



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
EVALUACIÓN HISTÓRICA DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN LA  
UNIDAD MINERA CARAHUACRA

Línea de investigación: Biodiversidad, ecología y conservación

Informe de Suficiencia Profesional para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

**Autor:**

Marín Muñoz, Diana Yajaira

**Asesor:**

Martínez Cabrera, Rubén

(ORCID: 0000-0002-4561-8627)

**Jurado:**

Cesar Minga, Julio

Aylas Humareda, Maria del Carmen

Aguirre Codero, Rogelio

Lima – Perú

2023

## INDICE

RESUMEN .....	6
ABSTRACT.....	7
I. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1 Trayectoria del autor .....	9
1.2 Descripción de la empresa.....	9
1.3 Organigrama de la empresa.....	10
1.4 Áreas y funciones desempeñadas .....	12
II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA .....	13
2.1 Objetivos .....	13
2.1.1 Objetivo general .....	13
2.1.2 Objetivos específicos .....	14
2.2 Metodología .....	14
2.2.1 Ubicación.....	14
2.2.2 Fuentes de información .....	15
2.2.3 Estaciones de monitoreo.....	16
2.2.4 Parámetros evaluados .....	17
2.2.5 Estándares de comparación .....	17
2.3 Resultados .....	20
2.3.1 Parámetros físicos-químicos.....	20
2.3.2 Parámetros inorgánicos.....	34
2.3.3 Parámetros microbiológicos .....	54
III. APORTES MÁS DESTACADOS A LA EMPRESA.....	58
IV. CONCLUSIONES.....	60
V. RECOMENDACIONES .....	62

VI. REFERENCIAS .....	63
VII. ANEXOS.....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Ubicación de las estaciones de calidad de agua superficial .....</i>	16
Tabla 2	<i>Estándares de comparación ECA agua - Categoría 3.....</i>	18
Tabla 3	<i>Resultado del monitoreo de la calidad de agua superficial para el periodo 2018, 2019 y 2020 – Parámetros Físicos-Químicos.....</i>	66
Tabla 4	<i>Resultados del monitoreo de la calidad de agua superficial para el periodo 2018, 2019 y 2020 – Parámetros Inorgánicos.....</i>	78
Tabla 5	<i>Resultados del monitoreo de la calidad de agua superficial para el periodo 2018, 2019 y 2020 – Parámetros Microbiológicos .....</i>	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Organigrama de la organización.....</i>	11
Figura 2	<i>Ubicación de la Unidad Minera Carahuacra .....</i>	15
Figura 3	<i>Resultados del potencial de hidrógeno en las estaciones de monitoreo .....</i>	21
Figura 4	<i>Resultados de conductividad eléctrica en las estaciones de monitoreo.....</i>	22
Figura 5	<i>Resultados de temperatura en las estaciones de monitoreo .....</i>	24
Figura 6	<i>Resultados de aceites y grasas en las estaciones de monitoreo.....</i>	25
Figura 7	<i>Resultados de demanda bioquímica de oxígeno en las estaciones de monitoreo</i> <i>26</i>	26
Figura 8	<i>Resultados de demanda química de oxígeno en las estaciones de monitoreo</i>	28
Figura 9	<i>Resultados de cianuro wad en las estaciones de monitoreo .....</i>	29
Figura 10	<i>Resultados de fenoles en las estaciones de monitoreo .....</i>	30
Figura 11	<i>Resultados de nitritos en las estaciones de monitoreo.....</i>	31
Figura 12	<i>Resultados de detergentes en las estaciones de monitoreo.....</i>	33
Figura 13	<i>Resultados de sulfatos en las estaciones de monitoreo.....</i>	34



Figura 14	<i>Resultados de aluminio en las estaciones de monitoreo</i> .....	36
Figura 15	<i>Resultados de arsénico en las estaciones de monitoreo</i> .....	37
Figura 16	<i>Resultados de bario en las estaciones de monitoreo</i> .....	38
Figura 17	<i>Resultados de berilio en las estaciones de monitoreo</i> .....	39
Figura 18	<i>Resultados de boro en las estaciones de monitoreo</i> .....	40
Figura 19	<i>Resultados de cadmio en las estaciones de monitoreo</i> .....	41
Figura 20	Resultados de cobalto en las estaciones de monitoreo .....	42
Figura 21	<i>Resultados de cobre en las estaciones de monitoreo</i> .....	43
Figura 22	<i>Resultados de cromo total en las estaciones de monitoreo</i> .....	44
Figura 23	<i>Resultados de hierro en las estaciones de monitoreo</i> .....	45
Figura 24	<i>Resultados de litio en las estaciones de monitoreo</i> .....	46
Figura 25	<i>Resultados de magnesio en las estaciones de monitoreo</i> .....	47
Figura 26	<i>Resultados de manganeso en las estaciones de monitoreo</i> .....	48
Figura 27	<i>Resultados de mercurio en las estaciones de monitoreo</i> .....	49
Figura 28	<i>Resultados de níquel en las estaciones de monitoreo</i> .....	50
Figura 29	<i>Resultados de plomo en las estaciones de monitoreo</i> .....	51
Figura 30	<i>Resultados de selenio en las estaciones de monitoreo</i> .....	52
Figura 31	<i>Resultados de zinc en las estaciones de monitoreo</i> .....	53
Figura 32	<i>Resultados de coliformes termotolerantes en las estaciones de monitoreo</i> ....	55
Figura 33	<i>Resultados de Escherichia coli en las estaciones de monitoreo</i> .....	56
Figura 34	<i>Resultados de huevos de Helminto en las estaciones de monitoreo</i> .....	57

## RESUMEN

El presente informe tiene como objetivo evaluar la calidad de agua superficial del río Yauli para el periodo 2018 - 2020 ubicado en el distrito y provincia de Yauli, departamento de Junín colindante a las operaciones de la Unidad Minera Carahuacra perteneciente a Volcan Compañía Minera S.A.A. Para la evaluación se consideró cinco (5) estaciones de monitoreo aprobadas en el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) de la Unidad Productiva Carahuacra mediante Resolución Directoral N.º 270-97-EM/DGM, y en el Estudio de Impacto Ambiental del depósito de relaves Rumichaca mediante Informe N.º 142-99-EMDGM/DPDM. Los resultados del monitoreo de los parámetros físicos-químicos, inorgánicos y microbiológicos registrado desde el año 2018 al año 2020 fueron comparados con los valores de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobados mediante Resolución Directoral N.º 004-2017-MINAM a fin de determinar su cumplimiento y garantizar la calidad del agua superficial.

***Palabras clave:*** calidad de agua, monitoreo, río Yauli, estándares nacionales de calidad ambiental.

## ABSTRACT

The objective of this report is to evaluate the surface water quality of the Yauli river located in the district and province of Yauli, department of Junín, adjacent to the operations of the Carahuacra Mining Unit belonging to Volcan Mining Company S.A.A. For similar evaluation, five (5) monitoring stations approved in the Environmental Adaptation and Management Program (PAMA) of the Carahuacra Productive Unit through Directorial Resolution No. 270-97-EM/DGM, and in the Environmental Impact Study of the deposit of Rumichaca tailings through Report No. 142-99-EMDGM/DPDM. The results of the monitoring of the physical-chemical, inorganic and microbiological parameters registered from the year 2018 to the year 2020 were compared with the values of the National Standards of Environmental Quality for Water approved by Directorial Resolution No. 004-2017-MINAM in order to determine compliance and guarantee the quality of surface water.

**Keywords:** water quality, monitoring, Yauli river, national environmental quality standards.

## I. INTRODUCCIÓN

El agua es un componente importante para el ambiente y la sociedad, siendo las aguas superficiales el recurso más accesible y explotado a nivel mundial (Osmi et al., 2016; Chaudhary et al., 2017; Dimri et al., 2021). En el Perú un factor crítico son las repercusiones en la calidad de este recurso por efecto de las actividades económicas en especial la minería que si bien es cierto genera grandes ganancias, en nuestro país son una importante fuente de sustancias tóxicas mineras que, por lixiviación en sus instalaciones, desencadenan la contaminación de las aguas en cuerpos receptores (Tovar, 2007). Por lo que, en el presente informe se realiza la evaluación histórica de la calidad de agua en la Unidad Minera Carahuacra.

El río Yauli ubicado en el distrito y provincia de Yauli en el departamento de Junín es una fuente de abastecimiento de agua para algunos de los pobladores del distrito de Yauli y como recurso para la alimentación de los animales mayores criados por los comuneros, así como para los animales silvestres de la zona. Asimismo, el río Yauli se encuentra colindante a la Unidad Minera Carahuacra perteneciente a Volcan Compañía Minera S.A.A. (en adelante, Volcan). Por ello con la finalidad de caracterizar las condiciones de la calidad del agua superficial, se tomó la información procedente de los monitoreos realizados por Volcan como parte de su Programa de Monitoreo Ambiental de cumplimiento obligatorio reportado a la autoridad competente.

Es así que, la información de la calidad de agua considera los resultados de las estaciones de calidad de agua evaluadas durante los años 2018, 2019 y 2020, y comparado con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua de la Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales) aprobado mediante Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM.

## **1.1 Trayectoria del autor**

Bachiller en Ingeniería Ambiental, con experiencia en consultoría en los sectores de minería e industria. Actualmente, cursando el Ciclo I de la maestría en Gestión Ambiental y Minería de la Unidad de Postgrado de Ingeniería, Arquitectura y Ciencias Básicas de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

Experiencia en la elaboración de Instrumentos de Gestión Ambiental (EIA-d, EIA-sd, DIA, ITS) y/o permisos acordes a la legislación vigente, orientado en la elaboración de línea base física, calidad ambiental, identificación y evaluación de impactos, y programas de manejo ambiental.

Del 19 de agosto de 2019 a la fecha, me desempeño como Analista Ambiental en la consultora JCI Ingeniería & Servicios Ambientales S.A.C. en la sede de Lima.

## **1.2 Descripción de la empresa**

JCI Ingeniería & Servicios Ambientales S.A.C. (en adelante, JCI), es una empresa consultora fundada el 10 de enero del 2009, especializada en el desarrollo de ingeniería y estudios ambientales de los sectores de minería, electricidad, infraestructura, hidrocarburos, industria, agricultura, transporte, saneamiento y vivienda. JCI se encuentra identificada con Registro Único de Contribuyente (RUC) N.º 20451626303 y dirección fiscal en avenida 28 de Julio 1381, distrito de Miraflores, provincia y departamento de Lima.

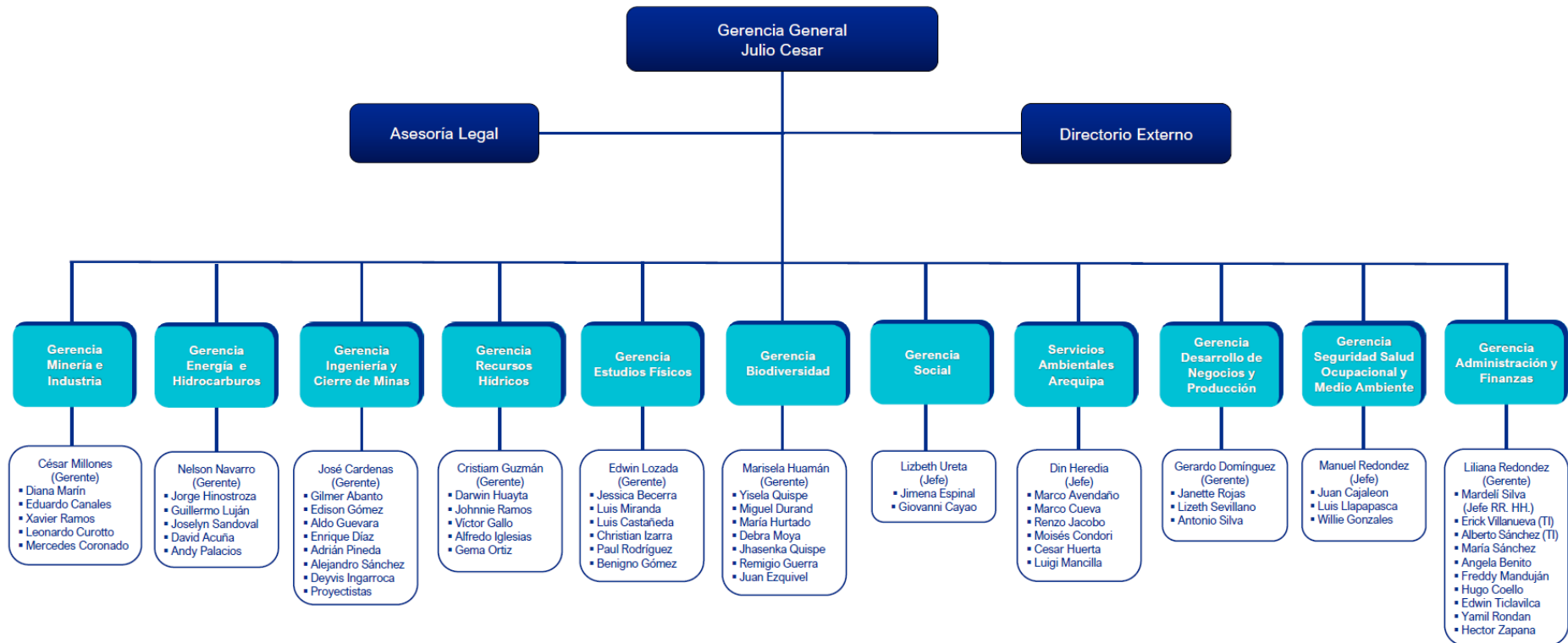
JCI se encuentra homologada ante Eagle Consulting, SGS, Bureau Veritas y Hodelpe como proveedor de servicios para nuestras diferentes actividades.

### **1.3 Organigrama de la empresa**

En staff de JCI está conformado por diferentes profesionales, tales como ingenieros, biólogos, antropólogos, economistas, geógrafos, entre otros; en la Figura 1 se presenta el organigrama de la empresa:

**Figura 1**

*Organigrama de la organización*



Nota. Organigrama de JCI, 2022.

#### **1.4 Áreas y funciones desempeñadas**

Actualmente, integro en el Área de la Gerencia de Minería e Industria, siendo mis funciones:

- Revisión de la línea base y calidad ambiental de los instrumentos de gestión ambiental.
- Elaboración de la identificación, caracterización y evaluación de impactos ambientales de los instrumentos de gestión ambiental.
- Elaboración de planes de manejo de los instrumentos de gestión ambiental.
- Levantamiento de observaciones de los instrumentos de gestión ambiental.
- Elaboración de propuestas técnicas-económicas para instrumentos de gestión ambiental.



## II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

Durante el trabajo en JCI desarrollé la actividad de evaluación histórica de la calidad de agua superficial en la Unidad Minera Carahuacra, cuya finalidad fue evaluar la calidad del agua superficial del río Yauli a partir de cinco (5) estaciones de monitoreo representativas correspondiente al periodo 2018-2020, aprobadas en el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) de la Unidad Productiva Carahuacra mediante Resolución Directoral N.º 270-97-EM/DGM, y en el Estudio de Impacto Ambiental del depósito de relaves Rumichaca mediante Informe N.º 142-99-EMDGM/DPDM.

Los parámetros analizados fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua Categoría 3 - Riego de Vegetales y Bebidas de Animales aprobados mediante Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM.

Es de relevancia mencionar que en el caso que algún registro se haya encontrado por debajo del correspondiente límite de detección, se decidió considerar que tal registro sería igual a la mitad del valor del límite de detección con el fin de poder emplear tales observaciones en los análisis estadísticos realizados y poder presentarlos de manera gráfica. Esta decisión guarda concordancia con las recomendaciones de la Guía de manejo de data de concentraciones químicas cercanas a los límites de detección en evaluaciones de riesgos (US EPA, 1991).

### 2.1 Objetivos

#### 2.1.1 *Objetivo general*

Analizar la calidad del agua del río Yauli influenciado por las actividades mineras de la Unidad Minera Carahuacra perteneciente a Volcan Compañía Minera registrado desde el año 2018 al año 2020.

### **2.1.2 *Objetivos específicos***

- Analizar la calidad físico-químico del río Yauli influenciado por las actividades mineras de la Unidad Minera Carahuacra.
- Analizar la calidad inorgánica del río Yauli influenciado por las actividades mineras de la Unidad Minera Carahuacra.
- Analizar la calidad microbiológica del río Yauli influenciado por las actividades mineras de la Unidad Minera Carahuacra.

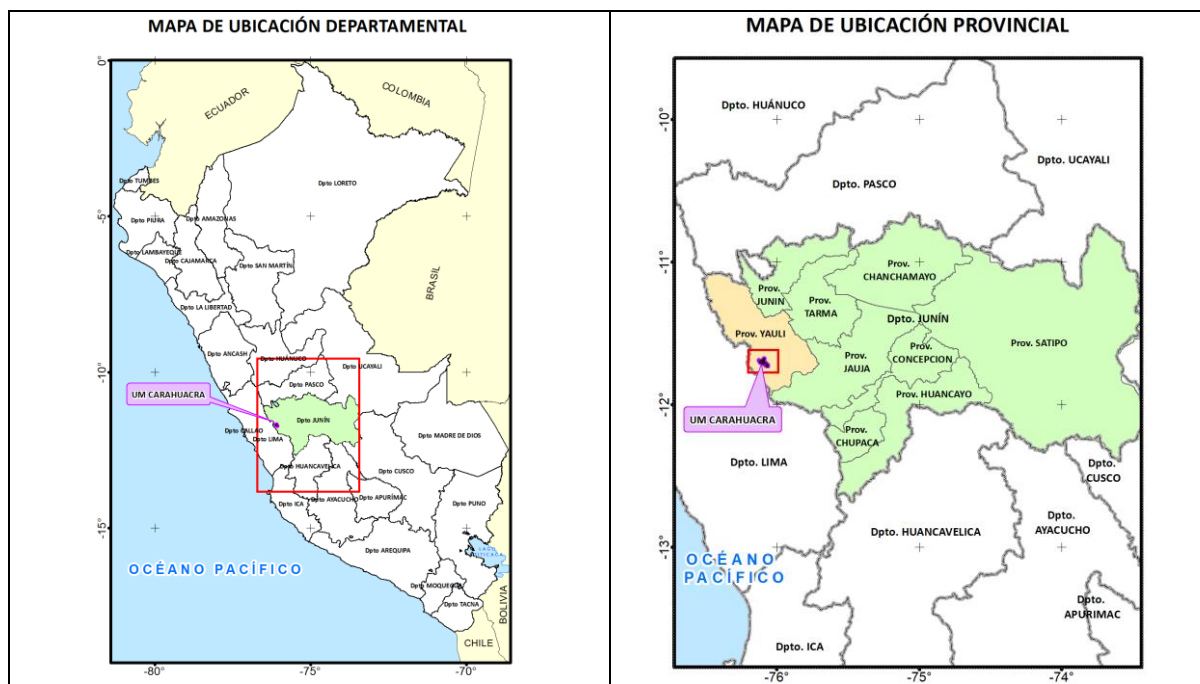
## **2.2 Metodología**

### **2.2.1 *Ubicación***

La Unidad Minera Carahuacra se encuentra ubicada en el distrito y provincia de Yauli en el departamento de Junín, a una elevación entre los 4000 y 4900 m s. n. m. El río Yauli se ubica en la cuenca del río Yauli, que es un tributario de la cuenca del río Mantaro, abarcando 689.56 km<sup>2</sup> de área y un perímetro de 175.06 km. Ver Mapa 01. Ubicación de la Unidad Minera Carahuacra.

## Figura 2

### Ubicación de la Unidad Minera Carahuacra



Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.2 Fuentes de información

Para esta sección se empleará la información presentada en el Quinto ITS, aprobado Resolución Directoral N.º 00113-2020-SENACE-PE-DEAR y Resolución Directoral N.º 00117-2020-SENACE-PE-DEAR, de fecha 5 de octubre de 2020 y 9 de octubre de 2020 respectivamente, la cual será tratada como información para el periodo 2018 y 2019 y es complementada con los resultados de monitoreo para el periodo 2020.

La evaluación de la calidad de agua superficial se basó sobre los resultados obtenidos de los análisis realizados durante el periodo 2018-2020, por los laboratorios debidamente acreditados por el Instituto Nacional de Calidad (Inacal).

### 2.2.3 Estaciones de monitoreo

Para la evaluación de calidad de agua superficial, se consideró cinco (5) estaciones de monitoreo aprobadas en el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) de la Unidad Productiva Carahuacra mediante Resolución Directoral N.º 270-97-EM/DGM y en el Estudio de Impacto Ambiental del depósito de relaves Rumichaca mediante Informe N.º 142-99-EMDGM/DPDM.

La descripción y coordenadas de las estaciones se presentan en la Tabla 1, mientras que en el Anexo A se adjuntan los resultados del monitoreo de la calidad de agua superficial para el período 2018 - 2020.

**Tabla 1**

*Ubicación de las estaciones de calidad de agua superficial*

Estación	Descripción	Coordenadas UTM Datum		Altitud m s. n. m.
		WGS 84 Zona 18S		
		Este	Norte	
MA-01 <sup>1</sup>	Río Yauli antes de las operaciones	379 896	8 706 769	4194
MA-03 <sup>1</sup>	Río Yauli aguas abajo	381 348	8 709 031	4122
MA-18 <sup>2</sup>	Río Pomacocha	379 451	8 705 959	4216
MA-20 <sup>2</sup>	Quebrada Chumpe	381 208	8 707 907	4288
MA-21 <sup>2</sup>	Quebrada Cushuro Grande	380 816	8 707 451	4188

<sup>1</sup>Estaciones de monitoreo aprobadas en el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) de la Unidad Productiva Carahuacra, mediante R.D. N.º 270-97-EM/DGM.

<sup>2</sup>Estaciones de monitoreo aprobadas en el Estudio de Impacto Ambiental del depósito de relaves denominado “Rumichaca” mediante R.D. N.º Informe N.º 142-99-EM-DGM/DPDM.

#### **2.2.4 Parámetros evaluados**

Los parámetros evaluados en los monitoreos fueron los siguientes:

- Parámetros físicos-químicos: potencial de hidrógeno (pH), conductividad, temperatura, aceites y grasas, demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), cianuro wad, fenoles, nitritos (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N), detergentes (SAAM), sulfatos.
- Parámetros inorgánicos: aluminio, arsénico, bario, berilio, boro, cadmio, cobre, cobalto, cromo total, hierro, litio, magnesio, manganeso, mercurio, níquel, plomo, selenio y zinc.
- Parámetros microbiológicos: coliformes termotolerantes, escherichia coli y huevos de Helminto.

#### **2.2.5 Estándares de comparación**

La presente caracterización tiene como marco normativo los lineamientos establecidos por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA) aprobados mediante el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM.

De acuerdo a la clasificación de cuerpos de agua continentales superficiales aprobados mediante la Resolución Jefatural N.º 056-2018-ANA, el río Yauli está clasificado como Categoría 3. En este sentido, los resultados obtenidos serán comparados con los ECA de la Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales).

**Tabla 2***Estándares de comparación ECA agua - Categoría 3*

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FÍSICOS-QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Conductividad	(pS/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	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
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -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	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
<b>INORGÁNICOS</b>				
Aluminio	mg/L	5		5
Arsénico	mg/L	0.1		0.2
Bario	mg/L	0.7		**
Berilio	mg/L	0.1		0.1

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
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
<b>MICROBIOLÓGICOS</b>				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 m	1000	2000	1000
Escherichia coli	NMP/100 ml	1000	**	**
Huevos de Helminthos	NMP/100 m	1	1	**

Fuente: D.S. N.º 004-2017-MINAM (Minam, 2017)

(c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

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

Nota:

El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

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

## 2.3 Resultados

Los resultados de los parámetros físico-químico, inorgánicos y microbiológicos de la calidad del agua en la Unidad Minera Carahuacra, específicamente en el río Yauli fueron comparados con los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobados mediante el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM para la Categoría 3 - D1 y D2 (Riego de vegetales y Bebida de Animales).

Los resultados del monitoreo de la calidad de agua superficial para el periodo 2018, 2019 y 2020, se encuentran en el Anexo A y su representación gráfica se puede observar en el Anexo B.

### 2.3.1 *Parámetros físicos-químicos*

Del total de los 11 parámetros físicos-químicos evaluados en las aguas del río Yauli, se obtuvo que 6 parámetros se encuentran por encima de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la categoría 3, siendo los parámetros: pH, conductividad, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, detergentes y sulfatos. Mientras que los otros 5 parámetros registrados están por debajo del ECA de agua para la categoría 3, siendo los parámetros: temperatura, aceites y grasas, cianuro wad, fenoles, nitritos.

**2.3.1.1 *Potencial de hidrógeno (pH).*** Se registraron valores de potencial de hidrógeno desde un mínimo de 6.53 unidades en la estación MA-03 (abril 2018) hasta un valor máximo de 8.63 unidades en la estación MA-18 (marzo 2018) y en la estación MA-21 (junio

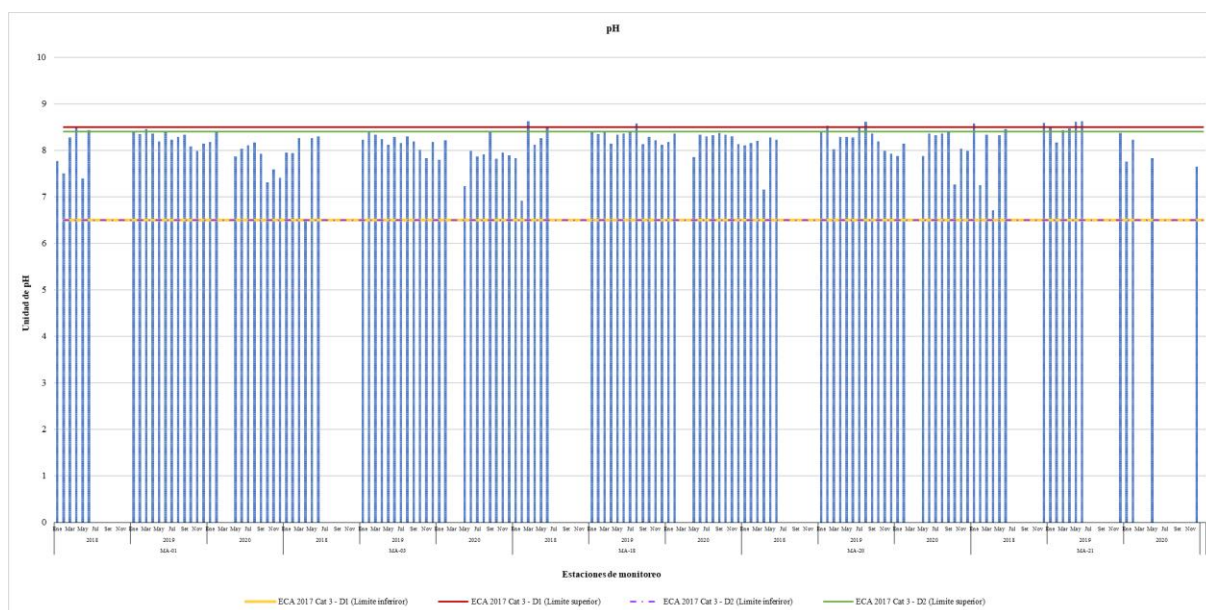


2019). Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 8.02 unidades en la estación MA-03 hasta un valor máximo de 8.2 unidades en la estación MA-18. Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la Categoría 3-D1 es 6.5 a 8.5 unidades y para la Categoría 3-D2 es 6.5 a 8.4 unidades. Del total de valores medidos (130 valores) un 7 % (9 valores) excedió el ECA para la Cat3-D1 y un 17 % (22 valores) excedió el ECA para la Categoría 3-D2.

