



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS**

**VERTIMIENTO PROYECTADO DE LA MEZCLA  
DE EFLUENTES DOMÉSTICOS E INDUSTRIALES  
TRATADOS Y SU INFLUENCIA SOBRE LA  
CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA DE LA  
QUEBRADA MAYO PUNCO, EN LA UNIDAD  
MINERA MALLAY DEL DISTRITO Y PROVINCIA  
DE OYÓN, DEPARTAMENTO DE LIMA EN EL  
AÑO 2018**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**SILVIA JANELLY MORALES OSORIO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**LIMA – PERÚ**

**2018**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme sabiduría y fortaleza, permitiendo que logre culminar esta importante etapa de mi formación profesional.

A mis padres y hermanos; Papá Gino, madre Lupe, hermanos Jorge y Gino, gracias infinitamente por brindarme el mejor clima familiar, su apoyo formativo constante y su confianza en mí. ¡Esta tesis es gracias a ustedes!

A mi compañero de vida, por no perder la fe en mí, y recordarme a cada instante que no debo rendirme. Por tu tiempo y demasiada paciencia conmigo. Este proyecto es de los dos.

## **AGRADECIMIENTO**

A dios, por darme la fortaleza de continuar ante cualquier adversidad,

A la Universidad Alas Peruanas, por todo el conocimiento adquirido, especialmente a los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental por creer en mí.

Y a mi gran maestra, la Ing. Stephanie Valle, gracias, no sólo por compartir sus más valiosos conocimientos conmigo, sino por demostrarme que la gratitud, sencillez y paciencia son las mejores armas en todos los aspectos de la vida.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>PÁG.</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO.....</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS.....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE MAPAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>ix</b>
<b>GLOSARIO DE ABREVIATURAS.....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xii</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>15</b>
1.1 Caracterización de la Realidad Problemática.....	15
1.1.1 Minería en el Perú.....	16
1.1.2 Agua y Minería.....	18
1.1.3 Vertimiento de efluentes de la Unidad Minera Mallay.....	19
1.2 Formulación del Problema.....	20
1.2.1 Definición del Problema.....	20
1.2.2 Problema Principal.....	20
1.2.3 Problemas Secundarios.....	21
1.3 Objetivo de la Investigación.....	21
1.3.1 Objetivo General.....	21
1.3.2 Objetivos Específicos.....	22
1.4 Justificación.....	22
1.5 Importancia.....	23
1.6 Limitaciones.....	23
<b>CAPÍTULO II FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>24</b>
2.1 Marco Referencial.....	24

2.1.1	Antecedentes de la Investigación.....	24
2.2	Marco Legal .....	27
2.2.1	Constitución Política del Perú (1993).....	27
2.2.2	Leyes .....	27
2.2.3	Decreto Legislativo .....	29
2.2.4	Decreto Supremo .....	29
2.2.5	Resolución Ministerial .....	30
2.2.6	Resolución Jefatural.....	31
2.3	Marco Conceptual .....	32
2.3.1	Conceptos Básicos .....	32
2.4	Marco Teórico .....	35
2.4.1	Caracterización de cuerpos de agua lóticos .....	35
2.4.2	Caracterización de los efluentes tratados .....	49
2.4.3	Calidad del Agua Posterior a la mezcla .....	55
<b>CAPÍTULO III PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.....</b>		<b>59</b>
3.1	Metodología .....	59
3.1.1	Método de Investigación.....	59
3.1.2	Tipo de Investigación.....	62
3.1.3	Nivel de Investigación .....	62
3.2	Diseño de la Investigación .....	62
3.3	Hipótesis de la investigación.....	63
3.3.1	Hipótesis General.....	64
3.3.2	Hipótesis Especificas .....	64
3.4	Variables e Indicadores .....	65
3.4.1	Variable Independiente .....	65
3.4.2	Variable Dependiente .....	67
3.5	Cobertura del Estudio.....	68
3.5.1	Universo.....	68
3.5.2	Población .....	68
3.5.3	Muestra .....	69
3.5.4	Muestreo .....	69
3.6	Técnicas e instrumentos .....	69

3.6.1	Técnicas de la investigación .....	69
3.6.2	Instrumentos de la Investigación .....	70
3.6.3	Fuentes .....	70
3.7	Procesamiento estadístico de la información .....	71
3.7.1	Técnicas estadísticas .....	71
3.7.2	Tipos de gráficos.....	71
<b>CAPÍTULO IV ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANALISIS</b>		
<b>RESULTADOS DE</b>		<b>72</b>
4.1	Diagnostico Situacional.....	72
4.1.1	Descripción técnica.....	72
4.1.2	Diagnostico socioambiental.....	78
4.2	Resultados .....	85
4.2.1	Condiciones ambientales de la quebrada Mayo Punco.....	85
4.2.2	Cantidad y calidad de la mezcla de efluentes que se proyectan verter .....	94
4.2.3	Condiciones proyectadas del vertimiento de la mezcla de efluentes.....	98
4.3	Discusión de Resultados.....	105
4.3.1	Caudales.....	105
4.3.2	Análisis de calidad fisicoquímica .....	105
4.3.3	Análisis hidrobiológico.....	107
4.4	Contrastación de Hipótesis.....	108
<b>CONCLUSIONES</b>	.....	<b>109</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	.....	<b>110</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	.....	<b>111</b>
<b>ANEXOS</b>	.....	<b>114</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Resumen del producto bruto interno 2017 – 2018 .....	17
Cuadro 2	Parámetros y Valores que determinan la calidad del agua superficial de cuerpos de agua lóticos - quebradas .....	38
Cuadro 3	Ejemplos de invertebrados acuáticos indicadores de tipos de deterioros específicos .....	44
Cuadro 4	Puntajes de familias de bentos para el índice de BMWP .....	45
Cuadro 5	Clases del estado ecológico según BMWP.....	46
Cuadro 6	Calidad de agua basada en valores IBF .....	46
Cuadro 7	Composición típica de aguas residuales de mina .....	50
Cuadro 8	Composición típica de aguas residuales domésticas .....	51
Cuadro 9	Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes minero - metalúrgicos .....	53
Cuadro 10	Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes domésticos .....	53
Cuadro 11	Ubicación geográfica de la U.E.A. Mallay.....	60
Cuadro 12	Fuentes primarias del proyecto de investigación.....	70
Cuadro 13	Fuentes Secundarias del proyecto de investigación .....	71
Cuadro 14	Efluentes que ingresan al Sistema de Tratamiento y caudal .....	72
Cuadro 15	Características Hidráulicas de la Qda Mayo Punco en el punto de vertimiento .....	85
Cuadro 16	Estaciones de Monitoreo del Cuerpo Receptor. ....	86
Cuadro 17	Caracterización de la calidad del agua de la Qda. Mayo Punco.....	87
Cuadro 18	Estaciones de Monitoreo Hidrobiológico de la Quebrada Mayo Punco .....	92
Cuadro 19	Cantidad de agua tratada destinada para vertimiento y punto de vertimiento .....	94
Cuadro 20	Resultados de Laboratorio – Simulación de efluentes pH, Coliformes y DQO .....	95
Cuadro 21	Resultados de Laboratorio .....	96
Cuadro 22	Características críticas de la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados .....	
Cuadro 23	Balance de masa del vertimiento de las aguas residuales tratadas .....	100
Cuadro 24	Concentraciones Vs Distancias – Valores – Modelamiento Cormix.....	102

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Zona de mezcla en cuerpos de agua lóticos.....	56
Gráfico 2	Modelo de investigación descriptivo correlacional.....	63
Gráfico 3	Sistema de Tratamiento de Agua Residual Industrial y Doméstica tratada en la U.E.A. Mallay para vertimiento en la Estación EM.....	73
Gráfico 4	Diagrama de la PTARD de la U.E.A. Mallay .....	74
Gráfico 5	Diagrama fluvial en relación con la Quebrada Mayo Punco.....	81
Gráfico 6	Calidad de la Qda Mayo Punco Vs ECA de agua categoría 3 –Fisicoquímicos	89
Gráfico 7	Calidad de la Qda Mayo Punco Vs ECA de agua categoría 3– Metales Pesados	90
Gráfico 8	Calidad de la Qda Mayo Punco Vs ECA de agua categoría 3– Plaguicidas .	91
Gráfico 9	Calidad de la Qda Mayo Punco Vs ECA de agua categoría 3– Microbiológicos	91
Gráfico 10	Comparación de Valores de efluentes domésticos, industriales y mezcla ....	96
Gráfico 11	Zona de Mezcla .....	99
Gráfico 12	Concentración de calidad del agua posterior al vertimiento, mediante de masas balance	101
Gráfico 13	Datos de Ingreso al Software CORMIX.....	104

## ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1	Ubicación geográfico – política del proyecto de investigación .....	61
Mapa 2	Geomorfología del área de estudio.....	80
Mapa 3	Hidrografía de la quebrada Mayo Punco.....	82
Mapa 4	Distancias a centros poblados del punto de vertimiento .....	84



## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Matriz de Consistencia .....	115
Anexo 2	Ficha Registro de Datos .....	117
Anexo 3	Resultados de Monitoreo de Calidad ambiental y Efluentes.....	122

## GLOSARIO DE ABREVIATURAS

- UAP:** Universidad Alas Peruanas
- OSINERGMNI:** Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
- PBI:** Producto Bruto Interno
- PTARD:** Planta de tratamiento de Aguas residuales domésticas
- PTARI:** Planta de tratamiento de Aguas Residuales industriales
- EM-04:** Estación de monitoreo de efluentes mineros de la U.E.A. Mally
- EM-05:** Estación de monitoreo de efluentes domésticos de la U.E.A. Mally
- MINAM:** Ministerio del Ambiente
- MINEM:** Ministerio de Energía y Minas
- ANA:** Autoridad Nacional del Agua
- ECA:** Estándar de Calidad Ambiental
- GIS:** Geographical Information System
- EIA-d:** Estudio de Impacto Ambiental Detallado
- CORMIX:** Cornell Mixing Zone Expert System
- TMD:** Toneladas métricas días
- UTM:** Universal Transverse System
- LMP:** Límite Máximo Permisible
- UEA:** Unidad Económica Administrativa

## RESUMEN

Las operaciones mineras en la U.M. Mallay, ubicada en la provincia de Oyón, distrito y departamento de Lima, ocasionan la generación de efluentes industriales y domésticos, los cuáles son tratados antes de ser vertidos a la Quebrada Mayo Punco en los puntos EM-04 y EM-05 respectivamente. Se vio por conveniente mezclar ambos efluentes pre-tratados con el objetivo de optimizar la eficiencia del tratamiento, además de centralizar en una única estación de monitoreo el vertimiento mezclado (EM-04). No obstante, y considerando que la mezcla de ambos efluentes pre-tratados es proyectado, se desconoce las características que tendría el agua superficial que la Quebrada Mayo Punco, posterior al vertimiento, por ello, se propuso determinar la influencia a través de modelamientos.

De no ser realizado el modelamiento, no se podrían anticipar los efectos ambientales que el vertimiento podría ocasionar sobre la Quebrada Mayo Punco. El modelamiento permitirá conocer en gabinete, haciendo uso de datos reales, las concentraciones que tendrá la Quebrada Mayo Punco posterior al vertimiento. Para garantizar que el modelamiento sea el correcto, se consideran las características más críticas que podría tener el efluente mezclado y la quebrada Mayo Punco, podrían tener.

Para ello, se realizó un diagnóstico situacional de las condiciones del actual sistema de tratamiento de efluentes domésticos, las condiciones ambientales del área donde se ubica el vertimiento, determinándose que la Quebrada Mayo Punco a pesar de que actualmente recibe la descarga de efluentes industriales mineros, mantiene una calidad dentro del ECA de agua categoría 3. Asimismo, la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados (120 l/s) presenta concentraciones menores en relación a los efluentes tratados por separado.

La zona de mezcla donde se realizará la dilución inicial es de 3.8 m, y no es accesible a la población. Posterior a ello, los valores de calidad de la quebrada Mayo Punco reducen sus concentraciones cumpliendo con los ECA de agua categoría 3, resaltando que éstos valores serán menores a los actuales, a pesar de que actualmente sólo se realiza vertimiento industrial minero, y no domésticos.

Palabras clave: efluentes industriales, efluentes domésticos, vertimiento, modelamiento.

**ABSTRACT**

The mining operations in the U.M. Mallay located in Oyon's province, district and department of Lima, they cause the generation of effluent manufacturers and servants, which are treated before being spilt to the gully Mayo Punco in the points EM-04 and EM-05 respectively. One saw for suitably to mix both effluent pre-agreements with the aim to optimize the efficiency of the treatment, beside centralizing on the only station of monitoring the mixed discharge (EM-04). Nevertheless, and thinking that the mixture of both effluent pre-agreements is projected, there are not known the characteristics that the superficial water would have that the gully Mayo Punco, later to the discharge, for this reason, proposed to determine the influence across modeling.

Of the modeling not being realized, there might not be anticipated the environmental effects that the discharge might cause on the gully Mayo Punco. The modeling will allow to know in office, using royal information, the concentrations that the gully will have Mayo Punco later to the discharge. To guarantee that the modeling is the correct one, they are the most critical characteristics that the mixed effluent one and the gully might have Mayo Punco, they might have.

For it, there was realized a situational diagnosis of the conditions of the current system of treatment of effluent servants, the environmental conditions of the area where the discharge is located, deciding that the gully Mayo Punco although nowadays it receives the unload of effluent mining manufacturers, supports a quality inside the ECA of water category 3. Likewise, the mixture of effluent servants and manufacturers agreements (120 l/s) presents minor concentrations in relation to the effluent agreements separately.

The zone of mixture where the initial dilution will be realized is 3.8 m and is not accessible to the population. Later to it, the quality values of the gully Mayo Punco it diminishes his concentrations fulfilling with the ECA of water category 3, highlighting that these values will be minor to the current ones, although nowadays only mining manufacturer carries out discharge, and not servants.

Key words: effluent industrial, effluent servants, discharge, modeling.

## **INTRODUCCIÓN**

El incremento demográfico a nivel mundial presenta características de tendencia exponencial, que conlleva una mayor demanda de los productos y servicios necesarios para el desarrollo normal de sus actividades diarias; para ello se desarrollaron modelos de producción industrial, que se emplean de manera directa en la elaboración de alimentos, tecnología, transporte, entre otros. Por lo cual, se hace un mayor énfasis en la mejora tecnológica de ejecución de cada etapa del proceso industrial, desde la extracción, hasta el proceso de refinamiento de la materia prima.

Sin embargo, el desarrollo de estas actividades genera un nivel de impacto sobre los aspectos ambientales del entorno en el que se desarrolló la misma, que por sus características pueden ser directos o indirectos. La identificación, clasificación y evaluación de estos impactos se realiza en base a la concentración y el tiempo de permanencia sobre el medio entorno. La extracción de minerales o actividad minera abarca diversas etapas durante su proceso industrial, por lo que es necesario realizar un monitoreo continuo de los aspectos ambientales involucrados; no obstante, el aspecto hídrico es uno de los de mayor implicancia, siendo el principal compromiso ambiental la conservación y preservación de este elemento tanto en cantidad como en calidad.

El vertimiento de efluentes es el punto crítico en la relación de la actividad minera y el recurso hídrico, debido a que según las características que presente el efluente generará impactos sobre el cuerpo receptor al que sea descargado. Es por ello, que las nuevas tecnologías permiten determinar el comportamiento de la descarga mediante modelamientos numéricos, determinado su posible influencia y si es necesario ajustar el sistema de tratamiento y alcanzar los límites máximos permisibles. Cabe mencionar que estos modelos requieren del uso de ordenadores de alta capacidad que facilita su tratamiento y visualización.

Por esta razón el presente proyecto de investigación, tiene como finalidad la evaluación ambiental, mediante el uso del modelamiento numérico aplicado el software CORMIX, del vertimiento de la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados de la U.E.A. Mallay cuyas características en conjunto reducirían la influencia sinérgica del vertimiento por

separado sobre el mismo cuerpo receptor en los parámetros de calidad Ambiental del Agua, aprobados por el D.S. N° 004-2017-MINAM, y aspectos hidrobiológicos de la quebrada Mayo Punco; siendo un proyecto de alcance descriptivo, se plantea un método lógico deductivo de tipo aplicada, así como de la aplicación del registro bibliográfico de fuentes primarias y secundarias.

Finalmente, en el trabajo se presentan los siguientes capítulos:

- Capítulo I – Planteamiento del Problema

En este capítulo se realiza una descripción de la realidad problemática sobre la que se plantea el presente proyecto, definiendo el problema principal y secundario, y por consiguiente el objetivo de la aplicación de este.

- Capítulo II – Fundamentos Teóricos

En este capítulo se realiza una descripción de la recopilación de las fuentes consultadas, considerando, el marco referencial, marco legal, y conceptual, de donde finalmente se obtiene el marco teórico que plasma los conceptos y términos, del desarrollo del proyecto.

- Capítulo III – Planteamiento Metodológico

En este capítulo se describe la metodología seleccionada de acuerdo con las características del proyecto, y de los objetivos que se desean obtener al finalizar el mismo, anudado a ello se describen las características de las variables previamente identificadas, que pueden ser independiente y dependiente.

- Capítulo IV – Organización, Presentación y Análisis de Resultados

En este capítulo se realiza la ejecución del proyecto mediante los procedimientos descritos en el marco teórico, y en base a la metodología seleccionados previamente, asimismo se desarrolla una discusión de los resultados obtenidos, para finalmente realizar una contrastación de las hipótesis planteadas.

## CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 CARACTERIZACIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Medio ambiente es todo aquello que rodea al ser humano y que comprende elementos naturales físicos y biológicos, así como elementos artificiales (las tecnoestructuras); elementos sociales y las interacciones de todos los elementos entre sí. (Sánchez, V., 1982).

El ser humano desde los orígenes de su evolución ha ocasionado impactos sobre el medio ambiente, los cuáles han variado en su significancia. Es así como, en las primeras etapas del hombre, cuando éste se desarrollaba como una especie nómada, viviendo en pequeños grupos dispersos y siendo su principal actividad la caza y la recolección, ocasionada impactos imperceptibles al medio ambiente. Ello considerando que, no existe el término “contaminación cero”, dado que todas las actividades tanto naturales como antrópicas generan productos, subproductos y residuos cuya inadecuada gestión produce impactos negativos sobre los aspectos ambientales.

Posterior a ello, la concentración de estos pequeños grupos, que compartían las mismas características, costumbres y cultura, dio origen a una especie sedimentaria, que se estableció en áreas específicas para desarrollar actividades como agricultura y ganadería; los impactos generados en esta etapa fueron locales y sin mayor afectación al entorno.

Sin embargo, la etapa de desarrollo industrial, que abarcó dos sub-etapas: la Primera revolución industrial (1820 -1840) y la Segunda revolución industrial (1880 - 1914), se caracterizó por el consumo desenfrenado de energías no renovables, transformación cultural de los estilos de vida rural y creación de grandes urbes, que como consecuencia generaron impactos ambientales en mayor proporción a nivel local y regional.<sup>1</sup> A inicios del siglo XX, los grandes conflictos bélicos como la primera guerra mundial (1914-1918) y la segunda guerra mundial (1939 – 1945), permitieron la introducción en el ambiente de sustancias no naturales como producto de las ciencias tecnológicas y de innovación de los procesos industriales, ocasionando efectos de impacto ambiental a nivel mundial: el efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático.

---

<sup>1</sup> Carmen O. B. (2002). *Contaminación ambiental. Una visión desde la química*, Madrid, España, Thomson Editores Spain.

En la actualidad, las actividades productivas están enmarcadas en políticas establecidas por los gobiernos internacionales como respuesta a las consecuencias de los efectos de impacto ambiental; teniendo como las de mayor impacto sobre la calidad ambiental a la agricultura y minería, debido a la magnitud de sus operaciones a nivel mundial.

### **1.1.1 Minería en el Perú**

Los minerales son toda sustancia inorgánica en estado sólido que posee una estructura interna definida, composición química establecida y propiedades físicas uniformes que varían dentro de límites determinados (RIVER, 2005)<sup>2</sup>. Estos minerales son asociaciones de elementos químicos pudiendo ser metálicos o no metálicos, que se encuentran formando rocas en las diversas capas de la corteza terrestre. En este sentido, la minería es la actividad económica encargada de extraer los minerales que, luego de atravesar un proceso productivo, serán transformados en productos mineros (OSINERGMIN, 2016).

El Perú es considerado como uno de los países con mayor producción minera, ocupando el primer lugar en producción de oro en Latinoamérica y el segundo lugar a nivel mundial en producción de plata, cobre, zinc, y sexto en oro. La explotación de estos recursos minerales, desde épocas precolombinas, ha contribuido con en el desarrollo de las economías antiguas, y durante la época colonial, impuso el crecimiento de los sistemas económicos mercantilistas que conllevaron a la creación de los imperios coloniales entre los siglos XVI y XVIII. Durante los primeros 15 años del siglo XXI, el Perú ha experimentado un notable crecimiento económico impulsado por el incremento del precio de los metales, coincidiendo con las reformas orientadas hacia procesos de liberación y apertura económica y a la redefinición del rol del Estado en la economía.

En abril del 2018, el PBI de la minería metálica disminuyó en 0,5% con respecto al mismo mes del año anterior, debido a la reducción en la producción de cobre, oro, plata y plomo; no obstante, las variaciones positivas en el crecimiento del PBI de la minería metálica de febrero y marzo, coadyuvaron a que el PBI acumulado de enero a abril aumentara en 1,1%, y con ello se incrementó el PBI global en 4,4%, tal como se aprecia en el Cuadro 1.

---

<sup>2</sup> Jesús T.P. (2017), OSINERGMIN, *La industria de la Minería en el Perú*, Magdalena del Mar, Lima, Perú, Organismo Superior de la Inversión en Energía y Minería



**Cuadro 1** Resumen del producto bruto interno 2017 – 2018

SECTOR	PART. % DEL PBI 2017*	2017	2018	
		ABR	ABR.	ENE-ABR
1. Agropecuario	5.3	-0.6	11.0	7.4
2. Pesca	0.4	101.0	81.2	27.0
3. Minería e hidrocarburo	13.9	0.0	1.1	0.7
<b>Minería metálica</b>	<b>9.9</b>	<b>1.9</b>	<b>-0.5</b>	<b>1.1</b>
Hidrocarburos	1.5	-9.9	10.9	-1.8
4. Manufactura	12.4	-1.8	20.3	5.8
5. Electricidad y agua	1.8	-0.9	5.6	2.4
6. Construcción	5.8	-8.0	10.5	6.5
7. Comercio	10.8	-0.6	4.9	3.3
8. Total de Servicios**	49.5	1.9	5.9	4.7
<b>PBI Global</b>	<b>100.00</b>	<b>0.4</b>	<b>7.8</b>	<b>4.4</b>

Nota:

- Ponderación implícita del año 2017 a precios de 2007.
- \*\* Incluye derechos de importación e impuesto a los productos.

Fuente:

- Boletín Estadístico Minero “Inversiones Mineras continúan en Crecimiento”, abril 2018.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI); Resumen Informativo Semanal N° 23-2018 del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP)

La demanda de metales depende de la demanda de otros bienes y servicios, que en su mayoría se encuentran fuertemente correlacionados con variables de crecimiento económico (Maxwell, 2006), aunado al incremento en el precio de los metales generó tal como se muestra en el cuadro anterior, un aumento, ampliación y modificación de proyectos en unidades mineras. Estas modificaciones iniciaron desde la etapa de cateo, exploración (mediante la ejecución de sondajes en plataformas), hasta de etapa de explotación (ampliación de capacidad productiva de Plantas Concentradoras, de relaveras, plantas de tratamiento de efluentes, entre otros componentes secundarios)<sup>3</sup>, que tuvieron como prerrequisito la implementación y ejecución de estudios técnicos - ambientales para el inicio de operaciones conforme a la normatividad ambiental minero vigente.

<sup>3</sup> Perú, Poder Ejecutivo, Ministerio de Energía y Minas, Resolución Ministerial N° 120-2014-MEM/DM (Inciso C: Componentes Mineros: Pág. 2)

### 1.1.2 Agua y Minería

En la minería, el agua es un recurso fundamental, ya que es usada en la mayoría de los procesos de exploración, explotación, beneficio y cierre. Sin embargo, no representa un peligro para el abastecimiento de agua a nivel nacional, puesto que, del total aprovechable, el 86% se destina a actividades agrícolas, 6% para actividad industrial, 7 % para población, y 1,5% para actividades mineras. (ANA, Abelardo de la Torre, 2017).

El agua usada en minería generalmente es de uso consuntivo (173.60 hm<sup>3</sup>), es decir, se retorna al medio ambiente un menor volumen del agua extraída, debido a pérdidas en las operaciones unitarias del proceso industrial, y recirculación. Las aguas retornadas requieren de tratamientos adecuados previo a su vertimiento, ya que representan un potencial de contaminación de los cuerpos de agua y consecuente efecto en la salud humana y el ambiente.

Es importante indicar que, la ANA reporta mayores volúmenes de vertimientos mineros (913 hm<sup>3</sup>) en relación con los derechos de uso de agua otorgados (173.60 hm<sup>3</sup>), esta delta de diferencia estaría relacionado en su mayoría a las aguas de precipitación y afloramientos de agua subterránea, que, por el contacto directo con los componentes mineros, requieren de tratamiento previo a su vertimiento. Asimismo, se destaca que, el vertimiento de efluentes mineros tratados es regularizado por las autorizaciones de vertimiento de aguas residuales que son otorgadas por la ANA<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Perú, Poder Ejecutivo, Ministerio de Agricultura y Riego, Autoridad Nacional del Agua, R.J. N°224-2013-ANA: “*Nuevo Reglamento para el otorgamiento de autorización de vertimiento y reúsos de aguas residuales tratadas*” (31-03-2013)

### **1.1.3 Vertimiento de efluentes de la Unidad Minera Mallay**

Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (en adelante Buenaventura) es titular de la Unidad Económica Administrativa Mallay (en adelante U.E.A. Mallay), la cual posee un yacimiento polimetálico de plata, zinc y plomo en las zonas de Isguiz y Fortuna; el proceso de explotación minero se realiza por el método de corte y relleno ascendente aplicado a mina subterránea; posteriormente el mineral extraído es transportado a la Planta Concentradora Mallay, para su procesamiento. Este proceso, requiere del uso de agua y como consecuencia, se generan efluentes industriales, además de efluentes domésticos.

Los efluentes industriales y domésticos generados son tratados previos a su descarga al medio ambiente, dando cumplimiento a la normativa ambiental vigente, y de acuerdo con los instrumentos de gestión ambiental aprobados para la unidad minera. En este sentido, los efluentes de U.E.A. Mallay, son derivados de acuerdo con su procedencia; en el caso de las aguas residuales industriales, son tratadas en el Sistema de Tratamiento Nv 4060 (en adelante PTARI); y en el caso de las aguas residuales domésticas, su tratamiento se efectúa en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (en adelante PTARD).

Actualmente los efluentes tratados son vertidos en dos puntos estratégicos de la quebrada Mayo Punco: estación EM-04 para efluentes industriales y estación EM-05 para la descarga de efluentes domésticos.

Sin embargo, la U.E.A. Mallay ha visto por conveniente la fusión de ambos efluentes pre-tratados, con el objeto de optimizar la eficiencia del tratamiento, además de centralizar en una única estación de monitoreo a todos los efluentes de la Unidad, para la cual se propone sea la estación EM-04. Dicha fusión podría ser posible, debido a las propiedades de basicidad del efluente minero, previo tratamiento con lechada de cal, que, al mezclarse con el efluente doméstico, permiten la reducción de los valores de patógenos y consecuentemente de malos olores.

No obstante, y considerando que la mezcla de ambos efluentes pre-tratados es proyectado, se desconoce las características que tendría el agua superficial que la Quebrada Mayo Punco, posterior al vertimiento.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

La ejecución del proyecto de investigación se presenta como una posible solución viable (técnica y económica) a la realidad problemática planteada, mediante la respuesta al planteamiento de preguntas clasificadas según su nivel de importancia en problema principal y problemas secundarios, los mismos que se presentan a continuación:

### **1.2.1 Definición del Problema**

La definición del problema de un proyecto de investigación representa la interrelación entre la descripción de la realidad problemática global enfocada por las delimitaciones tanto temática, espacial, así como temporal, sobre la que se plantea como una posible solución; es decir sobre las que se planteará la operabilidad de las variables.

En ese sentido, la U.E.A. Mally del propone optimizar su sistema de tratamiento de efluentes domésticos e industriales, el cual consiste en derivar los efluentes domésticos pre-tratados hacia la PTARI, para un tratamiento en conjunto. Ello sería posible debido a las propiedades de alcalinidad que posee el efluente minero que ingresa a la PTARI, el cual permitiría la reducción de patógenos y olores desagradables del efluente doméstico.

No obstante, se desconoce la reacción que esta mezcla tendría posterior a su vertimiento en la quebrada Mayo Punco (estación EM-04), siendo necesario realizar una evaluación ambiental que determine la influencia de esta solución en los factores de calidad ambiental del agua de dicha quebrada.

### **1.2.2 Problema Principal**

El problema principal es aquella que presenta una interrogante que determina las características del resultado producto de la ejecución del proyecto de investigación mediante el uso de preguntas claves considerando a su vez lo detallado en la descripción de la realidad problemática, a continuación, se presenta el problema principal del presente proyecto:

- ¿De qué manera el vertimiento proyectado de la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados influyen en la calidad ambiental del agua de la quebrada Mayo Punco en la unidad minera Mally del distrito y provincia de Oyón, departamento de Lima en el año 2018?

### **1.2.3 Problemas Secundarios**

Los problemas secundarios presentan la misma estructura e interrogantes del problema principal, contribuyen al desarrollo de este mediante establecimiento de mecanismos con la información cualitativa y cuantitativa de los resultados secundarios obtenidos. A continuación, se presentan los problemas secundarios identificados:

- ¿Cuáles son las condiciones ambientales de la quebrada Mayo Punco?
- ¿Cuál es la cantidad y calidad de la mezcla de efluentes que se proyectan verter sobre las aguas de la quebrada Mayo Punco?
- ¿Cuáles son las condiciones proyectadas del vertimiento de la mezcla de efluentes en las aguas de la quebrada Mayo Punco?

