)	0,003	mg/L	< 0,003	04/12/2017

INFORME DE ENSAYO: 55961/2017

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Manganeso (Mn)	0,00003	mg/L	< 0,00003	04/12/2017
Manganeso Disuelto (Mn)	0,00003	mg/L	< 0,00003	04/12/2017
Mercurio (Hg)	0,00003	mg/L	< 0,00003	04/12/2017
Mercurio Disuelto (Hg)	0,00003	mg/L	< 0,00003	04/12/2017
Molibdeno (Mo)	0,00002	mg/L	< 0,00002	04/12/2017
Molibdeno Disuelto (Mo)	0,00002	mg/L	< 0,00002	04/12/2017
Niquel (Ni)	0,0002	mg/L	< 0,0002	04/12/2017
Niquel Disuelto (Ni)	0,0002	mg/L	< 0,0002	04/12/2017
Nitrógeno Amoniacal	0,006	mg NH3-N/L	< 0,006	04/12/2017
Nitrógeno Amoniacal	0,006	mg NH3-N/L	< 0,006	04/12/2017
Plata (Ag)	0,000003	mg/L	< 0,000003	04/12/2017
Plata Disuelta (Ag)	0,000003	mg/L	< 0,000003	04/12/2017
Plomo (Pb)	0,0002	mg/L	< 0,0002	04/12/2017
Plomo Disuelto (Pb)	0,0002	mg/L	< 0,0002	04/12/2017
Potasio (K)	0,04	mg/L	< 0,04	04/12/2017
Potasio Disuelto (K)	0,04	mg/L	< 0,04	04/12/2017
Selenio (Se)	0,0004	mg/L	< 0,0004	04/12/2017
Selenio Disuelto (Se)	0,0004	mg/L	< 0,0004	04/12/2017
Silicio (Si)	0,2	mg/L	< 0,2	04/12/2017
Silicio Disuelto (Si)	0,2	mg/L	< 0,2	04/12/2017
Sodio (Na)	0,006	mg/L	< 0,006	04/12/2017
Sodio Disuelto (Na)	0,006	mg/L	< 0,006	04/12/2017
Sólidos Totales Disueltos	2	mg/L	< 2	01/12/2017
Sulfatos, SO4-2	0,050	mg/L	< 0,050	02/12/2017
Sulfatos, SO4-2	0,050	mg/L	< 0,050	02/12/2017
Sulfatos, SO4-2	0,050	mg/L	< 0,050	01/12/2017
Sulfatos, SO4-2	0,050	mg/L	< 0,050	02/12/2017
Talio (Tl)	0,00002	mg/L	< 0,00002	04/12/2017
Talio Disuelto (Tl)	0,00002	mg/L	< 0,00002	04/12/2017
Titanio (Ti)	0,0002	mg/L	< 0,0002	04/12/2017
Titanio Disuelto (Ti)	0,0002	mg/L	< 0,0002	04/12/2017
Uranio (U)	0,000003	mg/L	< 0,000003	04/12/2017
Uranio Disuelto (U)	0,000003	mg/L	< 0,000003	04/12/2017
Vanadio (V)	0,0001	mg/L	< 0,0001	04/12/2017
Vanadio Disuelto (V)	0,0001	mg/L	< 0,0001	04/12/2017
Zinc (Zn)	0,01	mg/L	< 0,01	04/12/2017
Zinc Disuelto (Zn)	0,01	mg/L	< 0,01	04/12/2017

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	104,8	80-120	04/12/2017
Aceites y Grasas	109,3	80-120	04/12/2017
Aceites y Grasas	82,0	80-120	04/12/2017
Aceites y Grasas	96,8	80-120	04/12/2017
Alcalinidad Total	95,5	85-115	06/12/2017
Alcalinidad Total	96,0	85-115	06/12/2017
Aluminio (Al)	100,4	80-120	04/12/2017
Aluminio Disuelto (Al)	96,5	80-120	04/12/2017
Antimonio (Sb)	99,4	80-120	04/12/2017
Antimonio Disuelto (Sb)	101,1	80-120	04/12/2017
Arsénico (As)	102,9	80-120	04/12/2017
Arsénico Disuelto (As)	103,1	80-120	04/12/2017
Bario (Ba)	105,0	80-120	04/12/2017
Bario Disuelto (Ba)	105,0	80-120	04/12/2017
Berilio (Be)	92,0	80-120	04/12/2017
Berilio Disuelto (Be)	104,6	80-120	04/12/2017
Bismuto (Bi)	98,9	80-120	04/12/2017
Bismuto Disuelto (Bi)	98,7	80-120	04/12/2017
Boro (B)	96,0	80-120	04/12/2017
Boro Disuelto (B)	102,0	80-120	04/12/2017
Cadmio (Cd)	102,7	80-120	04/12/2017