Las excedencias se presentaron en las estaciones MA-01 (5 excedencias), MA-03 (1 excedencia), MA-18 (5 excedencias), MA-20 (3 excedencias), MA-21 (8 excedencias). En el Figura 3 se presentan los resultados obtenidos en los monitoreos.

### Figura 3

*Resultados del potencial de hidrógeno en las estaciones de monitoreo*



Fuente: Elaboración propia.

El pH es un indicador de la acidez o alcalinidad del agua. En la mayoría de los cuerpos de agua naturales varía entre 6.5 a 8.5 unidades. Es importante tener en cuenta que la especiación de muchos metales, su solubilidad y biodisponibilidad están determinadas por el

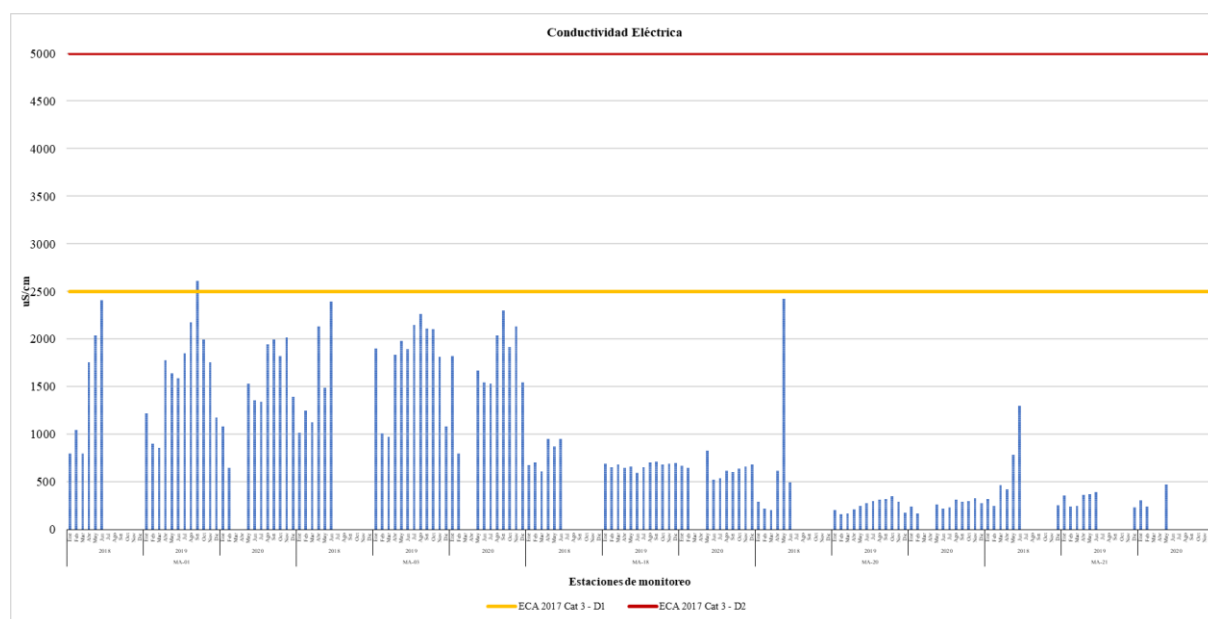
pH. Las aguas muy poco mineralizadas son por lo general ligeramente ácidas, el resto son alcalinas principalmente por los bicarbonatos disueltos en ellas.

**2.3.1.2 Conductividad.** Se registraron valores de conductividad eléctrica desde un mínimo de 159  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la estación MA-20 (marzo 2021) hasta un valor máximo de 2610  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la estación MA-01 (septiembre 2019). Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 353.67  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la estación MA-20 hasta un valor máximo de 1707.11  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la estación MA-03.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido que para la Categoría 3-D1 es 2500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y para la Categoría 3-D2 es 5000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Del total de valores medidos (130 valores) un (1) valor excedió el ECA para la Categoría 3-D1 y no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D2. Las excedencias se presentaron en la estación MA-01 (1 excedencia). Los resultados se pueden apreciar en el Figura 4.

#### Figura 4

*Resultados de conductividad eléctrica en las estaciones de monitoreo*



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el rango de valores de conductividad eléctrica registrados, las aguas superficiales del área de estudio presentan concentraciones que las clasifican dentro de las categorías de salinidad baja y media salinidad, de acuerdo con la clasificación del U.S.D.A para aguas de irrigación. Es importante señalar que valores elevados de conductividad eléctrica indicarían aguas contaminadas o aguas en contacto con altas concentraciones de minerales del suelo. Las aguas subterráneas generalmente presentan mayores concentraciones de CE que las aguas superficiales debido a que tienen mayor contacto con las rocas, permitiendo la disolución de una mayor cantidad de sales minerales.

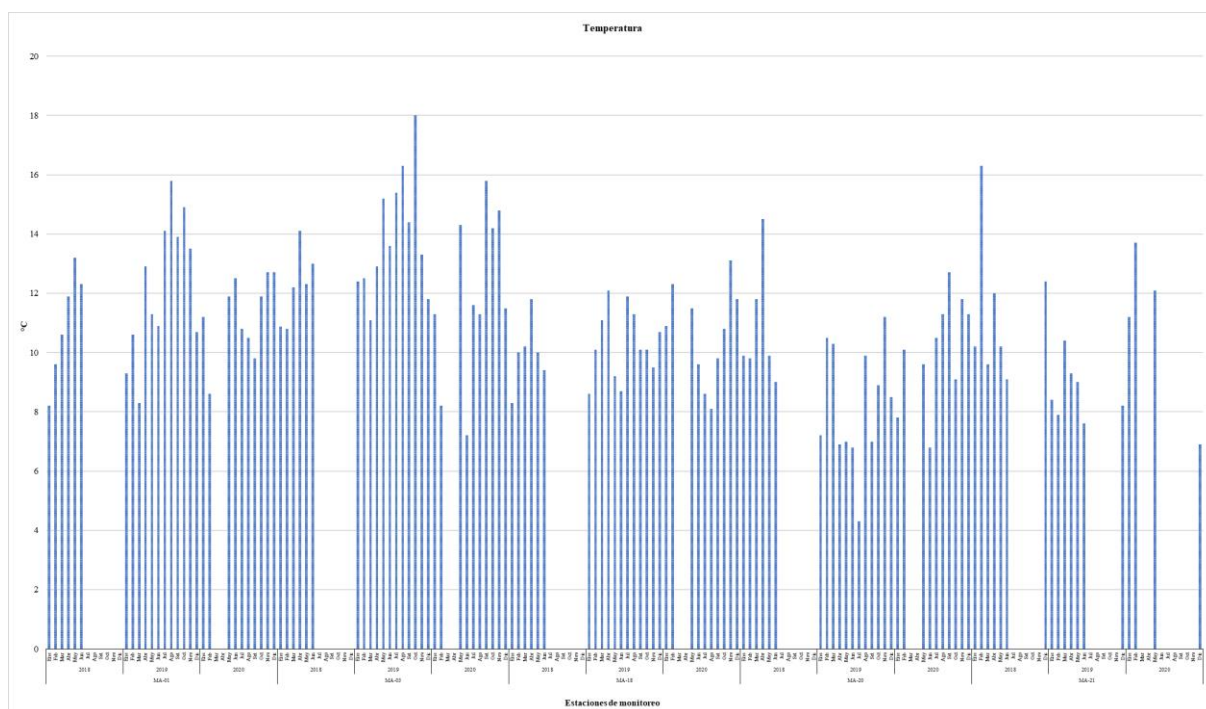
**2.3.1.3 Temperatura.** Se registraron valores de temperatura desde un valor mínimo de 4.3 °C en la estación MA-20 (julio 2020) hasta un valor máximo de 18.0 °C en la estación MA-03 (octubre 2019). Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 9.44 °C en la estación MA-20 hasta un valor máximo de 12.87 °C en la estación MA-03.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la Categoría 3-D1 y para la Categoría 3-D2 considera una variación de 3°C con respecto al promedio mensual multianual de los cuerpos de agua del área evaluada. Del total de valores medidos (130 valores) un 21 % (27 valores) excedió el ECA para la Categoría 3-D1 y un 21 % (27 valores) excedió el ECA para la Categoría 3-D2.

Las excedencias se presentaron en las estaciones MA-01 (3 excedencias), MA-03 (11 excedencias), MA-20 (9 excedencias), MA-21 (4 excedencias). El comportamiento de esta variable se puede apreciar en el Figura 5.

## Figura 5

*Resultados de temperatura en las estaciones de monitoreo*



Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que, al calcular el promedio mensual multianual de la temperatura de los cuerpos de agua, en base a un registro de 3 años, no se espera tener un rango promedio que asegure obtener resultados significativos acerca de la tendencia estacional de la temperatura del agua; sin embargo, se realiza dicho proceso de manera referencial. Es importante evaluar la temperatura de los cuerpos de agua, dado que temperaturas elevadas podrían indicar descargas de efluentes de industrias aledañas, afectando de esta forma los diferentes procesos químicos, físicos y biológicos que se producen en equilibrio con la temperatura.

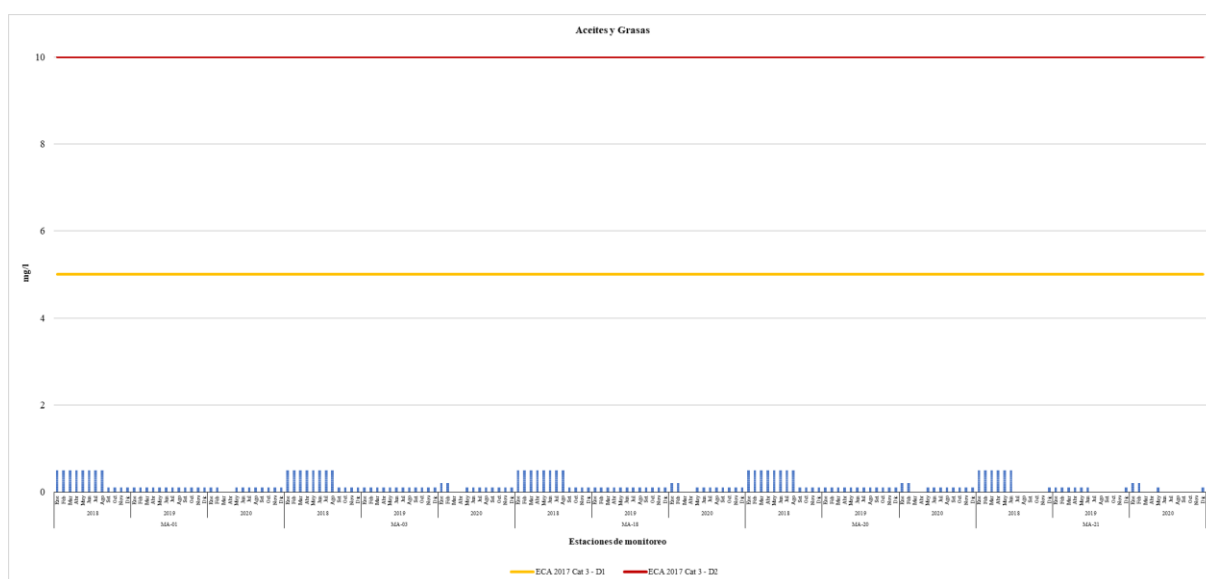
**2.3.1.4 Aceites y grasas.** Se registraron concentraciones de aceites y grasas desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas ( $< 0.2$  mg/L) en el 95 % de los datos hasta un valor máximo de 0.2 mg/L en la estación MA-01 (setiembre 2018).

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la

Categoría 3-D1 es 5 mg/L y para la Categoría 3-D2 es 10 mg/L. Del total de valores medidos (154 valores) no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D1 y no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D2. En el Figura 6 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

## Figura 6

### *Resultados de aceites y grasas en las estaciones de monitoreo*



Fuente: Elaboración propia.

Los aceites y grasas procedentes de restos de alimentos o de procesos industriales (lubricantes, aceites de automóviles, etc.). Son difíciles de metabolizar por las bacterias y al ser inmiscibles con el agua, flotan formando películas que dañan a los seres vivos.

**2.3.1.5 Demanda bioquímica de oxígeno.** Se registraron concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas (< 2 mg/L) en el 79 % de los datos hasta un valor máximo de 25 mg/L en la estación MA-01 (octubre 2020). Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 2.0 mg/L en la estación MA-18 y MA-20 hasta un valor máximo de 7.60 mg/L en la estación MA-01.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la

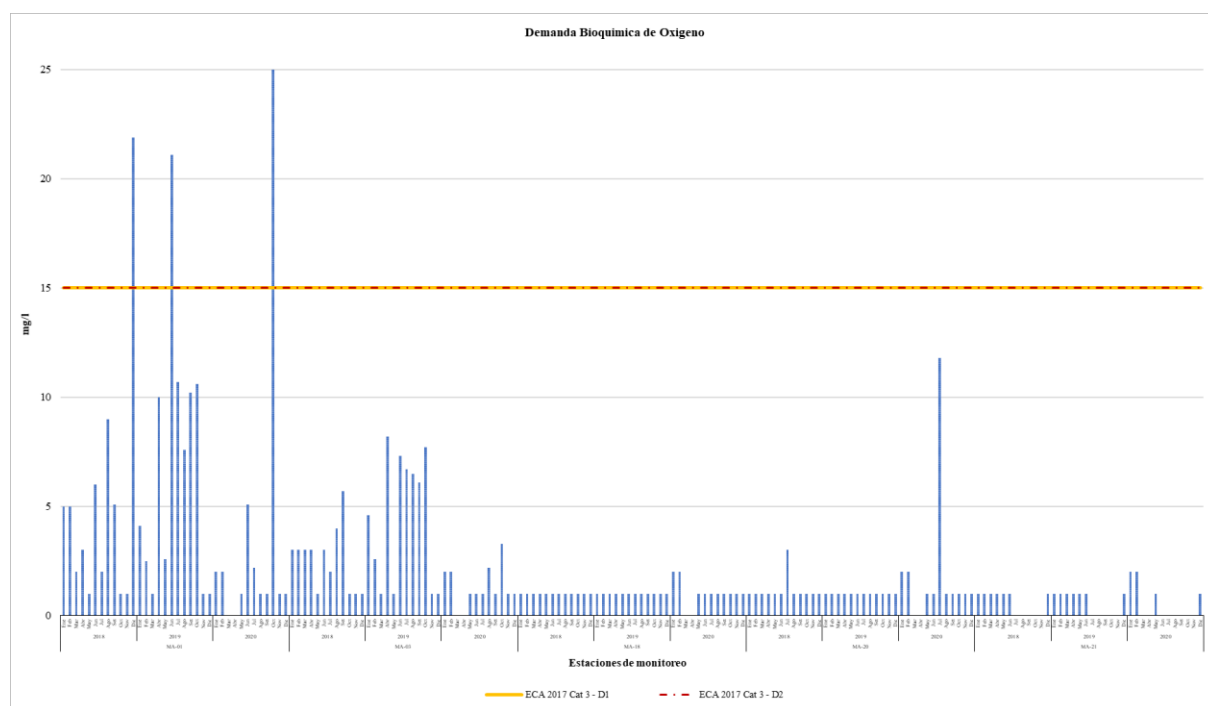
Categoría 3-D1 y para la Categoría 3-D2 es 15 mg/L. Del total de valores medidos (154 valores).

Del total de valores medidos (154 valores) un 2 % (3 valores) excedió el ECA para la Categoría 3-D1 y un 2 % (3 valores) excedió el ECA para la Categoría 3-D2.

Las excedencias se presentaron en la estación MA-01 (3 excedencias). Dado que el porcentaje de datos que sobrepasaron el estándar de calidad es pequeño, se consideran dichos valores como atípicos. En el Figura 7 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

## Figura 7

*Resultados de demanda bioquímica de oxígeno en las estaciones de monitoreo*



Fuente: Elaboración propia.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno se define usualmente como la cantidad de oxígeno que requieren las bacterias durante la estabilización de la materia orgánica susceptible de descomposición, en condiciones aeróbicas. Valores elevados de Demanda Bioquímica de Oxígeno indican contaminación del agua por materia orgánica, la cual al enriquecerse en

nutrientes genera una deficiencia de oxígeno disuelto debido al aumento de la velocidad de los procesos de degradación aerobia que realizan las bacterias. Cabe señalar que en el caso del estancamiento de dichas aguas se desarrollaría un proceso de eutrofización.

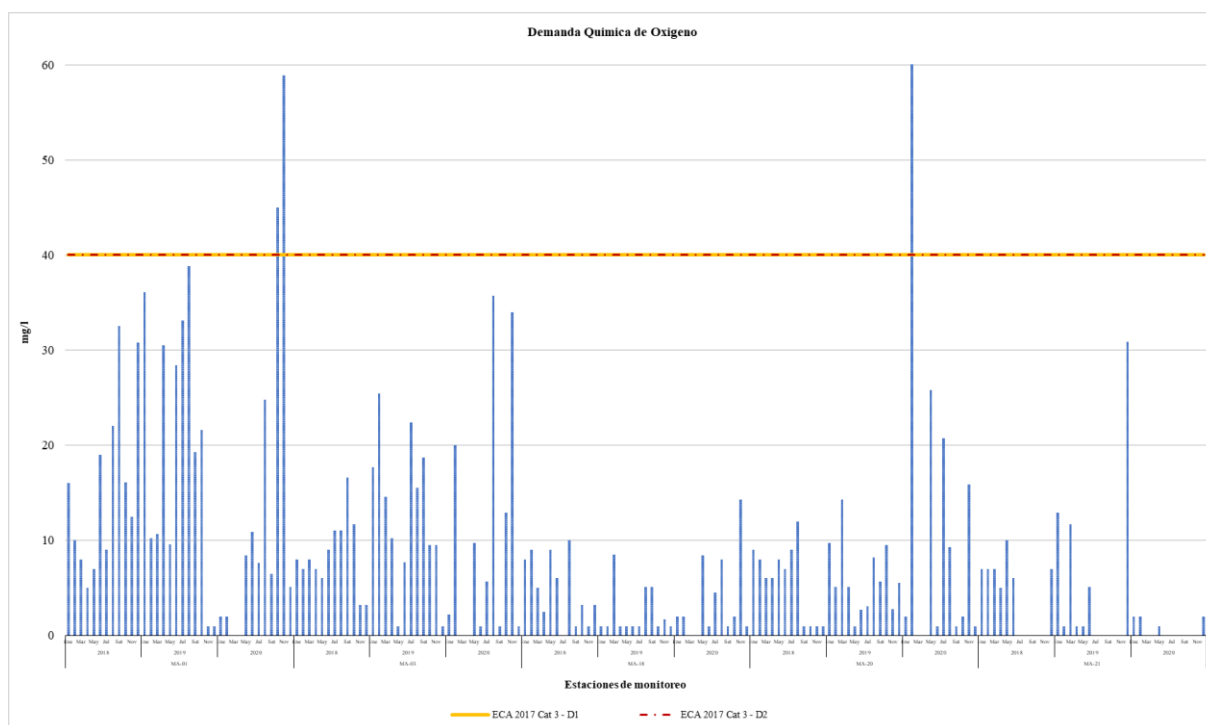
**2.3.1.6 Demanda química de oxígeno.** Se registraron concentraciones de demanda química de oxígeno desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas (< 2 mg/L) en el 22 % de los datos hasta un valor máximo de 118.9 mg/L en la estación MA-20 (febrero 2020).

Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 6.05 mg/L en la estación MA-18 hasta un valor máximo de 18.67 mg/L en la estación MA-01.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la Categoría 3-D1 y para la Categoría 3-D2 es 40 mg/L. Del total de valores medidos (152 valores) un 2 % (3 valores) excedió el ECA para la Categoría 3-D1 y un 2 % (3 valores) excedió el ECA para la Categoría 3-D2. Las excedencias se presentaron en las estaciones MA-01 (2 excedencias) y MA-20 (1 excedencia). Dado que el porcentaje de datos que sobrepasaron el estándar de calidad es pequeño, se consideran dichos valores como atípicos. En el Figura 8 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

**Figura 8**

*Resultados de demanda química de oxígeno en las estaciones de monitoreo*



Fuente: Elaboración propia.

La DQO, es la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar químicamente todo el material orgánico presente en el agua, ya sea biodegradable o no biodegradable. El aumento de la DQO, al igual que la DBO indica una disminución en la concentración de oxígeno disuelto, lo cual afecta la vida acuática. La determinación de la DQO permite analizar la contaminación de los cuerpos naturales de agua superficiales por las aguas servidas, desechos industriales de tipo orgánico y efluentes de plantas de tratamientos de aguas residuales domésticos e industrial con alto contenido de materia orgánica.

**2.3.1.7 Cianuro wad.** Se registraron concentraciones de cianuro WAD desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas ( $< 0.0006$  mg/L y  $< 0.002$ ) en el 77 % de los datos hasta un valor máximo de 0.034 mg/L en la estación MA-01 (noviembre 2020). Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 0.0020 mg/L en la estación

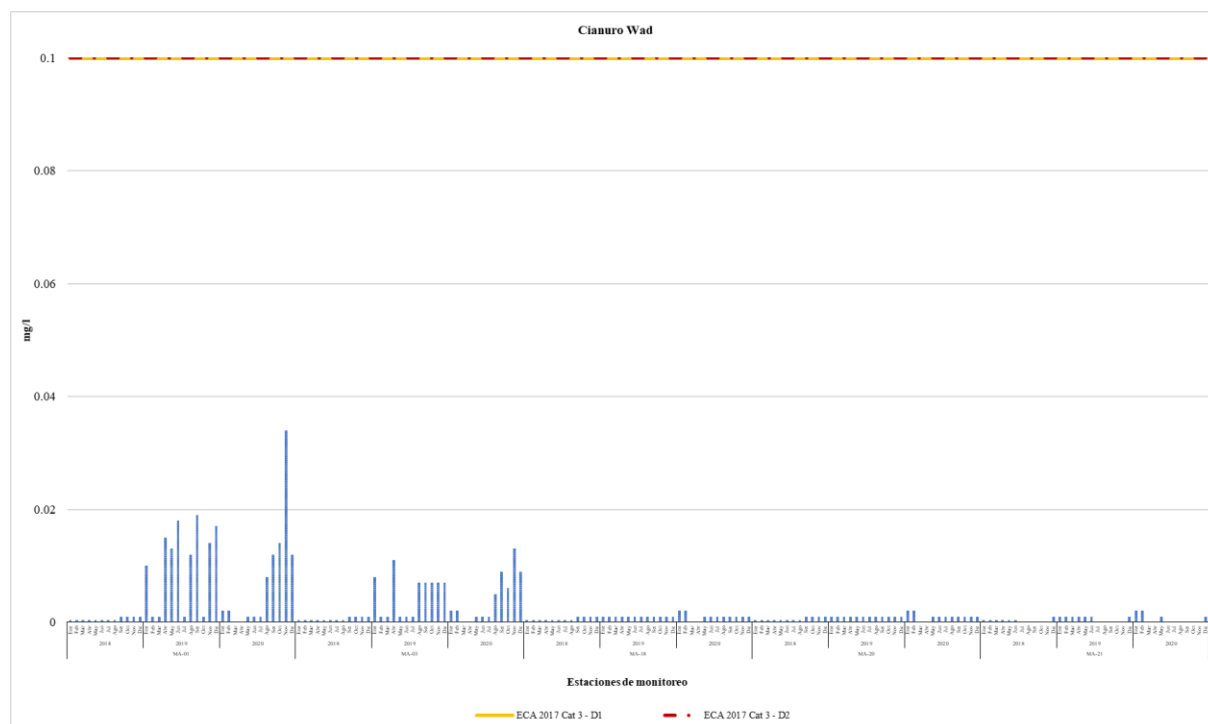


MA-18 y MA-20 hasta un valor máximo de 0.0135 mg/L en la estación MA-01.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la Categoría 3-D1 es 0.1 mg/L y para la Categoría 3-D2 es 0.1 mg/L. Del total de valores medidos (154 valores) no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D1 y no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D2. En el Figura 9 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

## Figura 9

*Resultados de cianuro wad en las estaciones de monitoreo*



Fuente: Elaboración propia.