### **1.3 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN**

El objetivo de un proyecto de investigación es una aspiración de lo que se pretende conseguir o demostrar producto de la aplicación de proyecto; delimita el accionar, es decir, de cómo se plantea abordar la realidad problemática. Estos son antecedentes cada uno por un problema clasificados a su vez por el nivel de importancia en objetivos general y objetivos específicos, los mismos que se presentan a continuación:

#### **1.3.1 Objetivo General**

El objetivo general se plantea atendiendo el propósito global de la investigación, y como parte de una respuesta al problema principal, asimismo brinda las características del resultado general que se desea obtener, a continuación, se presenta el objetivo general del proyecto de investigación:

- Determinar la influencia del vertimiento proyectado de la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados sobre la calidad ambiental del agua de la quebrada Mayo Punco en la unidad minera Mallay del distrito y provincia de Oyón, departamento de Lima en el año 2018.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

Los objetivos específicos determinan las características de los resultados obtenidos en los problemas secundarios sean cualitativos o cuantitativos, con la finalidad de establecer procedimientos que contribuyan a conseguir el objetivo principal, los mismos que se presentan a continuación:

- Determinar cuáles son las condiciones ambientales de la quebrada Mayo Punco.
- Detallar la cantidad y calidad de la mezcla de efluentes que se proyectan verter sobre las aguas de la quebrada Mayo Punco.
- Identificar las condiciones proyectadas del vertimiento de la mezcla de efluentes en las aguas de la quebrada Mayo Punco.

### **1.4 JUSTIFICACIÓN**

La justificación de la ejecución de un proyecto de investigación enlista los motivos para la ejecución de este, asimismo justifica los beneficios sociales e institucionales, con la finalidad de demostrar la factibilidad de llevar a cabo la investigación.

El proyecto de investigación presenta una solución viable a la realidad problemática mostrada, en el cual se desconocen las características del agua de la Quebrada Mayo Punco posterior al vertimiento proyectado de la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados en la U.E.A. Mallay, por lo que se sugiere determinar estas características mediante modelamientos numéricos, los cuáles se han demostrado, se asemejan a la realidad en 90%.

De no ser realizado este modelamiento, no se podrían anticipar los efectos ambientales que el vertimiento podría ocasionar sobre la Quebrada Mayo Punco, tales como afectación y/o recuperación de su calidad ambiental e hidrobiológica, ya que el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles, establecidos mediante D.S. N°010-2010-MINAM, no garantizan necesariamente el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental de Agua, ni de las condiciones normales que el cuerpo de agua analizado pueda presentar.

## 1.5 IMPORTANCIA

Por otro lado, la importancia de la ejecución de un proyecto de investigación orienta a responder las expectativas sociales y otros, que se espera alcanzar y que permite su desarrollo o la atención de una necesidad, es decir, los objetivos que se plantean obtener por la aplicación del proyecto.

En ese sentido, el modelamiento permitirá conocer en gabinete las concentraciones que tendrá la Quebrada Mayo Punco posterior al vertimiento de la mezcla de efluentes, sin la necesidad de efectuar el vertimiento. Los resultados modelados obtenidos no sólo presentarán similitud con la realidad, sino que permitirán determinar los escenarios más críticos que podría tener el vertimiento, anticipando el grado de afectación del vertimiento, y de ser necesario implementar medidas correctivas en el proceso de tratamiento, reducción de caudales de vertimiento, entre otros, garantizando que las características de la Quebrada Mayo Punco no sean afectadas significativamente, manteniendo y/o mejorando sus condiciones de calidad ambiental, de esta manera, cumpliendo con la normatividad ambiental peruana vigente.

## 1.6 LIMITACIONES

Durante el desarrollo del presente proyecto de investigación se presentaron las siguientes limitaciones:

- La información de estudios ambientales de la U.E.A. Mallas no es de fácil acceso a la población a través de portales institucionales vía web, por ello, la información fue solicitada de manera directa a la unidad en mención.
- Escasez de referencia bibliográfica en idioma nativo para casos de mezclas de efluentes domésticos e industriales tratados, lo que conllevó al uso de datos reales obtenidos en laboratorio.
- El acceso a la U.E.A. Mallas sólo fue posible por única vez, dada las condiciones de control restringido para el acceso a la unidad; no obstante, la visita pudo realizarse durante la época de estiaje, establecida como crítica durante el año hidrológico.
- El tiempo establecido para la elaboración del presente proyecto de investigación estuvo sujeta a horarios laborales, ampliando el plazo de presentación.

## CAPÍTULO II FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 2.1 MARCO REFERENCIAL

El marco referencial permite recopilar las consideraciones teóricas e investigaciones previas relacionadas con el proyecto de investigación, donde además se definen los conceptos que permitirán argumentar la hipótesis planteada.

#### 2.1.1 Antecedentes de la Investigación

Tal como se mencionó anteriormente, el proyecto de investigación se plantea como una posible solución viable a la realidad problemática, tomando como base los resultados obtenidos en investigaciones previas, tales como, artículos científicos y proyectos de investigación (Tesis), no obstante, al considerar la diferencia de variables, se plantearon los procedimientos, criterios y objetivos presentados en ítems anteriores. A continuación, se presentan los informes usados para describir las delimitaciones del presente estudio.

##### 2.1.1.1 Proyectos de Investigación Tesis

- Gaspar Virilo Méndez Cruz, Tesis para optar el grado de título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Cajamarca, Jaén, Cajamarca, 2017.<sup>5</sup>

### CONTAMINACIÓN POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AGUA DE CONSUMO DE LA POBLACIÓN DEL CENTRO POBLADO CHURUYACU – SAN IGNACIO, 2016.

#### **Resumen:**

El presente trabajo tiene como objetivo determinar el nivel de contaminación del agua de consumo por el vertimiento de las aguas residuales en el centro poblado Churuyacu, San Ignacio. Para ello se tuvo el apoyo de la población usuaria de la zona, de sus autoridades y de los profesionales de la posta medica del centro poblado.

---

<sup>5</sup> Extraído de la base de datos de la Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI), link de descarga: <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/189073>



Debido a lo delicado del tema, se realizó el muestreo y la toma de datos de campo, se realizó en tres puntos representativos: en la zona del vertimiento (río Tabaconas), en la captación (orillas del río Tabaconas) y en la de consumo (viviendas), el análisis de dichas muestras, se lo hizo en el Laboratorio Referencial de la DISA Jaén, entre agosto y diciembre del 2016, complementado mediante entrevistas a la población usuaria.

Los resultados determinaron que las características del agua de consumo sobrepasan los límites máximos permisibles y que el incremento anual de enfermedades hídricas fue de 6.99%, esto nos permiten concluir que la población de la localidad en estudio consume agua no apta para consumo humano.

Finalmente se plantea una propuesta de mejora para dicha problemática que consiste en la reconstrucción de la captación tipo barraje, reconstrucción del sedimentador, construcción de un filtro lento, instalación de una nueva línea de conducción, construcción de un reservorio de 47 m<sup>3</sup> con tanque clorador y la instalación de una línea de aducción y red de distribución.

- Natalie Callo Aguirre y Martha Elena Laura Vigo, Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, 2014.<sup>6</sup>

#### **PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE DISEÑO DEL VERTIMIENTO DE UN EFLUENTE MINERO EN LA QUEBRADA CHONTA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN MODELO DE DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES Y LOS ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA**

##### **Resumen:**

El diseño de un vertimiento puede influir en la velocidad de mezcla del efluente con el cuerpo receptor, y, por lo tanto, en la autodepuración de este último. El efluente minero, objeto de estudio, corresponde a un botadero de desmonte ubicado en el departamento del Cusco, donde se almacena material con baja ley proveniente de una Unidad Minera a tajo abierto de explotación y beneficio de oro y plata.

---

<sup>6</sup> Repositorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ingeniería ambiental, link de descarga: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2433>

El efluente minero en mención es vertido en la quebrada Chonta; como producto de la infiltración de la precipitación, en el área expuesta del botadero, se caracteriza por su bajo pH y elevado contenido de metales disueltos. Pese a que este efluente pasa por un sistema de tratamiento, previo a su vertimiento en el cuerpo receptor, el objetivo de la presente investigación es proponer una mejora del diseño de dicho vertimiento y favorecer la autodepuración de la quebrada. En primer lugar, se realizó un procesamiento de datos con base en los informes de monitoreo trimestrales del mencionado efluente y cuerpo receptor, para luego hacer un diagnóstico de la situación real del cuerpo receptor y del efluente.

Posteriormente, se analizó el comportamiento del efluente en el cuerpo receptor con la implementación de tres (03) mejoras técnicas, para después de comparar, elegir la mejora técnica óptima. Finalmente se calcularon y compararon los Índices de Calidad de Agua (ICA) en la quebrada Chonta, calculados para la situación real y la situación con la mejora técnica óptima. Cabe indicar que los resultados determinaron la mejora técnica óptima que consistía en una tubería sumergida en la quebrada, a una altura de 0.6 m del fondo de esta. Además, las comparaciones de los ICA arrojaron que la calidad de la quebrada Chonta mejoraba en época húmeda, de Bueno a Excelente y de Marginal a Bueno, para los ECA Categoría 1A y 4, respectivamente.

#### 2.1.1.2 Artículo Científico

- Robert L. Doneker, Artículo Científico - ELSEVIER, 2001.<sup>7</sup>

### **SISTEMAS CORMIX-GI PARA EL ANÁLISIS DE LA ZONA DE MEZCLA DE LA ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE SALMUERA**

El Sistema de expertos en zonas de mezcla de Cornell (CORMIX) consiste en una serie de sistemas de software para el análisis, predicción y diseño de descargas acuosas en cursos de agua, con énfasis en las características de geometría y dilución de la zona de mezcla inicial, incluida la evaluación de requisitos reglamentarios. Este sistema aprobado por la USEPA enfatiza la predicción de la interacción de los límites de la pluma y proporciona una amplia documentación de la verificación de los datos de entrada, la selección del modelo hidrodinámico y la documentación de los resultados de la simulación.

---

<sup>7</sup> Artículos científicos de ELSEVIER, publicado el 20 de Setiembre del 2001, link de descarga: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916401003186>

Las nuevas características del sistema incluyen una interfaz de usuario gráfica (GUI) Windows 95/98 / NT / 2000 inteligente basada en formularios denominada CORMIX-GI, que proporciona acceso a herramientas de diseño avanzadas para visualización de salida (CorSpy), visualización de zona de mezcla (CorVue) acceso a datos heredados (CorData) y análisis de estudios de sensibilidad (CorSens). Los subsistemas CORMIX1 (puerto único sumergido) y CORMIX2 (puerto múltiple sumergido) pueden simular la mezcla de fuentes de descarga densa como descargas de salmuera en instalaciones de desalinización

## **2.2 MARCO LEGAL**

Cabe mencionar que para el presente proyecto se tomó como referencia la normativa legal con referencia a aspectos ambientales y mineros en todos los niveles anteriormente mencionados, y de relación directa con el proyecto de investigación.

### **2.2.1 Constitución Política del Perú (1993)**

La constitución política del Perú es la ley fundamental de la organización del estado, está a cargo de la asamblea constituyente, responsables de la aprobación o refrenda, ésta contiene derechos y deberes, con el fin de regular las relaciones entre los poderes públicos y los ciudadanos en lo civil, penal, tributario, laboral, social, económico, político y ambiental. De este se desprende el eje de la normativa ambiental sobre la que se estructuran las demás normativas a diferente nivel, la misma que se presenta a continuación.

En el artículo 2, inciso 22 se estipula: *“Toda persona tiene derecho.... A la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida...”*

### **2.2.2 Leyes**

Las leyes son normas de carácter general, abstractas y obligatorias, sirven para instaurar el marco normativo de instituciones del estado, pueden ser presentadas por cualquier persona natural hasta el presidente de la república, pueden clasificarse en leyes orgánicas y leyes ordinarias. A continuación, se presentan las leyes consideradas durante la elaboración del presente proyecto de investigación:

- Perú, Poder Legislativo, Ley N° 28611, Ley general del Ambiente.

Es una norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú, establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país (artículo 1).

- Perú, Poder Legislativo, Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.

La ley tiene por finalidad:

- La creación del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA) como un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio del proyecto de inversión.
- El establecimiento de un proceso uniforme que comprenda los requerimientos, etapas, y alcances de las evaluaciones del impacto ambiental de proyectos de inversión.
- El establecimiento de los mecanismos que aseguren la participación ciudadana en el proceso de evaluación de impacto ambiental.

Esta ley comprende los proyectos de inversión públicos y privados que impliquen actividades, construcciones u obras que puedan causar impactos ambientales negativos, según disponga el reglamento de esta

- Perú, Poder Legislativo, Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.

Tiene como función regular el uso y gestión de los recursos hídricos, comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta, se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable.

### **2.2.3 Decreto Legislativo**

El decreto legislativo es una norma jurídica con rango de ley, emana del poder ejecutivo en virtud de la delegación expresa efectuada por el poder legislativo, para el presente proyecto se consideró el siguiente:

- Perú, Ministerio del Ambiente, Decreto Legislativo N° 019-2009-MINAM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.

Este decreto legislativo tiene por objetivo lograr efectiva identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio de proyectos de inversión, así como de políticas, planes y programas, a través del establecimiento del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental – SEIA.

### **2.2.4 Decreto Supremo**

El decreto supremo es una norma de carácter general que reglamenta normas con rango de ley o regula la actividad sectorial funcional o multisectorial funcional a nivel nacional, asimismo en algunos casos permite que el gobierno tome decisiones urgentes y con procedimiento rápidos, a continuación, se presentan las consideradas para el proyecto de investigación.

- Perú, Ministerio de Energía y Minas, Decreto Supremo N° 040-2014-EM, Reglamento de Protección y Gestión ambiental para las actividades de explotación, beneficio, labor general, transporte y almacenamiento minero.

Tiene por finalidad asegurar que las actividades mineras en el territorio nacional se realicen salvaguardando el derecho constitucional a disfrutar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida, en el marco de a libre iniciativa privada y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, asimismo tiene por objetivo regular la protección y gestión ambiental de las actividades de explotación, beneficio, labor general, transporte y almacenamiento minero.

- Perú, Ministerio del Ambiente, Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias.

Mediante este decreto supremo se realiza la compilación de las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

### **2.2.5 Resolución Ministerial**

Son normas de carácter específico aprobadas por un ministerio de estado respecto de las políticas nacionales y sectoriales a su cargo, entre otros; es decir, se trata de una normativa o de una regla que dicta un ministerio de acuerdo con las facultadas que le otorga la constitución.

- Perú, Ministerio del Ambiente, Resolución Ministerial N° 014-2011-MINAM, Plan Nacional de Acción Ambiental.

El PLANAA es un instrumento de planificación ambiental nacional de largo plazo, el cual se formula a partir de un diagnóstico situacional ambiental y de la gestión de los recursos naturales, así como de las potencialidades del país para el aprovechamiento y uso sostenible de dichos recursos; del mismo modo, se basa en el marco legal e institucional del Sistema Nacional de Gestión Ambiental; asimismo, presenta la visión del país en materia ambiental al 2021, siendo sus objetivos los mismos que se proponen lograr en la Política Nacional del Ambiente, los cuales han recogido, entre otros, lo establecido en el Acuerdo Nacional principalmente con relación a la gestión ambiental, así como en la propuesta del Pla Bicentenario.

### 2.2.6 Resolución Jefatural

Son actos que expresan situaciones adoptadas por el funcionamiento del nivel respectivo. Es expedida por los directores administrativos en función a las atribuciones que señala las respectivas leyes orgánicas del sector y reglamento de organización y funciones; es decir, son documentos que emana de las autoridades en ejercicio de sus funciones, sobre asuntos de su competencia, y se basan en dispositivos legales específicos (constitución, leyes, decretos, etc.)

- Perú, Ministerio de Agricultura y Riego, Autoridad Nacional del Agua, Resolución Jefatural, N° 180-2016-ANA, Glosario de Recursos Hídrico.

Esta resolución ministerial aprueba el glosario de términos sobre recursos hídricos considerados por la Autoridad Nacional del Ana para el desarrollo de sus funciones y emisión de documentos de todas las áreas que pertenecen a esta institución.

- Perú, Ministerio de Agricultura y Riego, Autoridad Nacional del Agua, Resolución Jefatural N° 108-2017-ANA, Guía para la Determinación de la Zona de Mezcla y la Evaluación del Impacto del Vertimiento de Aguas Residuales tratadas a un cuerpo natural de agua.

Mediante esta resolución se aprueba un documento orientador a ser considerado en la evaluación del impacto del vertimiento de aguas residuales tratadas a un cuerpo receptor, tomando como referencia los ECA-Agua, el cual incluye la propuesta metodológica para la determinación de la zona de mezcla.

## 2.3 MARCO CONCEPTUAL

La comprensión del presente proyecto de investigación requiere a su vez la descripción de conceptos básicos que han sido usados durante el desarrollo del proyecto, los cuales se presentan a continuación:

### 2.3.1 Conceptos Básicos

#### 2.3.1.1 Agua Superficial<sup>8</sup>

- **Aguas continentales**

Son cuerpos de aguas permanentes que comprenden las aguas superficiales dulces y subterráneas, situados hacia tierra.

- **Agua superficial**

Agua procedente de la lluvia, deshielos o nieve (ríos, lagos, reservorios, charcas, corrientes, océanos, nieve, hielo, mares, estuarios y humedales).

- **Cuerpo de agua**

Extensión de agua, tal como un río, lago, mar u océano, que cubre parte de la Tierra. Algunos cuerpos de agua son artificiales, como los embalses, aunque la mayoría son naturales. Pueden contener agua salada o dulce.

- **Cuerpo de agua natural lóxico**

Son cuerpos de aguas continentales caracterizados por corrientes unidireccionales continuas, como ríos, quebradas, entre otros.

- **Quebrada:**

Corriente natural de agua que normalmente fluye con continuidad pero que, a diferencia de un río, tiene escaso caudal, que puede desaparecer durante el estiaje.

---

<sup>8</sup> Autoridad Nacional del Agua, Resolución Jefatural N° 180-2016-ANA (07/07/2016)- Glosario de Recursos Hídricos. Autoridad Nacional del Agua, “Guía para la Determinación de la Zona de Mezcla y la Evaluación del Impacto del Vertimiento de Aguas Residuales tratadas a un cuerpo natural de agua”, Lima Perú 2017.



- **Cuerpo receptor**

Cuerpo natural de agua continental o marino-costera que recibe el vertimiento de aguas residuales tratadas.

- **Aforo de caudales**

Conjunto de operaciones para determinar el caudal en un curso de agua para un nivel observado.

- **Año hidrológico**

Periodo continuo de doce meses relacionados de manera que los cambios globales en el almacenamiento sean mínimos, por lo que la cantidad sobrante de un año al siguiente se reduce al mínimo.

- **Año húmedo**

Año en que la precipitación o el caudal son significativamente superiores a un año medio;

- **Año seco**

Año durante el cual las precipitaciones o el caudal de los recursos de agua son significativamente inferiores a los del año medio

- **Cauce**

Continente de las aguas durante sus máximas avenidas, constituye un bien de dominio público hidráulico.

- **Caudal de estiaje**

Caudal de un río en época de estiaje que es alimentado por manantiales, escurrimientos de deshielos y precipitaciones.

- **Caudal máximo**

Caudal máximo de una determinada corriente de agua representado en un hidrograma de caudales para un fenómeno específico.

### 2.3.1.2 Efluentes

#### - **Aguas residuales**

Aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas, que tengan que ser vertidas a un cuerpo natural de agua o reusadas, y que por sus características de calidad requieran de un tratamiento previo.

#### - **Afluente**

Agua residual que ingresa a una planta de tratamiento de aguas residuales o proceso de tratamiento.

#### - **Tratamiento de agua**

Proceso para facilitar el tratamiento de aguas residuales. Proceso físico (ej. Filtración); y químico (ej. Coagulación, cloración, tratamiento con ozono), /-residuales: Primario: eliminación de sólidos suspendidos, flotando o precipitados de un agua residual sin tratar, Secundario: de contaminantes y DBO del efluente procedente del tratamiento primario. Terciario: eliminación de hasta en un 85% de concentración del agente contaminador.

#### - **Efluente**

Agua residual tratada o líquido que sale de una planta o proceso de tratamiento.

#### - **Carga contaminante**

Es la masa de una sustancia o el número de individuos microbiológicos contenido en un volumen de agua que pasa por una sección determinada en una unidad de tiempo. La carga contaminante es determinada multiplicando la concentración de la sustancia o la densidad de individuos microbiológicos por el caudal de agua, determinado en el momento de la toma de muestra.

#### - **Vertimiento de aguas residuales tratadas**

Descarga de aguas residuales previamente tratadas, que se efectúa en un cuerpo natural de agua continental o marítima. Se excluyen las provenientes de naves y artefactos navales.

## 2.4 MARCO TEÓRICO

El marco teórico comprende un conjunto de ideas, orientaciones teóricas, estudios y antecedentes en general relacionados con la investigación que se desea realizar, y que permite dar sustento al estudio, ampliando la descripción del problema.

### 2.4.1 Caracterización de cuerpos de agua lóticos

Para conocer las características que un cuerpo de agua lótico tendrá posterior al vertimiento, es necesario analizar sus condiciones iniciales o normales tales como características hidráulicas de la quebrada en el punto de vertimiento, calidad ambiental del agua y calidad hidrobiológica (ANA, 2017).

#### 2.4.1.1 Características hidráulicas de la quebrada en el punto de vertimiento

Las características hidráulicas de una quebrada deberán ser determinadas en la ubicación del vertimiento proyectado y en la época de estiaje (ANA, 2016). Estas corresponden a:

- Caudal mínimo, expresado en l/s: Denominado también caudal ecológico, se determina a través de modelos hidrológicos, calculados a partir de la variabilidad de data meteorológica histórica y características morfológicas de la unidad hidrográfica.
- Velocidad del flujo media, expresada en m/s: Este parámetro puede ser calculado a través de la ecuación de Manning, donde es necesario conocer los valores de caudal.
- Pendiente del fondo del cauce, expresado en m/m: Este valor es determinado en base a mapas topográficos o mediciones con GPS aguas arriba y abajo del vertimiento.
- Factor de irregularidad del cauce: Este factor dependerá de las condiciones del cauce, es así como, para ríos con cauce rectangular, el valor será de 0.1; para ríos canalizados, valor de 0.3; para cauces naturales con serpentear moderado, valor de 0.6; para cauces naturales con serpentear significativo, valor de 1,0 y para ríos con dirección brusca mayor de 90°, valor de 1,3.
- Ancho y espejo de agua, expresado en m: Valor medido en campo, considerando como escenario, la época de estiaje.
- Profundidad media de agua, expresada en m. Valor medido en campo, considerando como escenario, la época de estiaje.

#### 2.4.1.2 Calidad del agua

Describir y evaluar la calidad del agua es complejo, dado que existen diferentes metodologías que permiten determinar el carácter cualitativo del recurso hídrico. La definición del concepto de calidad de agua posee distintas interpretaciones; es así como, desde un punto de vista funcional, se entiende como la capacidad intrínseca que tiene el agua para responder a usos que podrían obtener de ella; o desde una vista ambiental, como aquellas condiciones que el agua debe tener para que ésta mantenga un ecosistema equilibrado y cumpla objetivos de calidad ecológica. (Ministerio del Ambiente España, 2000).

En el Perú, se aplica el estándar de calidad ambiental (ECA), definida como una medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos (MINAM, 2005).

Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías: Categoría 1: Poblacional y recreacional; Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales; Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales; Categoría 4: Conservación del ambiente acuático. (MINAM, 2017).

La Autoridad Nacional del Agua (ANA) es la entidad encargada de asignar a cada cuerpo natural de agua las categorías antes descritas, atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo; y en caso no se identifiquen dos o más posibles categorías para una zona determinada de un cuerpo natural de agua, la ANA define la categoría aplicable, priorizando el uso poblacional. (MINAM, 2017).

En ese sentido, la ANA realizó una clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales a nivel nacional en relación a los ECAs de agua vigentes, precisando que los ríos no consignados en dicha clasificación adquieren la categoría de clasificación del cuerpo de agua al que tributan (ANA, 2017). Por tanto, a la quebrada Mayo Punco correspondería

aplicable la categoría 3, considerando que esta quebrada es aportante del río Huaura, el cual ha sido clasificado por la ANA con categoría 3.

#### 2.4.1.2.1 *Parámetros que determinan la Calidad del Agua en la categoría 3*

Los parámetros para determinar la Calidad Ambiental del Agua en la categoría 3 han sido establecidos mediante Decreto Supremo N°004-2017-MINAM. Esta categoría además se subdivide en dos subcategorías:

- Subcategoría D1: Riego de Vegetales. Aguas utilizadas para el riego de cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas:
  - o Agua para riego no restringido: Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.
  - o Agua para riego restringido: Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej.: habas); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (Ej.: árboles frutales); cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (Ej.: trigo, arroz, avena y quinua); cultivos industriales no comestibles (Ej.: algodón), y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (Ej.: maíz forrajero y alfalfa).
- Subcategoría D2: Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno, equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

Los valores establecidos para determinar la calidad ambiental del agua superficial categoría 3, se presentan en el Cuadro 2 a continuación.

**Cuadro 2** *Parámetros y Valores que determinan la calidad del agua superficial de cuerpos de agua lóticos - quebradas*

PARÁMETROS	UNIDAD	Estándares de Calidad Ambiental de Agua		
		Riego de Vegetales		Bebida de Animales
		Riego no restringido	Riego restringido	
1. Caudal	l/s	--		--
2. Aceite y Grasas	mg/L	5		10
3. Bicarbonatos	mg HCO <sub>3</sub> /L	518		--
4. Cianuro Wad	mg/L	0.1		0.1
5. Cianuro total	mg/L	--		--
6. Cloruros	mg/L	500		--
7. Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
8. Conductividad Eléctrica	uS/cm	2500		5000
9. Cromo hexavalente Total	mg/L	--		--
10. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	15		15
11. Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40		40
12. SAAM (Detergentes)	mg/L	0,2		0,5
13. Fenoles	mg/L	0.002		0.01
14. Fluoruros	mg/L	1		--
15. Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N)	mg/L	--		--
16. Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> - N)	mg/L	10		10
17. Nitrato + Nitrito	mg/L	100		100
18. Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 4		≥ 5
19. Potencial de Hidrogeno	Unidad de pH	6.5 – 8.5		6.5-8.4
20. Sulfatos	mg/L	1000		1000
21. Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
22. Sólidos disueltos totales	mg/L	--		--
23. Aluminio total	mg/L	5		5
24. Arsénico total	mg/L	0.1		0.1
25. Bario total	mg/L	0.7		--
26. Berilio total	mg/L	0.1		0.1
27. Boro total	mg/L	1		5
28. Cadmio total	mg/L	0.01		0.05
29. Calcio total	mg/L	--		--
30. Cobre total	mg/L	0.2		0.5
31. Cobalto total	mg/L	0.05	1	--
32. Cromo total	mg/L	0.1		1
33. Hierro total	mg/L	5		--

PARÁMETROS	UNIDAD	Estándares de Calidad Ambiental de Agua		
		Riego de Vegetales		Bebida de Animales
		Riego no restringido	Riego restringido	
34. Litio total	mg/L		2.5	2.5
35. Magnesio total	mg/L		--	250
36. Manganeso total	mg/L		0.2	0.2
37. Mercurio total	mg/L		0.001	0.01
38. Níquel total	mg/L		0.2	1
39. Plomo total	mg/L		0.05	0.05
40. Selenio total	mg/L		0.02	0.05
41. Zinc total	mg/L		2	24
42. Bifenilos Policlorados (PCBs)	ug/L		0.04	0.045
43. Paratión	ug/L		35	35
44. Aldrín	ug/L		0.004	0.7
45. Clordano	ug/L		0.006	7
46. Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	ug/L		0.001	30
47. Dieldrín	ug/L		0.5	0.5
48. Endosulfán	ug/L		0.01	0.01
49. Endrín	ug/L		0.004	0.2
50. Heptacloro + Heptacloro Epóxico	ug/L		0.01	0.03
51. Lindano	ug/L		4	4
52. Aldicarb	ug/L		1	10
53. Coliformes Totales	NMP/100 mL		--	--
54. Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	1000	2000	1000
55. Escherichia coli	NMP/100 mL	1000	--	--
56. Huevos de Helminto	Huevos/L		1	--

Nota:

- -- El parámetro no es aplicable a la categoría
- (a) Para aguas claras. Sin cambio normal (para aguas que presentan color natural)
- Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Fuente:

- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias.

Se deberá considerar que, en aquellos cuerpos naturales que por sus condiciones naturales o, por la influencia de fenómenos naturales, presenten parámetros en concentraciones superiores a la categoría de ECA para Agua asignada, se exceptúa la aplicación de los mismos para efectos del monitoreo de la calidad ambiental, en tanto se mantenga uno o más de los siguientes supuestos:

- Características geológicas de los suelos y subsuelos que influyen en la calidad ambiental de determinados cuerpos naturales de aguas superficiales. Para estos casos, se demostrará esta condición natural con estudios técnicos científicos que sustenten la influencia natural de una zona en particular sobre la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, aprobados por la Autoridad Nacional del Agua.
- Ocurrencia de fenómenos naturales extremos, que determina condiciones por exceso (inundaciones) o por carencia (sequías) de sustancias o elementos que componen el cuerpo natural de agua, las cuales deben ser reportadas con el respectivo sustento técnico.
- Desbalance de nutrientes debido a causas naturales, que a su vez genera eutrofización o el crecimiento excesivo de organismos acuáticos, en algunos casos potencialmente tóxicos (mareas rojas). Para tal efecto, se debe demostrar el origen natural del desbalance de nutrientes, mediante estudios técnicos científicos aprobados por la autoridad competente.
- Otras condiciones debidamente comprobadas mediante estudios o informes técnicos científicos actualizados y aprobados por la autoridad competente (MINAM, 2017).

#### 2.4.1.2.2 *Principales contaminantes del agua en operaciones mineras*

La contaminación consiste en una modificación, generalmente provocada por el hombre, de la calidad del agua, haciéndola impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y actividades recreativas, así como para los animales domésticos y la vida natural (Carta del Agua, Consejo de Europa, 1968).