INFORME DE ENSAYO: 55961/2017

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Cadmio Disuelto (Cd)	104,3	80-120	04/12/2017
Calcio (Ca)	98,0	80-120	04/12/2017
Calcio Disuelto (Ca)	99,4	80-120	04/12/2017
Cianuro Total	83,8	80-120	05/12/2017
Cianuro Total	100,5	80-120	05/12/2017
Cianuro Wad	102,0	80-120	02/12/2017
Cianuro Wad	98,2	80-120	02/12/2017
Cianuro Wad	114,8	80-120	02/12/2017
Cianuro Wad	99,3	80-120	02/12/2017
Cloruros, Cl-	101,5	80-120	02/12/2017
Cloruros, Cl-	101,3	80-120	02/12/2017
Cloruros, Cl-	100,7	80-120	01/12/2017
Cloruros, Cl-	101,1	80-120	02/12/2017
Cobalto (Co)	102,6	80-120	04/12/2017
Cobalto Disuelto (Co)	101,1	80-120	04/12/2017
Cobre (Cu)	104,4	80-120	04/12/2017
Cobre Disuelto (Cu)	105,0	80-120	04/12/2017
Cromo (Cr)	106,4	80-120	04/12/2017
Cromo Disuelto (Cr)	104,8	80-120	04/12/2017
Cromo Hexavalente	101,6	80-120	02/12/2017
Cromo Hexavalente	102,4	80-120	02/12/2017
Cromo Hexavalente	101,6	80-120	02/12/2017
Cromo Hexavalente	102,4	80-120	02/12/2017
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	113,6	80-120	01/12/2017
Estaño (Sn)	101,1	80-120	04/12/2017
Estaño Disuelto (Sn)	101,2	80-120	04/12/2017
Estroncio (Sr)	102,8	80-120	04/12/2017
Estroncio Disuelto (Sr)	104,0	80-120	04/12/2017
Fosforo (P)	100,4	80-120	04/12/2017
Fosforo Disuelto (P)	112,8	80-120	04/12/2017
Hierro (Fe)	99,0	80-120	04/12/2017
Hierro Disuelto (Fe)	101,8	80-120	04/12/2017
Litio (Li)	91,6	80-120	04/12/2017
Litio Disuelto (Li)	103,6	80-120	04/12/2017
Magnesio (Mg)	96,9	80-120	04/12/2017
Magnesio Disuelto (Mg)	95,4	80-120	04/12/2017
Manganeso (Mn)	104,7	80-120	04/12/2017
Manganeso Disuelto (Mn)	105,9	80-120	04/12/2017
Mercurio (Hg)	94,0	80-120	04/12/2017
Mercurio Disuelto (Hg)	94,0	80-120	04/12/2017
Molibdeno (Mo)	103,8	80-120	04/12/2017
Molibdeno Disuelto (Mo)	103,6	80-120	04/12/2017
Niquel (Ni)	102,8	80-120	04/12/2017
Niquel Disuelto (Ni)	103,2	80-120	04/12/2017
Nitrógeno Amoniacal	97,4	80-120	04/12/2017
Nitrógeno Amoniacal	102,0	80-120	04/12/2017
Nitrógeno Amoniacal	102,6	80-120	04/12/2017
Nitrógeno Amoniacal	101,2	80-120	04/12/2017
Plata (Ag)	105,2	80-120	04/12/2017
Plata Disuelta (Ag)	104,2	80-120	04/12/2017
Plomo (Pb)	105,4	80-120	04/12/2017
Plomo Disuelto (Pb)	106,4	80-120	04/12/2017
Potasio (K)	99,6	80-120	04/12/2017
Potasio Disuelto (K)	98,2	80-120	04/12/2017
Selenio (Se)	101,0	80-120	04/12/2017
Selenio Disuelto (Se)	106,0	80-120	04/12/2017
Silicio (Si)	104,0	80-120	04/12/2017
Silicio Disuelto (Si)	104,0	80-120	04/12/2017
Sodio (Na)	104,3	80-120	04/12/2017
Sodio Disuelto (Na)	99,4	80-120	04/12/2017
Sólidos Totales Disueltos	111,0	80-120	01/12/2017