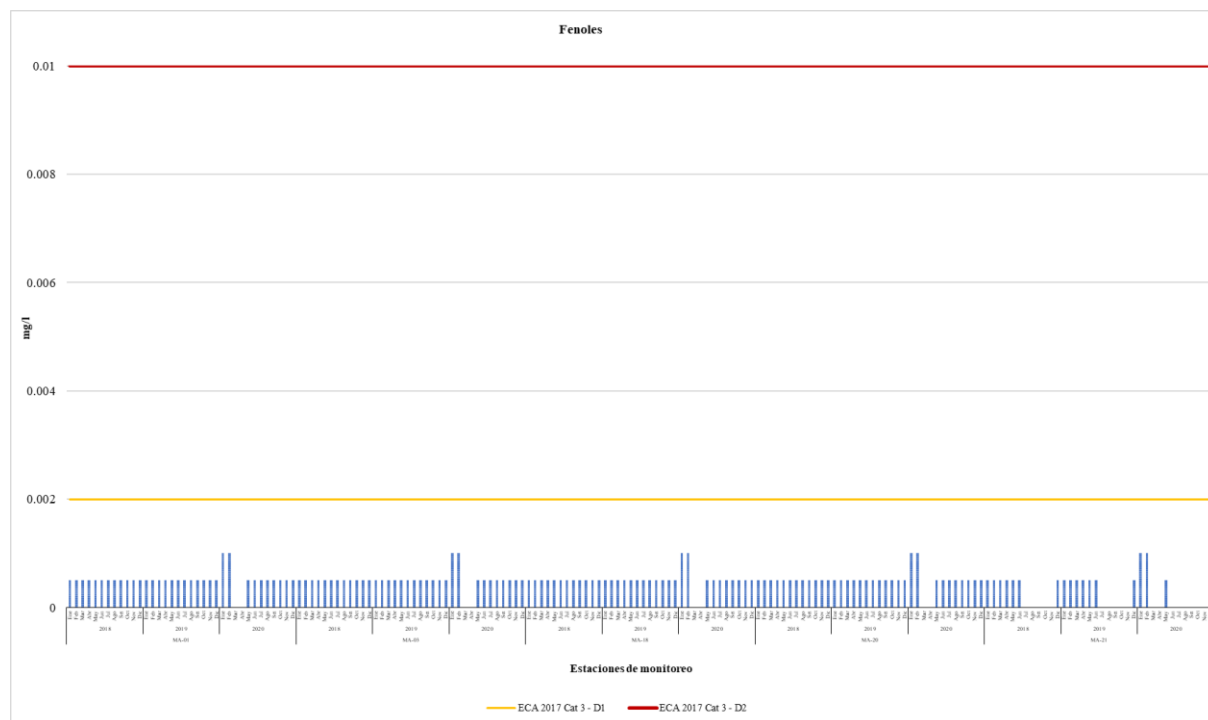
Es importante indicar, que una concentración elevada de cianuro en el agua indica contaminación industrial, los cianuros se emplean en múltiples procesos industriales, especialmente en minería, por lo que es importante analizar la concentración de las especies más tóxicas del cianuro en el agua, como las son el Cianuro Libre y el Cianuro WAD.

**2.3.1.8 Fenoles.** Se registraron concentraciones de fenoles desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas ( $< 0.001$  mg/L) en el 94 % de los datos hasta un valor máximo de 0.001 mg/L en la estación MA-01 (enero 2020). Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 0.001 mg/L en las estaciones MA-01, MA-03, MA-18, MA-20 y MA-21.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la Categoría 3-D1 es 0.002 mg/L y para la Categoría 3-D2 es 0.01 mg/L. Del total de valores medidos (154 valores) no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D1 y no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D2. En el Figura 10 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

**Figura 10**

*Resultados de fenoles en las estaciones de monitoreo*



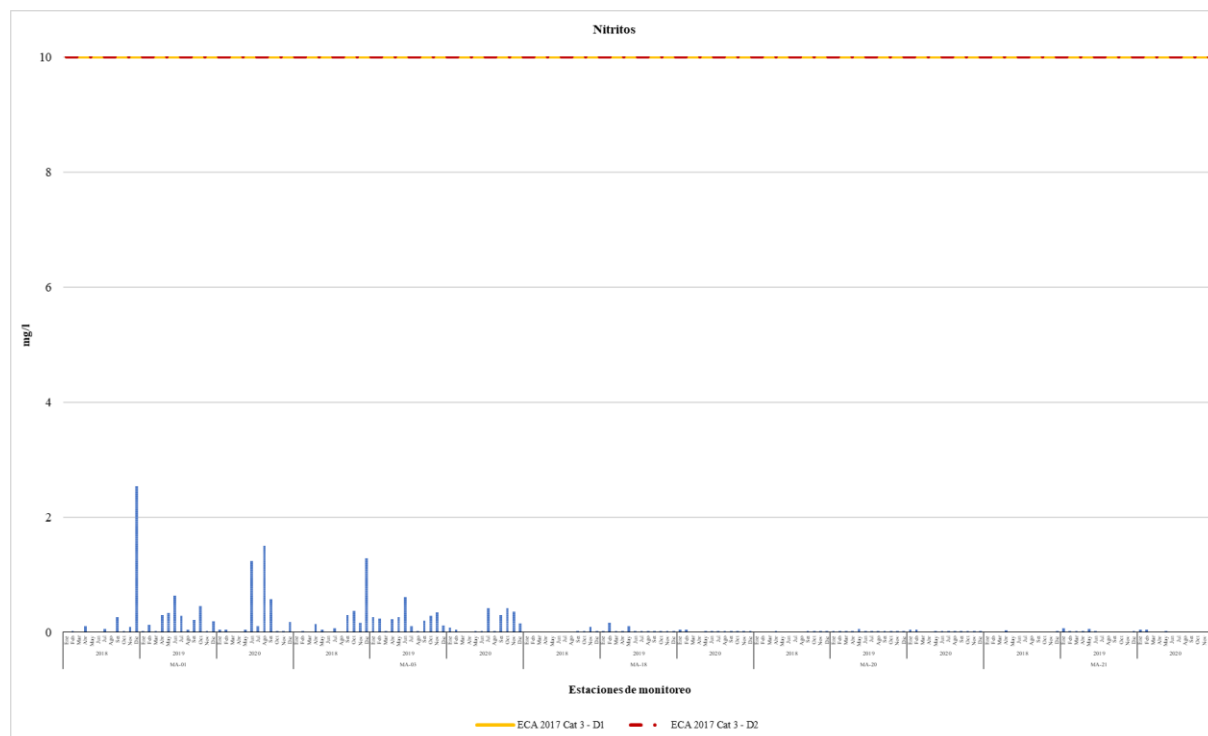
Fuente: Elaboración propia.

**2.3.1.9 Nitritos.** Se registraron concentraciones de nitritos (N) desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas ( $< 0.0002$  mg N/L y  $< 0.05$  mg N/L) en el 56 % de los datos hasta un valor máximo de 2.54 mg N/L en la estación MA-01 (diciembre 2018). Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 0.03 mg N/L en la estación MA-20 hasta un valor máximo de 0.41 mg N/L en la estación MA-01.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la Categoría 3-D1 es 10 mg N/L y para la Categoría 3-D2 es 10 mg N/L. Del total de valores medidos (154 valores) no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D1 y no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D2. En el Figura 11 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

**Figura 11**

*Resultados de nitritos en las estaciones de monitoreo*



Fuente: Elaboración propia.

La presencia natural de nitratos y nitritos en el medio ambiente es consecuencia del ciclo del nitrógeno, por lo tanto, las alteraciones de este ciclo por causas antropogénicas o naturales tendrán como resultado una modificación en la presencia y concentración de dichos iones en el ambiente.

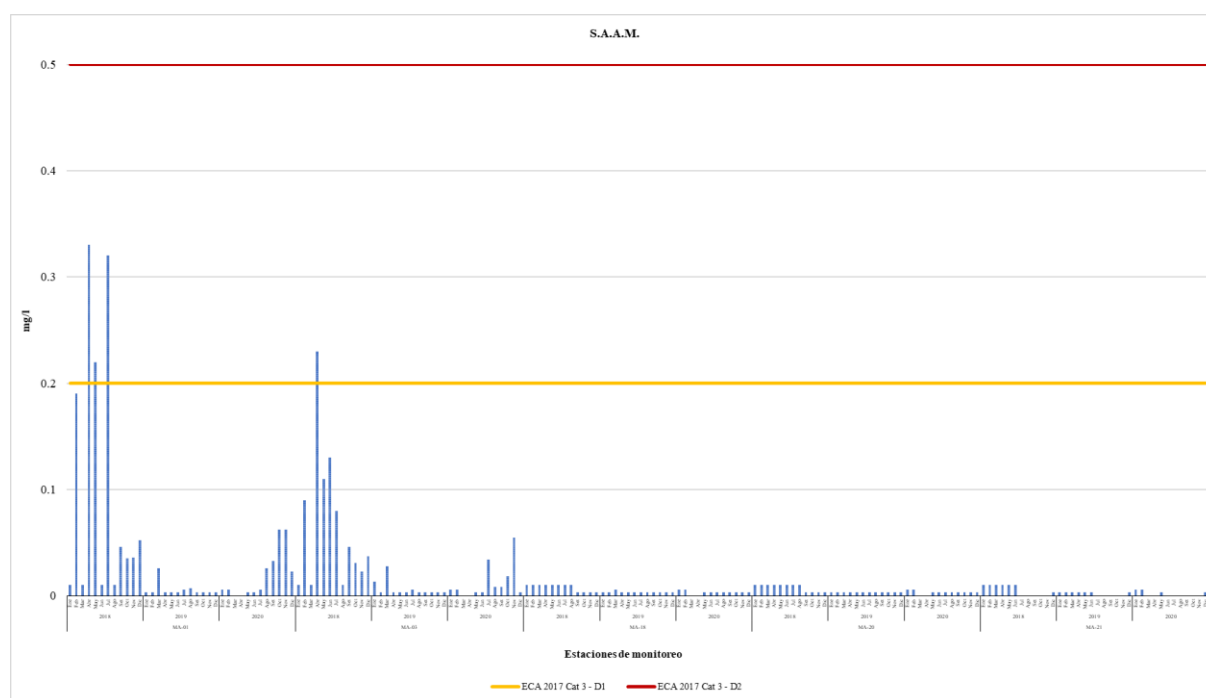
**2.3.1.10 Detergentes (S.A.A.M.).** Se registraron concentraciones de detergentes desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas ( $< 0.02$  mg/L y  $< 0.006$  mg/L) en el 71 % de los datos hasta un valor máximo de 0.33 mg/L en la estación MA-01 (abril 2018). Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 0.006 mg/L en la estación MA-20 y MA-21 hasta un valor máximo de 0.0785 mg/L en la estación MA-01.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la Categoría 3-D1 es 0.2 mg/L y para la Categoría 3-D2 es 0.5 mg/L. Del total de valores medidos (154 valores) un 3 % (4 valores) excedió el ECA para la Categoría 3-D1 y no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D2.

Las excedencias se presentaron en las estaciones MA-01 (3 excedencias), MA-03 (1 excedencias). Dado que el porcentaje de datos que sobrepasaron el estándar de calidad es pequeño, se consideran dichos valores como atípicos. En el Figura 12 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

**Figura 12**

*Resultados de detergentes en las estaciones de monitoreo*



Fuente: Elaboración propia.

Es importante señalar que el vertido de detergentes produce eutrofización de las aguas debido a la presencia excesiva de fosfatos, genera una película que disminuye la absorción del oxígeno de la atmósfera, asimismo la formación de espumas en los cauces paraliza los procesos de depuración natural, concentra las impurezas y disemina bacterias y virus.

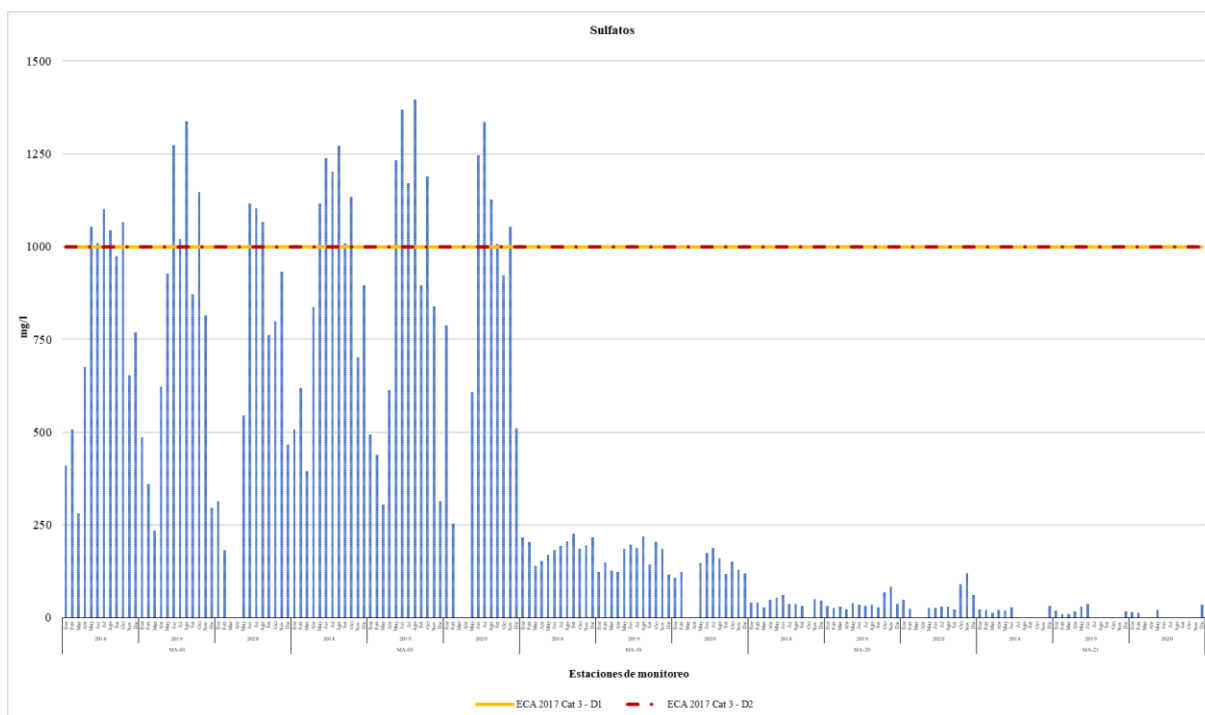
**2.3.1.11 Sulfatos.** Se registraron concentraciones de sulfatos desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas ( $< 0,1$  mg/L) en 01 dato hasta un valor máximo de 1397.11 mg/L en la estación MA-03 (agosto 2019). Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 21.01 mg/L en la estación MA-21 hasta un valor máximo de 883.37 mg/L en la estación MA-03.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la Categoría 3-D1 es 1000 mg/L y para la Categoría 3-D2 es 1000 mg/L. Del total de valores medidos (154 valores) un 18 % (28 valores) excedió el ECA para la Categoría 3-D1 y un 18 %

(28 valores) excedió el ECA para la Categoría 3-D2. Las excedencias se presentaron en las estaciones MA-01 (12 excedencias), MA-03 (16 excedencias). En el Figura 13 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

### Figura 13

#### Resultados de sulfatos en las estaciones de monitoreo



Fuente: Elaboración propia.

La principal fuente sulfatos en el agua superficial corresponde a la deposición atmosférica de aerosoles oceánicos y de la lixiviación de compuestos sulfurados (p. ej. sulfuros o sulfatos), considerando que los sulfatos son altamente solubles en agua. Adicionalmente, la precipitación puede incrementar la concentración de sulfatos en el agua superficial debido a la disolución de sedimentos mineralizados.

### 2.3.2 Parámetros inorgánicos

Del total de los 18 parámetros inorgánicos evaluados en las aguas del río Yauli, se

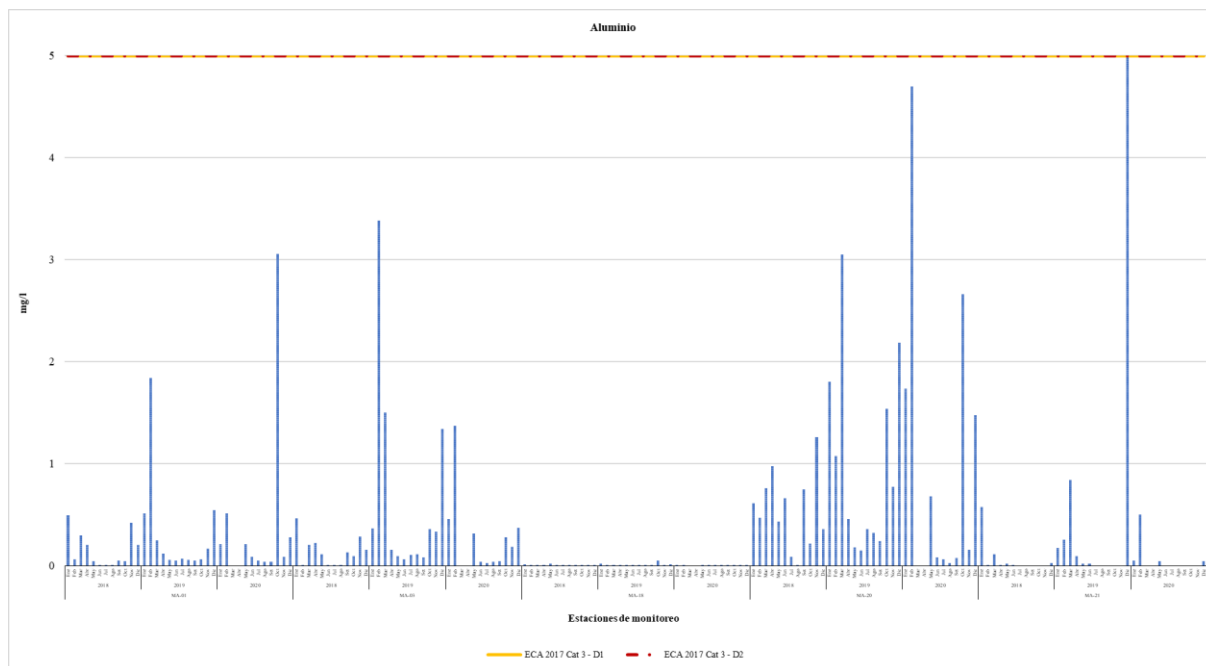
obtuvo que 6 parámetros se encuentran por encima de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la categoría 3, siendo los parámetros: arsénico, manganeso, plomo, zinc, cobre, hierro. Mientras que los otros 12 parámetros registrados están por debajo del ECA de agua para la categoría 3, siendo los parámetros: aluminio, bario, berilio, boro, cadmio, cobalto, cromo total, magnesio, litio, mercurio, níquel, selenio.

**2.3.2.1 Aluminio.** Se registraron concentraciones de aluminio total desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas ( $< 0.0019$  mg/L y  $< 0.005$  mg/L) en el 13 % de los datos hasta un valor máximo de 4.9827 mg/L en la estación MA-21 (diciembre 2021). Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 0.01 mg/L en la estación MA-18 hasta un valor máximo de 0.921 mg/L en la estación MA-20.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la Categoría 3-D1 es 5 mg/L y para la Categoría 3-D2 es 5 mg/L. Del total de valores medidos (154 valores) no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D1 y no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D2. En el Figura 14 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

## Figura 14

### Resultados de aluminio en las estaciones de monitoreo



Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar que la Unidad Minera Carahuacra se encuentra en una zona geográfica en la cual existe reptación, derrumbes, erosión de laderas y huaicos.

**2.3.2.2 Arsénico.** Se registraron concentraciones de arsénico total desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas ( $< 0.0002$  mg/L y  $< 0.0004$  mg/L) en el 21 % de los datos hasta un valor máximo de 0.1256 mg/L en la estación MA-01 (octubre 2020). Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 0.008 mg/L en la estación MA-20 hasta un valor máximo de 0.016 mg/L en la estación MA-01.

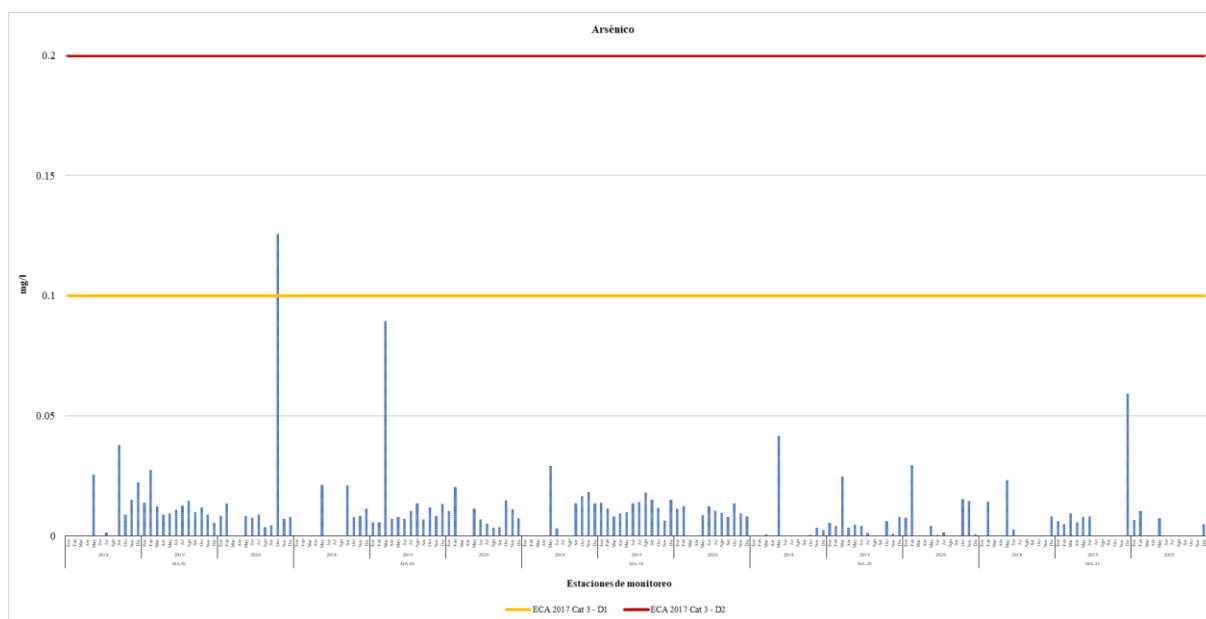
Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la Categoría 3-D1 es 0,1 mg/L y para la Categoría 3-D2 es 0.2 mg/L. Del total de valores medidos (154 valores) un 1 % (1 valores) excedió el ECA para la Categoría 3-D1 y no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D2. Dado que el porcentaje de datos que sobrepasaron el estándar de calidad es pequeño, se consideran dichos valores como atípicos. En el Figura 15



se detalla los valores registrados en los monitoreos.

## Figura 15

### Resultados de arsénico en las estaciones de monitoreo



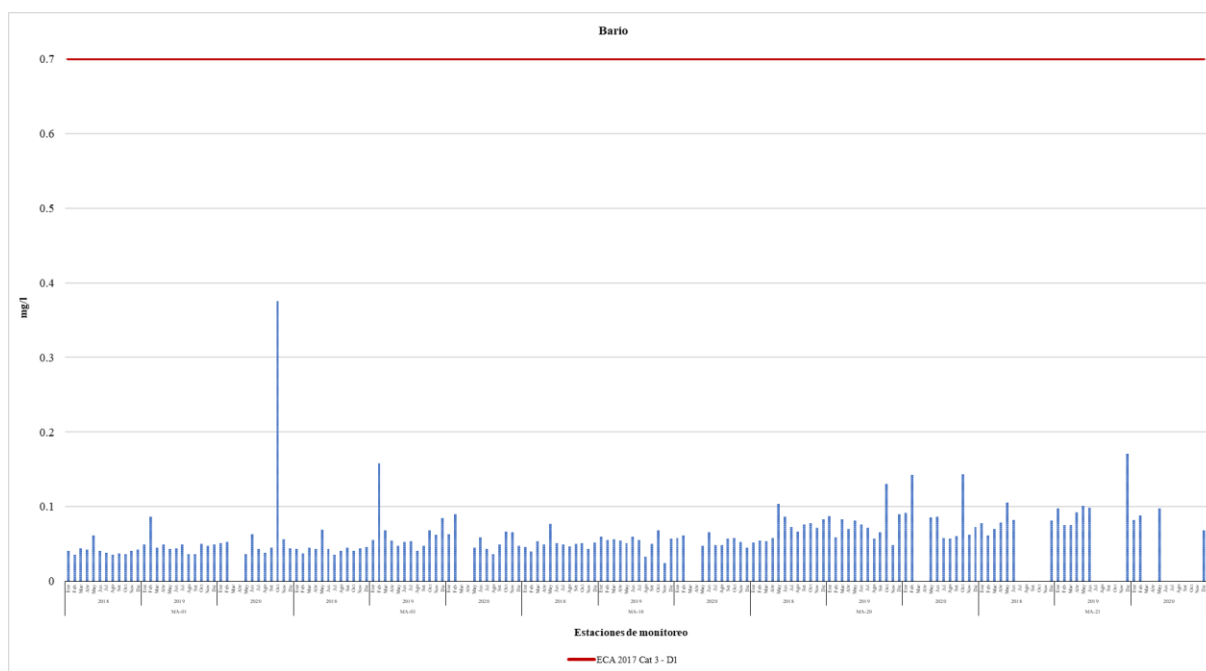
Fuente: Elaboración propia.

**2.3.2.3 Bario.** Se registraron concentraciones de bario total desde un valor mínimo de 0.0245 mg/L en la estación MA-18 (noviembre 2019) hasta un valor máximo de 0.3757 mg/L en la estación MA-01 (octubre 2020). Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 0.052 mg/L en la estación MA-18 hasta un valor máximo de 0.089 mg/L en la estación MA-21.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la Categoría 3-D1 es 0.7 mg/L. Del total de valores medidos (154 valores) no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D1. En el Figura 16 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

## Figura 16

### Resultados de bario en las estaciones de monitoreo



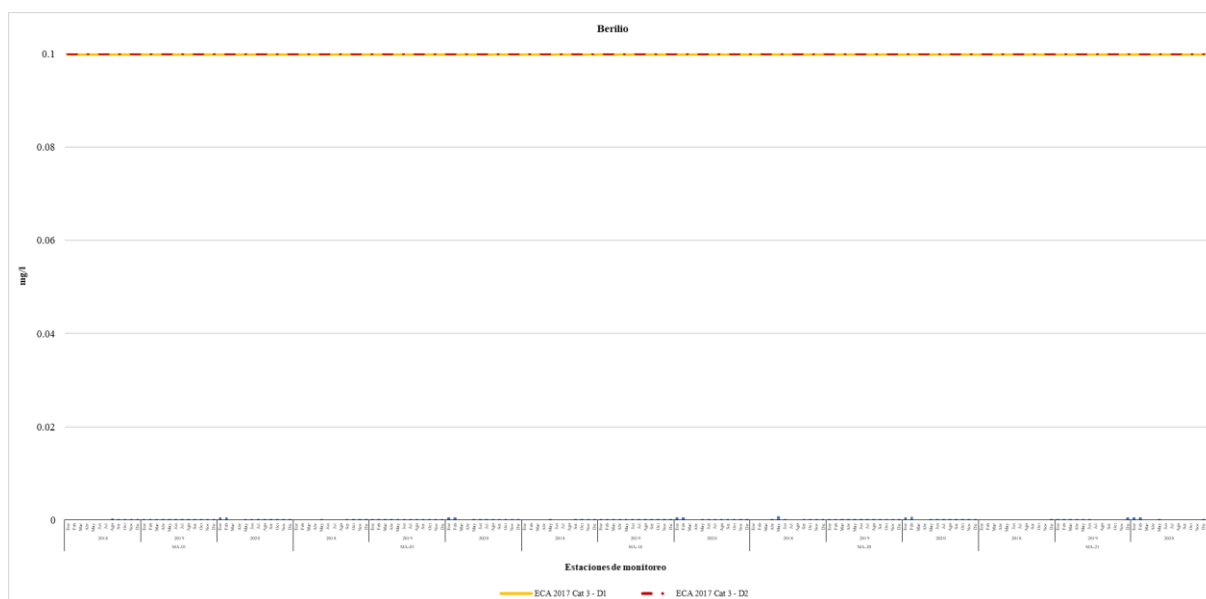
Fuente: Elaboración propia.