El incumplimiento podría estar relacionado a condiciones naturales o a factores humanos, como es el caso de la actividad minera. Por ello, el estado peruano determinó que los principales parámetros que podrían afectar las condiciones de calidad ambiental del agua por actividades mineras son: pH, STS, aceites y grasas, cianuro total, arsénico total, cadmio total, cromo hexavalente, cobre total, hierro disuelto, plomo total, mercurio total, zinc total.

Asimismo, en las actividades mineras también se generan efluentes domésticos, que presentan parámetros que podrían afectar la calidad del agua tales como: aceites y grasas, coliformes Termotolerantes, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, pH, sólidos totales en suspensión y temperatura.



### 2.4.1.3 Calidad Hidrobiológica

Los cuerpos de agua lóticos, de acuerdo a sus características fisicoquímicas, albergan una serie de organismos agrupados en comunidades, que desempeñan roles importantes como productores (fitoplancton, algas filamentosas, macrofitas) consumidores primarios, secundarios, terciarios (zooplancton, peces, zoobentos) y los descomponedores (bacterias, hongos, y algunos organismos del zoobentos) (MINAM, 2014).

La evaluación de los cuerpos hídricos generalmente se basa en análisis fisicoquímicos, no obstante es necesario complementarlos con análisis hidrobiológicos, utilizando las entidades biológicas analizadas como indicadores de contaminantes y su respuesta como una herramienta que permita detectar condiciones ambientales específicas. (USEPA(a), 2003 en Leiva, 2004; MINAM-MHN, 2014).

En ese sentido, las comunidades más notorias o de mayor relevancia ecológica corresponden al plancton (fitoplancton y zooplancton), los bentos (macro invertebrados acuáticos) el perifiton y necton (peces), los cuales permitirán determinar las condiciones ambientales de la quebrada Mayo Punco, establecido como el cuerpo de agua que recibe el vertimiento proyectado de la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados de la U.M. Mallay. A continuación se describen cada una de ellas:

#### 2.4.1.3.1 *Plancton*

El plancton es una comunidad acuática constituida por organismos vegetales fotosintéticos (fitoplancton), representado principalmente por microalgas, las cuales forman parte de varios grupos focales (algas verdes, rojas, diatomeas, fito flagelados, cianobacterias), donde la mayoría vive sin movimiento, en la zona fótica, suspendidos y a merced de los movimientos del agua. El otro constituyente de esta comunidad es el zooplancton, representado por organismos animales invertebrados, cuya característica distintiva es su tamaño, mayormente microscópico, con movilidad limitada y dependientes de los movimientos verticales y horizontales del agua. (MINAM, 2014).

El fitoplancton está constituido por organismos que cumplen el rol de productores primarios dentro de la cadena trófica acuática siendo la principal fuente de alimentación para organismos filtradores. En tanto, el zooplancton o componente “animal” está representado

por microorganismos acuáticos que cumplen el rol de consumidores primarios en la red trófica y presentan una capacidad de movimiento limitado en la columna de agua; estos organismos se alimentan de fitoplancton y sirven de alimentación para organismos de orden trófico superior.

Las comunidades de fitoplancton se caracterizan por responder, generalmente, a impactos naturales y antropogénicos (como excesos de nutrientes y sustancias tóxicas), por lo cual su estudio permite identificar cambios en la calidad de agua. Debido a que sus ciclos de vida son cortos, analizarlas facilita determinar impactos a corto plazo. Por otro lado, al ser productoras primarias, son sensibles a contaminantes que no tienen efecto sobre organismos heterotróficos y además se colectan fácilmente.

En tanto que, las comunidades de zooplancton son menos diversas y abundantes en comparación con las comunidades de fitoplancton, lo cual es lo comúnmente observado en áreas altoandinas, ello se debe a que están sometidos a la velocidad de la corriente, disponibilidad de alimento y refugio. (Rhind, 2017).

#### 2.4.1.3.2 *Perifiton*

El perifiton es una comunidad formada por microalgas (componente vegetal) y microorganismos (componente animal) que se encuentran adheridos a un sustrato que puede ser de tipo orgánico o inorgánico, natural o artificial, y que se encuentra sumergidos en el cuerpo de agua (Roldán, 1996).

Se utilizan como bioindicadores debido a que miden y cuantifican la magnitud del estrés, así como las características del hábitat y la respuesta ecológica al daño de un ecosistema (De la Lanza et al. 2000; MINAM, 2014). Las ventajas de analizar estas comunidades son:

- Tasas de reproducción más rápidas y ciclos de vida cortos, convirtiéndolos en indicadores valiosos de impactos a corto plazo;
- Como productores primarios, las algas de perifiton son las de mayor afectación a parámetros fisicoquímicos;
- El muestreo de estas comunidades es sencillo, económico y requiere de pocas personas, no comprometiendo la biota residente; (M. Barbour, J. Gerritsen, B. Snyder, J. Stribling, 1999).

#### 2.4.1.3.3 Bentos (*macroinvertebrados*)

Los macroinvertebrados bentónicos son una agrupación de organismos carentes de notocorda que habitan en el fondo de los ecosistemas acuático continentales, o en al menos alguna etapa de su ciclo de vida, y de tamaño mayor o igual a 500  $\mu\text{m}$  (Hauer & Resh, 1996). Los macroinvertebrados que habitan en ecosistemas fluviales están ampliamente representados por diferentes familias de moluscos y larvas de insectos, aunque dependiendo del tipo de río también pueden ser comunes los crustáceos, oligoquetos, anélidos, nematodos e hirudíneos (MINAM, 2014).

Las ventajas de analizar las comunidades de bentos son las siguientes:

- Son buenos indicadores de condiciones localizadas; ello debido a que muchos macroinvertebrados bentónicos poseen patrones de migración limitados o un modo de vida sésil, y son adecuados para evaluar impactos específicos en el sitio;
- Las comunidades de bentos integran los efectos de variaciones ambientales a corto plazo, dado que la mayoría de especies son de ciclo de vida complejo de aproximadamente un año a más. Las sensibles etapas de su vida responderán rápidamente a situaciones de estrés. La comunidad en general responderá más lentamente.
- El bentos es relativamente de fácil identificación; muchos taxones "intolerantes" se pueden identificar para reducir los niveles taxonómicos con facilidad. Además, el muestreo no es complejo, requiriendo de poco personal y equipos económicos, no ocasionando efectos perjudiciales en la biota residente;
- Las comunidades de bentos están formados por especies que constituyen una amplia gama de niveles tróficos y tolerancias de contaminación, lo que proporciona información sólida para interpretar los efectos acumulativos.
- El bentos sirve como fuente primaria de alimentos de los peces, incluyendo muchas especies de importancia recreativa y comercial;
- Las comunidades de bentos son abundantes en la mayoría de las corrientes. En corrientes menos abundantes (1° y 2° orden) naturalmente soportan una diversidad de bentos, debido a que admiten una limitada fauna de peces (M. Barbour, J. Gerritsen, B. Snyder, J. Stribling, 1999).

En condiciones de perturbación mínima, la permanencia, composición y densidad de la biota de una corriente dependerán de los procesos naturales a los que su hábitat está sujeto. Sin embargo, en condiciones altamente perturbadas, tales como las que se originan a causa de acciones humanas, como la contaminación, darán lugar a la degradación del ecosistema la cual se reflejará en los cambios de la biota (Karr, 1999). Ver cuadro a continuación:

**Cuadro 3** *Ejemplos de invertebrados acuáticos indicadores de tipos de deterioros específicos*

IMPACTO SOBRE EL ECOSISTEMA	EFECTO SOBRE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS
Enriquecimiento de nutrientes	Incremento en la razón de gusanos acuáticos (Oligochaeta) sobre los insectos acuáticos, de dípteros sobre los insectos acuáticos y de efemerópteros herbívoros y dípteros.
Oxígeno disuelto bajo	Incremento en la razón de gusanos acuáticos (Oligochaeta) sobre los insectos acuáticos y de chironómidos sobre los insectos acuáticos
Contaminación por metales pesados	Incremento en la razón de gusanos acuáticos (Oligochaeta) sobre los insectos acuáticos, de chironómidos sobre los insectos acuáticos, de depredadores sobre herbívoros y detritívoros y de la abundancia de hemípteros y coleópteros acuáticos
Sedimentación	Decrecimiento de efemerópteros y chironómidos
pH bajo	Disminución de caracoles, bivalvos, almejas, dáfnidos, efemerópteros y chironómidos
Aumento de la temperatura	Reducción de la riqueza de la comunidad de especies

Fuente:

- Adamus y Brant, 1990.

Las comunidades de macroinvertebrados se utilizan como testigos biológicos del nivel de deterioro ambiental de las corrientes superficiales, ya que reflejan las condiciones y los cambios ecológicos que ocurren en el sistema (Alba Tercedor, 1996). En ese sentido, la calidad del agua puede ser evaluada usando a los macroinvertebrados como bioindicadores. El método sólo requiere el nivel de familia y los datos son cualitativos (presencia o ausencia), donde el puntaje (de 1 a 10) es establecido de acuerdo con la tolerancia de los distintos grupos a la contaminación orgánica. La sumatoria de los puntajes de todas las familias proporciona un total BMWP (en siglas en inglés El Biological Monitoring Working Party) (Armitage et al. 1983; Zamora H. 2007).

**Cuadro 4** Puntajes de familias de bentos para el índice de BMWP

FAMILIAS				PUNTOS
- Anomaiopsychidae, - Atriplectididae, - Blepharicoridae	- Ptilodactyiidae, - Chordodidae, - Griptopterygidae	- Lampyridae, - Odontoceridae, - Perlidae	- Polymitarcyliidae, - Polythoridae, - Psephenidae	10
- Coryphoridae, - Ephemeraidae, - Euthyplociidae,	- Gomphidae, - Hydrobiosidae, - Leptophlebiidae	- Limnephilidae, - Oligoneuriidae, - Phlopotamidae	- Platystictidae, - Polycentropodidae, - Xiphocentronidae	9
- Atyidae, - Calamoceratidae, - Hebridae, - Helicopsychidae, - Hydraenidae,	- Hydroptilidae, - Leptoceridae, - Limnephilidae, - Lymnaeidae, - Naucoridae	- Palaemonidae, - Planorbidae (cuando es dominante Blomphairla)	- Pseudothelpusidae, - Saldidae, - Slalidae, - Sphaeriidae	8
- Ancyiidae, - Baetidae, - Calopterygidae, - Coenagrionidae,	- Dicte riadidae, Dixidae, - Glossosomatidae, - Hyalellidae	- Hydrobidae, - Hydropsychidae, - Leptohyphidae, - Lestidae	- Pyralidae, - Simuliidae, - Veliidae	7
- Aeshnidae, - Ampuilaridae, - Caenidae, - Corydalidae,	- Dryopidae, - Dugesidae, - Elmidae, - Hyriidae	- Limnichidae. - Lutrochidae, - Megapodagrionidae	- Mycetopodidae, - Pleidae, - Staphylinidae	6
- Ceratopogonidae, - Corixidae, - Geastocoridae,	- Glossiphoniidae, - Gyrinidae. - Libellulidae	- Mesovellidae, - Nepidae, - Notonectidae	- Tabanidae, - Thiaridae	5
- Belostomatidae, - Chrysomelidae, - Curculionidae, - Ephydriidae,	- Haliplidae, - Hydriidae, - Muscidae	- Scleridae, - Empididae, - Dolichopodidae	- Hydrometridae. - Noteridae. - Sciomyzidae	4
- Chaoboridae, - Cyclobdellidae.	- Hydrophilidae (larvas)	- Physidae, - Stratomyidae	- Tipulidae	3
- Chironomidae (cuando no es la familia dominante, si domina es 1)		- Culicidae, - Psychodidae	- Syrphidae	2
- Tubificidae				1

Fuente:

- El índice BMWP y la Evaluación Biológica de la calidad de agua en los ecosistemas acuáticos epicontinentales naturales de Colombia. Zamora H (2007).

**Cuadro 5 Clases del estado ecológico según BMWP**

CLASE	RANGO	CALIDAD	CARACTERÍSTICAS	COLOR CARTOGRÁFICO
I	≥ 121	Muy buena	Aguas muy limpias	Azul oscuro
II	101 - 120	Buena	Aguas limpias	Azul claro
III	61 - 100	Aceptable	Aguas medianamente contaminadas	Verde
IV	36 - 60	Dudosa	Aguas contaminadas	Amarillo
V	16 - 35	Critica	Aguas muy contaminadas	Naranja
VI	≤ 15	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente:

- El índice BMWP y la Evaluación Biológica de la calidad de agua en los ecosistemas acuáticos epicontinentales naturales de Colombia. Zamora H (2007).

Asimismo, con aplicación del método IBF (índices Bióticos de Familia) se puede determinar la calidad del agua mediante la inclusión de las familias de macroinvertebrados bentónicos (Hilsenhoff, 1988).

**Cuadro 6 Calidad de agua basada en valores IBF**

CLASE	IBF ( $IBF = 1/N \sum NI TI$ )	CARACTERÍSTICAS	COLOR CARTOGRÁFICO
I	0.00 - 3.75	Excelente	Azul oscuro
II	3.76 - 4.25	Muy Bueno	Azul claro
III	4.26 - 5.00	Bueno	Verde
IV	5.01 - 5.75	Regular	Verde claro
V	5.76 - 6.50	Relativamente malo	Amarillo
VI	6.51 - 7.25	Malo	Naranja
VII	7.25 - 10.00	Muy Malo	Rojo

Nota:

- En la ecuación IBF: N= Número total de individuos en la muestra (estación); NI=Número de individuos por familia; TI=Puntaje de tolerancia de cada familia

Fuente:

- Rapid field assessment of organic pollution with a family level biotic index. Hilsenhoff (1988).

#### 2.4.1.3.4 *Necton*

El necton lo componen los diferentes organismos acuáticos que nadan a voluntad en la columna de agua, estos organismos se alimentan del zooplancton y proveen de energía a niveles superiores de la cadena trófica acuática (Smith & Smith, 2007). También el necton es entendido como el conjunto de organismos que viven completamente en el agua, desplazándose contra la corriente. Por ejemplo, se puede citar la mayoría de peces pelágicos, Mamíferos marinos, Cefalópodos y diferentes especies de Crustáceos (Dajoz, 2002).

Las ventajas de analizar las comunidades de necton son las siguientes:

- Los peces son buenos indicadores de los efectos a largo plazo (varios años) y las condiciones generales del hábitat porque son relativamente longevos y móviles (Karr, 1986; M. Barbour, J. Gerritsen, B. Snyder, J. Stribling, 1999).
- Los conjuntos de peces generalmente incluyen una gama de especies que representan una variedad de niveles tróficos (omnívoros, herbívoros, insectívoros, planctívoros, piscívoros). Tienden a integrar efectos de niveles tróficos inferiores; por lo tanto, la estructura del conjunto de peces refleja la salud ambiental integrada
- Los peces se encuentran en la parte superior de la red alimenticia acuática y son de consumo humano, lo que los hace importantes para evaluar la contaminación.
- Los peces son de fácil recolección e identificación a nivel de especie. La mayoría de los especímenes pueden ser clasificados e identificados en campo, y posteriormente liberados ilesos.
- Los requisitos ambientales de la mayoría de los peces son comparativamente bien conocidos. La información sobre la historia de vida es extensa para muchas especies, y la información sobre las distribuciones de peces está comúnmente disponible (M. Barbour, J. Gerritsen, B. Snyder, J. Stribling, 1999).

La diversidad de los ríos de la sierra está estrechamente relacionada con la altitud y la temperatura, además de la pendiente y la velocidad de la corriente, para lo cual los peces han desarrollado adaptaciones especiales (Lowe-McConnell, 1987; Halfpeter, 1998; Ortega, 2012). En los altos Andes han sido registradas 80 especies de peces sobre los 1000 msnm (Ortega, 1992). Más de 50 de estas especies de aguas frías son endémicas y pertenecen

mayormente a los géneros *Orestias*, *Astroblepus* y *Trichomycterus* (Parenti, 1984; Ortega, 1992; Ortega y Chang, 1998; Chocano, 2005, Ortega e Hidalgo, 2008; MINAM, 2014). No obstante, gran parte de los andes peruanos no han sido evaluados exhaustivamente, por lo que el patrón de distribución de las especies conocidas aparenta ser muy disperso. Es muy posible que estas áreas alberguen especies de áreas restringidas (endémicas) o en géneros cuya taxonomía aún no han sido resueltas (*Astroblepus* y *Trichomycterus*, principalmente).

Es importante indicar que la “trucha arco iris” (*Oncorhynchus mykiss*), es la principal especie utilizada en las aguas de altura. La trucha ha sido introducida en ríos de aguas frías a lo largo de casi todos los Andes peruanos, desde el Lago Titicaca al sur (Puno) hasta el norte (Cajamarca) (Ortega, 2012).



## 2.4.2 Caracterización de los efluentes tratados

Las aguas que han sido sometidas a procesos donde sus características fisicoquímicas y microbiológicas han variado significativamente, de modo que, puedan afectar la salud de las personas y de la vida en su entorno, en caso sean vertidas al medio ambiente, requieren de un tratamiento previo. A este tipo de aguas se les denominará efluentes tratados.

Para comprender las características de los efluentes tratados, se debe conocer cuál es el proceso de tratamiento al cual ha sido sujeto, pero principalmente, las características del efluente de ingreso. En ese sentido, el efluente de ingreso presentará características propias de acuerdo a la actividad generadora, y en este proyecto, será considerada la actividad minera, la cual además involucra actividades domésticas.

### 2.4.2.1 Características del agua residual a tratar

Las características del efluente generado varían de una mina a otra dependiendo de las etapas operativas que se desarrollen y de las condiciones locales (H. Dharmappa, 2006).

- Condiciones operativas: excavaciones en interior mina, uso de agua proceso metalúrgicos, actividades domésticas en campamentos, mantenimiento de equipos, entre otros.
- Condiciones locales: características meteorológicas, geología y geomorfología, hidrología e hidrogeología, condiciones del suelo, pasivos ambientales, emergencias ambientales no relacionadas con la actividad, entre otras.

Los efluentes que provienen esencialmente de la filtración del área excavada de la mina son recolectados en sumideros subterráneos con un tiempo de retención nominal. La cantidad de estos efluentes dependerá en gran medida del nivel freático y de las condiciones del terreno. En este caso, los principales contaminantes contenidos en los efluentes de mina son los minerales disueltos de los estratos de rocas acuíferas. Normalmente los niveles de sólidos suspendidos de esta corriente son extremadamente bajos. De los datos de la literatura (Rozkowski y Rozkowski, 1994; Singh, 1994; Sivakumar et al., 1994) se puede identificar un rango típico de características para el agua de la mina de la siguiente manera: (H. Dharmappa, 2006).

**Cuadro 7** Composición típica de aguas residuales de mina

CONSTITUYENTE	UNID	CONCENTRACIÓN	
		ALTO	BAJO
Sólidos totales			
Disueltos	mg/L	2000	500
En suspensión	mg/L	10	100
DBO <sub>5</sub>	mg/L	>5	--
DQO	mg/L	100	10
Dureza	mg/L	2000	500
pH	Unidad pH	9.5	7
Conductividad eléctrica	uS/cm	10 000	600
Color	unidades	600	30
Minerales: Na, Mg, Ca, CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> y trazas de Al, Fe, Pb,	mg/L	Moderado (dependen de las características del entorno)	--

Fuente:

- (H. Dharmappa, 2006).

En el caso de los efluentes provenientes del proceso minero metalúrgico, las características dependerán de la ley de mineral en mena, las características del agua de ingreso, la eficiencia en las operaciones unitarias del proceso, mantenimiento de los componentes, entre otros. Por tanto, las características de los efluentes serán variables.

Para el proceso minero-metalúrgico que se encuentra en etapa planificación la concentración de efluentes será determinado a través de modelamientos, haciendo uso de datos en procesos similares. En tanto, los procesos minero metalúrgicos en etapa de operación, utilizan datos muestrales, permitiendo conocer a detalle las concentraciones de los parámetros de sus efluentes.

En el caso de los efluentes domésticos provenientes de campamentos mineros, las características típicas del agua no varían significativamente con los efluentes domésticos urbanos, ya que en ambos se hace uso de áreas de cocina, servicios higiénicos y de limpieza. Por ende, se pueden establecer composiciones típicas para este tipo de efluentes, tal como se aprecia en el cuadro a continuación:

**Cuadro 8** Composición típica de aguas residuales domésticas

CONSTITUYENTE	CONCENTRACIÓN MG/L		
	ALTO	MEDIO	BAJO
Sólidos totales	1200	720	350
Disueltos	850	500	250
Fijos	525	300	145
Volátiles	325	200	105
En suspensión	350	200	100
Fijos	75	50	30
Volátiles	275	150	70
Sólidos sedimentables	20	10	5
DBO <sub>5</sub>	300	200	100
DQO	570	380	190
Nitrógeno total (como N)	85	40	20
Orgánico (como N)	35	15	8
Amoniacal (como N)	55	25	12
Fósforo total (como P)	20	10	6
Cloruros (Cl)	100	50	30
Alcalinidad (como CaCO <sub>3</sub> )	200	100	50
Grasas	150	100	50
Calcio como Ca	110	50	10
Magnesio como Mg	10	9	8
Sodio de Na	100	50	23

Fuente:

- M. Sc Alberto C., Química y Toxicología Ambiental, Lima, 2012, Metcalf-Eddy. "Tratamiento y depuración de las aguas residuales". 1991.

Los efluentes mineros y domésticos, tal como se muestra en los cuadros anteriores, presentan concentraciones que podrían afectar las condiciones de un cuerpo de agua en caso se desee realizar vertimiento. Por ello, estas aguas requieren de tratamientos adecuados que garanticen la reducción de los parámetros de salida para no causar afectación al cuerpo hídrico.

#### 2.4.2.2 Características de los Sistemas de Tratamiento de aguas residuales

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales permitirán reducir las concentraciones de contaminantes de los efluentes domésticos e industriales que ingresen al proceso, hasta niveles que garanticen la no afectación de cuerpos de agua posterior a su vertimiento. Entre los sistemas de tratamiento más convencionales se encuentran los siguientes:

- Depuración física o tratamiento primario: Sedimentación primaria, flotación, precipitación química, filtros gruesos, oxidación química, coagulación, floculación, sedimentación y filtración;
- Depuración biológica o tratamiento secundario: filtración biológica, lodos activados, lagunas de estabilización y aireación, entre otros;
- Depuración fisicoquímica o tratamiento terciario: Coagulación y floculación, desfosfatación, adsorción, tratamiento por diálisis u ósmosis inversa y desinfección.

Para el tratamiento de efluentes industriales mineros, es común el uso de desarenadores en interior mina, equalización, coagulación y floculación, sedimentación y precipitación, con los cuáles se reducen las trazas de metales pesados contenidas en este tipo de agua. Y en el caso de efluentes domésticos, es necesario efectuar tratamientos primarios, secundarios y terciarios, que garanticen la reducción significativa de coliformes, que es el principal factor contaminante en este tipo de aguas.

#### 2.4.2.3 Concentraciones máximas

Las concentraciones máximas que puede tener un efluente tratado dependerá del diseño y eficiencia del sistema de tratamiento. En la actualidad estas concentraciones máximas no deben superar los Límites Máximos Permisibles (LMP), que son valores establecidos por los sectores peruanos, de cumplimiento exigible para aquellos efluentes que requieran ser vertidos a cuerpos de agua naturales, asegurando su no afectación.

En el cuadro a continuación se aprecian los valores de parámetros de LMPs aplicados a vertimientos de efluentes domésticos tratados y efluentes mineros tratados a cuerpos de agua natural.

**Cuadro 9** *Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes minero -metalúrgicos*

PARÁMETROS	UNIDAD	LMP PARA DESCARGA DE EFLUENTES LÍQUIDOS DE ACTIVIDADES MINERO - METALÚRGICAS	
		LÍMITE EN CUALQUIER MOMENTO	LÍMITE PARA EL PROMEDIO ANUAL
1. pH		6 - 9	6 - 9
2. Sólidos totales en suspensión	mg/L	50	25
3. Aceites y Grasas	mg/L	20	16
4. Cianuro total	mg/L	1	0.8
5. Arsénico total	mg/L	0.1	0.08
6. Cadmio total	mg/L	0.05	0.04
7. Cromo Hexavalente	mg/L	0.1	0.08
8. Cobre total	mg/L	0.5	0.4
9. Hierro (disuelto)	mg/L	2	1.6
10. Plomo total	mg/L	0.2	0.16
11. Mercurio total	mg/L	0.002	0.0016
12. Zinc total	mg/L	1.5	1.2

Fuente:

- MINAM (2010). Aprueban Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero Metalúrgicas D.S. N° 010-2010-MINAM, Lima.

**Cuadro 10** *Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes domésticos*

PARÁMETROS	UNIDAD	LÍMITE PARA EL PROMEDIO ANUAL
1. Aceites y Grasas	mg/L	20
2. Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	10 000
3. Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	100
4. Demanda química de oxígeno	mg/L	200
5. pH	mg/L	6.5 – 8.5
6. Sólidos totales en suspensión	ml/L	150
7. Temperatura	°C	<35

Fuente: MINAM (2010). Aprueban Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales domésticas o Municipales D.S. N° 003-2010-MINAM, Lima.

En el caso de la evaluación de vertimientos proyectados, la pregunta que es de mayor interés es si los LMP son suficientes para el cumplimiento de los ECA-Agua. Cuando no es posible estimar la concentración máxima de un vertimiento proyectado, como por ejemplo para los metales contenidos en las aguas residuales mineros y parámetros no considerados en los LMP, se podrá aplica el balance de masas para determinar la concentración máxima en el efluente que permitirá cumplir con los ECA-Agua (ANA, 2016).

$$C_{VERT} \leq \frac{Q_{RH} \times (C_{ECA} - C_{RH})}{Q_{vert}} + C_{ECA}$$

Donde:

- $C_{VERT}$  = Concentración máxima en las aguas residuales tratadas
- $Q_{RH}$  = Caudal crítico del cuerpo de agua receptor disponible para dilución
- $Q_{VER}$  = Caudal máximo del vertimiento
- $C_{ECA}$  = ECA-Agua del parámetro en evaluación según la categoría que corresponda.
- $C_{RH}$  = Concentración en el cuerpo receptor

#### 2.4.2.4 Caudal Máximo

Para la evaluación del efecto del vertimiento en el cuerpo receptor se considera la condición más crítica, por lo que se estima el caudal máximo horario de descarga a partir de los procesos productivos o actividades que intervienen en la generación de las aguas residuales, así como el régimen de descarga cuando estas sean previamente almacenadas, o el caudal máximo simultáneo de bombeo cuando la descarga considere la impulsión de las mismas (ANA, 2016).

Si la carga máxima en el vertimiento supera la carga admisible del cuerpo receptor, esta deberá ser reducida hasta el nivel de la carga admisible disminuyendo el caudal del vertimiento, las concentraciones de los parámetros críticos, o ambos. Para determinar el caudal máximo admisible, manteniendo las concentraciones invariadas, se puede utilizar la siguiente ecuación (ANA, 2016):

$$Q_{VERT} \leq \frac{Q_{RH} \times (C_{ECA} - C_{RH})}{C_{VERT} - C_{ECA}}$$

#### 2.4.2.5 Mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados

Los efluentes de mina generalmente presentan índices de basicidad, permitiendo la reducción de concentraciones microbiológicas de las aguas residuales domésticas. Ello es posible dado que valores de pH superiores e inferiores al rango de 5,5 a 8 afectan la estabilidad de la membrana plasmática, inhiben enzimas, y alteran el transporte de solutos y la nutrición. Muchos nutrientes ingresan a las células atravesando la membrana plasmática por transporte pasivo, el que sólo puede llevarse a cabo si los nutrientes están en su forma no ionizada. El pH del ambiente puede tener un efecto nocivo indirecto sobre los microorganismos, produciendo ionización de algunos nutrientes e impidiendo su utilización. (M. Apella, 2005).

### 2.4.3 Calidad del Agua Posterior a la mezcla

Las condiciones de calidad y cantidad del cuerpo de agua posterior al vertimiento determinarán si este ha sufrido cambios significativos respecto a sus condiciones iniciales; y si estos cambios, son negativos o positivos. Normalmente los primeros cambios bruscos y que podrían afectar al cuerpo hídrico se ocasionan en la zona de mezcla, y dependerá de diversos factores como cantidad y calidad del efluente, condiciones del cuerpo de agua y otros, para que el cuerpo hídrico puede recuperarse en el transcurso de su recorrido.

#### 2.4.3.1 Zona de Mezcla

La zona de mezcla es definida como la zona donde se logra la disolución inicial del vertimiento en el cuerpo agua. Su cálculo es necesario para la determinación de una región limitada en la que se lleva a cabo la mezcla completa del vertimiento en el cuerpo receptor. Cabe mencionar que esta zona no es una región que cumpla, necesariamente, con la normatividad ambiental.