INFORME DE ENSAYO: 55961/2017

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Sólidos Totales Disueltos	98,1	80-120	01/12/2017
Sulfatos, SO4-2	99,8	80-120	02/12/2017
Sulfatos, SO4-2	99,5	80-120	02/12/2017
Sulfatos, SO4-2	100,2	80-120	01/12/2017
Sulfatos, SO4-2	100,2	80-120	02/12/2017
Talio (Tl)	97,4	80-120	04/12/2017
Talio Disuelto (Tl)	98,0	80-120	04/12/2017
Titanio (Ti)	95,2	80-120	04/12/2017
Titanio Disuelto (Ti)	93,6	80-120	04/12/2017
Uranio (U)	100,1	80-120	04/12/2017
Uranio Disuelto (U)	98,8	80-120	04/12/2017
Vanadio (V)	101,6	80-120	04/12/2017
Vanadio Disuelto (V)	102,4	80-120	04/12/2017
Zinc (Zn)	101,0	80-120	04/12/2017
Zinc Disuelto (Zn)	105,8	80-120	04/12/2017

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
EF-01	Cliente	Agua Residual Industrial	01/12/2017	30/11/2017	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
EF-02	Cliente	Agua Residual Industrial	01/12/2017	30/11/2017	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
EF-04	Cliente	Agua Residual Industrial	01/12/2017	30/11/2017	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
EF-06	Cliente	Agua Residual Industrial	01/12/2017	30/11/2017	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
EF-07	Cliente	Agua Residual Industrial	01/12/2017	30/11/2017	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
EF-08	Cliente	Agua Residual Industrial	01/12/2017	30/11/2017	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
CR-01	Cliente	Aguas Superficiales	01/12/2017	30/11/2017	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
CR-02	Cliente	Aguas Superficiales	01/12/2017	30/11/2017	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
CR-04	Cliente	Aguas Superficiales	01/12/2017	30/11/2017	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
CR-05	Cliente	Aguas Superficiales	01/12/2017	30/11/2017	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
CR-06	Cliente	Aguas Superficiales	01/12/2017	30/11/2017	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
CR-07	Cliente	Aguas Superficiales	01/12/2017	30/11/2017	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
CR-08	Cliente	Aguas Superficiales	01/12/2017	30/11/2017	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
CR-09	Cliente	Aguas Superficiales	01/12/2017	30/11/2017	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

INFORME DE ENSAYO: 55961/2017

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
12261	LME	Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed. 2012	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
17591	LME	Alcalinidad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 22nd Ed. 2012	Alkalinity: Titration Method
8100	LME	Aniones por Cromatografía Ionica	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado)	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
11585	LME	Cianuro Total (Skalar)	ISO 14403-2 (Validado), First edition, 2012	Water quality - Determination of total cyanide and free cyanide using flow analysis (FIA and CFA)
11597	LME	Cianuro Wad (Skalar)	ASTM D6888-09 (Validado), 2009	Standard Test Method for Available Cyanide with Ligand Displacement and Flow Injection Analysis (FIA) Utilizing Gas Diffusion Separation and Amperometric Detection
7193	LME	Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
7210	LME	Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed. 2012	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique. Estimation of Bacterial Density
12235	LME	Cromo Hexavalente	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr B, 22nd Ed. 2012	Chromium: Colorimetric Method
12413	LME	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test
11421	LME	Metales Disueltos por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry
11420	LME	Metales Totales por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry
11620	LME	Nitrógeno Amoniacal (Skalar)	ISO 11732 (Validado), 2nd. Ed. 2005	Water quality - Determination of ammonium nitrogen - Method by flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection
12434	LME	Sólidos Totales Disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 22nd Ed. 2012	Solids: Total Dissolved Solids Dried at 180°C

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 55961/2017, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
EF-01	510017/2017-1.0	qoorlp&5710015
EF-02	510035/2017-1.0	roorlp&5530015
EF-04	510036/2017-1.0	soorlp&5630015
EF-06	510038/2017-1.0	toorlp&5830015
EF-07	510039/2017-1.0	uoorlp&5930015
EF-08	510040/2017-1.0	lporlp&5040015
CR-01	510041/2017-1.0	mporlp&5140015

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
CR-02	510042/2017-1.0	nporlp&5240015
CR-04	510043/2017-1.0	oporlp&5340015
CR-05	510044/2017-1.0	pporlp&5440015
CR-06	510046/2017-1.0	qporlp&5640015
CR-07	510047/2017-1.0	rporlp&5740015
CR-08	510048/2017-1.0	sporlp&5840015
CR-09	510049/2017-1.0	tporlp&5940015

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.