**2.3.2.4 Berilio.** Se registraron concentraciones de berilio total desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas ( $<0.0002$  mg/L y  $<0.0006$  mg/L) en el 88 % de los datos hasta un valor máximo de 0.0009 mg/L en la estación MA-20 (mayo 2018). Asimismo, los promedios variaron entre de 0.001 mg/L en la estación MA-01, MA-03, MA-18, MA-20 y MA-21.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la Categoría 3-D1 es 0.1 mg/L y para la Categoría 3-D2 es 0.1 mg/L. Del total de valores medidos (154 valores) no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D1 y no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D2. En el Figura 17 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

## Figura 17

### Resultados de berilio en las estaciones de monitoreo



Fuente: Elaboración propia.

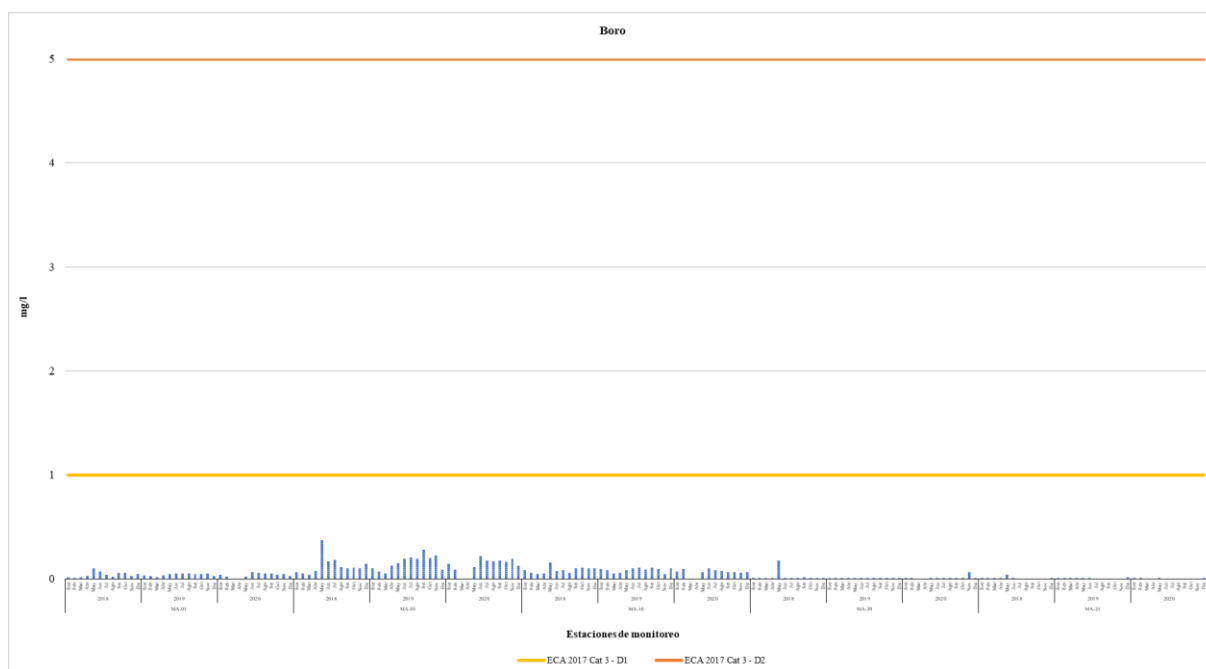
**2.3.2.5 Boro.** Se registraron concentraciones de boro total desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas ( $< 0.001$  mg/L y  $< 0.0012$  mg/L) en el 9 % de los datos hasta un valor máximo de 0.373 mg/L en la estación MA-03 (mayo 2018).

Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 0.008 mg/L en la estación MA-20 hasta un valor máximo de 0.146 mg/L en la estación MA-03.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la Categoría 3-D1 es 1 mg/L y para la Categoría 3-D2 es 5 mg/L. Del total de valores medidos (154 valores) no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D1 y no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D2. En el Figura 18 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

## Figura 18

### Resultados de boro en las estaciones de monitoreo



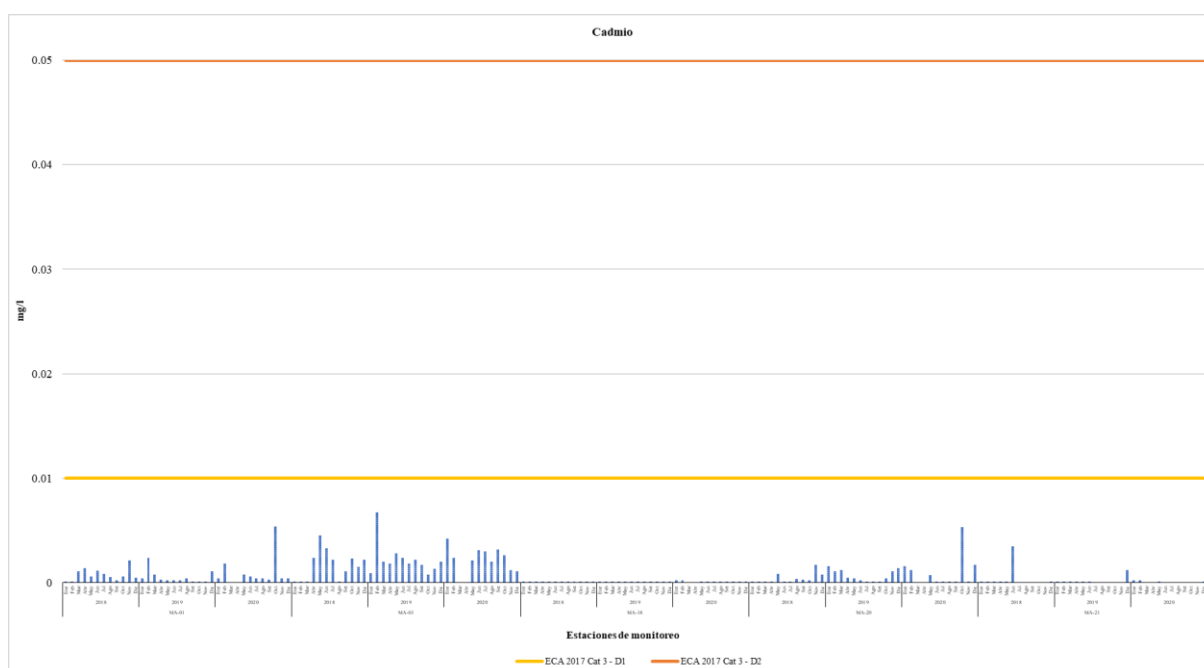
Fuente: Elaboración propia.

**2.3.2.6 Cadmio.** Se registraron concentraciones de cadmio total desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas ( $< 0.0002$  mg/L y  $< 0.00024$  mg/L) en el 45 % de los datos hasta un valor máximo de 0.0067 mg/L en la estación MA-03 (febrero 2019). Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 0.0002 mg/L en la estación MA-18 hasta un valor máximo de 0.0024 mg/L en la estación MA-03.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la Categoría 3-D1 es 0.01 mg/L y para la Categoría 3-D2 es 0.05 mg/L. Del total de valores medidos (154 valores) no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D1 y no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D2. En el Figura 19 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

## Figura 19

### Resultados de cadmio en las estaciones de monitoreo



Fuente: Elaboración propia.

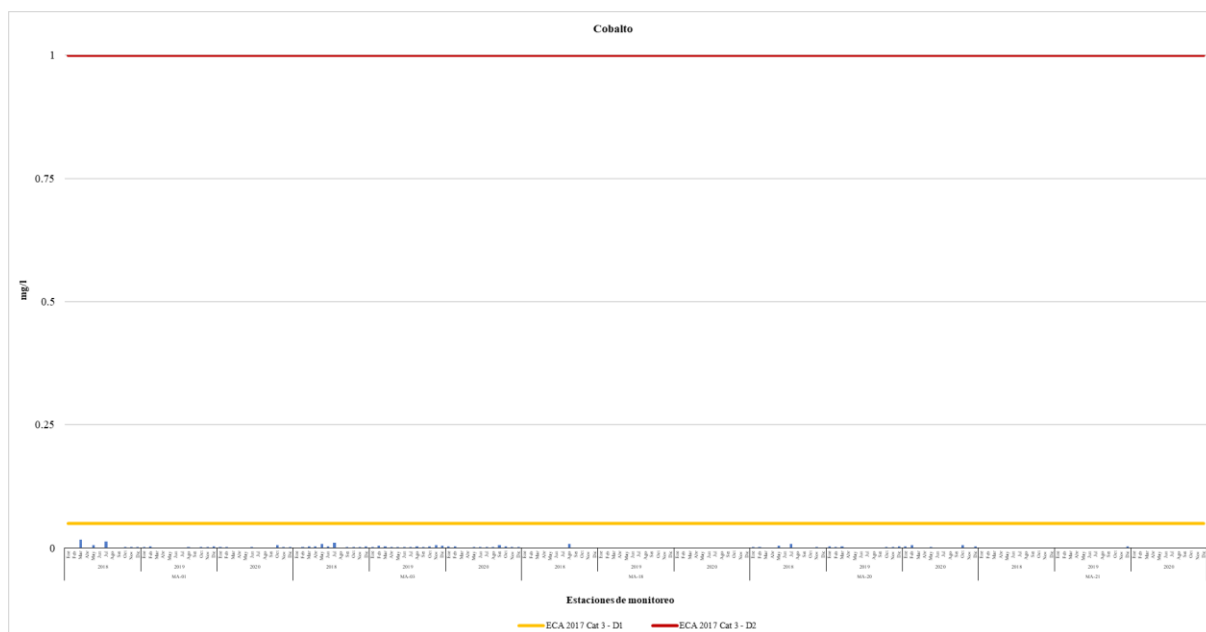
Es importante mencionar que la Unidad Minera Carahuacra se encuentra en una zona geográfica en la cual existe reptación, derrumbes, erosión de laderas y huaicos.

**2.3.2.7 Cobalto.** Se registraron concentraciones de cobalto total desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas ( $<0.0002$  mg/L y  $<0.00029$  mg/L) en el 34 % de los datos hasta un valor máximo de 0.01734 mg/L en la estación MA-01 (marzo 2018). Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 0.0020 mg/L en la estación MA-18 hasta un valor máximo de 0.0031 mg/L en la estación MA-03.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la Categoría 3-D1 es 0.05 mg/L y para la Categoría 3-D2 es 1 mg/L. Del total de valores medidos (154 valores) no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D1 y no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D2. En el Figura 20 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

## Figura 20

Resultados de cobalto en las estaciones de monitoreo



Fuente: Elaboración propia.

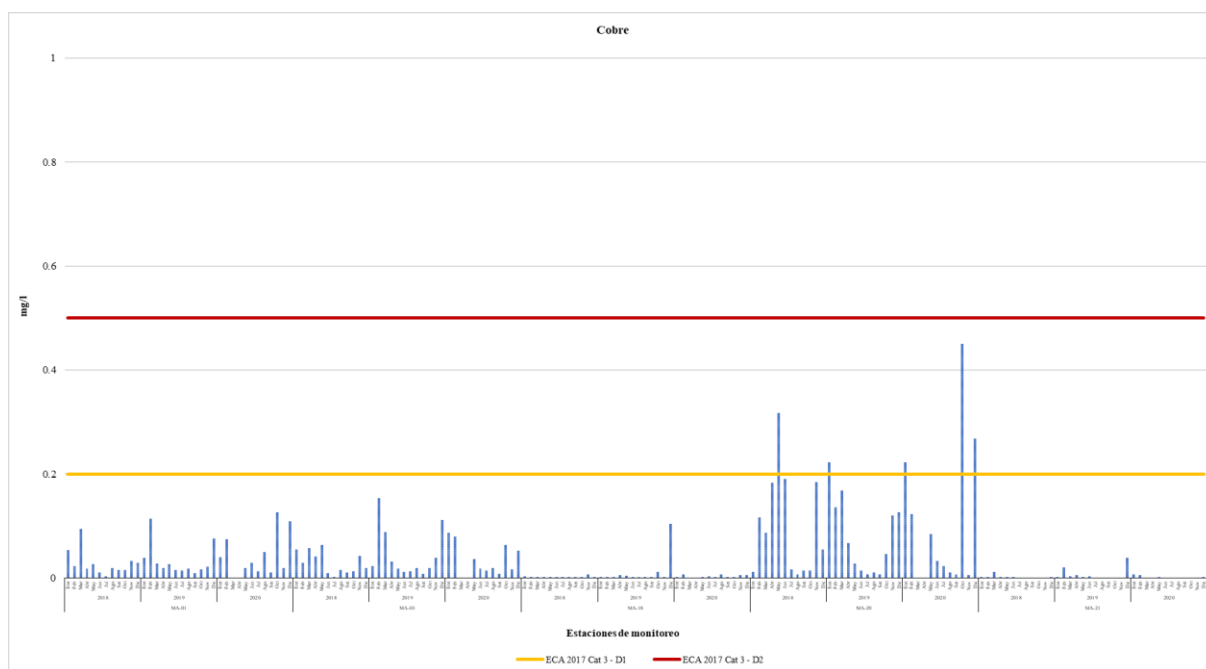
**2.3.2.8 Cobre.** Se registraron concentraciones de cobre total desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas ( $< 0.00037$  mg/L) en el 6 % de los datos hasta un valor máximo de 0.4502 mg/L en la estación MA-20 (octubre 2020).

Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 0.0064 mg/L en la estación MA-18 hasta un valor máximo de 0.0993 mg/L en la estación MA-20.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua estableció para la Categoría 3-D1 es 0.2 mg/L y para la Categoría 3-D2 es 0.5 mg/L. Del total de valores medidos (154 valores) no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D1 y no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D2. En el Figura 21 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

## Figura 21

### Resultados de cobre en las estaciones de monitoreo



Fuente: Elaboración propia.

La Unidad Minera Carahuacra pertenece a una franja epitermal de Au-Ag del Eoceno y depósitos polimetálicos del Eoceno-Oligoceno-Mioceno, sin embargo, colinda con una franja de pórfidos de Cu-Mo (Au), skarns de Pb-Zn-Cu (Ag) y depósitos polimetálicos relacionados con intrusiones del Mioceno. Conjuntamente, la Unidad Minera se encuentra dentro de la dispersión geoquímica más alta de cobre clasificado según el Ingemmet.

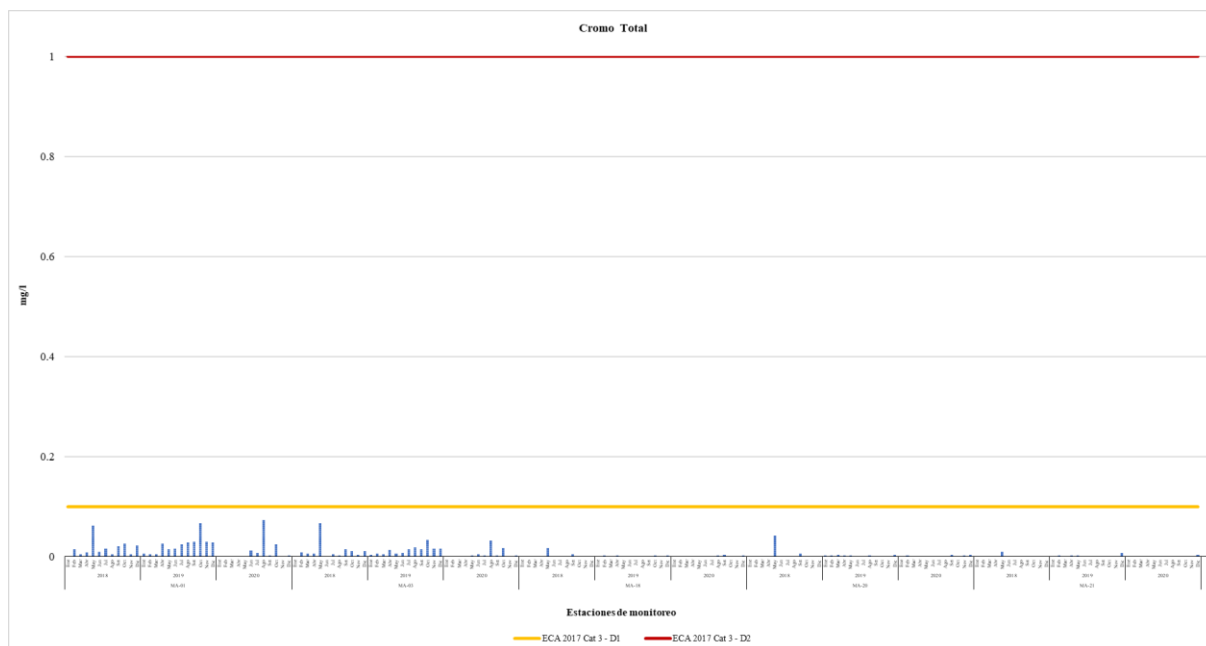
**2.3.2.9 Cromo total.** Se registraron concentraciones de cromo total desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas ( $< 0.00023$  mg/L,  $< 0.0003$  y  $< 0.0005$ ) en el 21 % de los datos hasta un valor máximo de 0.0725 mg/L en la estación MA-01 (agosto 2020). Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 0.0023 mg/L en la estación MA-18 hasta un valor máximo de 0.0173 mg/L en la estación MA-01.

C establecido para la Categoría 3-D1 es 0.1 mg/L. Del total de valores medidos (154 valores) no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D1 y no se presentaron

excedencias al ECA para la Categoría 3-D2. En el Figura 22 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

## Figura 22

*Resultados de cromo total en las estaciones de monitoreo*



Fuente: Elaboración propia.

**2.3.2.10 Hierro.** Se registraron concentraciones de hierro total desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas ( $< 0.0031$  mg/L) en el 3 % de los datos hasta un valor máximo de 16.3319 mg/L en la estación MA-01 (octubre 2020). Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 0.1030 mg/L en la estación MA-18 hasta un valor máximo de 1.7944 mg/L en la estación MA-03.

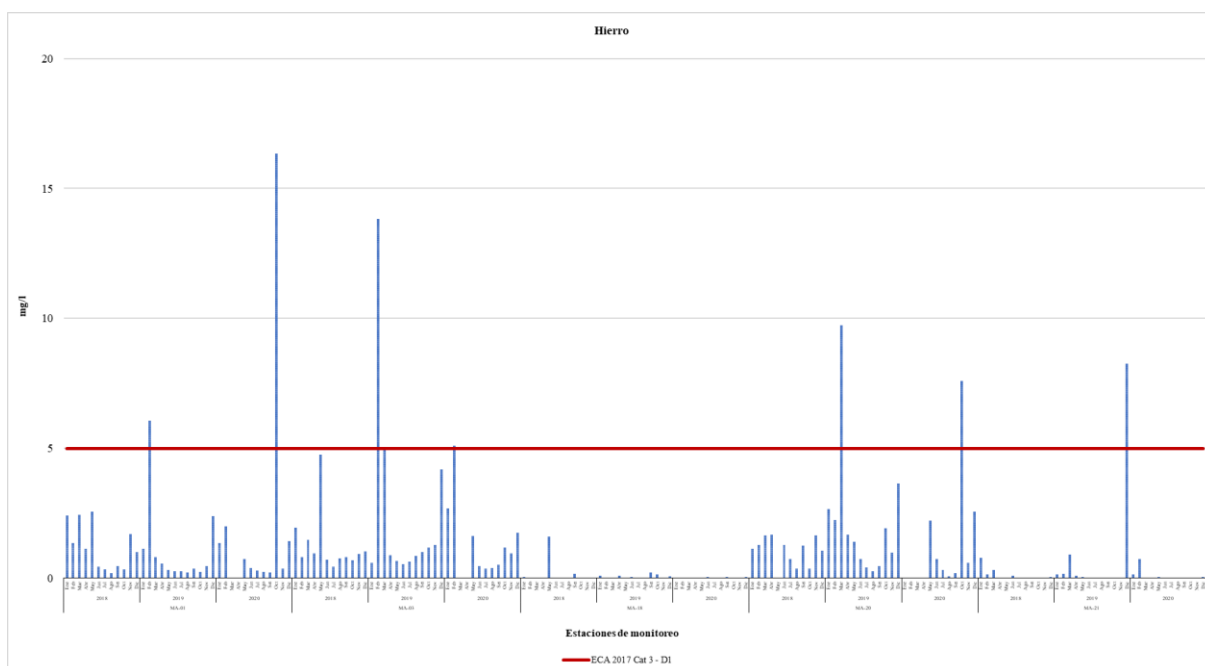
Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la Categoría 3-D1 es 5 mg/L. Del total de valores medidos (150 valores) un 5 % (7 valores) excedió el ECA para la Categoría 3-D1. Las excedencias se presentaron en las estaciones MA-01 (2 excedencias), MA-03 (2 excedencias), MA-20 (2 excedencias), MA-21 (1



excedencia). Dado que el porcentaje de datos que sobrepasaron el estándar de calidad es pequeño, se consideran dichos valores como atípicos. En el Figura 23 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

### Figura 23

#### *Resultados de hierro en las estaciones de monitoreo*



Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar que la Unidad Minera Carahuacra se encuentra en una zona geográfica, en la cual existe reptación, derrumbes, erosión de laderas y huaicos.

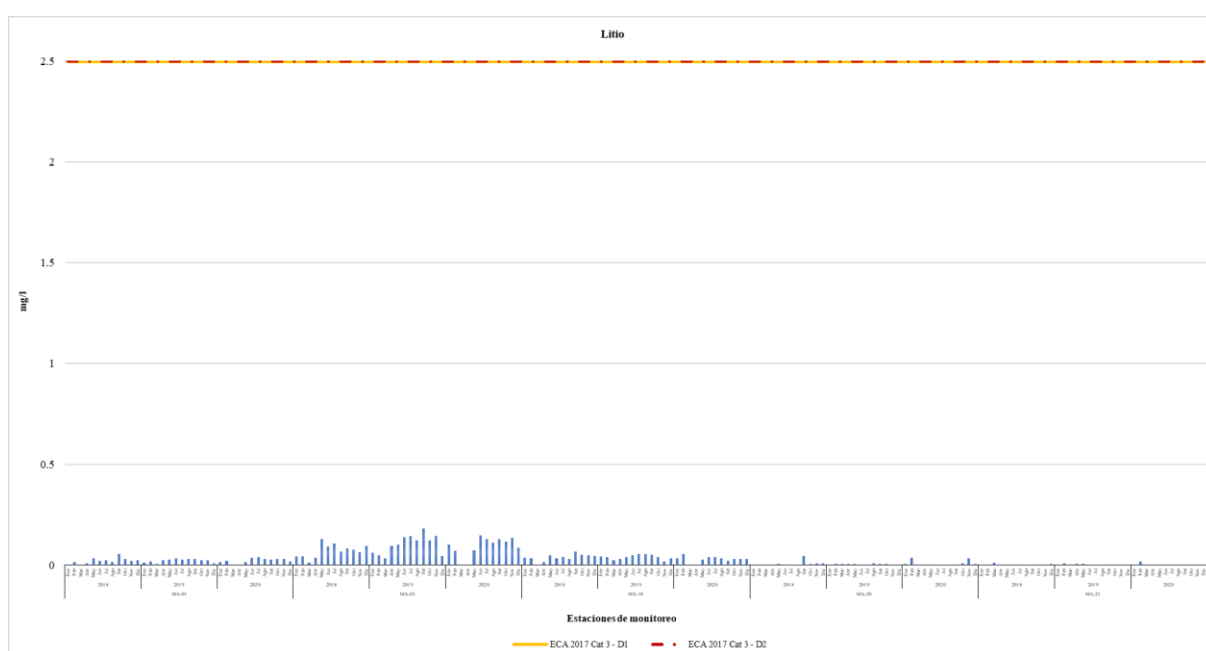
**2.3.2.11 Litio.** Se registraron concentraciones de litio total desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas ( $< 0,0003$  mg/L) en el 10 % de los datos hasta un valor máximo de 0.1824 mg/L en la estación MA-03 (septiembre 2019). Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 0.0063 mg/L en la estación MA-21 hasta un valor máximo de 0.0936 mg/L en la estación MA-03.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la

Categoría 3-D1 es 2,5 mg/L y para la Categoría 3-D2 es 2,5 mg/L. Del total de valores medidos (154 valores) no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D1 y no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D2. En el Figura 24 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

## Figura 24

*Resultados de litio en las estaciones de monitoreo*



Fuente: Elaboración propia.

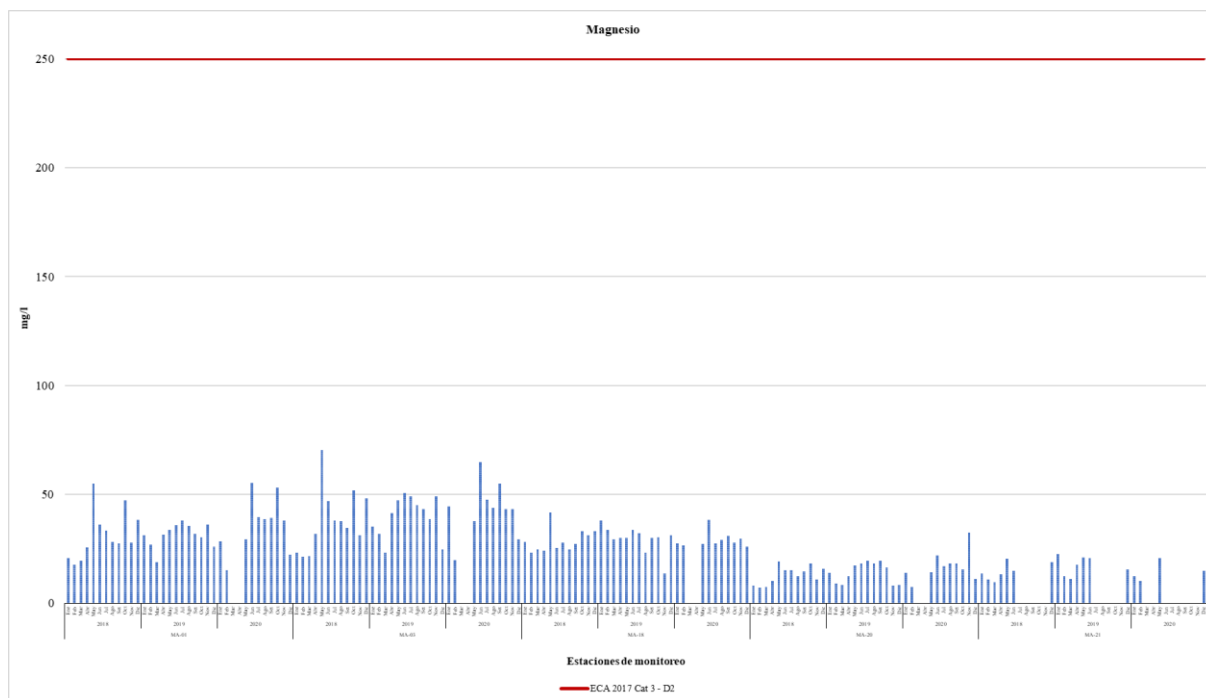
**2.3.2.12 Magnesio.** Se registraron concentraciones de magnesio total desde un valor mínimo de 7.25 mg/L en la estación MA-20 (febrero 2018) hasta un valor máximo de 70.26 mg/L en la estación MA-03 (mayo 2018). Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 13.9 mg/L en la estación MA-20 hasta un valor máximo de 40.4 mg/L en la estación MA-03.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la Categoría 3-D2 es 250 mg/L. Del total de valores medidos (154 valores) no se presentaron

excedencias al ECA para la Categoría 3-D2. En el Figura 25 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

## Figura 25

*Resultados de magnesio en las estaciones de monitoreo*



Fuente: Elaboración propia.