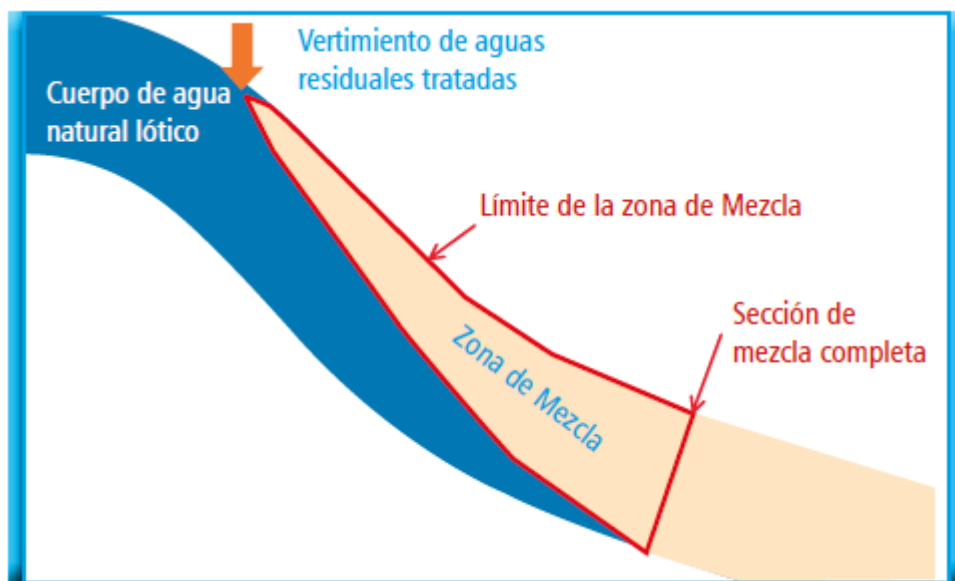
El cálculo de la extensión de la zona de mezcla puede realizarse a través de software de modelamientos o mediante fórmulas matemáticas de aplicación sencilla. En el caso de vertimientos a cuerpos de agua lóticos, la fórmula de cálculo es la siguiente:

$$Extensión_{zDM} = \frac{(W_{min})^2 * u}{f \pi c d \sqrt{g d s}}$$

Donde:

- *Extensión  $L_{ZdM}$*  = Longitud de la zona de mezcla en metros
- $W_{min}$  = Ancho del espejo de agua
- $u$  = Velocidad de flujo media
- $d$  = Profundidad media del agua
- $c$  = Factor de irregularidad del cauce. El valor será:
- $f$  = Ubicación del vertimiento. El valor será:  $f = 2$  para vertimiento en la orilla y  $f=8$  para un vertimiento en el centro del río/quebrada
- $g$  = Aceleración por gravedad de  $9.801 \text{ m/s}^2$
- $s$  = Pendiente del fondo del cauce en m/m

**Gráfico 1** Zona de mezcla en cuerpos de agua lóticos



Fuente: ANA (2016). Guía para la determinación de la Zona de Mezcla y evaluación del Impacto Ambiental. Capítulo II Evaluación del Impacto del Vertimiento de aguas residuales tratadas en un cuerpo natural de agua lótico.



### 2.4.3.2 Concentración en el cuerpo de agua posterior al vertimiento

Para la evaluación del efecto del vertimiento en el cuerpo receptor, es necesario contar con información respecto a las concentraciones que ya se encuentran en el cuerpo receptor; Se recomienda analizar los parámetros que están potencialmente presentes en las aguas residuales tratadas, que son aquellos definidos para las diferentes actividades y categorías de ECA-Agua y, adicionalmente, sustancias químicas usadas y generadas en el proceso productivo y sus posibles productos de reacción o degradación, indicados en los ECA-Agua de la categoría correspondiente.

Para todos los parámetros característicos de las aguas residuales tratadas vertidas, se deberá determinar sus concentraciones aguas abajo de la zona de mezcla mediante el balance de masas:

$$C_0 = \frac{(C_{RH} \times Q_{RH,CRIT}) + (C_{VERT} \times Q_{VERT})}{(Q_{RH,CRIT} + Q_{VERT})} + C_{ECA}$$

Donde:

- $C_0$  = Concentración calculada en el límite de la zona de mezcla aguas abajo del vertimiento
- $C_{ECA}$  = ECA-Agua del parámetro en evaluación según la categoría que corresponda
- $C_{RH}$  = Concentración en el cuerpo receptor
- $C_{VERT}$  = Concentración máxima en las aguas residuales tratadas
- $Q_{RH, CRIT}$  = Caudal crítico del cuerpo receptor disponible para la dilución.

Si el balance de masas demuestra que la concentración calculada en el cuerpo receptor es mayor al ECA-Agua correspondiente, se realiza modificaciones al plan de manejo de aguas considerando como la implementación de tecnologías limpias que reduzcan el volumen y/o la carga contaminante de las aguas residuales generadas o el reuso/recirculación de las aguas residuales en la actividad. Alternativamente, se podrá modificar el proyecto del sistema de tratamiento, incrementando su eficiencia en la remoción de las sustancias críticas. El vertimiento en el centro del río, permite una mezcla completa más rápida y, en consecuencia, un mayor caudal crítico disponible para la dilución (ANA, 2016).

### 2.4.3.3 Modelamiento numérico mediante el Software Cormix

Entre los modelos de simulación de zonas de mezcla y dilución de contaminantes en cuerpo de agua corrientes, se encuentra el software de modelamiento CORMIX (Cornell Mixing Zone Expert System), el cual se basa en los principios, criterios y metodología establecida en el estudio *Dispersion in Hydrologic and Coastal Environments*, de Norman H. Brooks y el estudio *Dilution Models for Effluent Discharges*, de D. J. Baumgartner, W. E. Frick y P. J. W. Roberts (ANA, 2016).

Para muchos investigadores, CORMIX es la herramienta más apropiada para hacer predicciones detalladas de las condiciones de la zona de mezcla, y no requiere de formación especializada en hidrodinámica, además considera subsistemas para la simulación del vertido, bajo distintos diseños del dispositivo de descarga, tipos de efluentes contaminantes y características en el medio receptor. Su amplio uso a nivel mundial ha permitido su mejora constante, a través de la validación de los resultados en una gran cantidad de proyectos y casos reales. (L. Troya, 2011).

En la aplicación de estos modelos numéricos se deberá simular el impacto del vertimiento en el cuerpo receptor en las condiciones más críticas (condiciones de flujo de la época de estiaje, caudal mínimo, concentraciones máximas de los contaminantes críticos en el cuerpo receptor y caudal y concentraciones máximas del vertimiento) (ANA, 2016).

## CAPÍTULO III PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

### 3.1 METODOLOGÍA

La metodología de un proyecto de investigación comprende los mecanismos y procedimientos racionales empleados para el logro de los objetivos, sirviendo como soporte conceptual. Asimismo, corresponde una disciplina de conocimientos, donde se elaboran, definen y sistematiza el conjunto de técnicas, métodos y procedimientos que debe seguir durante el desarrollo de la investigación.

#### 3.1.1 Método de Investigación

El método de la investigación se selecciona de acuerdo a las características del proyecto de investigación, la metodología tiene como finalidad describir el proceso y no los resultados; a través de las operaciones intelectuales y físicas; es por ello, que el presente proyecto se desarrollará en base al “método lógico deductivo”.<sup>9</sup> Según Campos y Sosa (2001) se describe de la siguiente manera:

*“Es propio de los racionalistas, parte de una ley general construida a partir de la razón, va de lo general a lo particular, de la teoría a los datos.”*

Ello considerando que, a partir de casos generales sobre la metodología de evaluación de dispersión de contaminantes sobre cuerpos de agua natural y de la evaluación de la calidad ambiental del agua mediante la toma de muestras y su análisis en laboratorio, se realizará la aplicación de modelos de dispersión de contaminantes con el apoyo del software Cormix sobre el agua de la quebrada Mayo Punco. Cabe mencionar que, los resultados serán influenciados directamente por los factores ambientales de dicha quebrada así como de los factores de vertimiento de efluentes específicos de la U.E.A. Mallay.

---

<sup>9</sup> Sánchez Carlesi, Hugo. (1987). Metodología y diseños en la investigación científica.

### 3.1.1.1 Ubicación Geográfica

La delimitación espacial centra el área de estudio en una región o área geográfica dando a conocer claramente el límite que se fijará con respecto al tema de investigación, según Alfaro (2012):

*“la delimitación espacial o geográfica es necesario especificar el área o lugar geográfico en el que se llevara a cabo la investigación, delimitando espacio institucional, colonia, ciudad, municipio, estado, región, país, etc.”.*

La U.E.A. Mallay se ubica políticamente en el departamento de Lima, provincia y distrito de Oyón, aproximadamente entre los 4 000 a 4931 m.s.n.m., emplazada sobre los terrenos superficiales de la Comunidad Campesina Mallay. Hidrográficamente, pertenece a la vertiente del Pacífico, cuenca del río Huaura, microcuenca de la Quebrada Mayo Punco.

En el Cuadro 11 se presentan las coordenadas de ubicación del punto centro de la U.E.A. Mallay, así como de la altitud promedio del mismo; posteriormente en el Mapa 1 se presenta gráficamente los límites geográficos y políticos sobre los que se enmarca el área de estudio.

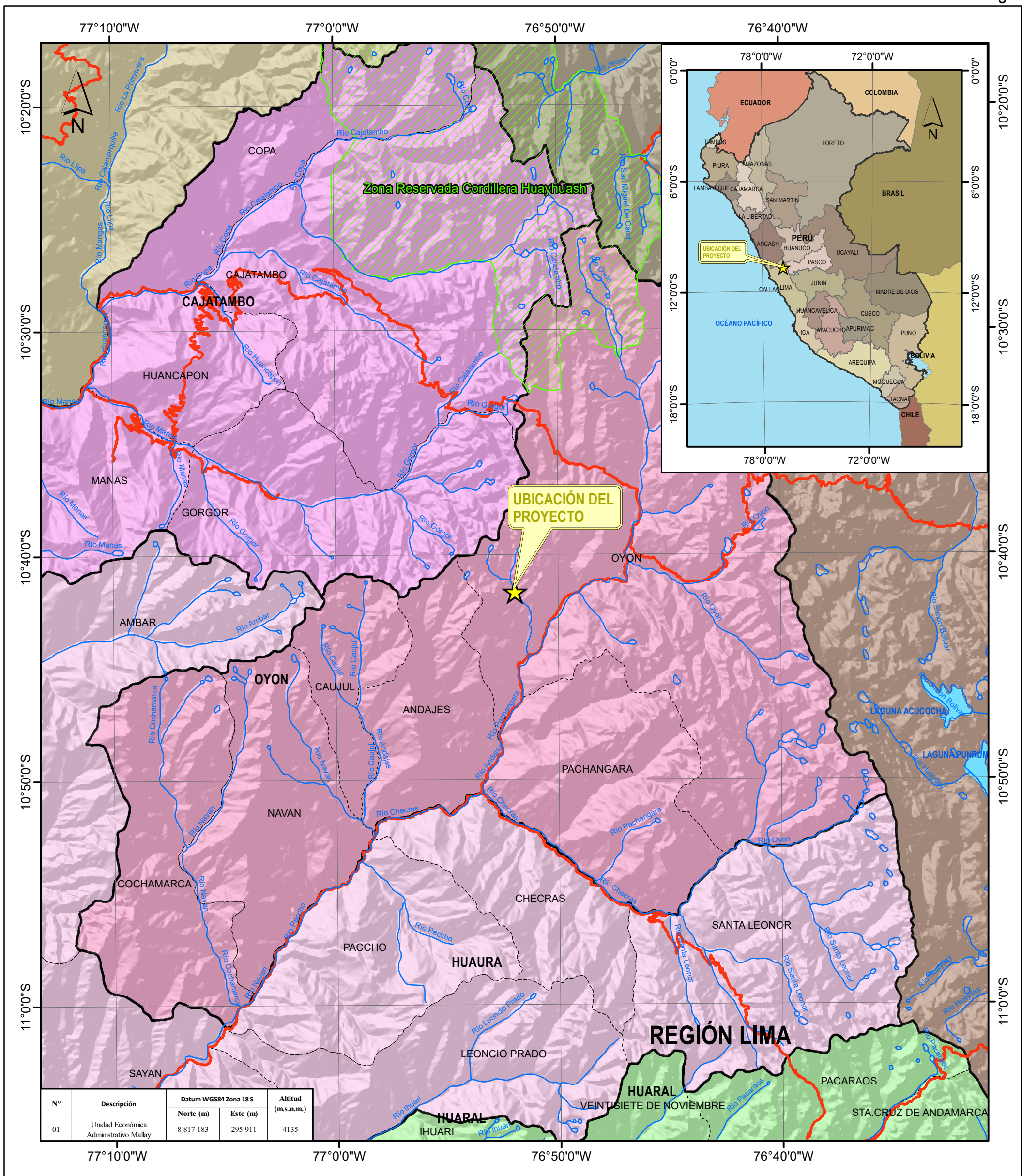
**Cuadro 11** *Ubicación geográfica de la U.E.A. Mallay*

N°	COMPONENTE	COORDENADAS UTM (*)		ALTITUD (m.s.n.m.)
		NORTE (m)	ESTE (m)	
01	U.E.A. Mallay	8 817 183	295 911	4 135

Nota:

- UTM: Universal Transverse Mercator
- (\*): Datum WGS84 zona 18 L

Fuente: Elaboración propia, en base a la información proporcionada por Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., 2018.

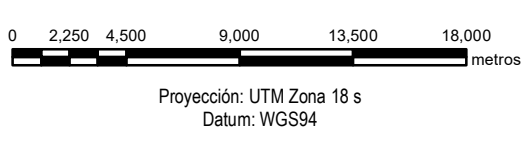


**LEYENDA**

- RÍOS
- RED VIAL NACIONAL
- LAGUNA
- ÁREAS DE PROTECCIÓN NATURAL
  - ÁREA DE PROTECCIÓN NATURAL
  - ZONA DE AMORTIGUAMIENTO
- UBICACIÓN DEL PROYECTO

**LÍMITES**

- DEPARTAMENTAL
- PROVINCIAL
- DISTRITAL



PROYECTO: **VERTIMIENTO PROYECTADO DE LA MEZCLA DE EFLUENTES DOMÉSTICO E INDUSTRIALES TRATADOS Y SU INFLUENCIA SOBRE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA DE LA QUEBRADA MAYO PUNCO, EN LA UNIDAD MINERA MALLAY DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE OYÓN, DEPARTAMENTO DE LIMA EN EL AÑO 2018**

TÍTULO: **UBICACIÓN GEOGRÁFICA - POLÍTICA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

DISEÑO:	Janelly Morales O.	VERSIÓN:	V-02	<b>MAPA 1</b>
SIG:	Janelly Morales O.	ESCALA:	1:300,000	
APROBADO:	Janelly Morales O.	FECHA:	Agosto, 2018	

FUENTE: La data utilizada para esta figura fue extraída del IGN-Instituto Geográfico Nacional 1:100 (<http://www.ign.gob.pe/index.php>) y complementada con la información enviada por el cliente

### 3.1.2 Tipo de Investigación

El tipo de investigación es definida según la aplicación de técnicas como parte del proceso de elaboración del mismo, con la finalidad de cumplir con el objetivo general y objetivos específicos; por ello y de acuerdo a la clasificación establecida, se definió como “tipo de investigación aplicada o tecnológica”; puesto que, los aportes están dirigidos a la comprensión y/o solución de algún fenómeno o aspecto de la realidad problemática perteneciente al dominio de estudio de una disciplina científica en específico<sup>10</sup>. Considerando que el desarrollo del presente proyecto contempla el uso de ciencias ambientales, hidrológicas y químicas, así como la de softwares especializadas para la resolución de la realidad problemática identificada anteriormente.

### 3.1.3 Nivel de Investigación

El nivel de investigación del proyecto describe el grado de profundidad con la que se desarrollará todas las etapas para al cumplimiento de los objetivos en contraste con las hipótesis establecidas, para lo cual se identificó como “nivel de investigación explicativa”<sup>11</sup>. Este nivel consiste en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores a través de la descripción exacta de las actividades, objetivos, procesos y personas.

Ello considerando que el presente proyecto desarrollará el análisis de los efectos generados por el vertimiento de una mezcla de efluentes tratados hacia el agua de la quebrada Mayo Punco, mediante el uso de software de modelamiento recomendados; finalmente estos resultados se presentarán en cuadros para la elaboración de conclusiones y recomendaciones.

## 3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación es la estrategia o plan utilizado para responder el problema de investigación; se le considera como la base del desarrollo y prueba de hipótesis de una investigación específica. Para el presente proyecto se clasificó el diseño “Descriptivo correlacional simple<sup>12</sup>.”

---

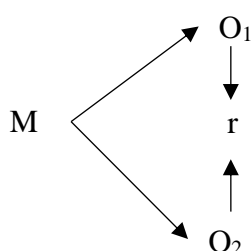
<sup>10</sup> Sánchez Carlesi, Hugo. (1987). Metodología y diseños en la investigación científica.

<sup>11</sup> Sánchez Carlesi, Hugo. (1987). Metodología y diseños en la investigación científica.

<sup>12</sup> Sánchez Carlesi, Hugo. (1987). Metodología y diseños en la investigación científica.

Este diseño consiste en recolectar dos o más conjuntos de datos de un objetivo de investigación con la intención de determinar la relación entre estos datos; debido a que, se realizará la evaluación de la relación de la variable independiente (Vertimiento proyectado de la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados) en la variable dependiente (Calidad Ambiental del agua de la quebrada Mayo Punco). En el Gráfico 2 se presenta la estructura del diseño de investigación correlacional.

**Gráfico 2** *Modelo de investigación descriptivo correlacional*



Note:

- M: Muestra
- O1: Variable Independiente
- O2: Variable Dependiente
- r: Relación entre las dos variables

Fuente: Metodología de la Investigación, Universidad Peruana de Los Andes, 2016.

### 3.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

La hipótesis de un proyecto de investigación es una solución provisoria que aún no ha sido confirmada para un determinado problema, además debe ser verificable; sin ellas se carecería de rumbo definido, son conjeturas o suposiciones para explicar que va a ser objeto de investigación<sup>13</sup>. Según Rojas Soriano (1986):<sup>14</sup>

*“Hipótesis es aquella formulación que se apoya en un sistema de conocimientos organizados y sistematizados y que establece una relación entre dos o más variables para explicar y predecir en la medida de lo posible, aquellos fenómenos de una parcela determinada a la realidad en caso de comprobarse la relación establecida”*

<sup>13</sup> Dr. W. R. Granados Navarro, Las hipótesis y las variables en la investigación, página 3.

<sup>14</sup> Rojas Soriano, Raúl. El Proceso de la investigación Científica, página 106, Editorial Trillas, 1986.



En el presente proyecto de investigación se consideran 02 tipos de hipótesis según su importancia en hipótesis general e hipótesis secundarias, asimismo, de acuerdo a los objetivos trazados anteriormente, los mismos que se presentan a continuación:

### **3.3.1 Hipótesis General**

La hipótesis general es aquella que se plantea entre la relación de las variables (independiente – dependiente), asimismo se formula como posible respuesta al problema principal orientado en la obtención del objetivo general. A continuación, se presenta la hipótesis general plantada para el presente proyecto de investigación:

- El vertimiento proyectado de la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados produce efectos significativos sobre la calidad ambiental del agua de la quebrada Mayo Punco en la unidad minera Mallay del distrito y provincia de Oyón, departamento de Lima en el año 2018.

### **3.3.2 Hipótesis Específicas**

Las hipótesis específicas son aquellas que surgen producto del planteamiento de posibles respuestas a los problemas específicos con la finalidad del cumplimiento de los objetivos específicos, a continuación, se presentan las hipótesis específicas identificadas para el presente proyecto de investigación:

- Las condiciones ambientales de la quebrada Mayo Punco influirían significativamente en el vertimiento de la mezcla de efluente domésticos e industriales.
- La cantidad y calidad de la mezcla de efluentes que se proyectan verter favorecerían la dilución sobre las aguas de la quebrada Mayo Punco.
- Las condiciones proyectadas producen efectos positivos significativos en el vertimiento de la mezcla de efluentes tratados en las aguas de la quebrada Mayo Punco.



### 3.4 VARIABLES E INDICADORES

Las variables son características, cualidades o medidas que pueden sufrir cambios y que son objeto de análisis, medición o control en una investigación, además adquieren distintos valores; para el presente proyecto se identificaron 02 tipos de variables: variable independiente y variable dependiente. Asimismo, cada variable presenta dimensiones que son definidas como los aspectos o facetas de unas variables complejas; estas dimensiones pueden ser evaluadas mediante el uso de indicadores, que son señales que permiten identificar las características o propiedades de las variables, dándose con respecto a un punto de referencia. A continuación, se presenta una descripción de las variables identificadas en el presente proyecto de investigación:

#### 3.4.1 Variable Independiente

La variable independiente son elementos, fenómenos o situaciones que explican, condicionan o determinan la presencia de otros elementos de estudio, esta no depende o no está implicada por la variación de otra variable en determinada hipótesis, puede ser manejada sistemáticamente por el experimentador, cuyos cambios controlados tienen un efecto directo en la variable dependiente. La variable independiente identificada para el presente proyecto de investigación se presenta continuación:

- Vertimiento proyectado de la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados.

##### 3.4.1.1 Definición Conceptual

La definición conceptual es la comprensión de los elementos, fenómenos o situaciones consideradas como la variable independiente, mediante la extracción de ideas o características de textos, obras o diccionarios debidamente acreditados. Para el presente proyecto se considera la siguiente definición:

- Descarga de aguas residuales previamente tratadas provenientes de actividades antropogénicas que se efectúa en un cuerpo natural de agua continental o marítima. Se excluyen las provenientes de naves y artefactos navales<sup>15</sup>.

---

<sup>15</sup> Autoridad Nacional del Agua, Resolución Jefatural N° 180-2016-ANA, Glosario de Recursos Hídricos, Pág. 282 y 382.

#### 3.4.1.2 Definición Operacional

La definición operacional refiere a la actividad o actividades que desarrollan con el objetivo de optimizar sus resultados, se realiza una descripción del proceso o sistema específico de pruebas. Para presente proyecto se considera la siguiente definición operacional de la variable independiente:

- Se realizará la evaluación del vertimiento de la mezcla del efluente domestico tratado proveniente de los campamentos hacia la planta de tratamiento de aguas subproductos de las actividades minera de la unidad minera Mallay, mediante el modelamiento de los parámetros físico, químicos y microbiológicos en las aguas las quebrada Mayo Punco.

#### 3.4.1.3 Dimensiones de la variable independiente

Las dimensiones son definidas como los aspectos o facetas de una determinada variable, es un elemento integrante de una variable compleja que resulta de un análisis o descomposición (Arias, 2006), estas son definidas en base a la variable independiente del proyecto de investigación las mismas que se presentan a continuación:

- Factores del vertimiento
- Cantidad y calidad del vertimiento

#### 3.4.1.4 Indicadores de la variable independiente

Los indicadores son indicios, señales o unidades de medida que permiten estudiar o cuantificar unas variables o sus dimensiones, permiten su análisis e interpretación en base a un valor, cantidad o elemento; para las dimensiones identificadas de la variable independiente se presentan los siguientes indicadores.

- Factores del vertimiento
  - Características de la tubería (diámetro, coeficiente de manning, longitud)
- Cantidad y Calidad del efluente
  - Volumen de vertimiento (metros<sup>3</sup>)
  - Parámetros de Vertimiento (Límite máximo permitido “LMP”)

### 3.4.2 Variable Dependiente

La variable dependiente depende de la variable independiente y refleja los cambios en la variable, es también llamada de efecto o acción condicionada y es usada para describir o medir el problema estudiado, la misma que se presenta a continuación:

- Calidad Ambiental del agua de la quebrada Mayo Punco.

#### 3.4.2.1 Definición Conceptual

La definición conceptual designa un significado y definición del conjunto de ideas mediante la extracción de términos de texto, diccionarios o fuentes acreditadas a la variable dependiente del presente proyecto, la misma que se presenta a continuación:

- Se refiere a las condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por actividades poblaciones y/o productivas en la quebrada Mayo Punco<sup>16</sup>

#### 3.4.2.2 Definición Operacional

La definición operacional describe las actividades secuenciales a seguir en la que se incluye como parte del proceso para la obtención de los objetivos, a continuación, se presenta la definición operacional de la variable dependiente del proyecto de investigación:

- Se realizará una determinación de las características de físicas, químicas y biológicas según lo establecido en la D.S. N°004-2017-MINAM durante un periodo establecido y determinar el comportamiento en tendencias de los parámetros medidos, con la finalidad de evaluar los efectos sobre el cambio en esta tendencia producto del vertimiento de la mezcla de efluentes.

---

<sup>16</sup> Autoridad Nacional del Agua, Resolución Jefatural N° 180-2016-ANA, Glosario de Recursos Hídricos, Pág. 245

### 3.4.2.3 Dimensiones de la variable dependiente

Las dimensiones son elementos integrantes de una variable compleja que resulta de su análisis o descomposición (Arias 2006), estas son en base a la variable dependiente, las mismas que se consideran a continuación:

- Factores ambientales de la quebrada Mayo Punco
- Cantidad y calidad del agua de la quebrada Mayo Punco

### 3.4.2.4 Indicadores de la variable dependiente

Los indicadores son indicios, señales o unidades de medida que permiten estudiar o cuantificar una variable o sus dimensiones (Arias, 2006), permiten su análisis e interpretación en base a un valor, cantidad o elemento, a continuación, se presentan los indicadores identificados para las dimensiones de la variable dependiente:

- Factores ambientales de la quebrada Mayo Punco
  - Pendiente de la quebrada y características del cauce
- Cantidad y calidad del agua de la quebrada Mayo Punco
  - Volumen de vertimiento (metros<sup>3</sup>)
  - Parámetros de calidad (Estándares de Calidad Ambiental “ECA”)

## 3.5 COBERTURA DEL ESTUDIO

### 3.5.1 Universo

El universo de un proyecto de investigación está determinado por el conjunto de unidades de observaciones similares a investigar. Para el presente proyecto se identificó el siguiente universo de estudio: Vertimientos a nivel nacional.

### 3.5.2 Población

La población lo conforma el conjunto de unidades con características comunes sobre el cual se hace referencia el estudio, y definida como parte del universo al cual está basado el estudio. Para determinar la población es necesario determinar el problema y los objetivos principales. En ese sentido, la población lo conforma el: Vertimiento de efluentes mineros.

### **3.5.3 Muestra**

La muestra corresponde al subconjunto de la población, seleccionada por ser representativa de la población en estudio, y sobre la cual será llevada la investigación. Esta también es conocida como la población muestral. Para el presente proyecto se seleccionó la siguiente muestra de estudio: Efluentes (domésticos e industriales) provenientes de la U.E.A. Mallay.

### **3.5.4 Muestreo**

El muestreo es aquel método usado para seleccionar los componentes de una muestra del total de la población. Para el presente proyecto consideró un tipo de muestreo no probabilístico, donde la muestra de una población no tiene la misma posibilidad de ser seleccionada.

Además, el tipo de muestreo no probabilístico se subdivide en tres grupos de los cuáles se ha seleccionado al grupo intencional o deliberado, el cual es regido de acuerdo con los objetivos, considerando como unidades a aquellas típicas de la población.

## **3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

La información o data base es el inicio de todo proyecto de investigación, es por ello por lo que es necesario detallar las técnicas e instrumentos de recolección de información con la finalidad de obtener datos representativos y válidos para su tratamiento y análisis. Las técnicas representan la forma como el investigador procederá a recabar o recoger la información necesaria para dar respuesta a su objetivo de estudio, mientras que, los instrumentos constituyen los medios, que se utiliza para recabar o recoger la información necesaria. A continuación, se presenta una descripción de cada uno de estos:

### **3.6.1 Técnicas de la investigación**

Las técnicas de recolección de información como se mencionó anteriormente detallan el proceso para la recolección de data base a tratada y analizada, para el presente proyecto de investigación se utilizará el “análisis documental”, que constituye el estudio de los documentos impresos (libros, actas, memorias, estudios ambientales e informes de monitoreo ambiental).

Ello debido a que, mediante la revisión de los informes de monitoreo semestral sobre la calidad ambiental del agua de la quebrada Mayo Punco así como de los efluentes tanto domésticos como industriales generados; estudios ambientales de la U.E.A. Mallay y de los informes de autorizaciones de vertimiento y uso de agua anteriores, se obtendrán valores que serán ingresados al software Cormix, y generarán un modelo de dispersión aplicada al proyecto, sobre el que se realizará un análisis de influencia.

### 3.6.2 Instrumentos de la Investigación

Los instrumentos de recolección de información son establecidos de acuerdo con la técnica de recolección anteriormente seleccionada, cabe mencionar que esta a su vez son acondicionadas al tipo de proyecto que se desea ejecutar, puesto que estos son mecanismos que se usa para recolectar y registrar la información. Para el presente proyecto se seleccionó la “Ficha de registro de datos”, estas fichas serán estructuradas y organizadas para la obtención de un mayor rango de información a obtener de las diversas fuentes identificadas, tanto primarias como secundarias.

### 3.6.3 Fuentes

Las fuentes brindarán información relevante para el desarrollo del proyecto, a través de la identificación, selección, análisis crítico deductivo de la información existente.

#### 3.6.3.1 Fuentes Primarias

Esta información es aquella con contenido original, no abreviada ni traducida. En este tipo de documentos las fuentes primarias usadas en el presente proyecto son las siguientes:

**Cuadro 12** *Fuentes primarias del proyecto de investigación*

N°	ELEMENTOS EXTRAÍDOS	TIPO DE FUENTE	NOMBRE DE LA FUENTE
01	Características de la quebrada Mayo Punco	Ficha de campo	CMBSAA
02	Calidad del agua de la quebrada Mayo Punco	Reportes trimestrales	CMBSAA
03	Hidrobiología de la quebrada Mayo Punco	Reportes semestrales y línea base	CMBSAA
04	Calidad de la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados	Reporte de laboratorio	CMBSAA
05	Criterios para determinar zona de mezcla y concentraciones de parámetros contaminantes después del vertimiento	Margos legales	ANA

Fuente: Elaboración propia, 2018

### 3.6.3.2 Fuentes Secundarias

Las fuentes secundarias contienen datos procesados. En ese sentido, se hará uso de los siguientes:

**Cuadro 13** *Fuentes Secundarias del proyecto de investigación*

N°	ELEMENTOS EXTRAÍDOS	TIPO DE FUENTE	NOMBRE DE LA FUENTE
01	Estudios de impacto ambiental con contenido hidrológico, geológico, geomorfológico, hidrobiológico, social, entre otros	Revisa de resúmenes	CMBSAA
02	Definición de conceptos	Enciclopedia	RAE

Fuente: Elaboración propia, 2018.

## 3.7 PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN

El procesamiento estadístico de la información se realiza mediante técnicas matemáticas, con la finalidad del manejo de datos, descripción y predicción de fenómenos, a partir de la muestra representativa de la población.

### 3.7.1 Técnicas estadísticas

Las técnicas estadísticas consideradas como parte del procesamiento de datos para la obtención de información del presente trabajo de investigación son: medidas de tendencia central y medidas de dispersión.