**2.3.2.13 Manganeso.** Se registraron concentraciones de manganeso total desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas ( $< 0.0003$  mg/L) en el 1 % de los datos hasta un valor máximo de 38.37 mg/L en la estación MA-03 (mayo 2018).

Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 0.0108 mg/L en la estación MA-18 hasta un valor máximo de 15.36 mg/L en la estación MA-03.

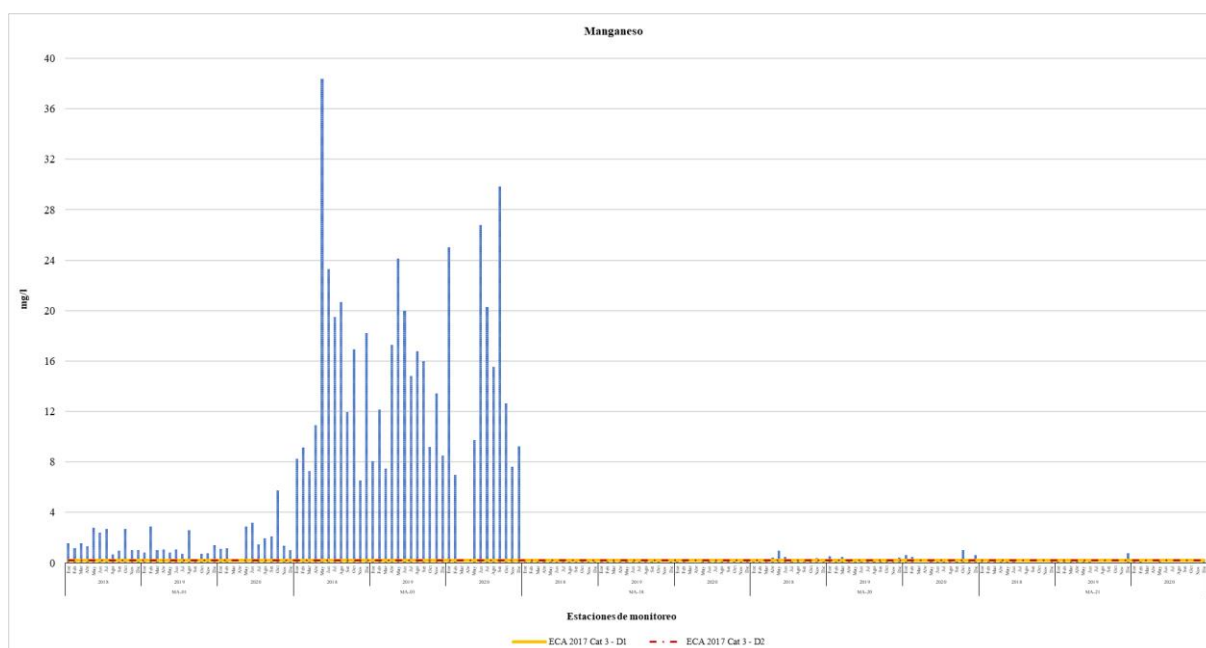
Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la Categoría 3-D1 es 0.2 mg/L y para la Categoría 3-D2 es 0.2 mg/L. Del total de valores medidos (154 valores) un 60 % (93 valores) excedió el ECA para la Categoría 3-D1 y un 60 % (93

valores) excedió el ECA para la Categoría 3-D2.

Las excedencias se presentaron en las estaciones MA-01 (34 excedencias), MA-03 (34 excedencias), MA-20 (25 excedencias), MA-21 (1 excedencia). En el Figura 26 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

## Figura 26

### Resultados de manganeso en las estaciones de monitoreo



Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar que la Unidad Minera Carahuacra se encuentra en una zona geográfica en la cual existe reptación, derrumbes, erosión de laderas y huaicos. Asimismo, la Unidad Minera Carahuacra se encuentra dentro de la dispersión geoquímica más alta de zinc, plomo, cadmio, arsénico y manganeso, clasificado según el Ingemmet.

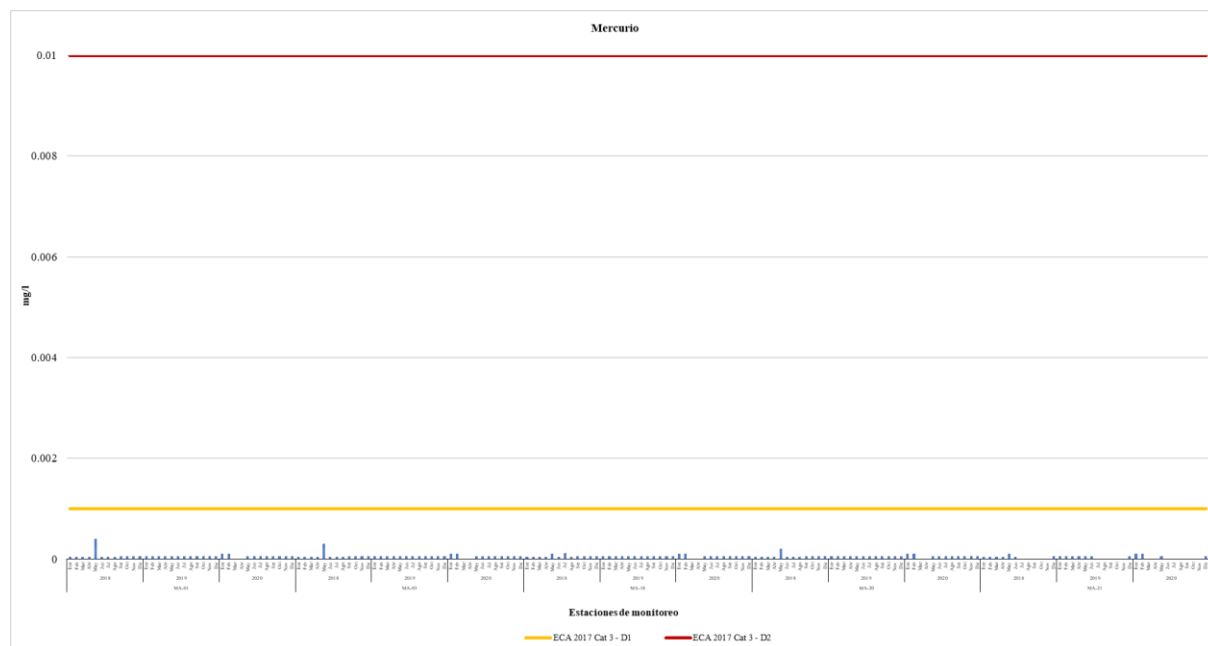
**2.3.2.14 Mercurio.** Se registraron concentraciones de mercurio total desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas ( $< 0.00008$  mg/L) en el 86 % de los datos hasta un valor máximo de 0.0004 mg/L en la estación MA-01 (mayo 2018).

Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 0.0001 mg/L en la estación MA-18 hasta un valor máximo de 0.0002 mg/L en la estación MA-01.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la Categoría 3-D1 es 0.001 mg/L y para la Categoría 3-D2 es 0.01 mg/L. Del total de valores medidos (154 valores) no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D2. En el Figura 27 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

## Figura 27

### *Resultados de mercurio en las estaciones de monitoreo*



Fuente: Elaboración propia.

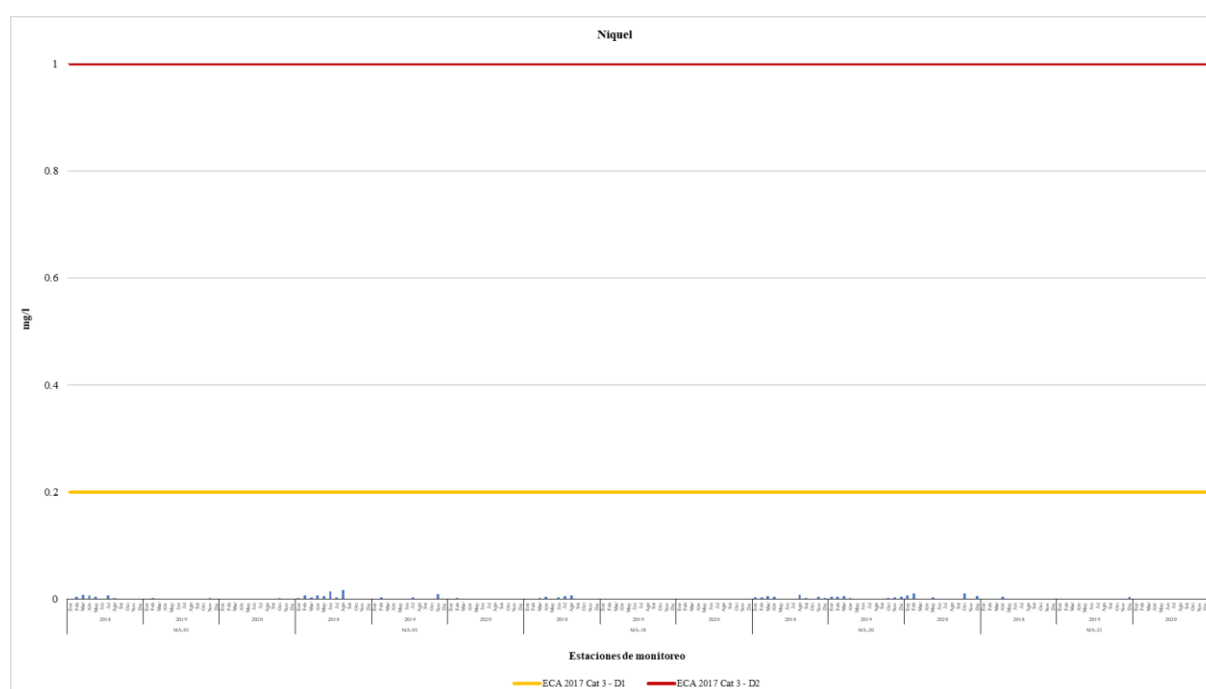
**2.3.2.15 Níquel.** Se registraron concentraciones de níquel total desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas ( $< 0.00034$  mg/L) en el 60 % de los datos hasta un valor máximo de 0.01737 mg/L en la estación MA-03 (agosto 2018). Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 0.0026 mg/L en la estación MA-21 hasta un valor máximo de 0,0057 mg/L en la estación MA-03.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la

Categoría 3-D1 es 0.2 mg/L y para la Categoría 3-D2 es 1 mg/L. Del total de valores medidos (152 valores) no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D1 y no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D2. En el Figura 28 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

## Figura 28

*Resultados de níquel en las estaciones de monitoreo*



Fuente: Elaboración propia.

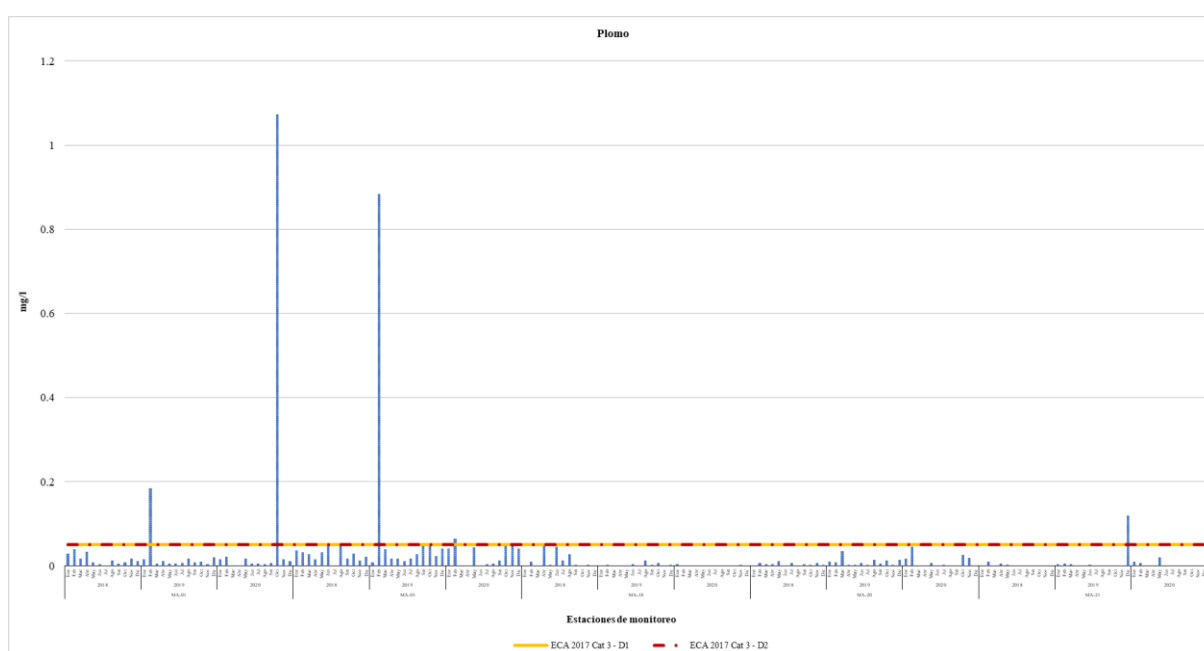
**2.3.2.16 Plomo.** Se registraron concentraciones de plomo total desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas ( $< 0.0002$  mg/L y  $< 0.00026$  mg/L) en el 10 % de los datos hasta un valor máximo de 1.0735 mg/L en la estación MA-01 (octubre 2020). Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 0.0074 mg/L en la estación MA-18 hasta un valor máximo de 0.0550 mg/L en la estación MA-03.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la Categoría 3-D1 es 0.05 mg/L y para la Categoría 3-D2 es 0.05 mg/L. Del total de valores

medidos (154 valores) un 5 % (7 valores) excedieron el ECA para la Categoría 3-D1 y un 5 % (7 valores) excedió el ECA para la Categoría 3-D2. Las excedencias se presentaron en las estaciones MA-01 (2 excedencias), MA-03 (4 excedencias), MA-21 (1 excedencia). En el Figura 29 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

## Figura 29

### *Resultados de plomo en las estaciones de monitoreo*



Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar que la Unidad Minera Carahuacra se encuentra en una zona geográfica en la cual existe reptación, derrumbes, erosión de laderas y huaicos. Asimismo, la Unidad Minera Carahuacra se encuentra dentro de la dispersión geoquímica más alta de zinc, plomo, cadmio, arsénico y manganeso, clasificado según el Ingemmet.

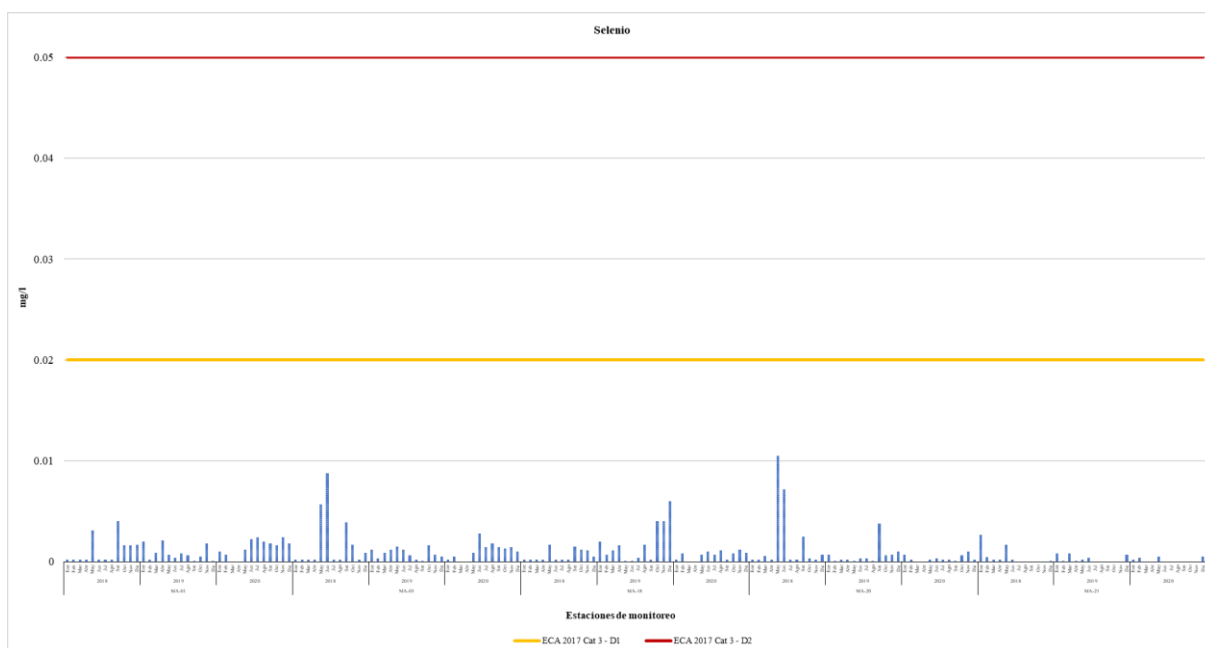
**2.3.2.17 Selenio.** Se registraron concentraciones de selenio total desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas ( $< 0.0002$  mg/L y  $< 0.00033$  mg/L) en el 26 % de los datos hasta un valor máximo de 0.0105 mg/L en la estación MA-20

(mayo 2018). Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 0.0013 mg/L en la estación MA-20 hasta un valor máximo de 0.0016 mg/L en la estación MA-01.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la Categoría 3-D1 es 0.02 mg/L y para la Categoría 3-D2 es 0.05 mg/L. Del total de valores medidos (154 valores) no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D1 y no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D2. En el Figura 30 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

### Figura 30

*Resultados de selenio en las estaciones de monitoreo*



Fuente: Elaboración propia.

**2.3.2.18 Zinc.** Se registraron concentraciones de zinc desde un mínimo de 0.0009 mg/L en la estación MA-18 (abril 2018) hasta un valor máximo de 4.1913mg/L en la estación MA-03 (febrero 2019).

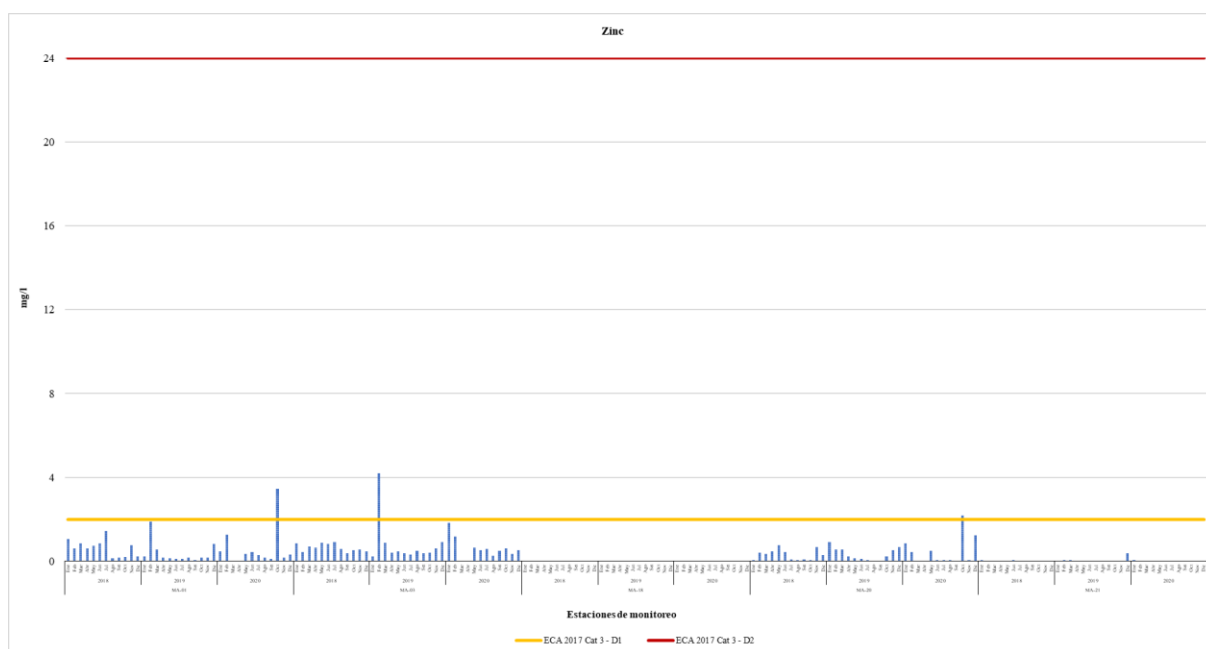
Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la



Categoría 3-D1 es 2 mg/L y para la Categoría 3-D2 es 24 mg/L. Del total de valores medidos (154 valores) un 2 % (3 valores) excedió el ECA para la Categoría 3-D1 y no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D2. Las excedencias se presentaron en las estaciones MA-01 (1 excedencia), MA-03 (1 excedencia), MA-20 (1 excedencia). Dado que el porcentaje de datos que sobrepasaron el estándar de calidad es pequeño, se consideran dichos valores como atípicos. En el Figura 31 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

### Figura 31

*Resultados de zinc en las estaciones de monitoreo*



Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar que la Unidad Minera Carahuacra se encuentra en una zona geográfica en la cual existe reptación, derrumbes, erosión de laderas y huaicos. Asimismo, la Unidad Minera Carahuacra se encuentra dentro de la dispersión geoquímica más alta de zinc, plomo, cadmio, arsénico y manganeso, clasificado según el Ingemmet.

### 2.3.3 *Parámetros microbiológicos*

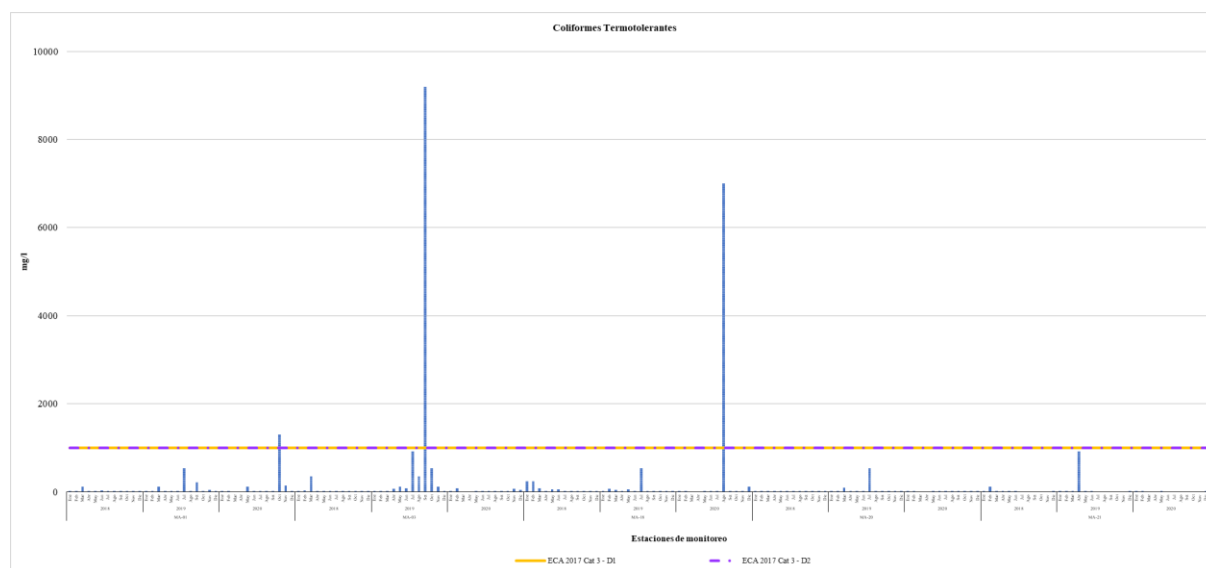
De los 3 parámetros microbiológicos evaluados en las aguas del río Yauli, se obtuvo que 2 parámetros se encuentran por encima de los ECA 2017 para la categoría 3, siendo los parámetros: coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*. Mientras que los huevos helminto están por debajo del ECA de agua para la categoría 3.

**2.3.3.1 *Coliformes termotolerantes.*** Se registraron resultados de coliformes termotolerantes desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas ( $< 1.8$  NMP /100 mL) en el 33 % de los datos hasta un valor máximo de 9200 NMP /100mL en la estación MA-03 (septiembre 2019). Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 48.91 NMP /100 mL en la estación MA-20 hasta un valor máximo de 467.18 NMP /100 mL en la estación MA-03.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la Categoría 3-D1 es 1000 NMP /100mL y para la Categoría 3-D2 es 1000 NMP /100 mL. Del total de valores medidos (154 valores) un 2 % (3 valores) excedió el ECA para la Categoría 3-D1 y un 3 % (3 valores) excedió el ECA para la Categoría 3-D2. Las excedencias se presentaron en las estaciones MA-01 (1 excedencia), MA-03 12 excedencias), MA-18 (1 excedencia). Dado que el porcentaje de datos que sobrepasaron el estándar de calidad es pequeño, se consideran dichos valores como atípicos. En el Figura 32 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

## Figura 32

### Resultados de coliformes termotolerantes en las estaciones de monitoreo



Fuente: Elaboración propia.