### 3.7.2 Tipos de gráficos

Los tipos de gráficos a ser usados en el presente proyecto de investigación serán los siguientes:

- Gráfico de Barras
- Líneas de tendencia
- Gráficos comparativos

## CAPÍTULO IV ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS

### 4.1 DIAGNOSTICO SITUACIONAL

#### 4.1.1 Descripción técnica

En la U.E.A. Mallay se generan dos tipos de efluentes: (i) aguas residuales domésticas y (ii) aguas residuales industriales. La procedencia de cada tipo se aprecia a continuación:

**Cuadro 14** *Efluentes que ingresan al Sistema de Tratamiento y caudal*

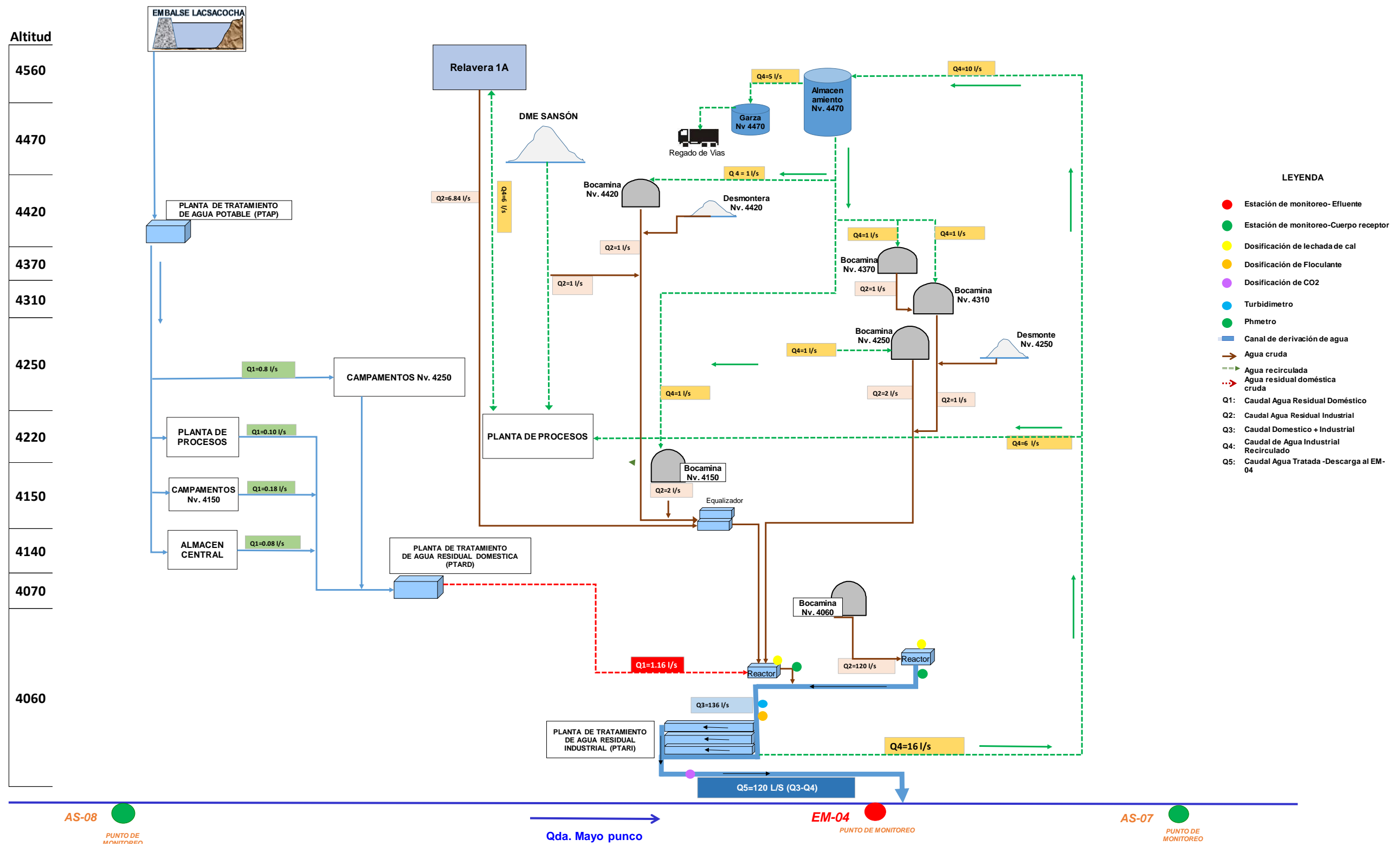
PROCEDENCIA DEL AGUA RESIDUAL	CAUDAL (L/S)
Agua residual industrial (agua cruda de ingreso a mina para tratamiento:	134.84
Desmonte Nv. 4420 + Bocamina Nv. 4420	1.00
DME Sansón	1.00
Bocamina Nv. 4150	2.00
Relavera 1A	6.84
Bocamina Nv. 4370, Nv 4310 y Desmonte 4250	2.00
Bocamina Nv. 4310 y Desmonte 4250	2.00
Bocamina Nv. 4060	120.00
Agua Residual Doméstica (Agua residual doméstica para tratamiento):	
Campamentos Nv 4250	0.80
Planta de Procesos	0.10
Campamentos Nv. 4150	0.18
Almacén Central	0.08

Fuente: Elaboración propia, en base a la información proporcionada por Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., 2018.

Debido a que los efluentes generados son de dos tipos, se consideró tratamientos de acuerdo con sus características; es así como, las aguas residuales industriales serán sometidos a un tratamiento inicial que incluye: desarenado en interior mina, captación del efluente, ecualización y dosificación de cal; mientras que los efluentes domésticos, serán tratados mediante el proceso de lodos activados por aireación extendida. Posteriormente, el efluente doméstico tratado será derivado al sistema de tratamiento de efluentes industriales, y ambos serán conducidos a la Planta de Tratamiento Nv. 4060 para su tratamiento final en conjunto. (Ver gráfico a continuación).



Gráfico 3 Sistema de Tratamiento de Agua Residual Industrial y Doméstica tratada en la U.E.A. Mallay para vertimiento en la Estación EM



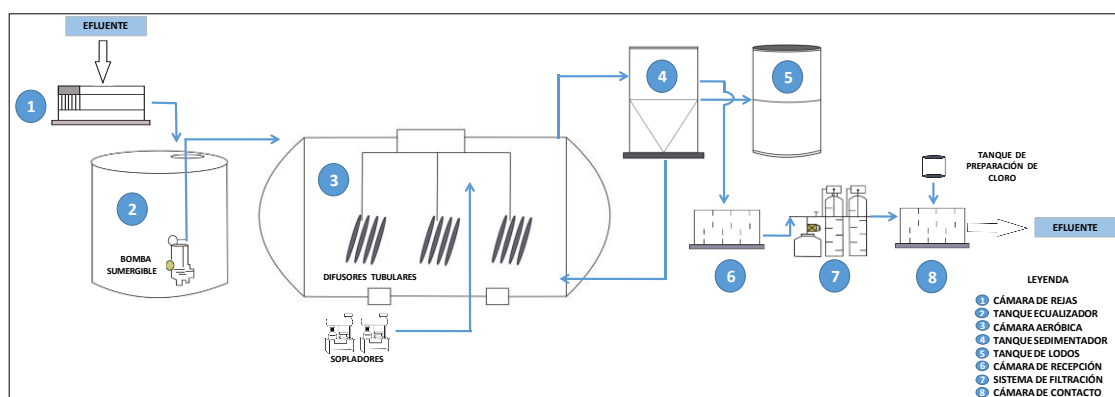
Fuente:

- Compañía de Minas Buenaventura, U.E.A. Mallay. (2017).

#### 4.1.1.1 Sistema de Tratamiento de Agua Residual Doméstica (PTARD)

Esta Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (en adelante PTARD), ha sido diseñada a una capacidad de 100 m<sup>3</sup>/día, y de acuerdo con la normatividad vigente sanitaria. Este sistema comprende un tratamiento biológico, constituido por el proceso de lodos activados por aireación extendida, comprendiendo las siguientes etapas:

**Gráfico 4** Diagrama de la PTARD de la U.E.A. Mallay



Fuente: Elaboración propia, en base a la información proporcionada por Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., 2018.

##### 4.1.1.1.1 Etapa I: Ecualización

Mediante una cámara de bombeo, las aguas residuales domésticas son conducidas a (01) un tanque de ecualización, para su homogenización mediante difusores de burbuja gruesa. En esta etapa se inicia el proceso de degradación biológica en el tiempo de ausencia de oxígeno, lo que favorece la reducción de DQO. Mediante bombas y regulador de caudal, se deriva a la siguiente etapa.

##### 4.1.1.1.2 Etapa II: Aeróbico

En (01) tanque horizontal, conformado por una cámara de aireación, se lleva a cabo el proceso de digestión aeróbica, que permite la respiración de los microorganismos y posterior degradación de la materia orgánica presente en el agua residual. El aire es generado en el Soplador, y suministrado a través de difusores tubulares de burbuja fina; la buena aireación asegura el óptimo funcionamiento de la planta sin la generación de olores desagradables.

#### *4.1.1.1.3 Etapa III: Sedimentación*

Esta etapa está conformada por un Tanque de sedimentación o Clarificación, donde ingresa el líquido tratado de la etapa anterior, para permanecer en completa calma. Ello permite separar el agua clara de los lodos activados; éstos, después de un tiempo de haberse depositado, son trasladados nuevamente mediante un sistema de bombeo (bomba de lodo) a la zona de aireación (Etapa II), manteniendo una constante masa de microorganismos. El lodo recirculado tendrá un tiempo de vida, luego del cual deberá ser bombeado y enviado a un Tanque de Digestión de Lodos para su tratamiento (Etapa VI).

#### *4.1.1.1.4 Etapa IV: Filtración*

Esta etapa está constituida por un sistema de filtración con sistema de presurización (Hidroneumático) que permite reducir la concentración de sólidos suspendidos presentes en el efluente clarificado de la Etapa III. Se cuenta con (02) dos filtros multimedia con medios de grava y arena de diferente granulometría y densidad, para la remoción de sólidos suspendidos y partículas de hasta 30 micras; además, el efluente pasará por un filtro pulidor de cartucho de 05 micras, para la eliminación de microorganismos.

#### *4.1.1.1.5 Etapa V: Desinfección*

El agua finalmente pasa a la Cámara de Contacto, donde se aplica cloro en solución a través de una bomba dosificadora (concentración de 0.8 a 1.0 ppm). Este sistema permite eliminar la contaminación bacteriológica, antes de su descarga.

#### *4.1.1.1.6 Etapa VI: Digestor de Lodos*

La digestión de lodos se realiza mediante digestión aeróbica, con el fin de reducir la masa de lodos para su posterior evacuación. El Digestor de lodos recibe el oxígeno de los sopladores con difusores tubulares, para que los microorganismos degraden la materia orgánica; con ello, se reducen los sólidos volátiles, se tiene una menor cantidad de DBO, y el producto final es inodoro parecido al humus y biológicamente estable. El exceso de lodos provenientes del sedimentador se deriva al Tanque de Digestión de Lodos, los cuales al no recibir alimento, se mineralizan, disminuyendo su volumen, para posteriormente ser utilizados, depositados o usados como abono.

#### 4.1.1.2 Sistema de Tratamiento de Agua Residual Industrial (PTARI)

En el Sistema de Tratamiento de Agua Residual Industrial de la U.E.A. Mallay, se tratan los efluentes provenientes de labores de mina, y el agua sobrenadante del Depósito de Relaves 1-A, tal como se observa en el Gráfico 3 presentado con anterioridad. Sin embargo, en la Planta de Tratamiento Nv 4060, se tratará en conjunto, el efluente industrial previamente tratado y el efluente proveniente de la PTARD; ello con la finalidad de reducir la concentración de patógenos presentes en el efluente doméstico debido a las propiedades de basicidad del efluente minero de ingreso. A continuación, se describen los procesos involucrados:

##### 4.1.1.2.1 *Desarenadores en Interior Mina*

El sistema de tratamiento inicia en las pozas desarenadoras ubicadas en interior mina, cuyo objetivo es atrapar las arenas, a fin de evitar complicaciones en la descarga de lodos desde los sedimentadores ubicados en superficie.

##### 4.1.1.2.2 *Ecualización*

Esta operación es realizada en (01) tanque de forma rectangular, cuya capacidad de almacenamiento está relacionada con el caudal a tratar por nivel. El objetivo es homogenizar las características físicoquímicas de las aguas de interior mina, absorber los flujos máximos, y regular el caudal de tratamiento.

##### 4.1.1.2.3 *Dosificación de Cal en Reactores*

Este método permite la remoción de iones metálicos solubles en el agua debido a que éstos precipitan como hidróxidos metálicos con la elevación del nivel de pH de la solución. Para elevar el pH se requiere de un agente alcalino como el hidróxido de calcio (lechada de cal), el cual es dosificado de acuerdo al caudal y turbidez del agua.

En ese sentido, el efluente industrial se deriva por gravedad y a un caudal regulado hacia un reactor, donde se realiza la mezcla continua y adición de dosis adecuadas de lechada de cal mediante un dosificador automático. El tiempo estimado para la reacción será de 10 minutos, consiguiendo una eficiencia de remoción del 95 a 99 % de iones metálicos.

#### *4.1.1.2.4 Mezcla del Efluente doméstico tratado en el Reactor*

Las aguas residuales domésticas tratadas en la PTARD serán derivadas hacia el reactor que recibe las aguas residuales industriales (con excepción del proveniente de la bocamina Nv. 4060 que es tratado en un reactor independiente) para su mezcla y tratamiento en conjunto.

#### *4.1.1.2.5 Dosificación de Floculante*

Los efluentes provenientes de los reactores químicos son recibidos en una cámara de mezcla rápida, donde se le adiciona dosis práctica de floculantes, con la finalidad de aglomerar y precipitar las partículas en suspensión presentes en la solución. Las dosis prácticas son de entre 1 a 3 mg/l en soluciones de 0.005 a 1%.

#### *4.1.1.2.6 Sedimentación en Pozas*

El efluente de salida del proceso anterior es derivado a los sedimentadores convencionales de flujo horizontal, con la finalidad de eliminar las partículas precipitadas y floculadas.

#### *4.1.1.2.7 Dosificación de CO<sub>2</sub>*

El tratamiento consta de la dosificación de CO<sub>2</sub> al efluente que presente valores mayores de pH de 8.5, con el objeto de neutralizar su alcalinidad, el cual podría ser producto de la dosificación de lechada de cal, o de las características propias del agua de mina al estar en contacto con los sectores de calizas durante el desarrollo de la explotación minera.

El tratamiento consta de un sistema de suministro a través de balones de CO<sub>2</sub>, conectados a un controlador de gas por medio de válvulas y manómetros, que acondicionan la dosificación a un nivel requerido de tratamiento. El efluente será tratado con CO<sub>2</sub> en una caja de concreto, donde se realizará la reacción química, para la neutralización del agua, y posterior vertimiento en la estación EM-04

#### *4.1.1.2.8 Tratamiento de Lodos*

El Sistema de Tratamiento Nv. 4060 cuenta con 03 pozas de sedimentación donde se generan lodos en el fondo de cada poza, que son limpiados y dispuestos en zonas adecuadas.

## 4.1.2 Diagnostico socioambiental

### 4.1.2.1 Geología

El área de estudio se caracteriza geológicamente por la secuencia estratigráfica conformada por unidades formacionales de origen marino o continental, que lateralmente varían de grosor considerablemente y cuyas edades corresponden al Cretáceo, Terciario y Cuaternario. Las rocas más antiguas reconocidas en la zona corresponden a las capas calcáreas y clásticas de las formaciones Carhuaz. Sobre esta última formación, descansan concordantemente las areniscas Farrat; y sobre ellas en forma iscordante, la serie calcárea y lutácea de las formaciones Pariahuanca, Chulec y las calizas Jumasha. Posteriormente y culminando la secuencia rocosa, se asientan los Volcánicos Calipuy, conformado por lavas andesíticas y piroclastos. Los Cuaternarios poco consolidados (glacial, coluvial y aluvial) constituyen los depósitos más recientes. Se estima, que la potencia de la columna compuesta en el área alcanza los 5000 m.

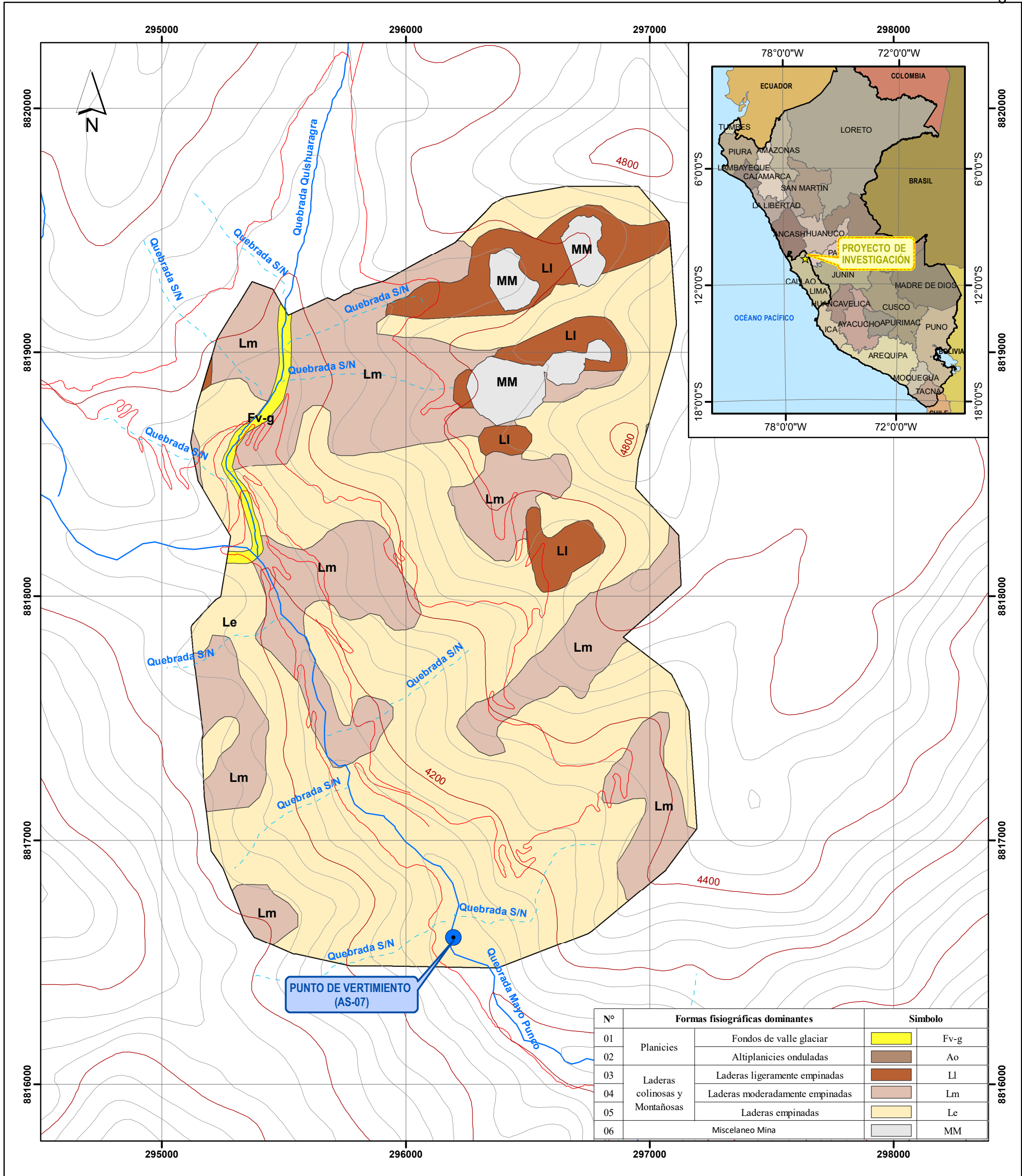
La constitución geológica de la zona ha dado lugar a numerosos sectores sin depósitos de cobertura y donde afloran las rocas del substrato con un cierto grado de meteorización, principalmente por hidroclastismo y geliclastismo (esto en las zonas más altas), pero que se caracterizan por su gran dureza cuando se hallan “frescas”, dando lugar a un desarrollo frecuente de crestas, escarpes y taludes rocosos.

### 4.1.2.2 Geomorfología

El relieve actual del área de estudio es muy variado y es el resultado de principales elementos dejados por la evolución morfogenética de la zona. La Cordillera Occidental es el principal elemento morfológico y estructural que predomina ampliamente en el área de estudio, es un enorme bloque de edad esencialmente cretácica, de rocas sedimentarias y volcánicas mayormente arcillosas y arenosas, con diversas intrusiones magmáticas. También se presenta un conjunto de anticlinales y sinclinales con eje orientado norte – sur y noroeste –sureste. Además, fallas antiguas que desempeñaron un rol importante en la morfodinámica actual en el área, se presentan de manera frecuente en la quebrada Mayo Punco. Sin embargo, en la mayoría de los casos no se evidencia que los fallamientos del área estén activos.

Las Altiplanicies es un elemento morfológico que afecta los relieves estructurales de la cordillera occidental mediante la presencia de aplanamientos erosivos que cortaron en un nivel altitudinal que va de 4600 a casi 4750 msnm a las estructuras rocosas cretácicas y volcánicas. Las altiplanicies son resultado del desarrollo de superficies de erosión formado principalmente durante el terciario, en una etapa en que la cordillera oriental era ya un relieve definitivamente continental, que fue atacado por severos procesos erosivos de entonces. Se considera que en el Terciario medio estas superficies de erosión, que en conjunto reciben el nombre de superficie “puna” allanaron los relieves andinos plegados del Cretácico hasta niveles altitudinales bastante bajos (altitudes no conocidas). Pero luego el levantamiento andino ocurrido desde el Plioceno hasta los tiempos recientes del Pleistoceno, elevó esas superficies hasta las altitudes aproximadamente actuales donde se hallan los remanentes de esas antiguas superficies, las mismas que fueron en su mayor parte destruidas por la erosión subsiguiente al levantamiento.

En general los aplanamientos erosivos altiplánicos, cortan de manera más o menos uniforme a los distintos tipos de rocas y estructuras existentes, los mismos que están en parte cubiertos por metros o decenas de metros de material moderno de acumulación glacial, fluvial Los Fondos de Valle se forman a partir de los depósitos de sedimentos de arrastre y gravitacionales, independientemente de su origen van a formar planicies, en la mayoría de los casos se extienden a manera de fajas alargadas, pero varían su extensión, forma de área y pendiente, sin perder su característica principal, el de conformar superficies llanas que generalmente están afectadas por rupturas de pendiente, dichas variaciones dependen de su origen morfogenético, de la pendiente del cauce principal y del comportamiento geodinámico de las laderas de montaña de valle. En la actualidad los procesos morfodinámicos que se presentan en el área de estudio son aquellos originados por la escorrentía superficial, como son los surcos y cárcavas, estos se presentan sobre laderas de fuertes pendientes y de cobertura coluvial, rocas muy suaves, escasa vegetación. En el Mapa 2 se presenta gráficamente las unidades geomorfológicas del área de estudio



**LEYENDA**

**HIDROGRAFÍA**

- RIOS
- QUEBRADAS

**HIPSOGRAFÍA**

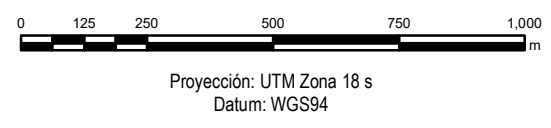
- CURVAS PRINCIPALES
- CURVAS SECUNDARIAS

**LÍMITES**

- REGIONES
- VIAS DE ACCESO

**SIMBOLOGÍA**

- PUNTO DE VERTIMIENTO
- ÁREA DE ESTUDIO



PROYECTO: **VERTIMIENTO PROYECTADO DE LA MEZCLA DE EFLUENTES DOMÉSTICO E INDUSTRIALES TRATADOS Y SU INFLUENCIA SOBRE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA DE LA QUEBRADA MAYO PUNCO, EN LA UNIDAD MINERA MALLAY DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE OYÓN, DEPARTAMENTO DE LIMA EN EL AÑO 2018**

TÍTULO: **GEOMORFOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO**

	DISEÑO:	Janelly M. O.	VERSIÓN:	V-04	<b>MAPA 2</b>
	SIG:	Janelly M. O.	ESCALA:	1:15000	
	APROBADO:	Janelly M. O.	FECHA:	Noviembre, 2018	

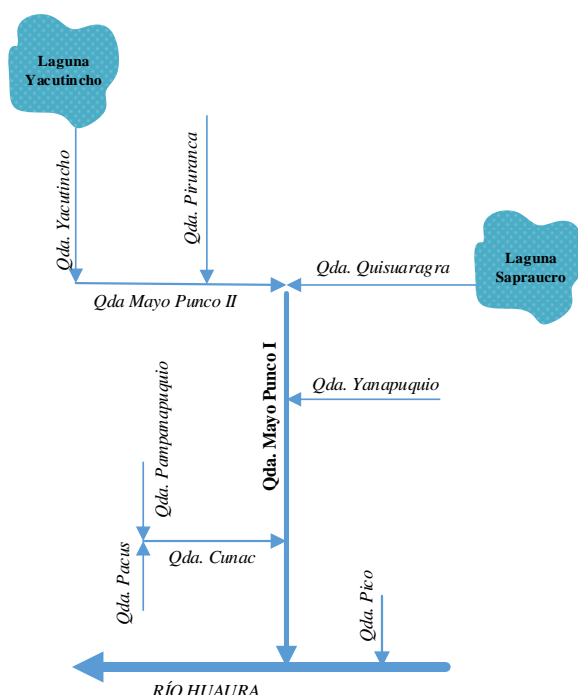
FUENTE: La data utilizada para esta figura fue extraída del IGN-Instituto Geográfico Nacional 1:100 (<http://www.ign.gob.pe/index.php>) y complementada con la información enviada por el cliente



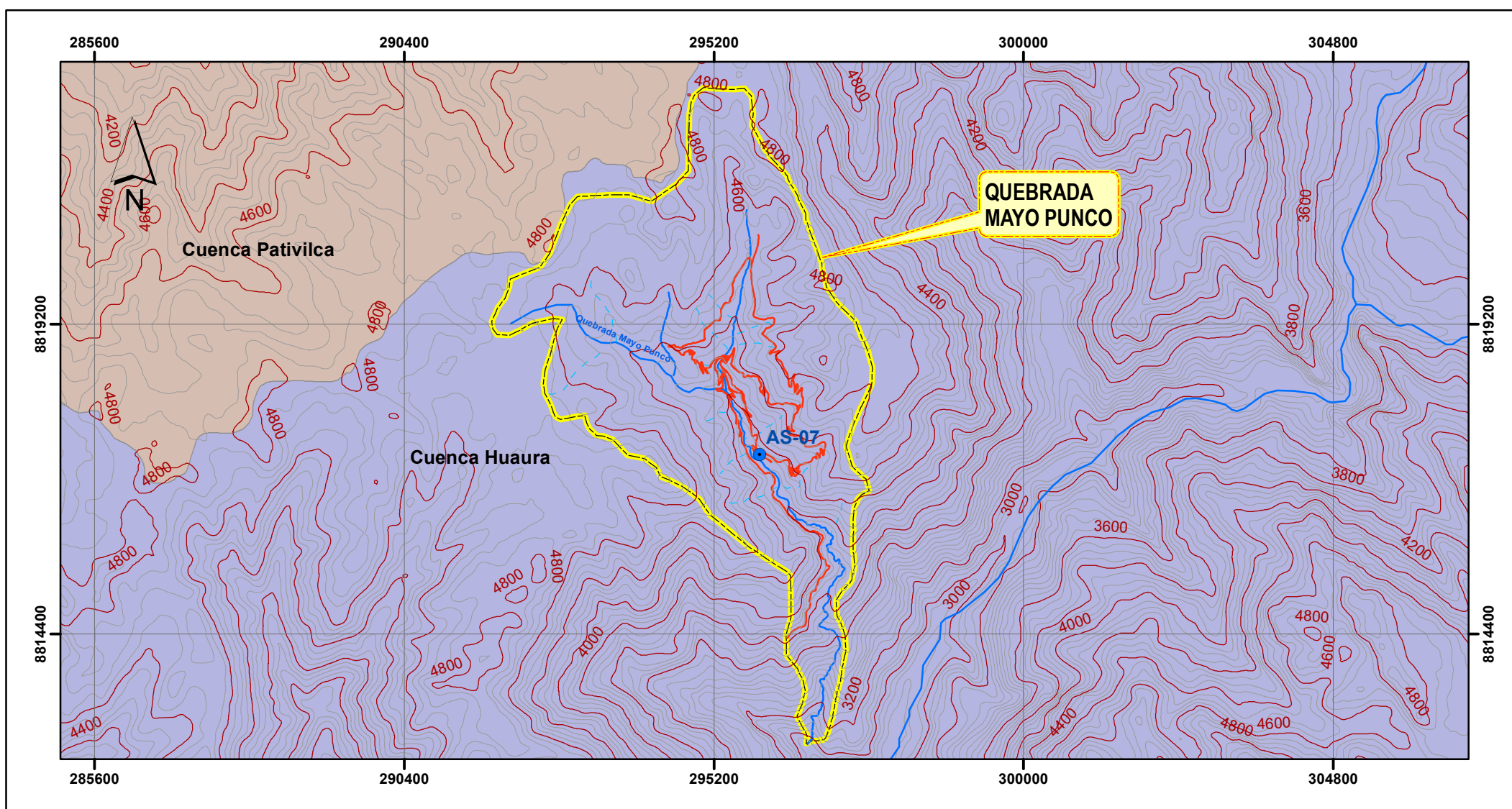
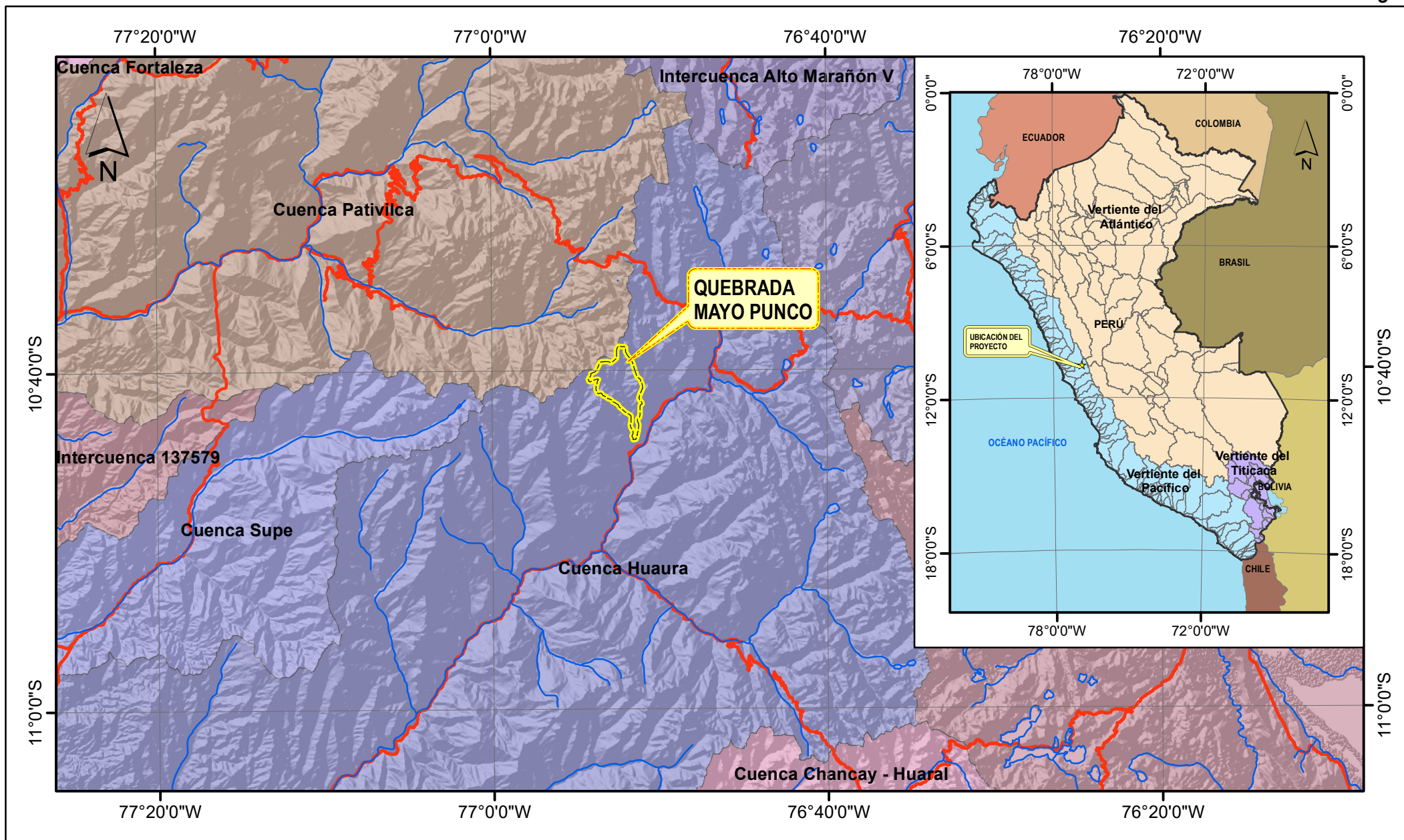
#### 4.1.2.3 Características hidráulicas de la Quebrada Mayo Punco

La Quebrada Mayo Punco tiene su origen en las pequeñas quebradas en el entorno del cerro Campana, donde se forman áreas hidromórficas (bofedales) que se caracterizan por proporcionar humedad constante aún durante la época de estiaje; aguas abajo recibe el aporte de agua de una pequeña quebrada que se origina en la Laguna Yacutincho (4 650 msnm). A medida que va descendiendo, recibe también otros aportes de diferentes quebradas: la Qda Quishuaragra, Qda Piruranca (seca), y Qda Yanapuquio (seca); por la margen derecha a la Qda Cunac, formada de la unión de las Qda Pacus y Qda Pampanapuquio. La Qda Mayo Punco finalmente desemboca en el río Huaura por la margen derecha, a una altura aproximada de los 2 750 msnm. Ver siguiente gráfico:

**Gráfico 5** Diagrama fluvial en relación con la Quebrada Mayo Punco



Fuente: Estudio Hidrológico de CMBSAA.