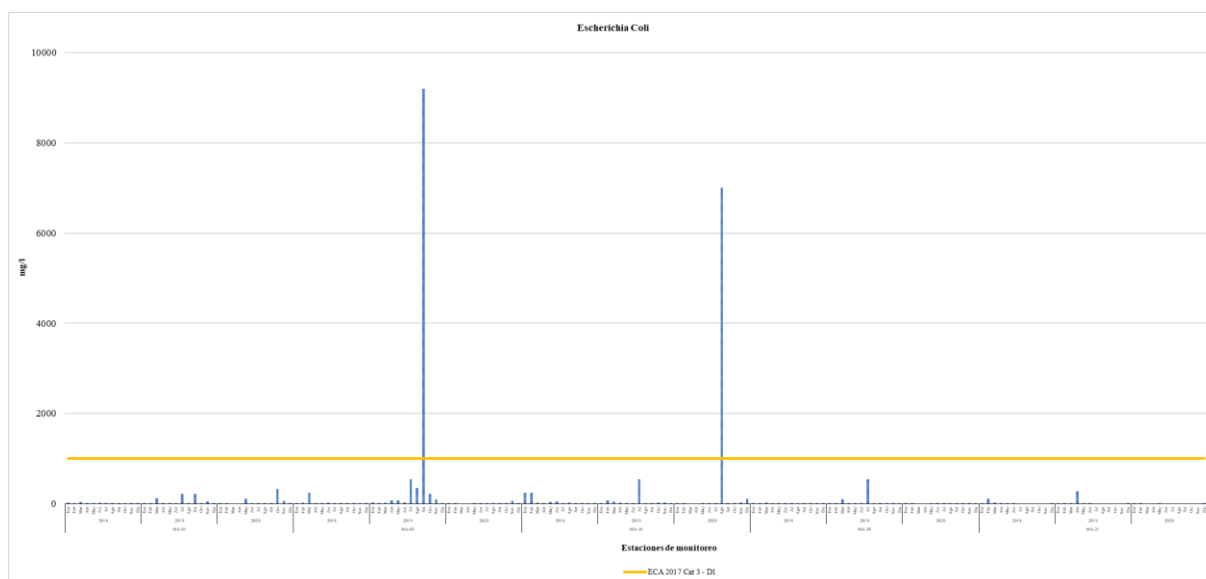
Es importante señalar que las concentraciones elevadas de coliformes termotolerantes indican contaminación del agua superficial por vertimiento de aguas residuales domésticas o residuos de actividades ganaderas. Constituyen el indicador más representativo de contaminación fecal.

**2.3.3.2 *Escherichia coli*.** Se registraron concentraciones de *Escherichia coli* desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas ( $< 1.8$  NMP /100 mL) en el 40 % de los datos hasta un valor máximo de 92 000 NMP /100 mL en la estación MA-03 (septiembre 2019). Asimismo, los promedios variaron entre un mínimo de 36.35 NMP /100 mL en la estación MA-21 hasta un valor máximo de 459.77 NMP /100 mL en la estación MA-03.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la Categoría 3-D1 (Agua para riego no restringido) es 1000 NMP /100 mL. Del total de valores medidos (154 valores) un 1 % (2 valores) excedió el ECA para la categoría 3-D1. Dada su baja frecuencia, estos valores se consideran como atípicos. En el Figura 33 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

### Figura 33

*Resultados de Escherichia coli en las estaciones de monitoreo*

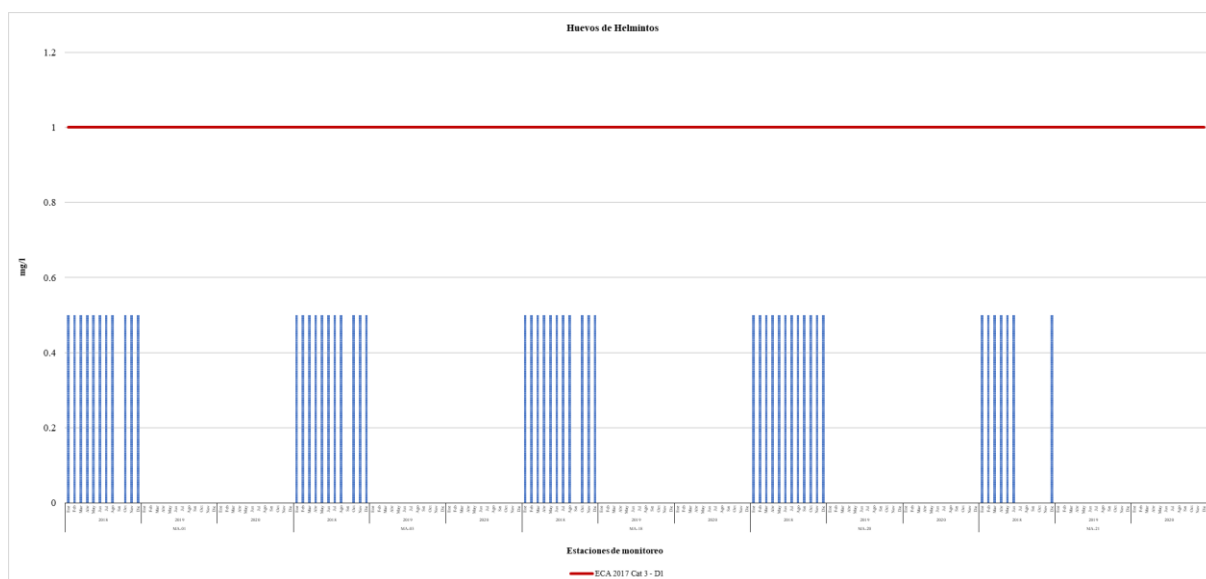


Fuente: Elaboración propia.

**2.3.3.3 Huevos de Helminto.** Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua establecido para la Categoría 3 establecen como límite el valor de 1 huevos/L para la subcategoría D1 (agua para riego restringido y no restringido). De los valores resultantes en los monitoreos, todos cumplen la normativa del 2017. En el Figura 34 se detalla los valores registrados en los monitoreos.

**Figura 34**

*Resultados de huevos de Helminto en las estaciones de monitoreo*



Fuente: Elaboración propia.

### **III. APORTES MÁS DESTACADOS A LA EMPRESA**

Como parte de la consultora JCI Ingeniería y Servicios Ambiental S.A.C., he participado en el desarrollo de los siguientes Instrumentos de Gestión Ambiental:

#### **2019**

- Actualización del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto: “Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Emisores y Tratamiento de Aguas Residuales de Arequipa Metropolitana”.
- Plan Ambiental Detallado de la Unidad Minera Carahuacra.
- Plan Ambiental Detallado de la Unidad Minera Condestable.
- Cuarto Informe Técnico Sustentatorio de la Unidad Minera Carahuacra.

#### **2020**

- Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Unidad Minera Carahuacra IntegrAmbiente.
- Segundo Informe Técnico Sustentatorio de la Unidad Minera Toquepala.
- Quinto Informe Técnico Sustentatorio de la Unidad Minera Carahuacra.
- Cuarto Informe Técnico Sustentatorio de la Unidad Minera Cerro de Pasco.

#### **2021**

- Quinto Informe Técnico Sustentatorio de la Unidad Minera La Arena.
- Sexto Informe Técnico Sustentatorio de la Unidad Minera La Arena.
- Tercer Informe Técnico Sustentatorio de la Unidad Minera Cerro de Pasco.

#### **2022**

- Actualización del Estudio de Impacto Ambiental de la Cantera de Calcáneos Bayóvar 4.
- Levantamiento de observaciones.
- Primera Actualización del Estudio de Impacto Ambiental de la Cantera de Virrilá.

- Estudio de Impacto Ambiental detallado para la integración de las Unidad Mineras San Cristobal y Carahuacra.

#### IV. CONCLUSIONES

Respecto a los parámetros físicos-químicos, se ha observado que en el pH ha superado el ECA Categoría 3 D1 y D2 en un 7% para ambas categorías, sin embargo, este dato es considerado atípico y no característico de la zona. Además, los promedios varían entre 8.02 a 8.20 lo que sugiere que los cuerpos de agua presentan condiciones ligeramente alcalinas de manera natural. En la conductividad eléctrica, un (01) valor excedió el ECA para la Categoría 3-D1 y no se presentaron excedencias al ECA para la Categoría 3-D2. Referente a los parámetros físicos-químicos en general se presenta un cumplimiento en la normativa para los niveles de nitritos y cianuro wad; sin embargo, se ha presenciado excedencias en los sulfatos, esto debido a la presencia de yacimientos mineros y de la naturaleza del compuesto en estar presente en los cuerpos de agua.

Para el caso de los parámetros inorgánicos (metales), los parámetros arsénicos (As) bario (Ba), berilio (Be), boro (B), cobalto (Co), cromo (Cr), litio (Li), mercurio (Hg), níquel (Ni) y selenio (Se) cumplen con lo establecido en el ECA-2017. Con respecto a los parámetros: aluminio (Al), cadmio (Cd), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), plomo (Pb) y zinc (Zn), estos presentan excedencias en las estaciones monitoreadas, principalmente en los parámetros hierro (Fe), manganeso (Mn) y plomo (Pb), lo cual, podría deberse a la existencia de yacimientos mineros polimetálicos característicos de la Unidad Minera Carahuacra, como también a la elevada erosión presente en la geología, un movimiento de tierras altamente susceptible y una elevada dispersión geoquímica lo los metales en mención.

En cuanto a los parámetros microbiológicos, se presenta valores atípicos en los parámetros coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, esto probablemente debido a la presencia esporádica de animales alrededor de la zona, así como por la presencia de vertimiento de aguas servidas de poblaciones existentes aguas arriba del río Yauli. Finalmente, los valores



de los parámetros de huevos de Helminto cumplen con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua.

## V. RECOMENDACIONES

Dar continuidad a los monitoreos de los parámetros físicos-químicos de la calidad de agua, para evaluar las variaciones de las concentraciones de los valores presentes en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobados mediante Resolución Directoral N.º 004-2017-MINAM para la categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales).

Dar continuidad a los monitoreos de los parámetros inorgánicos de la calidad de agua, a fin de evaluar las variaciones de las concentraciones de los parámetros a lo largo de las estaciones. Además de verificar que los laboratorios contratados cuenten con metodologías y equipos que tengan los límites de detección inferiores a los valores estipulados en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental vigente.

Dar continuidad a los monitoreos de los parámetros microbiológicos de la calidad de agua, considerando para conocer acerca sobre su uso tanto doméstico como de riego evitando algún tipo de enfermedades.

Recomendar a las autoridades competentes como la Autoridad Local del Agua (ALA), y el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) que consideren realizar inspecciones constantes de los efluentes de la Unidad Minera Carahuacra perteneciente a la Volcan Compañía Minera S.A.A. aledaño al río Yauli.

## VI. REFERENCIAS

- Chaudhary, M; Mishra, S y Kumar, A. (2017). Estimation of water pollution and probability of health risk due to imbalanced nutrients in River Ganga, India. *International Journal of River Basin Management*, 15(1), 53–60. <https://doi.org/10.1080/15715124.2016.1205078>
- Dimri, D; Daverey, A; Kumar, A y Sharma, A. (2021). Monitoring water quality of River Ganga using multivariate techniques and WQI (Water Quality Index) in Western Himalayan region of Uttarakhand, India. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 15, 100375. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2020.100375>
- Ministerio de Medio Ambiente. (7 de junio de 2017). Decreto Supremo N° 004-2017. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Recuperado de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- Osmi, S; Malek, M; Yusoff, M; Azman, N y Faizal, W (2016). Development of river water quality management using fuzzy techniques: a review. *International Journal of River Basin Management* 0. 14(2), 243–254. <https://doi.org/10.1080/15715124.2015.1105232>
- Tovar, J. (2007). El agua subterránea en el Medio Ambiente Minero y su Importancia en los Planes de Cierre. Recuperado de [https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/dgaam/publicaciones/curso\\_cierreminas/02\\_T%C3%A9cnico/02\\_Hidrolog%C3%ADa/TecHidro-L2\\_Aguas%20Subterr%C3%A1neas.pdf](https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/dgaam/publicaciones/curso_cierreminas/02_T%C3%A9cnico/02_Hidrolog%C3%ADa/TecHidro-L2_Aguas%20Subterr%C3%A1neas.pdf)
- US EPA (1991). Risk Assessment Guidance for Superfund: Volume I -Human Health Evaluation, Manual (Part B, Development of Risk-based Preliminary Remediation Goals), EPA/540/R-92/003. Office of Research and Development, Washington D.C; United States of America; <https://epa-prgs.ornl.gov/radionuclides/HHEMB.pdf>

## **VII. ANEXOS**

Anexo A Resultados del monitoreo de la calidad de agua superficial período 2018 - 2020

Anexo B Mapas

## **ANEXO A**

Resultados del monitoreo de la calidad de agua superficial período 2018 - 2020

**Tabla 3**

*Resultado del monitoreo de la calidad de agua superficial para el periodo 2018, 2019 y 2020 – Parámetros Físicos-Químicos*

Estación de monitoreo	Año	Mes	pH Unidades de pH	T °C	CE uS/cm	A y G mg/l	DBO <sub>5</sub> mg/l	DQO mg/l	Cianuro wad mg/l	Fenoles mg/l	Nitritos mg/l	S.A.A.M. mg/l	Sulfatos mg/l
MA-01	2018	Ene	7.77	8.2	802	<1	5	16	<0.0006	<0.001	0.008	<0.02	409.1
		Feb	7.5	9.6	1043	<1	5	10	<0.0006	<0.001	0.0175	0.19	506.9
		Mar	8.28	10.6	796	<1	2	8	<0.0006	<0.001	<0.0002	<0.02	281.5
		Abr	8.48	11.9	1757	<1	3	5	<0.0006	<0.001	0.1035	0.33	674.9
		May	7.39	13.2	2040	<1	<2	7	<0.0006	<0.001	<0.0002	0.22	1053
		Jun	8.43	12.3	2411	<1	6	19	<0.0006	<0.001	<0.0002	<0.02	1009
		Jul	S/D	S/D	S/D	<1	2	9	<0.0006	<0.001	0.0607	0.32	1101
		Ago	S/D	S/D	S/D	<1	9	22	<0.0006	<0.001	<0.0002	<0.02	1045
		Set	S/D	S/D	S/D	<0.20	5.1	32.5	<0.002	<0.0010	0.26	0.046	974.89
		Oct	S/D	S/D	S/D	<0.20	<2.0	16.1	<0.002	<0.0010	<0.05	0.035	1066.15
		Nov	S/D	S/D	S/D	<0.20	<2.0	12.5	<0.002	<0.0010	0.09	0.036	653.67
		Dic	S/D	S/D	S/D	<0.20	21.9	30.8	<0.002	<0.0010	2.54	0.052	768.2
2019	Ene	8.42	9.3	1222	<0.20	4.1	36.1	0.01	<0.0010	<0.05	<0.006	487.06	
	Feb	8.35	10.6	901	<0.20	2.5	10.2	<0.002	<0.0010	0.13	<0.006	360.29	

Estación de monitoreo	Año	Mes	pH	T	CE	A y G	DBO <sub>5</sub>	DQO	Cianuro wad	Fenoles	Nitritos	S.A.A.M.	Sulfatos
			Unidades de pH	°C	uS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
		Mar	8.45	8.3	854	<0.20	<2.0	10.7	<0.002	<0.0010	<0.05	0.026	235.93
		Abr	8.36	12.9	1781	<0.20	10	30.5	0.015	<0.0010	0.3	<0.006	623.01
		May	8.19	11.3	1640	<0.20	2.6	9.6	0.013	<0.0010	0.33	<0.006	926.41
		Jun	8.41	10.9	1590	<0.20	21.1	28.4	0.018	<0.0010	0.64	<0.006	1274.12
		Jul	8.23	14.1	1850	<0.20	10.7	33.1	<0.002	<0.0010	0.29	0.006	1021
		Ago	8.29	15.8	2174	<0.20	7.6	38.8	0.012	<0.0010	<0.05	0.007	1336.9
		Set	8.33	13.9	2610	<0.20	10.2	19.3	0.019	<0.0010	0.21	<0.006	871.16
		Oct	8.08	14.9	1998	<0.20	10.6	21.6	<0.002	<0.0010	0.45	<0.006	1146.77
		Nov	7.98	13.5	1757	<0.20	<2.0	<2.0	0.014	<0.0010	<0.05	<0.006	814.94
		Dic	8.14	10.7	1177	<0.20	<2.0	<2.0	0.017	<0.0010	0.19	<0.006	294.88
		Ene	8.18	11.2	1079	<0.20	2	2	0.002	0.001	0.05	0.006	313.25
		Feb	8.38	8.6	646	<0.20	2	2	0.002	0.001	0.05	0.006	182.36
		Mar	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	2020	Abr	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		May	7.86	11.9	1531	<0.20	<2.0	8.4	<0.002	<0.0010	0.05	<0.006	546
		Jun	8.04	12.5	1359	<0.20	5.1	10.9	<0.002	<0.0010	1.24	<0.006	1116.11
		Jul	8.11	10.8	1343	<0.20	2.2	7.6	<0.002	<0.0010	0.1	0.006	1103.55

Estación de monitoreo	Año	Mes	pH	T	CE	A y G	DBO <sub>5</sub>	DQO	Cianuro wad	Fenoles	Nitritos	S.A.A.M.	Sulfatos
			Unidades de pH	°C	uS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
MA-03	2018	Ago	8.17	10.5	1946	<0.20	<2.0	24.8	0.008	<0.0010	1.5	0.026	1066.97
		Set	7.92	9.8	1997	<0.20	<2.0	6.5	0.012	<0.0010	0.58	0.033	762.12
		Oct	7.31	11.9	1824	<0.20	25	45	0.014	<0.0010	<0.05	0.062	798.11
		Nov	7.59	12.7	2015	<0.20	<2.0	58.9	0.034	<0.0010	<0.05	0.062	932.87
		Dic	7.41	12.7	1397	<0.20	<2.0	5.1	0.012	<0.0010	0.18	0.023	467.03
		Ene	7.95	10.9	1014	<1	3	8	<0.0006	<0.001	0.01	<0.02	507.5
		Feb	7.94	10.8	1248	<1	3	7	<0.0006	<0.001	0.0181	0.09	618.8
		Mar	8.26	12.2	1124	<1	3	8	<0.0006	<0.001	<0.0002	<0.02	394.7
		Abr	6.53	14.1	2133	<1	3	7	<0.0006	<0.001	0.1463	0.23	837.2
		May	8.26	12.3	1489	<1	<2	6	<0.0006	<0.001	0.0488	0.11	1115
		Jun	8.3	13	2393	<1	3	9	<0.0006	<0.001	<0.0002	0.13	1238
		Jul	S/D	S/D	S/D	<1	2	11	<0.0006	<0.001	0.0669	0.08	1201
Ago	S/D	S/D	S/D	<1	4	11	<0.0006	<0.001	<0.0002	<0.02	1272		
Set	S/D	S/D	S/D	<0.20	5.7	16.6	<0.002	<0.0010	0.3	0.046	1009.17		
Oct	S/D	S/D	S/D	<0.20	<2.0	11.7	<0.002	<0.0010	0.37	0.031	1133.35		
Nov	S/D	S/D	S/D	<0.20	<2.0	3.2	<0.002	<0.0010	0.17	0.023	701.7		
Dic	S/D	S/D	S/D	<0.20	<2.0	3.2	<0.002	<0.0010	1.28	0.037	895.01		



Estación de monitoreo	Año	Mes	pH	T	CE	A y G	DBO <sub>5</sub>	DQO	Cianuro wad	Fenoles	Nitritos	S.A.A.M.	Sulfatos
			Unidades de pH	°C	uS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
	2019	Ene	8.23	12.4	1902	<0.20	4.6	17.7	0.008	<0.0010	0.26	0.013	492.96
		Feb	8.42	12.5	1012	<0.20	2.6	25.4	<0.002	<0.0010	0.24	<0.006	438.52
		Mar	8.34	11.1	971	<0.20	<2.0	14.6	<0.002	<0.0010	<0.05	0.028	305.85
		Abr	8.24	12.9	1835	<0.20	8.2	10.2	0.011	<0.0010	0.22	<0.006	612.68
		May	8.12	15.2	1984	<0.20	<2.0	<2.0	<0.002	<0.0010	0.26	<0.006	1233.7
		Jun	8.29	13.6	1897	<0.20	7.3	7.7	<0.002	<0.0010	0.61	<0.006	1369.5
		Jul	8.16	15.4	2144	<0.20	6.7	22.4	<0.002	<0.0010	0.1	0.006	1171.5
		Ago	8.3	16.3	2260	<0.20	6.5	15.5	0.007	<0.0010	0.02	<0.006	1397.11
		Set	8.19	14.4	2110	<0.20	6.1	18.7	0.007	<0.0010	0.2	<0.006	896.21
		Oct	8.01	18	2101	<0.20	7.7	9.5	0.007	<0.0010	0.29	<0.006	1188.87
		Nov	7.83	13.3	1813	<0.20	<2.0	9.5	0.007	<0.0010	0.34	<0.006	838.3
		Dic	8.18	11.8	1081	<0.20	<2.0	<2.0	0.007	<0.0010	0.12	<0.006	313.7
	2020	Ene	7.79	11.3	1818	0.2	2	2.2	0.002	0.001	0.08	0.006	788.06
		Feb	8.21	8.2	799	0.2	2	20	0.002	0.001	0.05	0.006	252.8
		Mar	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		Abr	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		May	7.23	14.3	1668	<0.20	<2.0	9.7	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	606.81

Estación de monitoreo	Año	Mes	pH	T	CE	A y G	DBO <sub>5</sub>	DQO	Cianuro wad	Fenoles	Nitritos	S.A.A.M.	Sulfatos
			Unidades de pH	°C	uS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
MA-18	2018	Jun	7.99	7.2	1543	<0.20	<2.0	<2.0	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	1245.25
		Jul	7.86	11.6	1530	<0.20	<2.0	5.7	<0.002	<0.0010	0.42	0.034	1335.88
		Ago	7.91	11.3	2040	<0.20	2.2	35.7	0.005	<0.0010	<0.05	0.008	1127.38
		Set	8.39	15.8	2300	<0.20	<2.0	<2.0	0.009	<0.0010	0.3	0.008	1007.74
		Oct	7.82	14.2	1917	<0.20	3.3	12.9	0.006	<0.0010	0.42	0.018	923.97
		Nov	7.95	14.8	2130	<0.20	<2.0	34	0.013	<0.0010	0.36	0.055	1053.18
		Dic	7.89	11.5	1543	<0.20	<2.0	<2.0	0.009	<0.0010	0.15	<0.006	511.24
		Ene	7.83	8.3	674	<1	<2	8	<0.0006	<0.001	<0.0002	<0.02	217.5
		Feb	6.91	10	708	<1	<2	9	<0.0006	<0.001	<0.0002	<0.02	203.2
		Mar	8.63	10.2	612	<1	<2	5	<0.0006	<0.001	<0.0002	<0.02	139.9
		Abr	8.12	11.8	953	<1	<2	<5	<0.0006	<0.001	0.0214	<0.02	151.9
		May	8.26	10	875	<1	<2	9	<0.0006	<0.001	<0.0002	<0.02	169.3
		Jun	8.5	9.4	950	<1	<2	6	<0.0006	<0.001	<0.0002	<0.02	182.3
		Jul	S/D	S/D	S/D	<1	<2	s	<0.0006	<0.001	<0.0002	<0.02	193.7
		Ago	S/D	S/D	S/D	<1	<2	10	<0.0006	<0.001	<0.0002	<0.02	206
		Set	S/D	S/D	S/D	<0.20	<2.0	<2.0	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	225.49
Oct	S/D	S/D	S/D	<0.20	<2.0	3.2	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	185		



Estación de monitoreo	Año	Mes	pH	T	CE	A y G	DBO <sub>5</sub>	DQO	Cianuro wad	Fenoles	Nitritos	S.A.A.M.	Sulfatos
			Unidades de pH	°C	uS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
		Abr	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		May	7.85	11.5	829	<0.20	<2.0	8.4	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	147.04
		Jun	8.33	9.6	520	<0.20	<2.0	<2.0	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	175.34
		Jul	8.3	8.6	538	<0.20	<2.0	4.5	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	187.95
		Ago	8.32	8.1	620	<0.20	<2.0	8	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	159.98
		Set	8.37	9.8	601	<0.20	<2.0	<2.0	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	117.26
		Oct	8.34	10.8	639	<0.20	<2.0	2	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	150.7
		Nov	8.3	13.1	659	<0.20	<2.0	14.3	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	128.54
		Dic	8.13	11.8	682	<0.20	<2.0	<2.0	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	119.62
		Ene	8.11	9.9	292.4	<1	<2	9	<0.0006	<0.001	<0.0002	<0.02	41.62
		Feb	8.15	9.8	219.5	<1	<2	8	<0.0006	<0.001	<0.0002	<0.02	41.45
		Mar	8.2	11.8	206.9	<1	<2	6	<0.0006	<0.001	<0.0002	<0.02	27.96
MA-20	2018	Abr	7.16	14.5	615	<1	<2	6	<0.0006	<0.001	0.0167	<0.02	47.59
		May	8.28	9.9	2426	<1	<2	8	<0.0006	<0.001	0.0055	<0.02	53.08
		Jun	8.23	9	491	<1	<2	7	<0.0006	<0.001	<0.0002	<0.02	61.06
		Jul	S/D	S/D	S/D	<1	3	9	<0.0006	<0.001	0.0034	<0.02	36.37
		Ago	S/D	S/D	S/D	<1	<2	12	<0.0006	<0.001	<0.0002	<0.02	37.9

Estación de monitoreo	Año	Mes	pH	T	CE	A y G	DBO <sub>5</sub>	DQO	Cianuro wad	Fenoles	Nitritos	S.A.A.M.	Sulfatos
			Unidades de pH	°C	uS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
		Set	S/D	S/D	S/D	<0.20	<2.0	<2.0	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	32.2
		Oct	S/D	S/D	S/D	<0.20	<2.0	<2.0	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	<0.10
		Nov	S/D	S/D	S/D	<0.20	<2.0	<2.0	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	49.43
		Dic	S/D	S/D	S/D	<0.20	<2.0	<2.0	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	47.03
		Ene	8.4	7.2	204	<0.20	<2.0	9.7	<0.002	<0.001	<0.05	<0.006	30.94
		Feb	8.53	10.5	159	<0.20	<2.0	5.1	<0.002	<0.001	<0.05	<0.006	26.06
		Mar	8.02	10.3	165	<0.20	<2.0	14.3	<0.002	<0.001	<0.05	<0.006	29.32
		Abr	8.29	6.9	212	<0.20	<2.0	5.1	<0.002	<0.001	<0.05	<0.006	23.35
		May	8.29	7	251	<0.20	<2.0	<2.0	<0.002	<0.001	0.06	<0.006	39.3
	2019	Jun	8.27	6.8	276	<0.20	<2.0	2.7	<0.002	<0.001	<0.05	<0.006	34.68
		Jul	8.52	4.3	297	<0.20	<2.0	3.1	<0.002	<0.001	<0.05	<0.006	31.32
		Ago	8.61	9.9	310	<0.20	<2.0	8.2	<0.002	<0.001	<0.05	<0.006	34.43
		Set	8.36	7	321	<0.20	<2.0	5.7	<0.002	<0.001	<0.05	<0.006	27.45
		Oct	8.19	8.9	347	<0.20	<2.0	9.5	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	68.98
		Nov	7.98	11.2	292	<0.20	<2.0	2.8	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	82.63
		Dic	7.92	8.5	179	<0.20	<2.0	5.5	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	37.59
	2020	Ene	7.88	7.8	243	0.2	2	2	0.002	0.001	0.05	0.006	47.35