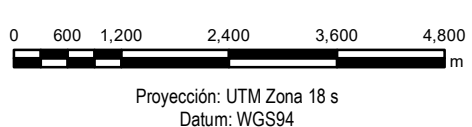


**LEYENDA**

<b>HIDROGRAFÍA</b>	<b>LÍMITES</b>
— RÍOS	□ UNIDADES HIDROGRÁFICAS
<b>HIPSOGRAFÍA</b>	— VÍAS DE ACCESO
— CURVAS PRINCIPALES	— CURVAS SECUNDARIAS

**SIMBOLOGÍA**

● CENTRO DEL PROYECTO	□ QUEBRADA MAYO PUNCO
-----------------------	-----------------------



PROYECTO: VERTIMIENTO PROYECTADO DE LA MEZCLA DE EFLUENTES DOMÉSTICO E INDUSTRIALES TRATADOS Y SU INFLUENCIA SOBRE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA DE LA QUEBRADA MAYO PUNCO, EN LA UNIDAD MINERA MALLAY DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE OYÓN, DEPARTAMENTO DE LIMA EN EL AÑO 2018

TÍTULO: **HIDROGRAFÍA DE LA QUEBRADA MAYO PUNCO**

DISEÑO:	Janelly M. O.	VERSIÓN:	V-04	<b>MAPA 3</b>
SIG:	Janelly M. O.	ESCALA:	1:550,000	
APROBADO:	Janelly M. O.	FECHA:	Noviembre, 2018	

FUENTE: La data utilizada para esta figura fue extraída del IGN-Instituto Geográfico Nacional 1:100 (<http://www.ign.gob.pe/index.php>) y complementada con la información enviada por el cliente

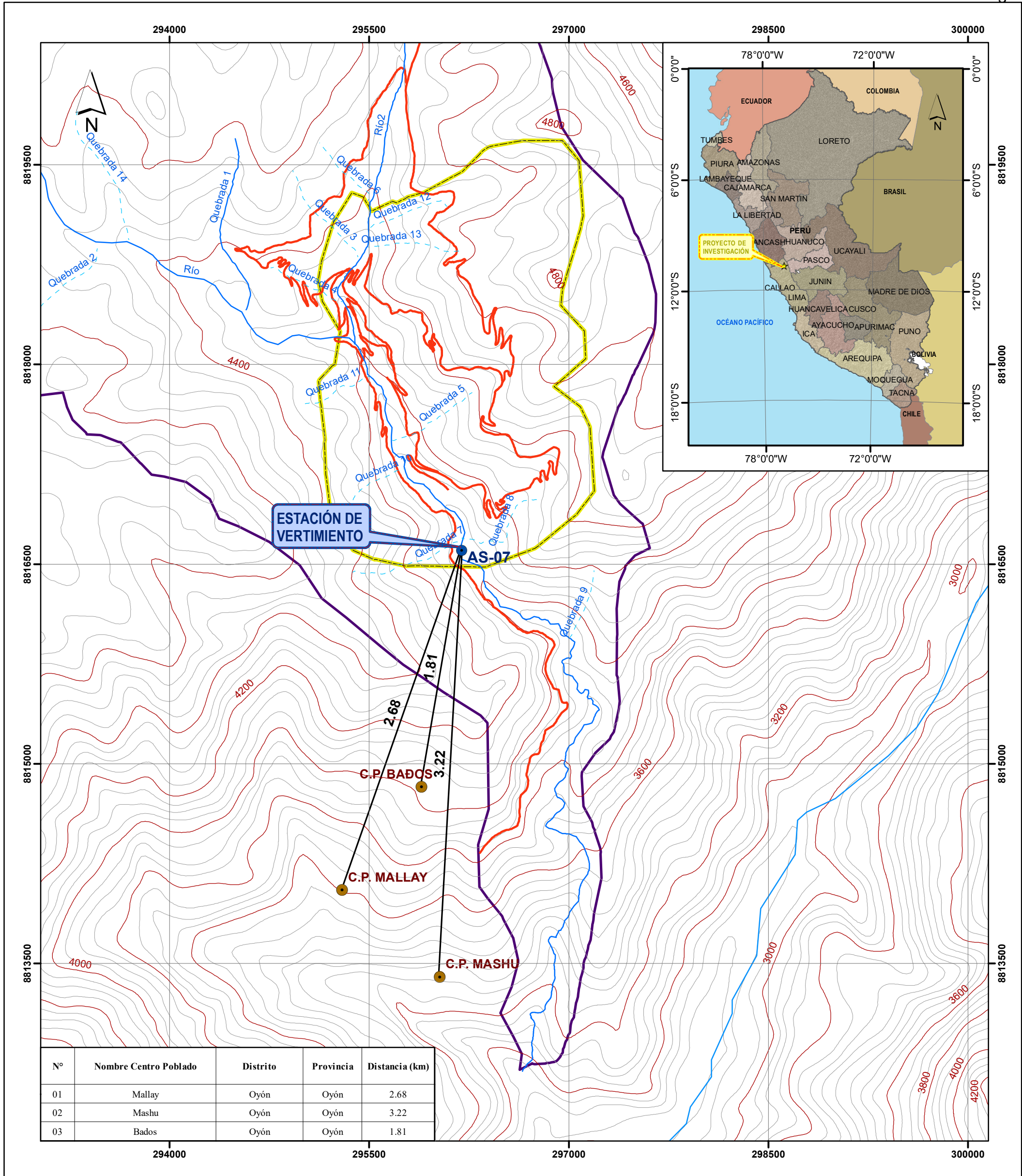
#### 4.1.2.4 Distancia a centros poblados

La Quebrada Mayo Punco, establecida como el cuerpo de agua que recibirá el efluente industrial y doméstico tratado, presenta usos con fines de agricultura y ganadería, aguas abajo del vertimiento, aproximadamente a 3 km en línea recta.

El uso del agua correspondería a los centros poblados de Mashu, Mallay y Bados, tal como se aprecia en el Mapa 4, donde además por vistas satelitales se puede apreciar la presencia de áreas de cultivo.

Estos centros poblados han sido identificados con fines de detectar si el vertimiento de la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratadas sobre la Quebrada Mayo Punco, del cual hacen uso, podría afectarlos indirectamente.





**LEYENDA**

**HIDROGRAFÍA**

- RÍOS
- - - QUEBRADAS

**HIPSOGRAFÍA**

- CURVAS PRINCIPALES
- CURVAS SECUNDARIAS

**LÍMITES**

- REGIONES
- VIAS DE ACCESO

**SIMBOLOGÍA**

- CENTROS POBLADOS
- PUNTO DE VERTIMIENTO
- QUEBRADA MAYO PUNCO
- ÁREA DE ESTUDIO

0 187.5 375 750 1,125 1,500 m

Proyección: UTM Zona 18 s  
Datum: WGS94

PROYECTO: **VERTIMIENTO PROYECTADO DE LA MEZCLA DE EFLUENTES DOMÉSTICO E INDUSTRIALES TRATADOS Y SU INFLUENCIA SOBRE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA DE LA QUEBRADA MAYO PUNCO, EN LA UNIDAD MINERA MALLAY DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE OYÓN, DEPARTAMENTO DE LIMA EN EL AÑO 2018**

TÍTULO: **DISTANCIAS A CENTROS POBLADOS DEL PUNTO DE VERTIMIENTO**

DISEÑO:	Janelly M. O.	VERSIÓN:	V-04
SIG:	Janelly M. O.	ESCALA:	1:27500
APROBADO:	Janelly M. O.	FECHA:	Noviembre, 2018

**MAPA 4**

FUENTE: La data utilizada para esta figura fue extraída del IGN-Instituto Geográfico Nacional 1:100 (<http://www.ign.gob.pe/index.php>) y complementada con la información enviada por el cliente

## 4.2 RESULTADOS

### 4.2.1 Condiciones ambientales de la quebrada Mayo Punco

#### 4.2.1.1 Características hidráulicas

Las características hidráulicas consideradas para la Quebrada Mayo Punco, aguas debajo de la descarga de los efluentes domésticos e industriales tratados se presentan en el siguiente cuadro, siendo las más resaltantes, el ancho promedio de 1.85 m, profundidad media de 0.138 m, sección de 0.2553 m<sup>2</sup> y una velocidad de 0.76 m/s.

**Cuadro 15** Características Hidráulicas de la Qda Mayo Punco en el punto de vertimiento

PARÁMETROS	VALORES	UNIDAD
Régimen	Permanente	
Caudal Promedio del cuerpo receptor en época de estiaje ( $Q$ )**	0.1929	m <sup>3</sup> /s
Caudal mínimo del cuerpo receptor en época de estiaje ( $Q$ )**	0.082	m <sup>3</sup> /s
Pendiente promedio de la quebrada ( $s$ )	12.1	%
Ancho promedio del cuerpo receptor ( $W_{min}$ )	1.85	m
Apariencia del Cuerpo receptor	Ligero meandro	
Profundidad promedio del cuerpo receptor ( $d$ )	0.138	m
Coefficiente de Rugosidad ( $n$ )	0.03	
Factor de irregularidad del cauce ( $c$ )	0.6	
Ubicación del vertimiento ( $f$ )	2	
Área promedio (A)	0.2553	m <sup>2</sup>
Velocidad de flujo promedio del cuerpo receptor ( $u$ )	0.7556	m/s

Fuente: Elaboración propia.

Es preciso mencionar que los datos consignados corresponden a los escenarios más desfavorables, es decir, durante la época seca.

#### 4.2.1.2 Calidad Ambiental del Agua

Para determinar la condición de la calidad del agua de la Qda Mayo Punco, se utilizaron los puntos de monitoreo aprobados en sus instrumentos de gestión ambiental (EIA del Proyecto Mallay aprobado con R.D. N° 383-2009-MEM-AAM). Es preciso aclarar, que el punto de control AS-07, se ubica aguas abajo de la Qda Yanapuquio, la cual es considerada como una quebrada seca. Debido a que no se han registrado caudales evidentes a lo largo de los años, los resultados obtenidos en esta estación (AS-07), no se verían alterados por recibir aportes de otros cuerpos de agua.

**Cuadro 16 Estaciones de Monitoreo del Cuerpo Receptor.**

ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA 18S		ALTITUD
		NORTE	ESTE	
AS-08	Quebrada Mayo Punco, aguas debajo de la unión con la quebrada Quishuaragra (aguas arriba del vertimiento de la PTARI Nv. 4060)	8818126	295423	4206
AS-07	Quebrada Mayo Punco, aguas abajo de la confluencia con la Quebrada Seca Yanapuquio. (aguas abajo del vertimiento de la PTARI Nv 4060).	8816602	296195	4031

Fuente: R.D. N° 304-2014-MEM DGAAM Aprobación de la 2da MEIA del Proyecto Mallay y R.D. N° 109-2015-ANA-DGCRH Autorización de Vertimiento.

La condición de la calidad del agua de la Qda Mayo Punco, estará determinada por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA agua) aprobado mediante R.D. N° 004-2017-MINAM. Para ello, se comparan los resultados del monitoreo, con los valores ECA, a fin de determinar su cumplimiento, y por tal, garantizar su calidad.

En relación con lo indicado, es preciso mencionar que la Qda Mayo Punco, actualmente recibe el efluente industrial tratado provenientes del Sistema de Tratamiento Nv. 4060, a un caudal autorizado de 80 l/s; sin embargo, no recibe efluentes domésticos tratados, ya que la Planta de Tratamiento de agua residual doméstica se encuentra en proceso optimización.

A continuación, se presentan los resultados integrales de calidad del agua de la Qda Mayo Punco, para antes (AS-08) y después (AS-07) del vertimiento. Para mayor detalle consultar el Anexo 03.

**Cuadro 17** Caracterización de la calidad del agua de la Qda. Mayo Punco

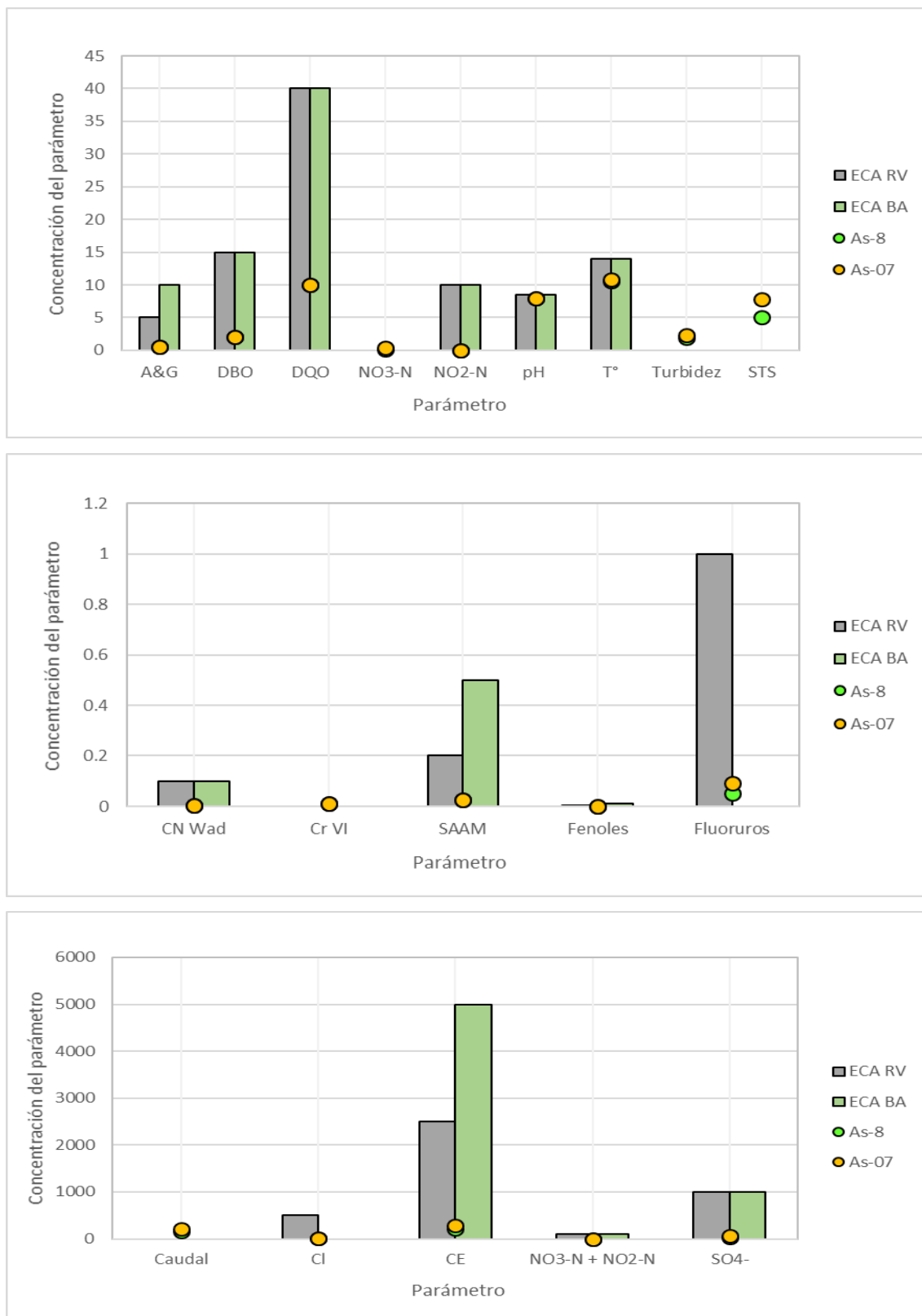
PARÁMETRO	UNIDAD	ECA DE AGUA CATEGORÍA 3		CARACTERIZACIÓN DE LA QDA MAYO PUNCO	
		RIEGO DE VEGETALES	BEBIDA DE ANIMALES	AS-8	AS-07
<b>FISICOS Y QUIMICOS</b>					
Caudal	l/s	--	--	154.66	203.82
Aceites & Grasas	mg/L	5	10	<0.5	<0.5
Cianuro Wad	mg/L	0.1	0.1	<0.002	<0.002
Cloruro	mg/L	500	--	<1	<1
Conductividad Eléctrica	uS/cm	2 500	5 000	213.78	275.16
Cromo hexavalente (Cr VI)	mg/L	--	--	<0.01	<0.01
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5)	mg/L	15	15	<2	<2
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40	40	<10	<10
SAAM (Detergentes)	mg/L	0.2	0.5	<0.025	<0.025
Fenoles	mg/L	0.002	0.01	<0.001	0.001
Fluoruros	mg/L	1	--	0.05	0.091
Nitrato (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	--	--	0.13	0.35
Nitrito (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	10	10	<0.005	0.009
Nitrato + Nitrito	mg/L	100	100	0.13	0.365
Oxígeno Disuelto	mg/L	4	5	6.76	6.86
Potencial de Hidrogeno (in situ)	pH	6.5 - 8.5	6.5-8.4	8.00	7.92
Sulfato (SO <sub>4</sub> -)	mg/L	1000	1000	19.31	59.76
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	10.54	10.79
Turbidez	NTU	--	--	1.93	2.36
Sólidos totales suspendidos	mg/L	--	--	<5	7.77
<b>INORGÁNICOS</b>					
Aluminio total - Al	mg/L	5	5	0.07	0.11
Arsénico total - As	mg/L	0.1	0.1	0.0045	0.0206
Bario total - Ba	mg/L	0.7	--	0.05	0.0435
Berilio total - Be	mg/L	0.1	0.1	<0.0003	<0.0003
Boro total - B	mg/L	1	5	0.014	0.058
Cadmio total - Cd	mg/L	0.01	0.05	<0.001	0.0073
Cobre total - Cu	mg/L	0.2	0.5	0.0045	0.0017

PARÁMETRO	UNIDAD	ECA DE AGUA CATEGORÍA 3		CARACTERIZACIÓN DE LA QDA MAYO PUNCO	
		RIEGO DE VEGETALES	BEBIDA DE ANIMALES	AS-8	AS-07
Cobalto total - Co	mg/L	0.05	1	<0.002	<0.002
Cromo total - Cr	mg/L	0.1	1	<0.004	<0.004
Calcio total - Ca	mg/L	--	--	35.95	47.08
Hierro total - Fe	mg/L	5	--	0.12	0.2475
Litio total - Li	mg/L	2.5	2.5	<0.004	<0.004
Magnesio total - Mg	mg/L	--	250	4.37	5.07
Manganeso total - Mn	mg/L	0.2	0.2	0.01	0.09
Mercurio total - Hg	mg/L	0.001	0.01	0.0002	0.0003
Níquel total - Ni	mg/L	0.2	1	<0.002	<0.002
Plata total - Ag	mg/L	--	--	<0.002	<0.002
Plomo total - Pb	mg/L	0.05	0.05	<0.01	<0.01
Selenio total - Se	mg/L	0.02	0.05	<0.02	<0.02
Sodio total - Na	mg/L	--	--	2.29	2.13
Zinc total - Zn	mg/L	2	24	0.02	0.32
<b>PLAGUICIDAS</b>					
Parathión	ug/L	35	35	<0.01	<0.01
Aldrín	ug/L	0.004	0.7	<0.003	<0.003
Alfa Clordano	ug/L	0.006	7	<0.004	<0.004
Gama Clordano	ug/L	0.006	7	<0.003	<0.003
DDT	ug/L	0.001	30	<0.002	<0.002
Dieldrin	ug/L	0.5	0.5	<0.006	<0.006
Endosulfan I	ug/L	0.01	0.01	<0.005	<0.005
Endosulfan II	ug/L	0.01	0.01	<0.005	<0.005
Endrin	ug/L	0.004	0.2	<0.006	<0.006
Heptacloro	ug/L	0.01	0.03	<0.002	<0.002
Heptacloro Epóxido	ug/L	0.01	0.03	<0.005	<0.005
Lindano	ug/L	4	4	<0.002	<0.002
<b>CARBAMATO</b>					
Aldicarb	ug/L	1	11	<1	<1
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	1000	1000	10.31	26.7
Enterococos intestinales	NMP/100mL	20	20	4.50	2
Escherichia coli	NMP/100mL	100	1000	4.50	4.5
Huevos y larvas de Helmintos	Huevos/L	<1	<1	<1	<1

Fuente: Elaboración propia.

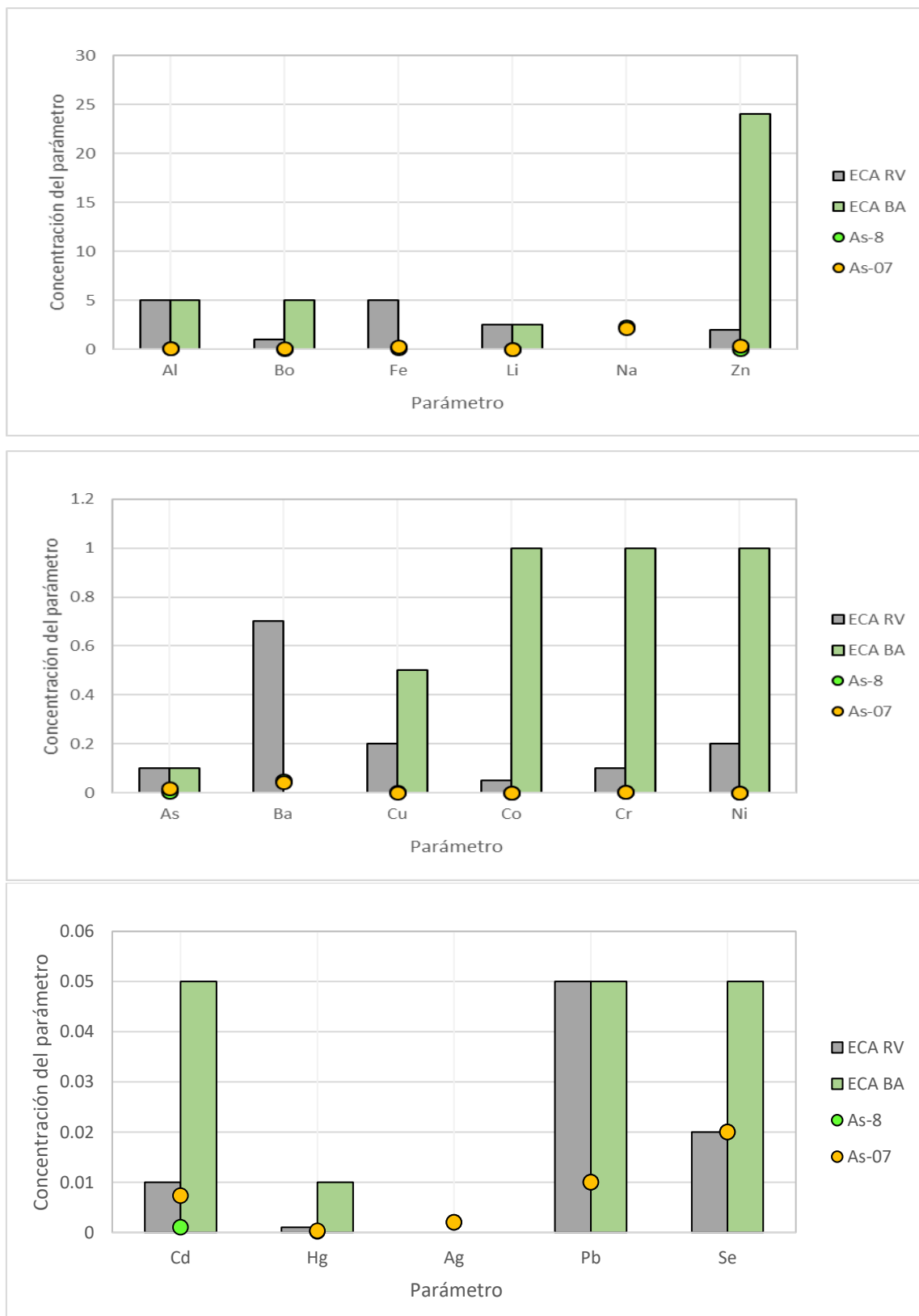


Gráfico 6 *Calidad de la Qda Mayo Punco Vs ECA de agua categoría 3 –Fisicoquímicos*



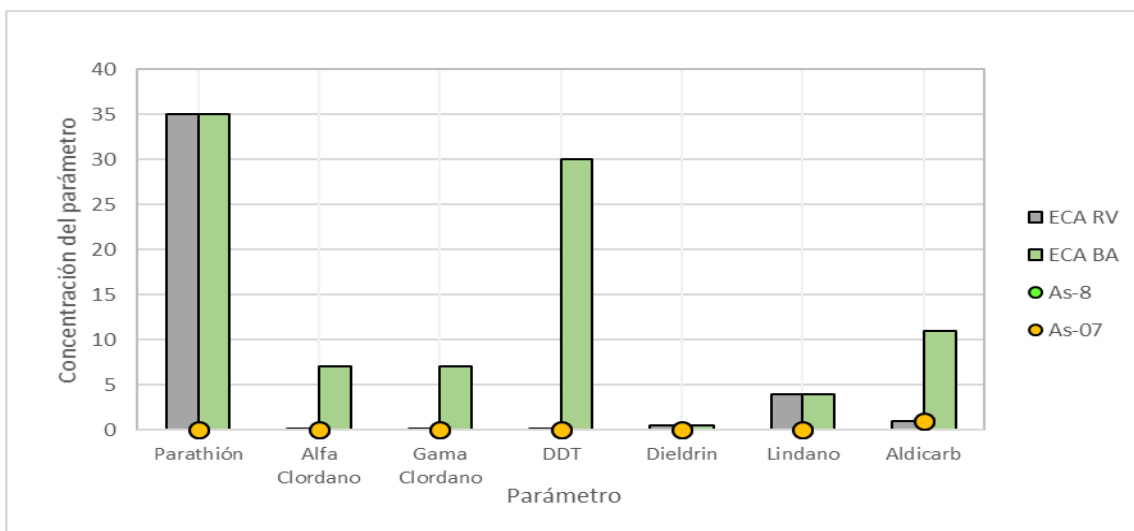
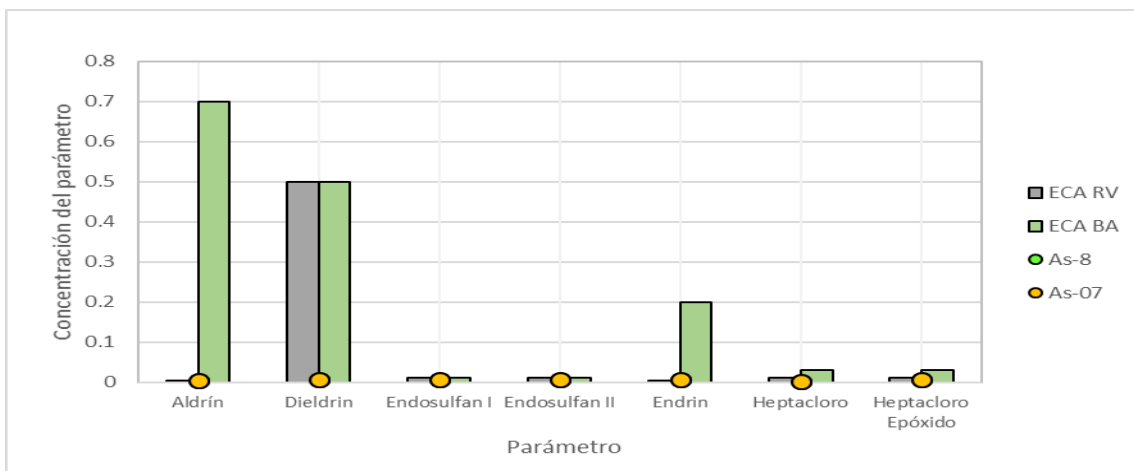
Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico 7** *Calidad de la Qda Mayo Punco Vs ECA de agua categoría 3– Metales Pesados*



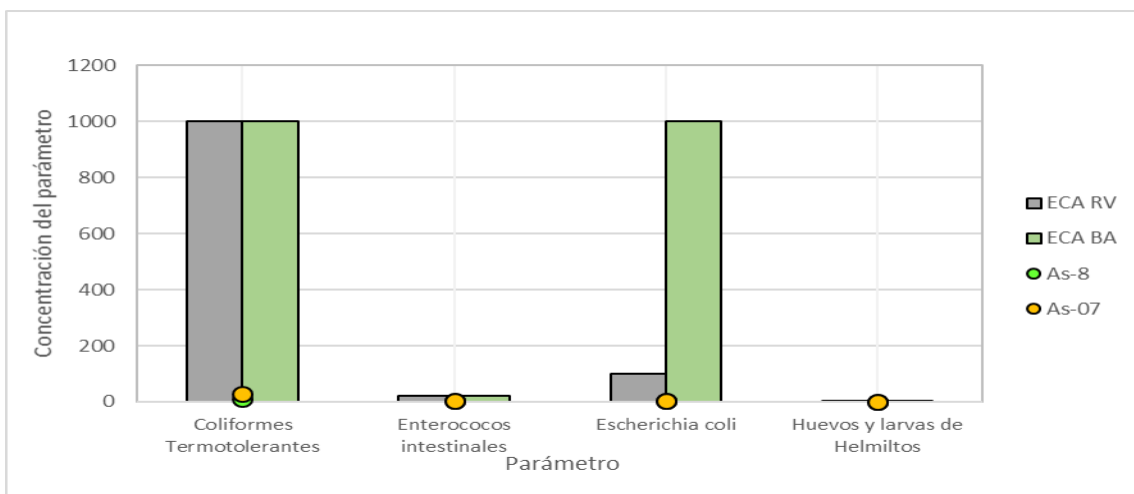
Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico 8** *Calidad de la Qda Mayo Punco Vs ECA de agua categoría 3– Plaguicidas*



Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico 9** *Calidad de la Qda Mayo Punco Vs ECA de agua categoría 3– Microbiológicos*



Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro y gráficos anteriores se aprecia que los resultados del monitoreo de calidad del agua en la Qda Mayo Punco, antes del vertimiento (AS-08), se encuentran dentro de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para aguas superficiales Categoría 3 Riego de Vegetales y Bebida de Animales. Asimismo, posterior al vertimiento (AS-07), los parámetros que determinan la calidad del agua presentan un aumento mínimo en su concentración; no obstante, los mismos cumplen, sin excepción, los ECA para agua categoría 3.