Estación de monitoreo	Año	Mes	pH	T	CE	A y G	DBO <sub>5</sub>	DQO	Cianuro wad	Fenoles	Nitritos	S.A.A.M.	Sulfatos	
			Unidades de pH	°C	uS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
MA-21	2018	Feb	8.14	10.1	170	0.2	2	118.9	0.002	0.001	0.05	0.006	23.78	
		Mar	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		Abr	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		May	7.88	9.6	264	<0.20	<2.0	25.8	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	25.95	
		Jun	8.36	6.8	222	<0.20	<2.0	<2.0	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	25.99	
		Jul	8.32	10.5	231	<0.20	11.8	20.7	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	29.04	
		Ago	8.36	11.3	316	<0.20	<2.0	9.3	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	30.24	
		Set	8.38	12.7	289	<0.20	<2.0	<2.0	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	21.57	
		Oct	7.26	9.1	301	<0.20	<2.0	2	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	89.99	
		Nov	8.03	11.8	327	<0.20	<2.0	15.9	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	119.06	
		Dic	7.99	11.3	276	<0.20	<2.0	<2.0	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	61.19	
		Ene	8.57	10.2	322	<1	<2	7	<0.0006	<0.001	<0.0002	<0.02	23.14	
		Feb	7.25	16.3	250	<1	<2	7	<0.0006	<0.001	<0.0002	<0.02	20.13	
		Mar	8.34	9.6	464	<1	<2	7	<0.0006	<0.001	<0.0002	<0.02	13.57	
		Abr	6.71	12	422	<1	<2	5	<0.0006	<0.001	0.0311	<0.02	20.23	
		May	8.32	10.2	785	<1	<2	10	<0.0006	<0.001	<0.0002	<0.02	18.92	
		Jun	8.46	9.1	1299	<1	<2	6	<0.0006	<0.001	<0.0002	<0.02	27.26	



Estación de monitoreo	Año	Mes	pH	T	CE	A y G	DBO <sub>5</sub>	DQO	Cianuro wad	Fenoles	Nitritos	S.A.A.M.	Sulfatos
			Unidades de pH	°C	uS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
		Dic	8.37	8.2	231	<0.20	<2.0	30.9	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	16.43
		Ene	7.76	11.2	309	0.2	2	2	0.002	0.001	0.05	0.006	15.96
		Feb	8.23	13.7	243	0.2	2	2	0.002	0.001	0.05	0.006	12.69
		Mar	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		Abr	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		May	7.83	12.1	473	<0.20	<2.0	<2.0	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	20.48
	2020	Jun	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F
		Jul	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F
		Ago	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F
		Set	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F
		Oct	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F
		Nov	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F
		Dic	7.65	6.9	399	<0.20	<2.0	<2.0	<0.002	<0.0010	<0.05	<0.006	35.11
D.S. N.º 004-2017- MINAM	D1: Riego de vegetales	Agua para riego no restringido	6.5-8.5	Δ 3	2500	5	15	40	0.1	0.002	10	0.2	1000



<b>Estación de monitoreo</b>	<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>pH</b> Unidades de pH	<b>T</b> °C	<b>CE</b> uS/cm	<b>A y G</b> mg/l	<b>DBO<sub>5</sub></b> mg/l	<b>DQO</b> mg/l	<b>Cianuro wad</b> mg/l	<b>Fenoles</b> mg/l	<b>Nitritos</b> mg/l	<b>S.A.A.M.</b> mg/l	<b>Sulfatos</b> mg/l
		Agua para riego restringido											
		D2: Bebida de animales	6.5-8.4	Δ 3	5000	10	15	40	0.1	0.01	10	0.5	1000

El símbolo \* dentro de la tabla significa no se realizó monitoreo ambiental por el Estado de Emergencia Nacional decretado por el Gobierno

Peruano en el D.S. N.° 044-2020-PC

S/F: Sin Flujo

S/D: Sin datos



Estación de monitoreo	Año	Mes	Al	As	Ba	Be	B	Cd	Co	Cu	Cr	Fe	Li	Mg	Mn	Hg	Ni	Pb	Se	Zn	
			mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
MA-03	2018	Abr	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		May	0.2084	0.0083	0.037	<0.0006	0.022	0.0008	0.0007	0.0192	0.0006	0.7315	0.0161	29.281	2.8561	<0.0001	<0.0004	0.0174	0.0012	0.3641	
		Jun	0.0884	0.0077	0.063	<0.0006	0.0663	0.0006	0.0014	0.0287	0.0113	0.4037	0.0353	55.179	3.1644	<0.0001	<0.0004	0.0061	0.0022	0.4271	
		Jul	0.0526	0.0088	0.044	<0.0006	0.0555	0.0004	0.001	0.013	0.0074	0.2915	0.0385	39.491	1.4501	<0.0001	<0.0004	0.0059	0.0024	0.2852	
		Ago	0.0379	0.0038	0.038	<0.0006	0.0516	0.0004	0.0011	0.0496	0.0725	0.2383	0.0299	38.676	1.9212	<0.0001	<0.0004	0.0036	0.002	0.1722	
		Set	0.0362	0.0044	0.045	<0.0006	0.0497	0.0003	0.0011	0.0099	0.0018	0.2291	0.0263	39.098	2.0903	<0.0001	<0.0004	0.0063	0.0018	0.1086	
		Oct	3.0566	0.1256	0.376	0.0006	0.0371	0.0054	0.0057	0.1261	0.0243	16.332	0.0316	53.075	5.7415	<0.0001	0.0024	1.0735	0.0016	3.471	
		Nov	0.0885	0.0072	0.056	<0.0006	0.045	0.0004	0.0016	0.0192	0.001	0.3665	0.0308	38.063	1.37	<0.0001	<0.0004	0.0158	0.0024	0.1804	
		Dic	0.2814	0.008	0.044	<0.0006	0.025	0.0004	0.0019	0.1089	0.0016	1.425	0.0187	22.301	1.0233	<0.0001	<0.0004	0.0108	0.0018	0.3121	
		Ene	0.462	<0.00021	0.043	<0.0002	0.062	<0.00024	<0.00029	0.05459	0.00103	1.939	0.0417	23.15	8.23	<0.00008	0.00179	0.0365	<0.00033	0.8556	
		Feb	<0.005	<0.00021	0.037	<0.0002	0.053	<0.00024	0.00138	0.02938	0.0081	0.819	0.0422	21.32	9.14	<0.00008	0.00674	0.03171	<0.00033	0.4503	
		Mar	0.202	<0.00021	0.045	<0.0002	0.04	<0.00024	0.00331	0.05718	0.00628	1.485	0.0131	21.57	7.29	<0.00008	0.00372	0.02713	<0.00033	0.7117	
	Abr	0.222	<0.00021	0.043	<0.0002	0.076	0.00237	0.00267	0.04115	0.00537	0.952	0.0374	31.92	10.9	<0.00008	0.00656	0.0158	<0.00033	0.6624		
	May	0.11	0.0213	0.069	0.0005	0.373	0.0045	0.008	0.0636	0.0662	4.753	0.1283	70.26	38.37	0.0003	0.0056	0.0328	0.0057	0.8825		
	Jun	<0.005	<0.00021	0.043	<0.0002	0.171	0.00327	0.00336	0.00883	<0.00023	0.713	0.0928	46.8	23.3	<0.00008	0.01471	0.05129	0.00875	0.8353		
	Jul	<0.005	<0.00021	0.036	<0.0002	0.178	0.00221	0.01054	<0.00037	0.0047	0.4414	0.1075	38.04	19.5	<0.00008	0.00383	<0.00026	<0.00033	0.9026		
	Ago	<0.005	<0.00021	0.04	<0.0002	0.115	<0.00024	<0.00029	0.0156	0.00147	0.7715	0.0675	37.59	20.69	<0.00008	0.01737	0.04703	<0.00033	0.5842		
	Set	0.1282	0.0211	0.045	<0.0006	0.1036	0.0011	0.0022	0.0105	0.0143	0.8094	0.0813	34.559	11.952	<0.0001	<0.0004	0.0171	0.0039	0.3714		
	Oct	0.0919	0.0079	0.041	<0.0006	0.1099	0.0023	0.0023	0.0131	0.011	0.6814	0.0763	51.96	16.93	<0.0001	<0.0004	0.0285	0.0017	0.5182		
	Nov	0.2877	0.0084	0.044	<0.0006	0.0994	0.0015	0.0022	0.0422	0.0026	0.9305	0.0635	31.05	6.5323	<0.0001	<0.0004	0.0122	0.0002	0.5512		
	Dic	0.1584	0.0114	0.046	<0.0006	0.1448	0.0022	0.0033	0.0189	0.0107	1.0381	0.0936	48.105	18.21	<0.0001	<0.0004	0.0218	0.0009	0.4848		
	Ene	0.3627	0.0058	0.056	<0.0006	0.0997	0.0009	0.0021	0.0225	0.003	0.5875	0.0607	35.223	8.0737	<0.0001	<0.0004	0.0091	0.0012	0.224		
	Feb	3.3821	0.0058	0.158	<0.0006	0.067	0.0067	0.0038	0.1539	0.0061	13.817	0.0486	31.913	12.142	<0.0001	0.003	0.8839	0.0003	4.1913		
	Mar	1.502	0.0893	0.069	<0.0006	0.0526	0.002	0.0027	0.0885	0.0044	4.9747	0.0343	23.056	7.4502	<0.0001	<0.0004	0.0398	0.0009	0.8713		
Abr	0.155	0.0071	0.054	<0.0006	0.1264	0.0018	0.0016	0.0313	0.0129	0.8899	0.0936	41.416	17.254	<0.0001	<0.0004	0.0167	0.0012	0.3974			
May	0.0913	0.008	0.047	<0.0006	0.1477	0.0028	0.0022	0.018	0.0061	0.6757	0.1021	47.153	24.14	<0.0001	<0.0004	0.0167	0.0015	0.4724			
Jun	0.0601	0.0071	0.053	<0.0006	0.1926	0.0024	0.0019	0.0118	0.0066	0.5478	0.1385	50.564	19.99	<0.0001	<0.0004	0.012	0.0012	0.3933			
Jul	0.1047	0.0104	0.054	<0.0006	0.2027	0.0018	0.0023	0.0123	0.0145	0.6472	0.1451	49.029	14.79	<0.0001	0.0039	0.0178	0.0006	0.3351			
Ago	0.1125	0.0135	0.041	<0.0006	0.1936	0.0022	0.0028	0.0186	0.0185	0.8659	0.1228	45.17	16.8	<0.0001	<0.0004	0.0284	0.0002	0.4871			
Set	0.0831	0.0069	0.047	<0.0006	0.278	0.0017	0.0018	0.0076	0.0146	1.0079	0.1824	43.197	16.015	<0.0001	<0.0004	0.0467	<0.0002	0.3684			

Estación de monitoreo	Año	Mes	Al	As	Ba	Be	B	Cd	Co	Cu	Cr	Fe	Li	Mg	Mn	Hg	Ni	Pb	Se	Zn	
			mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
MA-18	2020	Oct	0.3597	0.0119	0.068	<0.0006	0.2004	0.0008	0.0029	0.0188	0.0327	1.1758	0.1214	38.601	9.1798	<0.0001	<0.0004	0.0474	0.0016	0.4024	
		Nov	0.3373	0.0085	0.062	<0.0006	0.2245	0.0013	0.0054	0.0391	0.0156	1.2836	0.1445	48.921	13.432	<0.0001	0.0094	0.0235	0.0007	0.6314	
		Dic	1.3381	0.0133	0.085	<0.0006	0.0875	0.002	0.0039	0.1113	0.0152	4.1886	0.0449	24.758	8.5209	<0.0001	<0.0004	0.0404	0.0005	0.9184	
		Ene	0.4584	0.0104	0.064	0.0006	0.1454	0.0042	0.0027	0.0866	0.0005	2.6933	0.1019	44.463	25.028	0.0001	0.0004	0.0405	0.0002	1.8321	
		Feb	1.3739	0.0203	0.09	0.0006	0.0901	0.0024	0.0037	0.0796	0.0006	5.091	0.071	19.629	6.973	0.0001	0.0025	0.0645	0.0005	1.1667	
		Mar	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		Abr	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		May	0.3149	0.0113	0.045	<0.0006	0.111	0.0021	0.0013	0.0367	0.0025	1.6172	0.0734	37.706	9.7084	<0.0001	0.0005	0.0435	0.0009	0.6383	
		Jun	0.0407	0.0069	0.059	<0.0006	0.2207	0.0031	0.0019	0.0173	0.0044	0.4714	0.1473	64.681	26.811	<0.0001	<0.0004	0.0013	0.0028	0.5368	
		Jul	0.0263	0.0053	0.043	<0.0006	0.1722	0.003	0.0022	0.0136	0.0025	0.3612	0.1287	47.484	20.303	<0.0001	<0.0004	0.0042	0.0014	0.5892	
		Ago	0.0353	0.0035	0.037	<0.0006	0.1688	0.002	0.0013	0.0196	0.0319	0.3819	0.1099	43.935	15.528	<0.0001	<0.0004	0.006	0.0018	0.277	
		Set	0.0471	0.0038	0.05	<0.0006	0.1763	0.0032	0.0056	0.0081	0.0016	0.5035	0.1294	54.873	29.83	<0.0001	<0.0004	0.0132	0.0014	0.5135	
	Oct	0.2818	0.0149	0.067	<0.0006	0.1608	0.0026	0.0028	0.0629	0.0164	1.1801	0.1174	43.164	12.633	<0.0001	<0.0004	0.0509	0.0013	0.6206		
	Nov	0.1851	0.0112	0.066	<0.0006	0.1908	0.0012	0.0025	0.0162	0.0012	0.9637	0.1344	43.335	7.6328	<0.0001	<0.0004	0.0465	0.0014	0.3528		
	Dic	0.3715	0.0075	0.047	<0.0006	0.1225	0.0011	0.0023	0.0525	0.0022	1.75	0.0844	29.452	9.2344	<0.0001	<0.0004	0.0407	0.001	0.5284		
	Ene	0.014	<0.00021	0.046	<0.0002	0.084	<0.00024	<0.00029	0.00304	<0.00023	0.048	0.0362	28	0.0152	<0.00008	0.00045	<0.00026	<0.00033	0.0218		
	Feb	<0.005	<0.00021	0.04	<0.0002	0.057	<0.00024	<0.00029	<0.00037	<0.00023	0.033	0.0341	23.1	0.0197	<0.00008	<0.00034	0.00921	<0.00033	0.0194		
	Mar	<0.005	<0.00021	0.054	<0.0002	0.043	<0.00024	<0.00029	<0.00037	<0.00023	0.0197	0.0037	24.6	0.0118	<0.00008	0.00168	<0.00026	<0.00033	0.0075		
	Abr	<0.005	<0.00021	0.05	<0.0002	0.052	<0.00024	<0.00029	<0.00037	<0.00023	0.012	0.0157	24	0.0051	<0.00008	0.00428	0.0464	<0.00033	0.0009		
	May	0.017	0.0293	0.077	0.0002	0.156	<0.00024	0.001	<0.00037	0.0166	1.596	0.0497	41.5	0.018	0.0001	<0.00034	0.0027	0.0017	0.0221		
	Jun	<0.005	0.00328	0.051	<0.0002	0.077	<0.00024	<0.00029	0.00103	<0.00023	0.028	0.0333	25.35	0.0214	<0.00008	0.0032	0.04524	<0.00033	0.021		
	Jul	<0.005	<0.00021	0.049	<0.0002	0.082	<0.00024	0.00041	0.00149	<0.00023	0.0222	0.0395	27.79	0.0728	0.00011	0.00562	0.01289	<0.00033	0.0325		
	Ago	<0.005	<0.00021	0.046	<0.0002	0.057	<0.00024	0.00872	<0.00037	<0.00023	<0.0096	0.0296	24.64	0.0165	<0.00008	0.00719	0.02724	<0.00033	0.0057		
	Set	0.0083	0.0135	0.05	<0.0006	0.1013	<0.0002	<0.0002	0.0011	0.0047	0.1709	0.0687	27.223	0.0143	<0.0001	<0.0004	0.0023	0.0015	0.022		
Oct	0.0048	0.0166	0.051	<0.0006	0.1053	<0.0002	<0.0002	0.0011	0.0008	0.0327	0.0506	32.917	0.0089	<0.0001	<0.0004	0.0014	0.0012	0.0073			
Nov	0.0093	0.0182	0.043	<0.0006	0.0977	<0.0002	<0.0002	0.0069	<0.0005	0.0261	0.05	31.125	0.0079	<0.0001	<0.0004	0.0029	0.0011	0.0113			
Dic	0.0063	0.0136	0.052	<0.0006	0.1002	<0.0002	<0.0002	0.001	0.0006	0.0257	0.0457	33.053	0.0041	<0.0001	<0.0004	0.0004	0.0005	0.0043			
Ene	0.0208	0.0138	0.059	<0.0006	0.0916	<0.0002	<0.0002	0.0013	0.0011	0.0887	0.0421	37.974	0.0073	<0.0001	<0.0004	0.001	0.002	0.0051			
Feb	0.01	0.0113	0.055	<0.0006	0.0807	<0.0002	<0.0002	0.0016	0.0024	<0.0031	0.0398	33.604	0.0058	<0.0001	<0.0004	0.0026	0.0007	0.0084			
Mar	0.0093	0.0082	0.056	<0.0006	0.0504	<0.0002	<0.0002	0.0007	0.0009	0.0292	0.024	29.195	0.0076	<0.0001	<0.0004	<0.0002	0.0011	0.0089			

Estación de monitoreo	Año	Mes	Al	As	Ba	Be	B	Cd	Co	Cu	Cr	Fe	Li	Mg	Mn	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
			mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
		Abr	0.0065	0.0093	0.055	<0.0006	0.0604	<0.0002	<0.0002	0.006	0.0019	0.1009	0.0291	30.051	0.0052	<0.0001	<0.0004	0.0012	0.0016	0.0125
		May	0.0078	0.0098	0.051	<0.0006	0.0832	<0.0002	<0.0002	0.0039	<0.0003	0.0322	0.04	29.895	0.0072	<0.0001	<0.0004	0.0013	<0.0002	0.0071
		Jun	0.0065	0.0137	0.059	<0.0006	0.099	<0.0002	<0.0002	0.0013	0.0011	0.0376	0.0487	33.68	0.0048	<0.0001	<0.0004	0.004	<0.0002	0.0052
		Jul	0.0055	0.014	0.055	<0.0006	0.1076	<0.0002	<0.0002	0.0005	<0.0005	0.0241	0.0548	32.117	0.0033	<0.0001	0.0005	0.0014	0.0004	0.0093
		Ago	0.0059	0.018	0.033	<0.0006	0.0891	<0.0002	<0.0002	0.001	<0.0005	<0.0031	0.0563	23.201	0.0029	<0.0001	<0.0004	0.0127	0.0017	0.0121
		Set	0.0075	0.0152	0.05	<0.0006	0.1057	<0.0002	<0.0002	0.0016	0.0008	0.214	0.053	29.818	0.0029	<0.0001	<0.0004	0.0031	0.0002	0.0077
		Oct	0.0535	0.0116	0.068	<0.0006	0.0921	<0.0002	<0.0002	0.0116	0.0015	0.135	0.0396	30.323	0.0124	<0.0001	<0.0004	0.007	0.004	0.0132
		Nov	<0.0019	0.0064	0.025	<0.0006	0.044	<0.0002	<0.0002	0.0004	<0.0005	0.0099	0.0185	13.764	<0.0003	<0.0001	<0.0004	<0.0002	0.004	0.0015
		Dic	0.0154	0.0152	0.058	<0.0006	0.0988	<0.0002	<0.0002	0.1046	0.0022	0.0611	0.0344	31.2	0.0093	<0.0001	<0.0004	0.0018	0.006	0.0086
		Ene	0.0051	0.0115	0.058	0.0006	0.0727	0.0002	0.0002	0.0018	0.0005	0.0131	0.0326	27.341	0.0062	0.0001	0.0004	0.0035	0.0002	0.0072
		Feb	0.0085	0.0123	0.061	0.0006	0.0928	0.0002	0.0002	0.0069	0.0005	0.009	0.0547	26.644	0.0066	0.0001	0.0004	0.0017	0.0008	0.0075
		Mar	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		Abr	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		May	0.0039	0.0086	0.048	<0.0006	0.0635	<0.0002	<0.0002	0.0018	<0.0005	<0.0031	0.028	27.103	0.0032	<0.0001	<0.0004	0.0004	0.0007	0.0089
		Jun	0.0047	0.0123	0.065	<0.0006	0.1033	<0.0002	<0.0002	0.0027	<0.0005	0.047	0.0396	38.15	0.0156	<0.0001	<0.0004	0.0007	0.001	0.0075
		Jul	<0.0019	0.0105	0.048	<0.0006	0.0837	<0.0002	<0.0002	0.0011	<0.0005	<0.0031	0.0407	27.351	0.0042	<0.0001	<0.0004	<0.0002	0.0007	0.0066
		Ago	0.0058	0.0096	0.048	<0.0006	0.0761	<0.0002	<0.0002	0.0071	0.0014	0.0255	0.0333	29.102	0.0087	<0.0001	<0.0004	<0.0002	0.0011	0.0129
		Set	0.0075	0.0078	0.057	<0.0006	0.0628	<0.0002	<0.0002	0.0023	0.0026	0.0399	0.0201	30.924	0.0067	<0.0001	<0.0004	0.0016	0.0002	0.0063
		Oct	0.0043	0.0136	0.058	<0.0006	0.061	<0.0002	<0.0002	0.0012	<0.0005	0.0208	0.0316	27.914	0.005	<0.0001	<0.0004	0.0016	0.0008	0.0043
		Nov	<0.0019	0.0095	0.053	<0.0006	0.0606	<0.0002	<0.0002	0.0055	0.0005	0.0316	0.0312	29.724	0.0023	<0.0001	<0.0004	0.0031	0.0012	0.0032
		Dic	0.0095	0.0081	0.045	<0.0006	0.0613	<0.0002	<0.0002	0.0055	0.0021	0.0529	0.031	25.804	0.0119	<0.0001	<0.0004	<0.0002	0.0009	0.0178
		Ene	0.61	<0.00021	0.052	<0.0002	<0.001	<0.00024	0.00135	0.01194	<0.00023	1.129	0.0008	8.09	0.3193	<0.00008	0.00278	<0.00026	<0.00033	0.0564
		Feb	0.472	<0.00021	0.054	<0.0002	<0.001	<0.00024	0.00206	0.11631	<0.00023	1.287	0.0019	7.25	0.3092	<0.00008	0.00274	0.00749	<0.00033	0.4119
		Mar	0.758	0.00069	0.054	<0.0002	0.011	<0.00024	<0.00029	0.08738	<0.00023	1.658	0.0015	7.51	0.2222	<0.00008	0.00569	0.00369	0.00057	0.3594
		Abr	0.975	<0.00021	0.058	0.0002	0.002	<0.00024	<0.00029	0.18247	<0.00023	1.684	0.0007	10.11	0.3952	<0.00008	0.00504	0.00329	<0.00033	0.4613
MA-20	2018	May	0.435	0.0417	0.104	0.0009	0.177	0.0017	0.0043	0.3178	0.0419	S/D	0.0054	19.24	0.9687	0.0002	0.0007	0.0115	0.0105	0.7672
		Jun	0.66	<0.00021	0.087	0.0002	0.008	<0.00024	<0.00029	0.19045	<0.00023	1.277	<0.0003	15.04	0.4647	<0.00008	<0.00034	<0.00026	0.00718	0.4543
		Jul	0.086	<0.00021	0.073	<0.0002	<0.001	<0.00024	0.00813	0.01715	<0.00023	0.7318	0.0021	15.23	0.1224	<0.00008	0.0057.2	0.0066	<0.00033	0.0876
		Ago	<0.005	<0.00021	0.067	<0.0002	<0.001	0.00033	<0.00029	0.00634	<0.00023	0.3677	<0.0003	12.34	0.0757	<0.00008	0.00768	<0.00026	<0.00033	0.0481
		Set	0.7508	<0.0004	0.076	<0.0006	0.0163	0.0003	0.0006	0.0141	0.0054	1.2634	0.0456	14.548	0.1226	<0.0001	0.0016	0.0035	0.0025	0.091

Estación de monitoreo	Año	Mes	Al	As	Ba	Be	B	Cd	Co	Cu	Cr	Fe	Li	Mg	Mn	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
			mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
MA-21	2019	Oct	0.2184	0.0006	0.078	<0.0006	0.0091	0.0002	0.0004	0.0139	0.0012	0.3717	0.0046	18.306	0.1358	<0.0001	0.0008	0.0021	0.0003	0.0628
		Nov	1.2587	0.0034	0.071	<0.0006	0.0066	0.0017	0.0022	0.1837	0.0009	1.6571	0.0091	10.967	0.3727	<0.0001	0.0043	0.0073	0.0002	0.6913
		Dic	0.3598	0.0024	0.083	<0.0006	0.002	0.0008	0.001	0.055	0.0009	1.0472	0.0076	15.855	0.3024	<0.0001	0.002	0.002	0.0007	0.3054
		Ene	1.8063	0.0055	0.087	<0.0006	0.0044	0.0016	0.0027	0.2223	0.0014	2.6507	0.0028	13.984	0.5292	<0.0001	0.0049	0.0094	0.0007	0.9151
		Feb	1.0762	0.0041	0.059	<0.0006	0.0079	0.0011	0.0019	0.1366	0.0025	2.2345	0.0062	8.978	0.3031	<0.0001	0.0043	0.008	<0.0002	0.5465
		Mar	3.0519	0.0248	0.083	<0.0006	0.0045	0.0012	0.003	0.1681	0.0026	9.7444	0.0059	8.3929	0.4509	<0.0001	0.0062	0.0344	0.0002	0.554
		Abr	0.4562	0.0034	0.07	<0.0006	<0.0012	0.0005	0.001	0.0672	0.0021	1.663	0.0051	12.509	0.313	<0.0001	0.0021	0.0032	0.0002	0.244
		May	0.1793	0.0047	0.081	<0.0006	<0.0012	0.0004	0.0007	0.0273	0.0017	1.4115	0.0046	17.402	0.2226	<0.0001	0.0007	0.0021	<0.0002	0.1552
		Jun	0.1509	0.0041	0.076	<0.0006	0.0018	0.0002	0.0003	0.0142	<0.0005	0.747	0.0019	18.267	0.0875	<0.0001	<0.0004	0.0071	0.0003	0.1054
		Jul	0.3572	0.0013	0.072	<0.0006	0.0075	<0.0002	0.0002	0.0066	0.0005	0.4125	0.0037	19.535	0.0267	<0.0001	0.0012	0.0019	0.0003	0.0437
		Ago	0.3215	<0.0002	0.057	<0.0006	0.0026	<0.0002	0.0002	0.0098	0.0018	0.2763	0.01	18.184	0.028	<0.0001	<0.0004	0.0151	<0.0002	0.0363
		Set	0.245	<0.0002	0.066	<0.0006	<0.0012	<0.0002	0.0002	0.0067	0.0008	0.463	0.0042	19.516	0.02	<0.0001	<0.0004	0.0049	0.0038	0.0275
	Oct	1.5383	0.0062	0.131	<0.0006	0.008	0.0004	0.0016	0.0462	0.0013	1.9268	0.0043	16.508	0.3097	<0.0001	0.0016	0.0136	0.0006	0.2356	
	Nov	0.7742	0.0011	0.048	<0.0006	0.0054	0.0011	0.0017	0.1202	<0.0005	0.9934	0.0029	7.9914	0.2627	<0.0001	0.0035	0.0018	0.0007	0.5253	
	Dic	2.1842	0.008	0.09	<0.0006	0.0096	0.0014	0.0026	0.1266	0.0026	3.6443	<0.0012	8.3585	0.4017	<0.0001	0.0049	0.0142	0.001	0.6862	
	Ene	1.7386	0.0077	0.092	0.0006	0.0085	0.0016	0.0029	0.2222	0.0007	S/D	0.0055	13.879	0.5964	0.0001	0.0075	0.0172	0.0007	0.8555	
	Feb	4.697	0.0295	0.143	0.0007	0.0099	0.0012	0.0057	0.1228	0.0019	S/D	0.0378	7.4012	0.4661	0.0001	0.0112	0.046	0.0002	0.43	
	Mar	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Abr	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	May	0.6822	0.0041	0.086	<0.0006	0.003	0.0007	0.0014	0.0839	0.0012	2.2161	0.0021	14.269	0.3272	<0.0001	0.0031	0.0063	0.0002	0.4909	
Jun	0.0811	0.0006	0.086	<0.0006	0.0066	<0.0002	0.0002	0.0332	0.0009	0.7289	<0.0012	21.927	0.0662	<0.0001	<0.0004	0.0016	0.0003	0.065		
Jul	0.0617	0.0014	0.058	<0.0006	0.0067	<0.0002	<0.0002	0.0233	<0.0005	0.3082	0.0039	16.95	0.0462	<0.0001	<0.0004	0.002	0.0002	0.0593		
Ago	0.029	<0.0004	0.057	<0.0006	0.0061	<0.0002	<0.0002	0.011	0.0009	0.0798	<0.0012	18.201	0.014	<0.0001	<0.0004	0.0014	0.0002	0.0483		
Set	0.0784	<0.0004	0.06	<0.0006	<0.0012	<0.0002	0.0002	0.0067	0.0034	0.1997	<0.0012	18.337	0.0134	<0.0001	<0.0004	0.0012	<0.0002	0.0191		
Oct	2.6615	0.0154	0.143	<0.0006	<0.0012	0.0053	0.0062	0.4502	<0.0005	7.5925	0.0098	15.339	0.9848	<0.0001	0.0112	0.0266	0.0006	2.1803		
Nov	0.1531	0.0145	0.062	<0.0006	0.0645	<0.0002	0.0002	0.0058	0.0014	0.5978	0.0336	32.258	0.2042	<0.0001	<0.0004	0.0186	0.001	0.0522		
Dic	1.4758	0.0008	0.073	<0.0006	<0.0012	0.0017	0.0035	0.2685	0.0027	2.5549	0.0069	11.206	0.6331	<0.0001	0.0063	0.0003	0.0002	1.2349		
Ene	0.573	<0.00021	0.078	<0.0002	0.004	<0.00024	<0.00029	0.00085	<0.00023	0.792	<0.0003	13.51	0.1519	<0.00008	<0.00034	<0.00026	0.00263	0.0658		
Feb	<0.005	0.01434	0.061	<0.0002	<0.001	<0.00024	<0.00029	0.0023	<0.00023	0.148	<0.0003	10.69	0.0271	<0.00008	<0.00034	0.00975	0.00046	0.023		
Mar	0.112	<0.00021	0.07	<0.0002	0.007	<0.00024	<0.00029	0.01137	<0.00023	0.317	0.0111	9.469	0.0547	<0.00008	<0.00034	<0.00026	<0.00033	0.0361		



Estación de monitoreo	Año	Mes	Al	As	Ba	Be	B	Cd	Co	Cu	Cr	Fe	Li	Mg	Mn	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
			mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
		Oct	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F
		Nov	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F
		Dic	0.0472	0.005	0.068	<0.0006	<0.0012	<0.0002	<0.0002	0.0018	0.0026	0.0583	0.0029	14.961	0.0158	<0.0001	<0.0004	<0.0002	0.0005	0.0146
D.S. N.º 004-2017-MINAM	Riego de vegetales	D1: Agua para riego restringido	5	0.1	0.7	0.1	1	0.01	0.05	0.2	0.1	5	2.5	**	0.2	0.001	0.2	0.05	0.02	2
		D2: Bebida de animales	5	0.2	**	0.1	5	0.05	1	0.5	1	**	2.5	250	0.2	0.01	1	0.05	0.05	24

El símbolo \* dentro de la tabla significa no se realizó monitoreo ambiental por el Estado de Emergencia Nacional decretado por el Gobierno Peruano en el D.S. N.º 044-2020-PC

S/F: Sin Flujo

S/D: Sin datos



**Tabla 5**

*Resultados del monitoreo de la calidad de agua superficial para el periodo 2018, 2019 y 2020 – Parámetros Microbiológicos*

Estación de monitoreo	Año	Mes	pH	T	CE
			NMP/100mL	NMP/100mL	huevos/L
MA-01	2018	Ene	23	23	<1
		Feb	4	2	<1
		Mar	110	33	<1
		Abr	4.5	4.5	<1
		May	<1.8	<1.8	<1
		Jun	33	22	<1
		Jul	<1.8	<1.8	<1
		Ago	<1.8	<1.8	<1
		Set	<1.8	<1.8	0
		Oct	<1.8	<1.8	<1
		Nov	<1.8	<1.8	<1
		Dic	<1.8	<1.8	<1
	2019	Ene	13	4.5	0
		Feb	2	2	0
		Mar	120	120	0
		Abr	<1.8	<1.8	0
		May	<1.8	<1.8	0
		Jun	6.8	2	0
		Jul	540	220	0
		Ago	<1.8	<1.8	0
		Set	220	220	0
		Oct	23	13	0
		Nov	46	46	0
		Dic	23	2	0
2020	Ene	7.8	1.8	0	
	Feb	23	1.8	0	

Estación de monitoreo	Año	Mes	pH	T	CE
			NMP/100mL	NMP/100mL	huevos/L
MA-03	2018	Mar	*	*	*
		Abr	*	*	*
		May	110	110	0
		Jun	4.5	<1.8	0
		Jul	<1.8	<1.8	0
		Ago	<1.8	<1.8	0
		Set	4.5	4.5	0
		Oct	1300	330	0
		Nov	140	63	0
		Dic	7.8	7.8	0
		Ene	4.5	4.5	<1
		Feb	33	23	<1
	2019	Mar	350	240	<1
		Abr	<1.8	<1.8	<1
		May	<1.8	<1.8	<1
		Jun	23	23	<1
		Jul	14	14	<1
		Ago	<1.8	<1.8	<1
		Set	<1.8	<1.8	0
		Oct	<1.8	<1.8	<1
		Nov	<1.8	<1.8	<1
		Dic	<1.8	<1.8	<1
		Ene	23	23	0
		Feb	7.8	7.8	0
Mar	23	23	0		
Abr	70	70	0		
May	110	70	0		
Jun	79	22	0		
Jul	920	540	0		
Ago	350	350	0		
Set	9200	9200	0		

Estación de monitoreo	Año	Mes	pH	T	CE	
			NMP/100mL	NMP/100mL	huevos/L	
MA-18	2020	Oct	540	220	0	
		Nov	120	93	0	
		Dic	23	7.8	0	
		Ene	7.8	2	0	
		Feb	79	1.8	0	
		Mar	*	*	*	
		Abr	*	*	*	
		May	23	13	0	
		Jun	13	<1.8	0	
		Jul	<1.8	<1.8	0	
		Ago	4.5	4.5	0	
		Set	4	2	0	
		Oct	23	<1.8	0	
		Nov	63	63	0	
		Dic	39	17	0	
	2018	Ene	240	240	<1	
		Feb	240	240	<1	
		Mar	79	23	<1	
		Abr	17	17	<1	
		May	49	33	<1	
		Jun	49	49	<1	
		Jul	22	17	<1	
		Ago	23	23	<1	
		Set	<18	<1.8	0	
		Oct	<1.8	<1.8	<1	
		Nov	<1.8	<1.8	<1	
		Dic	<1.8	<1.8	<1	
		2019	Ene	23	7.8	0
			Feb	70	70	0
			Mar	46	46	0
Abr	23		23	0		

Estación de monitoreo	Año	Mes	pH	T	CE
			NMP/100mL	NMP/100mL	huevos/L
MA-20	2020	May	49	17	0
		Jun	2	<1.8	0
		Jul	540	540	0
		Ago	<1.8	<1.8	0
		Set	2	2	0
		Oct	23	23	0
		Nov	23	23	0
		Dic	<1.8	<1.8	0
		Ene	4.5	1.8	0
		Feb	13	1.8	0
		Mar	*	*	*
		Abr	*	*	*
	May	23	13	0	
	Jun	2	<1.8	0	
	Jul	<1.8	<1.8	0	
	Ago	7000	7000	0	
	Set	<1.8	<1.8	0	
	Oct	2	<1.8	0	
	Nov	23	23	0	
	Dic	110	110	0	
	Ene	<1.8	<1.8	<1	
	Feb	2	2	<1	
	Mar	23	23	<1	
	Abr	<1.8	<1.8	<1	
May	<1.8	<1.8	<1		
Jun	<1.8	<1.8	<1		
Jul	<1.8	<1.8	<1		
Ago	<1.8	<1.8	<1		
Set	<1.8	<1.8	<1		
Oct	<1.8	<1.8	<1		
Nov	<1.8	<1.8	<1		

Estación de monitoreo	Año	Mes	pH	T	CE
			NMP/100mL	NMP/100mL	huevos/L
MA-21	2019	Dic	<1.8	<1.8	<1
		Ene	23	7.8	0
		Feb	7.8	4.5	0
		Mar	94	94	0
		Abr	13	13	0
		May	17	11	0
		Jun	2	<1.8	0
		Jul	540	540	0
		Ago	<1.8	<1.8	0
		Set	<1.8	<1.8	0
		Oct	<1.8	<1.8	0
		Nov	<1.8	<1.8	0
	Dic	<1.8	<1.8	0	
	Ene	1.8	1.8	0	
	Feb	23	1.8	0	
	Mar	*	*	*	
	Abr	*	*	*	
	May	<1.8	<1.8	0	
	Jun	<1.8	<1.8	0	
	Jul	23	<1.8	0	
	Ago	<1.8	<1.8	0	
	Set	2	<1.8	0	
	Oct	4.5	<1.8	0	
	Nov	4.5	4.5	0	
Dic	2	2	0		
Ene	7.8	4.5	<1		
Feb	110	110	<1		
Mar	23	23	<1		
Abr	<1.8	<1.8	<1		
May	4.5	4.5	<1		
Jun	<1.8	<1.8	<1		

Estación de monitoreo	Año	Mes	pH	T	CE
			NMP/100mL	NMP/100mL	huevos/L
		Jul	S/F	S/F	S/F
		Ago	S/F	S/F	S/F
		Set	S/F	S/F	S/F
		Oct	S/F	S/F	S/F
		Nov	S/F	S/F	S/F
		Dic	<1.8	<1.8	<1
		Ene	23	13	0
		Feb	2	2	0
		Mar	13	13	0
		Abr	920	280	0
		May	<1.8	<1.8	0
		Jun	<1.8	<1.8	0
	2019	Jul	S/F	S/F	S/F
		Ago	S/F	S/F	S/F
		Set	S/F	S/F	S/F
		Oct	S/F	S/F	S/F
		Nov	S/F	S/F	S/F
		Dic	23	7.8	0
		Ene	1.8	1.8	0
		Feb	2	1.8	0
		Mar	*	*	*
		Abr	*	*	*
		May	2	2	0
		Jun	S/F	S/F	S/F
	2020	Jul	S/F	S/F	S/F
		Ago	S/F	S/F	S/F
		Set	S/F	S/F	S/F
		Oct	S/F	S/F	S/F
		Nov	S/F	S/F	S/F
		Dic	12	9.2	0

Estación de monitoreo	Año	Mes	pH	T	CE
			NMP/100mL	NMP/100mL	huevos/L
D.S. N.° 004-2017-MINAM	D1: Riego de vegetales	Agua para riego no restringido	1 000	2 000	1 000
		Agua para riego restringido	1 000	**	**
		D2: Bebida de animales	1	1	**

El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

El símbolo \* dentro de la tabla significa no se realizó monitoreo ambiental por el Estado de Emergencia Nacional decretado por el Gobierno Peruano en el D.S. N.° 044-2020-PC

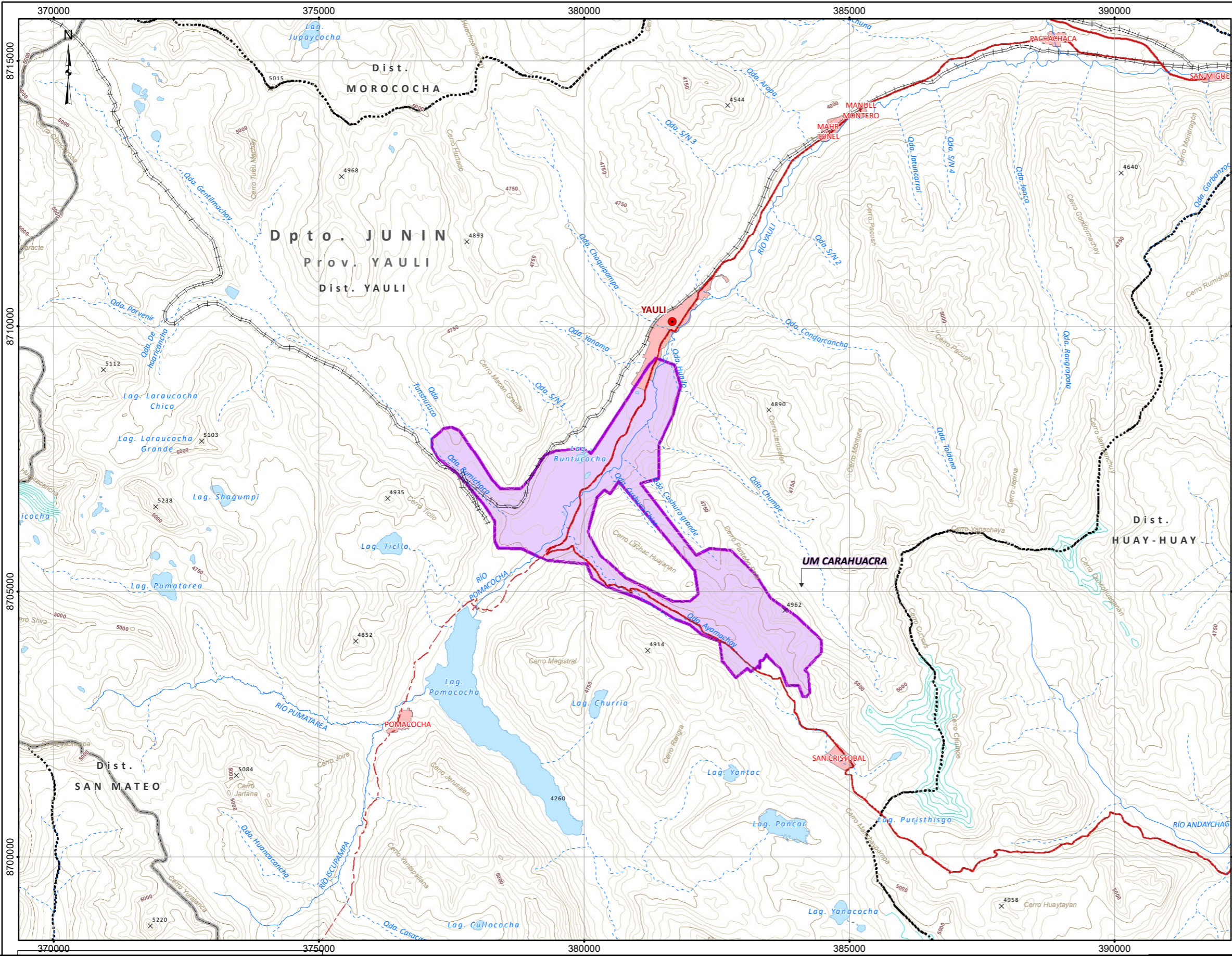
S/F: Sin Flujo

S/D: Sin datos

## **ANEXO B**

Mapas





MAPA DE UBICACIÓN DEPARTAMENTAL



MAPA DE UBICACIÓN PROVINCIAL

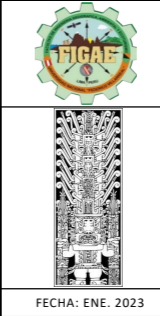
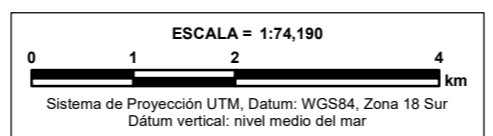


**SIGNOS CONVENCIONALES**

<b>INFRAESTRUCTURA</b>	<b>TOPOGRAFÍA</b>	<b>VÍAS</b>
● CAPITAL DISTRITAL	× COTAS	— FÉRREAS
■ CASCO URBANO	— CURVAS PRINCIPALES	— LÍMITE
<b>HIDROGRAFÍA</b>	— CURVAS SECUNDARIAS	▭ DEPARTAMENTAL
--- QUEBRADAS	○ Islas	▭ DISTRITAL
— RÍOS	<b>VÍAS</b>	
— LAGOS Y LAGUNAS	— NACIONAL	
— NEVADOS	— DEPARTAMENTAL	
	— VECINAL	

**LEYENDA**

■ UM CARAHUACRA



TÍTULO:  
EVALUACIÓN HISTÓRICA DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN LA UNIDAD MINERA CARAHUACRA

MAPA DE UBICACIÓN DE LA UNIDAD MINERA CARAHUACRA

FUENTE:  
- INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL-IGN  
- 2017 LÍMITES POLÍTICO ADMINISTRATIVO, ESCALA 1:100 000.  
- 2017 RÍOS, LAGOS Y LAGUNAS A NIVEL NACIONAL, ESCALA 1:100 000.  
- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES  
- 2016 VÍAS NACIONAL, DEPARTAMENTAL Y VECINAL, ESCALA 1:100 000.  
- VOLCAN COMPANIA MINERA S.A.A.

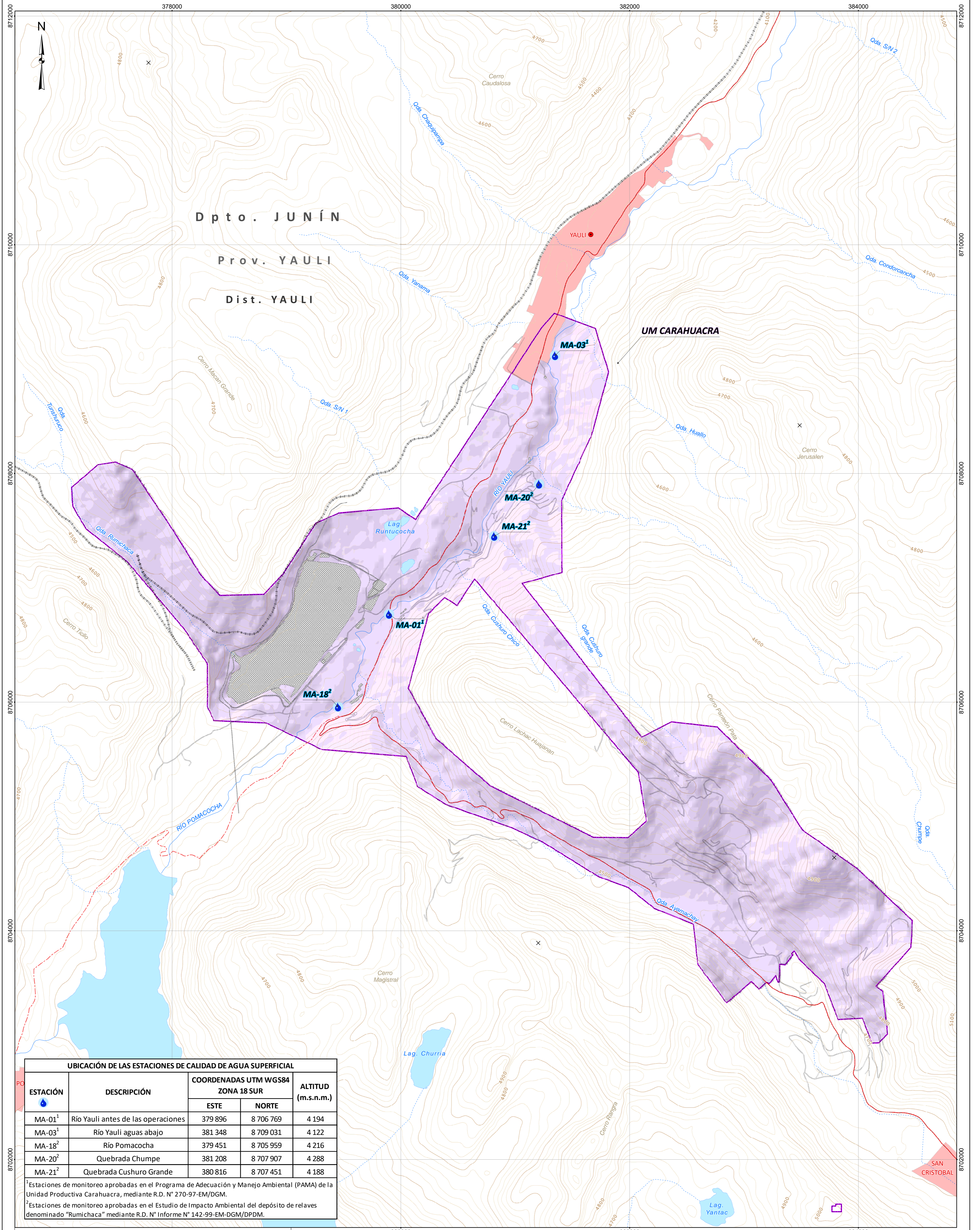
ÁREA: MEDIO AMBIENTE

**MAPA 01**

REV. 0

FECHA: ENE. 2023    DISEÑADO POR: D.M.    DIBUJADO POR: D.M.    REVISADO POR: D.M.    APROBADO POR: D.M.





**UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL**

ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM WGS84 ZONA 18 SUR		ALTITUD (m.s.n.m.)
		ESTE	NORTE	
MA-01 <sup>1</sup>	Río Yauli antes de las operaciones	379 896	8 706 769	4 194
MA-03 <sup>1</sup>	Río Yauli aguas abajo	381 348	8 709 031	4 122
MA-18 <sup>2</sup>	Río Pomacocha	379 451	8 705 959	4 216
MA-20 <sup>2</sup>	Quebrada Chumpe	381 208	8 707 907	4 288
MA-21 <sup>2</sup>	Quebrada Cushuro Grande	380 816	8 707 451	4 188

<sup>1</sup> Estaciones de monitoreo aprobadas en el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) de la Unidad Productiva Carahuacra, mediante R.D. N° 270-97-EM/DGM.  
<sup>2</sup> Estaciones de monitoreo aprobadas en el Estudio de Impacto Ambiental del depósito de relaves denominado "Rumichaca" mediante R.D. N° Informe N° 142-99-EM-DGM/DPDM.

**SIGNOS CONVENCIONALES**

<b>INFRAESTRUCTURA</b>	<b>TOPOGRAFÍA</b>	<b>VÍAS</b>
● CAPITAL DISTRITAL	× COTAS	— ACCESOS EXISTENTES
■ CASCO URBANO	— CURVA ÍNDICE	□ LÍMITE
<b>HIDROGRAFÍA</b>	— CURVA SECUNDARIA	□ DEPARTAMENTAL
— RÍOS	<b>VÍAS</b>	□ DISTRITAL
— QUEBRADAS	— NACIONAL	
— NEVADOS	— DEPARTAMENTAL	
— LAGOS Y LAGUNAS	— VECINAL	
— ENCHARCAMIENTO	— FÉRREAS	

**LEYENDA**

□ UM CARAHUACRA

**ESCALA = 1:14,867**

0 450 900 1350 1800 m

Sistema de Proyección UTM, Datum WGS84, Zona 18 Sur  
Datum vertical: nivel medio del mar

**LOGO IGAF**

TÍTULO:  
**EVALUACIÓN HISTÓRICA DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN LA UNIDAD MINERA CARAHUACRA**

**MAPA DE UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL**

FUENTE:  
 INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL-IGN  
 -2017 LÍMITES POLÍTICO ADMINISTRATIVO, ESCALA 1:100 000.  
 -2017 RÍOS, LAGOS Y LAGUNAS A NIVEL NACIONAL, ESCALA 1:25 000.  
 MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES - MTC  
 -2016 VÍAS NACIONAL, DEPARTAMENTAL Y VECINAL, ESCALA 1:25 000.  
 VOLCAN COMPANIA MINERA S.A.A.

**MAPA 02**

REV. 0  
 APROBADO POR: D.M.

FECHA: ENE. 2023  
 DISEÑADO POR: D.M.  
 DIBUJADO POR: D.M.  
 REVISADO POR: D.M.  
 APROBADO POR: D.M.

HOJA DE IMPRESIÓN: A1