Estos valores, además de indicar que el agua de la Qda Mayo posee una óptima calidad de acuerdo con la categoría 3 del D.S. 004-2017-MINAM, evidencian que el efluente industrial tratado actualmente en la Planta de Tratamiento Nv. 4060, no presenta un impacto significativo sobre las condiciones ambientales naturales de la Qda Mayo Punco.

#### 4.2.1.3 Calidad hidrobiológica

Para la evaluación de los parámetros hidrobiológicos de la quebrada Mayo Punco, se establecieron 03 estaciones de monitoreo, las cuáles fueron evaluadas como parte de los compromisos ambientales de CMBSAA.

**Cuadro 18 Estaciones de Monitoreo Hidrobiológico de la Quebrada Mayo Punco**

ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA 18S		ALTITUD
		NORTE	ESTE	
BeC -01	Qda. Quishuaragra, aguas arriba de las operaciones	8819520	295285	4500
Be -07	Qda. Mayo Punco, aguas debajo de las operaciones	8813425	296877	3220
Be -09	Qda. Mayo Punco, en la zona de operaciones	8817832	295521	4180

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura (2014).

##### 4.2.1.3.1 Fitoplancton

Durante la temporada húmeda se registraron 23 especies, siendo las especies del grupo de diatomeas pennales con 19 especies, las más ricas. Las especies más abundantes fueron, *Navicula sp1*, *Pinnularia sp.*, *Synedra sp1*, *Cymbella sp.*, *Gomphonema sp.* y *Amphora sp.* con más de 100 cel/L, todas pertenecientes a las diatomeas pennales. En cuanto a la diversidad de especies, alcanza un índice de diversidad de Shannon - Wiener de 3.72 bits/individuo, de Margalef de 5.01 y una equidad de Pielou de 0.82.

Asimismo, durante la temporada seca se registraron 30 especies, siendo las 19 especies del grupo diatomeas pennales, las más ricas. Las especies más abundante fueron, *Stigeoclonium sp.*, *Nitzschia sp.*, *Achnantheidium sp.* con más de 70000 cel/L, todas pertenecientes a las diatomeas pennales a excepción de *Stigeoclonium sp.* que pertenece al grupo de las algas verdes. En cuanto a la diversidad de especies, alcanza un índice de diversidad de Shannon-Wiener de 2.61 bits/individuo, de Margalef de 5.25 y equidad de Pielou de 0.53.

#### 4.2.1.3.2 Zooplancton

Durante la temporada húmeda se registraron 11 especies entre Rotíferas y Artrhorpoda. La especie más abundante fue *Lecane sp* (Rotifera) con 100 organismos/m<sup>3</sup>. En cuanto a la diversidad de especies, alcanza un índice de diversidad de Shannon-Wiener de 3.15 bits/individuo, de Margalef de 3.72 y una equidad de Pielou de 0.91.

Asimismo, durante la temporada seca se registraron 3 especies de Rotifera. La especie más abundante fue *Cephalodella sp* con 160 organismos/m<sup>3</sup>. En cuanto a la diversidad de especies, alcanza un índice de diversidad de Shannon-Wiener de 1.52 bits/individuo, de Margalef de 0.78 y una equidad de Pielou de 0.96.

#### 4.2.1.3.3 Bentos

Durante la temporada húmeda se registraron 6 especies, siendo la más rica especies el grupo de los Arthropoda (Insecta) con 5 especies. La especie más abundante fue una perteneciente a la familia Chironomidae con 129 individuos/0.09 m<sup>2</sup>. Las demás especies estuvieron representadas por menos de 15 individuos/0.09 m<sup>2</sup>. En cuanto a la diversidad de especies, alcanza un índice de diversidad de Shannon-Weaver de 0.47 bits/individuo, de Margalef de 0.80 y una equidad de Pielou de 0.29.

Durante la temporada seca se registraron 2 especies pertenecientes al grupo de los Arthropoda (Insecta); ambas especies un superaron los 3 individuos/0.09 m<sup>2</sup>. En cuanto a la diversidad de especies, alcanza un índice de diversidad de Shannon-Weaver de 0.64 bits/individuo, de Margalef de 0.91 y una equidad de Pielou de 0.92.

#### 4.2.1.3.4 Índices Bióticos de la Calidad del Agua

La calidad del agua de la Qda Mayo Punco fue determinada con Macroinvertebrados como indicadores, ya que éstos están adaptados a las exigencias ambientales de los hábitats que ocupan, y las variaciones en las condiciones ambientales, reflejarán un cambio en la estructura de la comunidad. (Roldán, 2003; Dominguez y Fernández, 2009); partir de ello, se clasificó la calidad del agua como Mala, Crítica o Muy Crítica, las cuáles se observaron en estudios iniciales.

### 4.2.2 Cantidad y calidad de la mezcla de efluentes que se proyectan verter

#### 4.2.2.1 Cantidad proyectada del agua a tratar

La mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados en la PTARI Nv 4060, tendrá un caudal de **136 l/s** (constituido por 134.84 l/s de efluente industrial y 1.16 de efluente doméstico de la PTARD), del cual 6 L/s serán recirculados hacia la Planta de Procesos; 10 L/s serán almacenados en el Tanque Nv. 4170, para recirculación hacia las bocaminas y riego de vías (5 L/s); lo demás (**120 L/s**) serán vertidos a la Quebrada Mayo Punco, tal como se aprecia a continuación:

**Cuadro 19** Cantidad de agua tratada destinada para vertimiento y punto de vertimiento

PUNTO DE VERTIMIENTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE VERTIMIENTO (L/S)	RÉGIMEN DE DESCARGA	COORDENADAS UTM WGS84		CUERPO RECEPTOR
				NORTE	ESTE	
EM-04	Efluentes domésticos e industriales tratados	120	Continuo	8816862	296155	Quebrada Mayo Punco

Fuente: Información proporcionada por CMBSAA.

#### 4.2.2.2 Calidad proyectada del agua tratada

La mezcla permitirá una mayor eficiencia en la reducción de la concentración de patógenos que podrían presentarse en el agua residual doméstica tratada. Ello debido al proceso de dosificación con lechada de cal al cual será sometido, lo que ocasionará propiedades de basicidad, generando un medio hostil para la actividad microbiológica, inhibiendo, en mayor grado, a microorganismos patógenos, los cuales intervienen en la descomposición de materia orgánica. Para evidenciar lo descrito con anterioridad, se procedió a simular la mezcla de ambos efluentes, obteniéndose los siguientes resultados.

**Cuadro 20 Resultados de Laboratorio – Simulación de efluentes pH, Coliformes y DQO**

PARÁMETRO	UNIDAD	EFLUENTE DOMÉSTICOS	EFLUENTE INDUSTRIALES	MEZCLA DE EFLUENTES PREVIO TRATAMIENTO*	LMP <sup>1</sup>	LMP <sup>2</sup>
		TRATADO EN LA PTARD	PREVIAMENTE TRATADO CON LECHADA DE CAL			
pH	Unidad de pH	8.0	8.5	7.9	6 - 9	6.5-8.5
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	240	<1.8	2.0	--	1 000
DQO	mg/L	97.02	<10	<10	--	200

Nota:

- <sup>(1)</sup>LMP para Descarga de Efluentes Líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas (D.S. N° 010-2010-MINAM)
- <sup>(2)</sup>LMP para efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (D.S. N° 003-2010-MINAM).
- \* Muestra obtenida del final del proceso, para vertimiento.

Fuente:

- Información proporcionada por CMBSAA – U.E.A. Mallay

Del cuadro anterior, se evidencia que los parámetros de Coliformes totales y DQO, considerados como los más predominantes para medir la eficacia de sistemas de tratamiento de efluentes domésticos, reducen su concentración posterior a la mezcla del efluente doméstico tratado en la PTARD con los efluentes industriales previamente tratados con lechada de cal. Asimismo, los tratamientos posteriores, no consideran la reducción de parámetros microbiológicos, por lo que la muestra obtenida del final del proceso, es la óptima para determinar la eficiencia de la mezcla.

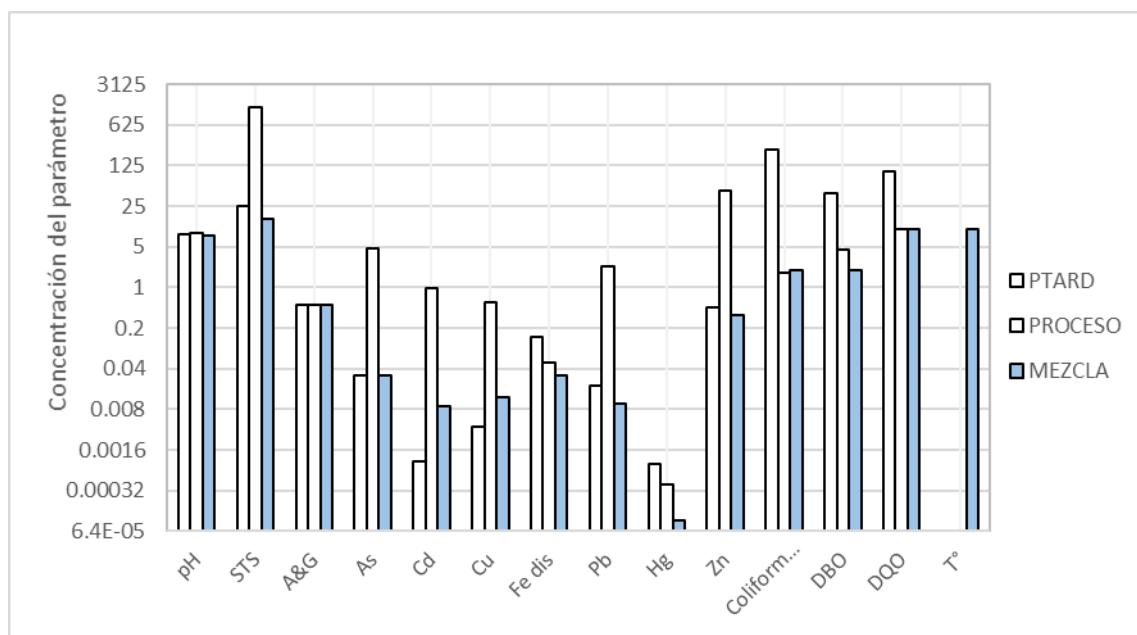
Por tanto, las características de la mezcla de efluentes industriales y domésticos tratados, serán los siguientes:

**Cuadro 21 Resultados de Laboratorio**

PARÁMETRO	UNIDAD	AGUA RESIDUAL		MEZCLA DE EFLUENTES DOMÉSTICOS E INDUSTRIALES TRATADOS
		PTARD	PROCESO	
pH	Unidad de pH	8.0	8.5	7.9
Sólidos Totales en suspensión	mg/L	25	1240	15
Aceites y Grasas	mg/L	<0.5	<0.5	<0.5
Arsénico total	mg/L	0.03	4.65	0.03
Cadmio total	mg/L	<0.001	0.963	0.009
Cobre total	mg/L	0.004	0.539	0.013
Hierro (disuelto)	mg/L	0.14	0.05	0.03
Plomo total	mg/L	0.02	2.26	0.01
Mercurio total	mg/L	0.0009	0.0004	0.0001
Zinc total	mg/L	0.46	46.11	0.34
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	240	<1.8	2.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	42.27	4.36	<2
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	97.93	<10	<10
Temperatura	°C	--	--	9.9

Fuente: Simulación proyectada en laboratorio.

**Gráfico 10 Comparación de Valores de efluentes domésticos, industriales y mezcla**



Fuente: Elaboración propia.



Se debe considerar que estos valores podrían verse influenciados por factores externos. Por ello, y enmarcados en la normativa que regula los límites máximos permisibles tanto para efluentes minero-metalúrgicos como para efluentes domésticos tratados, serán consideradas los LMPs como las condiciones más críticas que podría tener la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados.

**Cuadro 22** *Características críticas de la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados*

PARÁMETRO	UNID	CONCENTRACIONES CRÍTICAS		
		AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL TRATADA	AGUA RESIDUAL DOMÉSTICO TRATADO	MEZCLA DE EFLUENTES DOMÉSTICOS E INDUSTRIALES TRATADOS
Caudal	L/s	134.84	1.16	120**
DBO5	mg/L	--	100	100
DQO	mg/L	--	200	200
SST	mg/L	50	150	50
Aceites y Grasas	mg/L	20	20	20
Cn total	mg/L	1	--	1
As Total	mg/L	0.1	--	0.1
Cd Total	mg/L	0.05	--	0.05
Cr VI	mg/L	0.1	--	0.1
Cu total	mg/L	0.5	--	0.5
Fe disuelto	mg/L	2	--	2
Pb Total	mg/L	0.2	--	0.2
Hg Total	mg/L	0.002	--	0.002
Zn total	mg/L	1.5	--	1.5
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	--	10 000	10 000

Fuente: Elaboración propia.

### 4.2.3 Condiciones proyectadas del vertimiento de la mezcla de efluentes

#### 4.2.3.1 Determinación de la Zona de Mezcla

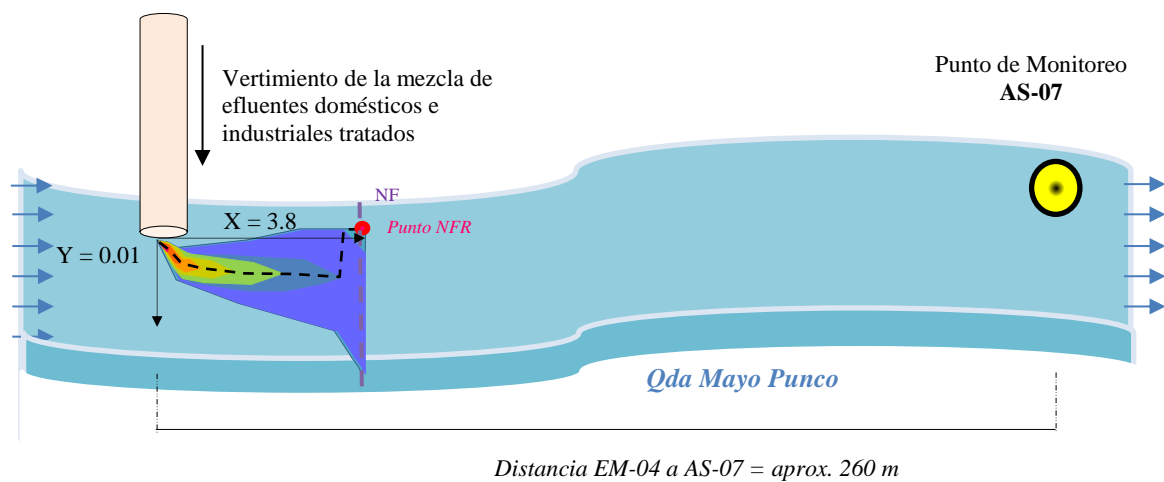
Para el cálculo de la Zona de Mezcla ( $Z_m$ ) se consideró las características hidráulicas de la Quebrada Mayo Punco, aguas debajo de la descarga de la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados. Del cálculo efectuado, se determinó para la zona de mezcla tendría una longitud de **3.885 m** desde el punto de vertimiento. A continuación, los cálculos:

$$Extensión_{ZdM} = \frac{(W_{min})^2 * u}{f \pi c d \sqrt{g d s}}$$

Donde:

- *Extensión*  $L_{ZdM}$  = Longitud de la zona de mezcla en metros
- $W_{min}$  = Ancho del espejo de agua = 1.85 m
- $u$  = Velocidad de flujo media = 0.7556
- $d$  = Profundidad media del agua = 0.138 m
- $c$  = Factor de irregularidad del cauce = 0.6 (cauces naturales con serpentear moderado)
- $f$  = Ubicación del vertimiento = 2 (para vertimiento en la orilla)
- $g$  = Aceleración por gravedad = 9.801 m/s<sup>2</sup>
- $s$  = Pendiente del fondo del cauce en m/m = 12.1

**Gráfico 11** Zona de Mezcla



Fuente: Elaboración propia en base al tratamiento de información, 2018.

#### 4.2.3.2 Concentraciones en el cuerpo natural del agua posterior al vertimiento

Para cuantificar el vertimiento en el cuerpo receptor, se desarrolló el balance de masa, donde se estima la contribución del vertimiento a la calidad del agua de la Quebrada Mayo Punco, para lo cual, con fines demostrativos se realiza el cálculo sólo para un parámetro, reemplazando la ecuación del balance de masa, y tomando en consideración los valores de concentración proyectado del vertimiento presentado.

En el presente cálculo de balance de masa, se ha empleado como dato de concentración proyectada de la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados y los valores del ECA Categoría 3 para el cuerpo receptor de la quebrada Mayo Punco.

Cuadro 23 Balance de masa del vertimiento de las aguas residuales tratadas

PARÁMETRO	UNID	MEZCLA DE EFLUENTES DOMÉSTICOS E INDUSTRIALES TRATADOS	CUERPO RECEPTOR (QDA MAYO PUNCO)	BALANCE DE MASA	ECA 3 <sup>(C)</sup>	
					R.V.	B.A.
Caudal	L/s	120	82 <sup>(1)</sup>	162.00	--	--
DBO5	mg/L	2	1	2	15	15
DQO	mg/L	10	8.48	10	40	40
SST	mg/L	15	4.4	9.94	--	--
Aceites y Grasas	mg/L	0.5	0.5	0.5	5	10
Cn total	mg/L	1 <sup>(a)</sup>	0.002	0.5949	--	--
PH	Unidad de pH	7.9	8	7.94	6.5 - 8.5	6.5- 8.4
As Total	mg/L	0.03	0.0045	0.019	0.1	0.1
Cd Total	mg/L	0.009	0.0001	0.0054	0.01	0.05
Cr VI	mg/L	0.1 <sup>(a)</sup>	0.01	0.0635	--	--
Cu total	mg/L	0.013	0.0045	0.01	0.2	0.5
Fe disuelto	mg/L	0.03	0.12	0.067	5	--
Pb Total	mg/L	0.01	0.01	0.01	0.05	0.05
Hg Total	mg/L	0.001	0.0002	0.001	0.001	0.01
Zn total	mg/L	0.34	0.0214	0.2107	2	24
Temperatura	°C	9.9	10.5	10.1436	Δ 3	Δ 3
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	2	10.3	6.201	1000	1000

Valores Máximos de Parámetros de la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados

Notas:

- R.V = Riego de Vegetales de Tallo alto y corto; B.A. =Bebida de Animales
- <sup>(1)</sup> Caudal mínimo en la Quebrada Mayo Punco en época de estiaje;
- <sup>(c)</sup> D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 3
- <sup>(a)</sup> Valor del D.S. N° 010-2010-MINAM Aprueban los Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas.

Fuente: Elaboración propia.

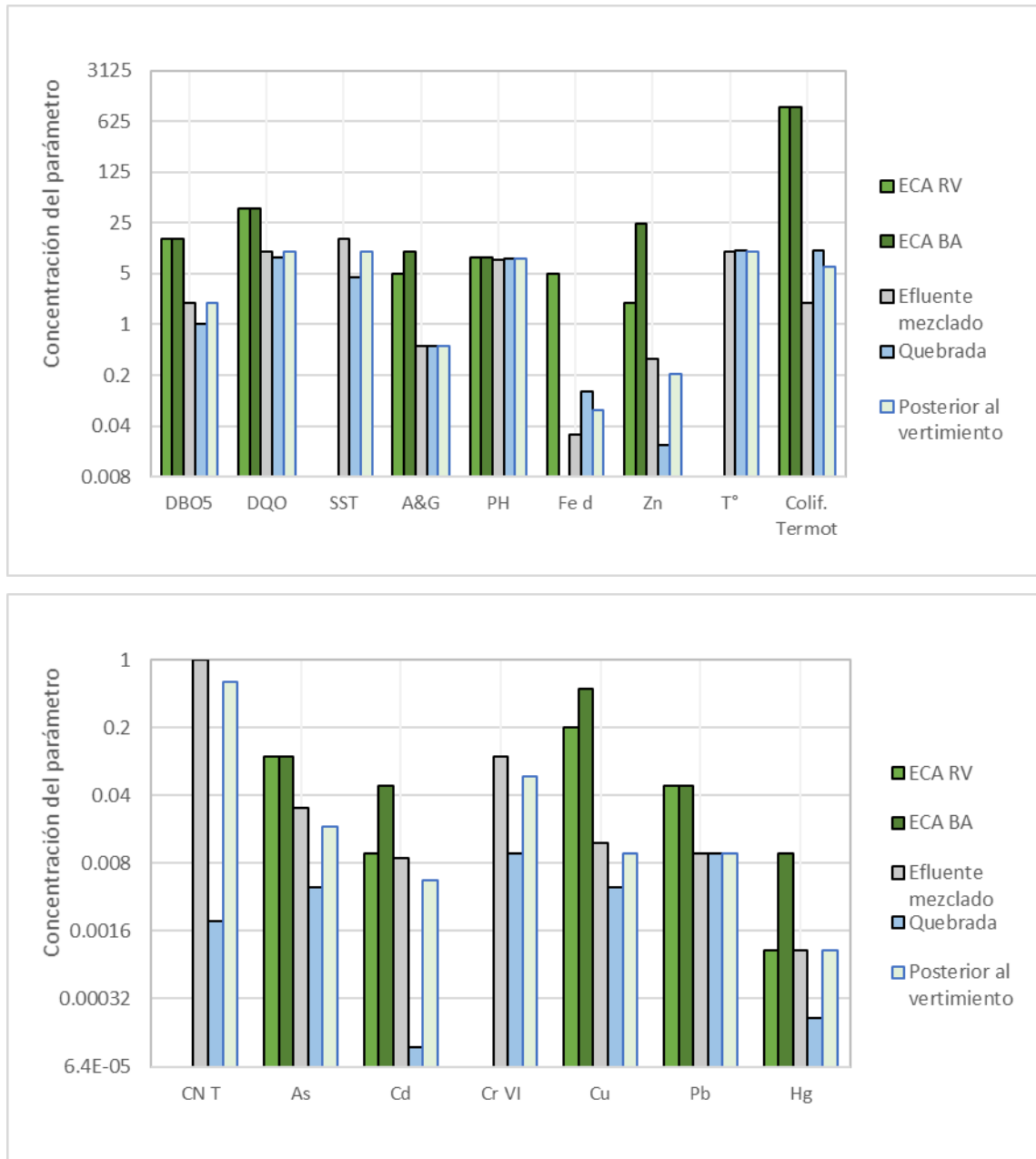
El Balance cumple lo siguiente:

$$C_{MEZCLA} = \frac{(C_{RH} \times Q_{RH} + C_{AR} \times Q_{AR})}{(Q_{RH} + Q_{AR})}$$

Donde:

- $C_{MEZCLA}$  = Concentración del parámetro de la mezcla
- $C_{RH}$  = Concentración en el cuerpo receptor
- $Q_{RH}$  = Caudal del cuerpo receptor
- $C_{AR}$  = Concentración Máxima en aguas residuales tratadas
- $Q_{AR}$  = Caudal máximo de descarga de aguas residuales.

**Gráfico 12** Concentración de calidad del agua posterior al vertimiento, mediante balance de masas



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.3.3 Modelamiento numérico

Los valores modelados con el software CORMIX se aprecian a continuación:

**Cuadro 24 Concentraciones Vs Distancias – Valores – Modelamiento Cormix**

PARÁMETRO MODELADO	UNID	CONCENTRACIÓN INICIAL (C <sub>Efluente</sub> )	EXCESO DE CONCENTRACIÓN INICIAL EC <sub>inicial</sub> = C <sub>Efluente</sub> - C <sub>Qda</sub>	ZONA DE MEZCLA INICIAL <i>Ubicación NRF (X = 3.8, Y= 0.01), con dilución al borde de 2.4, tiempo de 1.06 s</i>		ZONA DE CUMPLIMIENTO ECA Cat 3 <sup>(1)</sup>					CONCENTRACIÓN EN EL PUNTO AS-07			
				Exceso de Concentración al borde de NRF (EC <sub>borde</sub> )	Concentración al borde de NRF (EC <sub>borde</sub> + C <sub>Rio Andacancha</sub> )	Concentración ECA (C <sub>ECA</sub> )	Exceso de Concentración ECA (EC <sub>ECA</sub> )	Dilución (C <sub>ECA</sub> /C <sub>inicial</sub> )	Ubicación		Concentración prom. en la Qda Mayo Punco –AS-08 (antes del vertimiento C <sub>Qda</sub> )	Concentración Prom. en la Qda Mayo Punco AS-07 (después del vertimiento)	Exceso de la Concentración A 260 m (EC <sub>Qda</sub> )	Concentración a 260 m
									X (m)	Y (m)				
DBO5	mg/L	100	98	41.29	43.29	15	13	14.4	7313	0.01	<2	<2	40.374	42.374
		<2	C <sub>efluente</sub> = C <sub>Qda</sub>	0.8259	2.8259	15	13	C <sub>efluente</sub> < C <sub>ECA</sub>		0.8074			2.8074	
DQO	mg/L	200	190	82.592	102.592	40	30	12.1	5923	0.01	<10	<10	80.74	90.74
		<10	C <sub>efluente</sub> = C <sub>Qda</sub>	4.1296	14.1296	40	30	C <sub>efluente</sub> < C <sub>ECA</sub>		4.0374			14.0374	
SST	mg/L	50	45	20.648	25.648	No regulado			<5	7.77	20.1871	25.1871		
		15	10	6.1944	11.1944	No regulado							6.056153	11.0561
Aceites y Grasas	mg/L	20	19.5	8.2592	8.7592	5	4.5	9.8	4533	0.01	<0.5	<0.5	8.074871	8.57487
		<0.5	C <sub>efluente</sub> = C <sub>Qda</sub>	0.2065	0.7065	5	4.5	C <sub>efluente</sub> < C <sub>ECA</sub>		0.201872			0.70187	
Cn total	mg/L	1	0.998	0.413	0.415	0.1	0.098	16.7	8703	0.01	<0.002	<0.002	0.40374	0.40574
As Total	mg/L	0.1	0.0955	0.0413	0.0458	0.1	0.0955	C <sub>efluente</sub> = C <sub>ECA</sub>		0.0045	0.0206	0.040374	0.04487	
		0.03	0.0255	0.0124	0.0169	0.1	0.0955	C <sub>efluente</sub> < C <sub>ECA</sub>				0.012112	0.01651	
Cd Total	mg/L	0.01	0.009	0.0041	0.0051	0.01	0.009	C <sub>efluente</sub> = C <sub>ECA</sub>		<0.001	0.0073	0.004037	0.00503	
		0.009	0.008	0.0037	0.0047	0.01	0.009	C <sub>efluente</sub> < C <sub>ECA</sub>				0.003634	0.00463	
Cr VI	mg/L	0.1	0.009	0.0413	0.0513	No regulado			<0.01	<0.01	0.040374	0.05037		
Cu total	mg/L	0.5	0.4955	0.2065	0.2110	0.2	0.1955	3	364	0.01	0.0045	0.0017	0.201872	0.20637
		0.013	0.0085	0.0054	0.0099	0.2	0.1955	C <sub>efluente</sub> < C <sub>ECA</sub>		0.005249			0.00974	

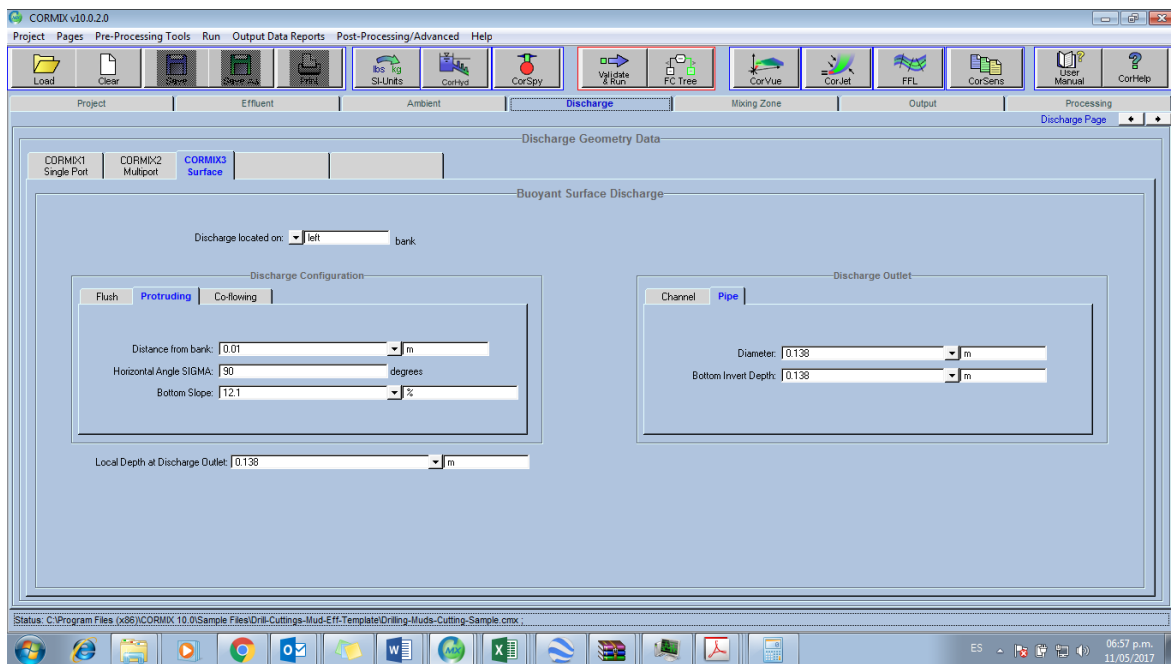
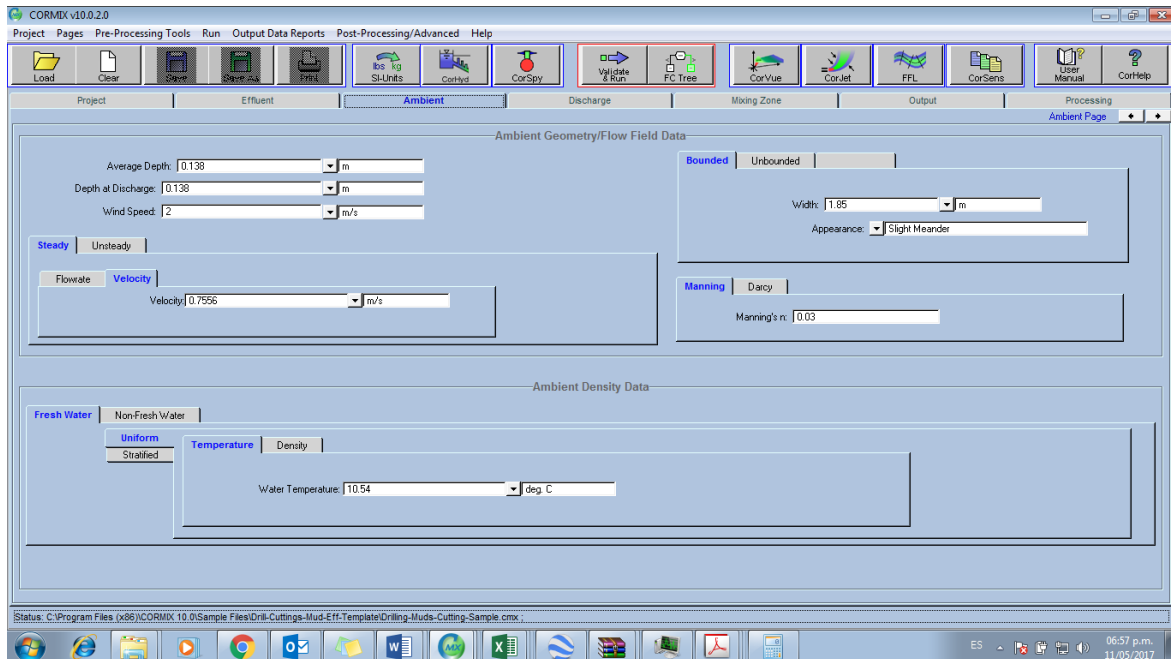
PARÁMETRO MODELADO	UNID	CONCENTRACIÓN INICIAL (C <sub>efluente</sub> )	EXCESO DE CONCENTRACIÓN INICIAL EC <sub>inicial</sub> = C <sub>efluente</sub> - C <sub>Qda</sub>	ZONA DE MEZCLA INICIAL <i>Ubicación NRF (X = 3.8, Y= 0.01), con dilución al borde de 2.4, tiempo de 1.06 s</i>		ZONA DE CUMPLIMIENTO ECA Cat 3 <sup>(1)</sup>					CONCENTRACIÓN EN EL PUNTO AS-07				
				Exceso de Concentración al borde de NRF (EC <sub>borde</sub> )	Concentración al borde de NRF (EC <sub>borde</sub> + C <sub>Río Andacancha</sub> )	Concentración ECA (C <sub>ECA</sub> )	Exceso de Concentración ECA (EC <sub>ECA</sub> )	Dilución (C <sub>ECA</sub> /C <sub>inicial</sub> )	Ubicación		Concentración prom. en la Qda Mayo Punco -AS-08 (antes del vertimiento C <sub>Qda</sub> )	Concentración Prom. en la Qda Mayo Punco AS-07 (después del vertimiento)	Exceso de la Concentración A 260 m (EC <sub>Qda</sub> )	Concentración a 260 m	
									X (m)	Y (m)					
Fe disuelto	mg/L	2	1.88	0.8259	0.9459	No regulado					0.12	0.2475	0.807487	0.92748	
		0.03	C <sub>efluente</sub> < C <sub>Qda</sub>	0.0124	0.1324	No regulado									
Pb Total	mg/L	0.2	0.19	0.0826	0.0926	0.05	0.04	C <sub>efluente</sub> < C <sub>ECA</sub>	2	1.98	- 0.2	<0.01	<0.01	0.080749	0.09074
		0.01	C <sub>efluente</sub> = C <sub>Qda</sub>	0.0041	0.0141	0.05	0.04								
Hg Total	mg/L	0.002	0.0018	0.0008	0.0010	0.001	0.0008	C <sub>efluente</sub> < C <sub>ECA</sub>	2	1.98	- 0.2	0.0002	0.0003	0.000807	0.001
		0.0001	C <sub>efluente</sub> < C <sub>Qda</sub>	0.00004	0.00024	0.001	0.0008								
Zn total	mg/L	1.5	1.48	0.6194	0.6394	2	1.98	C <sub>efluente</sub> < C <sub>ECA</sub>	2	1.98	C <sub>efluente</sub> < C <sub>ECA</sub>	0.02	0.32	0.605615	0.62561
		0.34	0.32	0.1404	0.1604	2	1.98								
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	10 000	9989.69	4129.61	4139.92	1000	989.69	C <sub>efluente</sub> < C <sub>ECA</sub>	16.7	8703	0.01	10.31	26.7	4037.43	4047.74
		2	C <sub>efluente</sub> < C <sub>Qda</sub>	0.8259	11.1359	1000	989.69								

**Cumple ECA y mejora o mantiene la Calidad natural Qda Mayo Punco**      **Cumple sólo ECA**      No cumple ECA y/o calidad natural de la Qda Mayo Punco

Nota: Este gráfico está referenciado al Gráfico 11.

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 13 Datos de Ingreso al Software CORMIX



Fuente: Elaboración propia.



### **4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.3.1 Caudales**

La Qda Mayo Punco, de acuerdo con su último Estudio Hidrológico, posee un caudal en promedio de 192.9 l/s en, y un caudal mínimo de 82 l/s en época de estiaje, los mismos que han sido sustentados en sus monitoreos de caudales (AS-08).

De verter la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados al cuerpo de agua (120 L/s), se generaría un impacto positivo aguas abajo del punto de vertimiento, ya que se incrementaría la oferta hídrica superficial de la Qda Mayo Punco. Es importante indicar que actualmente se vierte el agua residual industrial tratada proveniente de la PTARI Nv. 4060 a un caudal autorizado de hasta 80 L/s, las cuáles de acuerdo con los monitoreos de caudales (AS-07) en el cuerpo receptor, no han comprometido afectaciones perceptibles sobre el cauce natural de la Qda Mayo Punco.

Además, el caudal proyectado del presente tratamiento sería de 120 l/s, del cual sólo el 1.02 % representa al efluente doméstico tratado (adicional); por tal, no se considera una afectación del caudal; por el contrario, se retornaría el agua captada para fines industriales y domésticos, provenientes de la Laguna Lacsacocha o Laguna Saprauco (laguna de aportación natural a la Qda Mayo Punco), manteniendo un balance hídrico adecuado a sus condiciones naturales.

#### **4.3.2 Análisis de calidad fisicoquímica**

Los parámetros Conservativos son aquellos que no son afectados por procesos naturales, por lo que sus concentraciones sólo son reducidas por dilución; siendo de este tipo los metales pesados. Los parámetros que cumplen esta condición y son regulados por la normatividad ambiental vigente son: As, Cd, Cu, Pb, Hg, Zn. Para calcular el valor que tendrían éstos parámetros posteriores al vertimiento y dilución en el cuerpo de agua de la Qda Mayo Punco, se realizó el cálculo mediante el Software CORMIX presentado en el Cuadro 24 y el balance de masas del Cuadro 23 a condiciones críticas, de donde se determinó que su variación no es significativa, y por el contrario, mejoran o mantienen la calidad actual de la Qda Mayo Punco y los valores cumplen con los ECA para agua, no representando un impacto sobre la calidad de las aguas del cuerpo receptor de la Qda Mayo Punco.

Considerando que el efluente industrial representa el 98.98 % del efluente final, y que éste es actualmente vertido en la Qda Mayo Punco a un caudal de hasta 80 L/s, se puede evidenciar en los resultados del monitoreo de la estación AS-07 (posterior al vertimiento) del Cuadro 2<5, que las concentraciones de iones metálicos no representan una variación significativa, cumpliendo los ECA para agua superficial categoría 3, aprobada por la normatividad ambiental vigente.

Además, el efluente doméstico antes de su confluencia con el efluente industrial tendría un tratamiento previo, y como se puede observar en los informes de ensayo adjuntos en el Anexo 03, éstos presentan valores menores de concentración de iones metálicos, los cuáles se reducirían en el posterior tratamiento.

En relación a los parámetros no conservativos, éstos pueden degradarse por procesos naturales de auto purificación, reduciendo sus concentraciones en el tiempo, dependiendo de la calidad del cuerpo de agua receptor, la temperatura y otros factores ambientales. Dentro de éstos se encuentran la mayoría de sustancias orgánicas, algunas inorgánicas y los microorganismos. Para calcular el valor que tendrían éstos parámetros posterior al vertimiento y reducción inicial de su concentración en el cuerpo de agua de la Qda Mayo Punco, se realizó el cálculo mediante el Software CORMIX presentado en el en el Cuadro 24 y el balance de masas del Cuadro 23 a condiciones críticas, de donde se determinó que su variación no es significativa y los valores cumplirían con los ECA para agua. Además, se considera que estos parámetros reducirían en mayor proporción sus concentraciones con el transcurso del tiempo, no representando un impacto sobre la calidad de las aguas del cuerpo receptor de la Qda Mayo Punco.

### 4.3.3 Análisis hidrobiológico

El fitoplancton, determinado como la base de la cadena alimenticia, presentó valores de diversidad altos en época húmeda y valores normales en época seca, considerando que, durante el periodo de monitoreo, ya se vertía el efluente industrial tratado en la Qda Mayo Punco.

De igual manera, el zooplancton, que se alimenta de materia orgánica y de productores primarios, organismos descomponedores como bacterias y otros, algunos de residuos orgánicos particulados, presenta valores altos valores de diversidad en época húmeda, pero valores bajos en época seca. Mientras que, los bentos, los cuales determinan la temporalidad de las alteraciones, presentaron valores de diversidad bajos en época húmeda y seca. Ello considerando que, durante el monitoreo, ya se vertía el efluente industrial tratado.

El vertimiento proyectado no representa variaciones significativas en las concentraciones de parámetros que determinan la calidad del agua, por tal, se mantendrían las condiciones actuales hidrobiológicas en el cuerpo receptor de la Qda Mayo Punco.

#### 4.4 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Las condiciones ambientales de la Quebrada Mayo Punco influyen significativamente en el vertimiento de la mezcla del efluente doméstico e industrial tratado, puesto que, los valores de parámetros de calidad que posee esta quebrada han servido de base para conocer cuál será su estado posterior a la mezcla del efluente doméstico e industrial tratado en la U.M. Mallay. Al hacer uso de una data de aproximadamente 5 años, los valores de la quebrada Mayo Punco han sido más representativos, logrando mostrar valores más próximos a la realidad. Asimismo, se considera que esta quebrada actualmente presenta vertimientos, y que aun así se mantiene por debajo de los valores de ECA de agua establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

La cantidad y calidad de la mezcla de efluentes proyectados favorecen la dilución sobre las aguas de la quebrada Mayo Punco, puesto que, la mezcla destinada para vertimiento presenta valores de calidad más bajos que los efluentes tratados por separado. Es preciso recalcar que la mezcla de efluentes tratados por separado cumplía con los LMP domésticos e industriales según sea el caso, pero con la mezcla los valores se reducen aún más, llegando en algunos casos, hasta cumplir los ECA de agua en la categoría 3.

Las condiciones proyectadas producen efectos positivos significativos en el vertimiento de la mezcla de efluentes tratados en las aguas de la Quebrada Mayo Punco. Se realizó una comparación de la calidad del agua de la Quebrada Mayo Punco posterior al actual vertimiento (AS-7) y la calidad del agua modelada en la Quebrada Mayo Punco posterior a la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados, y los valores resultantes no sólo cumplen con los ECA de agua categoría 3, sino, además, mejoran las condiciones de calidad del agua de la quebrada. Ello a pesar de que, el actual vertimiento no considera efluentes domésticos, y el modelamiento considera industriales y domésticos mezclados.

## CONCLUSIONES

- Se ha determinado las condiciones actuales de la Quebrada Mayo Punco: régimen de caudal permanente, caudal promedio en época de estiaje de 0.1929 m<sup>3</sup>/s y caudal mínimo en época de estiaje de 0.082 m<sup>3</sup>/s; la calidad del agua cumple con los Estándares de Calidad Ambiental categoría 3 establecidos en el D.S. N° 004-2014-MINAM, a pesar que actualmente se realizan descargas de efluentes industriales mineros; no obstante, no posee una calidad hidrobiológica adecuada, dado que se la ha determinado como crítica.
- La cantidad de mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados disponibles para vertimiento es de 120 l/s, considerando que, se tratan 136 l/s, de los cuáles 16 l/s son recirculados al proceso y para riego de vías. La calidad de la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados no sólo cumple con los LMPs para vertimiento de efluentes mineros (D.S. N° 010-2010-MINAM) y de efluentes domésticos tratados (D.S. N° 003-2010-MINAM), sino que ciertos parámetros cumplen con los ECA de agua categoría 3 (D.S. N° 004-2017-MINAM). La calidad de la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados es menor que la calidad de efluentes por separado.
- Las condiciones proyectadas del vertimiento de la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados en la quebrada Mayo Punco muestran que la zona de mezcla es de 3.8 m desde el punto de vertimiento EM-04, en esta zona no necesariamente se cumplen los ECA de agua, pero dicha área es de operación minera, encontrándose a la población a 3 Km de distancia, no teniendo acceso directo al área, y por tal, no podrían ser afectados. Posterior a los 3.8 m. los valores de calidad de la quebrada Mayo Punco reducen sus concentraciones de parámetros fisicoquímicos, metales y microbiológicos, cumpliendo con los ECA de agua categoría 3, resaltando que éstos valores serán menores a los actuales, a pesar de que actualmente sólo se realiza vertimiento industrial minero, y no domésticos.

En conclusión, se ha determinado una influencia positiva del vertimiento proyectado de la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados sobre la calidad ambiental del agua de la quebrada Mayo Punco.

## RECOMENDACIONES

- Dar continuidad a los monitoreos de calidad de agua y efluentes, dado que, si bien es cierto, el modelamiento realizado considerando las condiciones más críticas de calidad de agua y efluentes, demuestran que la calidad del agua mejora, es importante garantizar el cumplimiento.
- Dar continuidad a los monitoreos de calidad hidrobiológica, considerando que la mejora de la calidad ambiental de la Quebrada Mayo Punco podría mejorar sus condiciones actuales hidrobiológicas.
- Realizar modelamientos proyectados cada 05 años, ello dado que, las condiciones de calidad de la Quebrada Mayo Punco podrían variar, considerando que, el área donde opera la U.M. Mallay posee condiciones mineralógicas que podrían ocasionar aumento de las concentraciones de metales, pH, conductividad y otras.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Alba-Tercedor, J. y Sánchez-Ortega, A. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes, basado en el de Hellawel 1978. *Limnetica* 4: 51-56.
- Apella, C., Araujo, P. (2005). *Microbiología de agua Conceptos Básicos*. Pag. 44 - 45.
- Autoridad Nacional del Agua (2017). Resolución Jefatural N° 108-2017-ANA, Guía para la Determinación de la Zona de Mezcla y la Evaluación del Impacto del Vertimiento de Aguas Residuales tratadas a un cuerpo natural de agua.
- Autoridad Nacional del Agua (2016). Resolución Jefatural, N° 180-2016-ANA, Glosario de Recursos Hídricos.
- Autoridad Nacional del Agua (2013). R.J. N°224-2013-ANA: “Nuevo Reglamento para el otorgamiento de autorización de vertimiento y reúsos de aguas residuales tratadas”.
- Ministerio de Energía y Minas (2018). Boletín Estadístico Minero “Inversiones Mineras continúan en Crecimiento”, Lima.
- Barbour M., Gerritsen J., Snyder D, Stribling J. 1999. Rapid Bioassessment Protocols for use in streams and wadeable rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish. Washington, D.C., U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, EPA 841-B-99-002, 2nd ed.
- Carmen O. B. (2002). *Contaminación ambiental. Una visión desde la química*, Madrid, España, Thomson Editores Spain.
- Dajoz, R. (2002) b. *Tratado de Ecología*. Segunda edición. Capítulo 25: El medio marino. Pag. 585-587.
- HILSENHOFF, W., (1988). Rapid field assessment of organic pollution with a family level biotic index. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 7(1). 65-68 p.
- Dharmappa, H., Sivakumar, M. (2006). *Wastewater Characteristics, Management And Reuse In Mining & Mineral Processing Industries*, Australia.
- Gaspar Virilo Méndez Cruz (2017). Tesis para optar el grado de título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Cajamarca, Jaén, Cajamarca.

- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI); Resumen Informativo Semanal N° 23-2018 del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP).
- Jesús T.P. (2017), OSINERGMIN, *La industria de la Minería en el Perú*, Magdalena del Mar, Lima, Perú, Organismo Superior de la Inversión en Energía y Minería.
- KARR, J. R. (1999). Defining and measuring river health. *Freshwater Biology*. 41:221-234.
- Mejía, J. (2012). *Hidrología Aplicada*. Segunda edición. Capítulo 3: La cuenca hidrográfica. Pag. 53 – 65.
- Ministerio de Energía y Minas (2014). Resolución Ministerial N° 120-2014-MEM/DM. Inciso C: Componentes Mineros: Pág. 2.
- Ministerio del Ambiente (2000). Libro Blanco del Agua. Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica del Ministerio de Medio Ambiente, España.
- Ministerio del Ambiente (2010). Aprueban Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero Metalúrgicas D.S. N° 010-2010-MINAM, Lima.
- Ministerio del Ambiente (2014). Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias.
- Ministerio del Ambiente (2014). Métodos de Colecta, Identificación y Análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú. Universidad Mayor de San Marcos, Museo de Historia Natural, Departamento de Limnología e Ictiología. Biblioteca Nacional del Perú, primera edición.
- MINAM (2010). Aprueban Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales domésticas o Municipales D.S. N° 003-2010-MINAM, Lima.
- M. Sc Alberto C. (2012). *Química y Toxicología Ambiental*, Lima, 2012.
- Metcalf-Eddy (1991) “Tratamiento y depuración de las aguas residuales”.
- Natalie Callo Aguirre y Martha Elena Laura Vigo (2014). Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.



- Ortega H., M. Hidalgo, E. Correa, G. Trevejo, V. Meza, A.M. Cortijo y J. Espino. 2012. Lista Anotada de los Peces de Aguas Continentales del Perú. Segunda Edición. Ministerio del Ambiente - Museo de Historia Natural. Lima, Perú. 56pp.
- Robert L. Doneker (2001) Artículo Científico – ELSEVIER.
- Rojas Soriano, Raúl (1986). El Proceso de la investigación Científica, página 106, Editorial Trillas.
- Roldán G, Ramírez JJ. 2008. Fundamentos de limnología Neotropical. 2da. Ed. Medellín (Colombia): Editorial Universidad de Antioquia, Universidad Católica de Oriente y Academia Colombiana de Ciencias– ACCEFYN: 440.
- Sánchez Carlesi, Hugo. (1987). Metodología y diseños en la investigación científica.
- Smith, T., Smith, R. (2007). Ecología Sexta Edición. Octava parte: Ecología Biogeográfica. Capítulo 24: Ecosistemas Acuáticos. Pag. 546-547, 553,551, 562.
- W. R. Granados Navarro, Las hipótesis y las variables en la investigación, página 3.
- Zamora H. (2007). El índice BMWP y la Evaluación Biológica de la calidad de agua en los ecosistemas acuáticos epicontinentales naturales de Colombia. Departamento de Biología e instituto de estudios de Posgrado, Universidad de Cauca . Popayán.

# **ANEXOS**

# **ANEXO 1**


## **MATRIZ DE CONSISTENCIA**


Anexo 1 Matriz de Consistencia

N°	PROBLEMA	OBJETIVO	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DEFINICIONES	METODOLOGÍA
01	<b>Problema Principal:</b>	<b>Objetivo General:</b>	<b>A nivel internacional:</b>	<b>Hipótesis General:</b>	<b>Variable Independiente:</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Tipo:</b> Investigación aplicada o tecnológica
	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿De qué manera el vertimiento proyectado de la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados influyen en la calidad ambiental del agua de la quebrada Mayo Punco en la unidad minera Mallay del distrito y provincia de Oyón, departamento de Lima en el año 2018?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la influencia del vertimiento proyectado de la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados sobre la calidad ambiental del agua de la quebrada Mayo Punco en la unidad minera Mallay del distrito y provincia de Oyón, departamento de Lima en el año 2018.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robert L. Doneker, Artículo Científico - ELSEVIER, 2001.</li> <li>SISTEMAS CORMIX-GI PARA EL ANÁLISIS DE LA ZONA DE MEZCLA DE LA ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE SALMUERA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El vertimiento proyectado de la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados produce efectos poco significativos sobre la calidad ambiental del agua de la quebrada Mayo Punco en la unidad minera Mallay del distrito y provincia de Oyón, departamento de Lima en el año 2018.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vertimiento proyectado de la mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Variable Independiente:</li> <li>Descarga de aguas residuales previamente tratadas provenientes de actividades antropogénicas que se efectúa en un cuerpo natural de agua continental o marítima. Se excluyen las provenientes de naves y artefactos navales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel:</li> <li>Investigación explicativa</li> <li>Diseño:</li> <li>Descriptivo correlacional simple</li> </ul>
02	<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos Específicos:</b>	<b>A nivel nacional:</b>	<b>Hipótesis Específicas:</b>	<b>Variable Independiente:</b>	<b>Definición Operacional:</b>	<b>Técnicas e instrumentos:</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuáles son las condiciones ambientales de la quebrada Mayo Punco?</li> <li>¿Cuál es la cantidad y calidad de la mezcla de efluentes que se proyectan verter sobre las aguas de la quebrada Mayo Punco?</li> <li>¿Cuáles son las condiciones proyectadas del vertimiento de la mezcla de efluentes en las aguas de la quebrada Mayo Punco?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar cuáles son las condiciones ambientales de la quebrada Mayo Punco.</li> <li>Detallar la cantidad y calidad de la mezcla de efluentes que se proyectan verter sobre las aguas de la quebrada Mayo Punco.</li> <li>Identificar las condiciones proyectadas del vertimiento de la mezcla de efluentes en las aguas de la quebrada Mayo Punco.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gaspar Virilo Méndez Cruz, Tesis para optar el grado de título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Cajamarca, Jaén, Cajamarca, 2017.</li> <li>CONTAMINACIÓN POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AGUA DE CONSUMO DE LA POBLACIÓN DEL CENTRO POBLADO CHURUYACU – SAN IGNACIO, 2016.</li> <li>Natalie Callo Aguirre y Martha Elena Laura Vigo, Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, 2014.</li> <li>PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE DISEÑO DEL VERTIMIENTO DE UN EFLUENTE MINERO EN LA QUEBRADA CHONTA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN MODELO DE DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES Y LOS ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las condiciones ambientales de la quebrada Mayo Punco influirían significativamente en el vertimiento de la mezcla de efluente domésticos e industriales.</li> <li>La cantidad y calidad de la mezcla de efluentes que se proyectan verter favorecerían la dilución sobre las aguas de la quebrada Mayo Punco.</li> <li>Las condiciones proyectadas producen efectos positivos significativos en el vertimiento de la mezcla de efluentes en las aguas de la quebrada Mayo Punco.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calidad Ambiental del agua de la quebrada Mayo Punco.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Variable Independiente:</li> <li>Se realizará la evaluación del vertimiento de la mezcla del efluente doméstico tratado proveniente de los campamentos hacia la planta de tratamiento de aguas subproductos de las actividades minera de la unidad minera Mallay, mediante el modelamiento de los parámetros físico, químicos y microbiológicos en las aguas de la quebrada Mayo Punco.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Técnica:</li> <li>Análisis documental de contenidos</li> <li>Instrumento:</li> <li>Ficha de Registro de Datos</li> </ul>
					<ul style="list-style-type: none"> <li>Factores ambientales de la quebrada Mayo Punco</li> <li>Cantidad y calidad del agua de la quebrada Mayo Punco</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Variable Dependiente:</li> <li>Se refiere a las condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por actividades poblacionales y/o productivas en la quebrada Mayo Punco.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Población y Muestra:</li> <li>Población:</li> <li>Vertimiento de efluentes mineros</li> <li>Muestra:</li> <li>Efluentes (domésticos e industriales) provenientes de la U.E.A. Mallay</li> </ul>
					<ul style="list-style-type: none"> <li>Dimensiones:</li> <li>Factores del vertimiento</li> <li>Cantidad y calidad del vertimiento</li> </ul>		
					<ul style="list-style-type: none"> <li>Indicadores:</li> <li>Características de la tubería (diámetro, coeficiente de Manning, longitud)</li> <li>Volumen de vertimiento (metros<sup>3</sup>)</li> <li>Parámetros de Vertimiento (Límite máximo permitido "LMP")</li> </ul>		
					<ul style="list-style-type: none"> <li>Indicadores:</li> <li>Pendiente de la quebrada y características del cauce</li> <li>Volumen de vertimiento (metros<sup>3</sup>)</li> <li>Parámetros de calidad (Estándares de Calidad Ambiental "ECA")</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Técnicas de procesamiento de datos:</li> <li>Modelamiento de Vertimientos en cueros de agua lóaticos mediante Software CORMIX</li> </ul>

# **ANEXO 2**


## **FICHA REGISTRO DE DATOS**

	<b>FICHA DE REGISTRO DE DATOS</b>	<b>Código:</b>	A02-FCH-01																												
		<b>Versión:</b>	V01																												
		<b>Fecha:</b>	30/10/2018																												
<p>En la presente ficha de registro de datos se detallará la institución y la información requerida para el desarrollo del proyecto de investigación, completando los ítem requeridos.</p>																															
<b>I) DATOS DEL PROYECTO</b>																															
1.1.) Nombre del proyecto:	Vertimiento Projectado de la Mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados y su influencia sobre la calidad ambiental del agua de la quebrada Mayo Punco, en la unidad Minera Mallay del distrito y provincia de Oyón, departamento de Lima en el año 2018																														
1.2.) Código del proyecto:	T-VF-JM-001																														
1.3.) Fecha de registro:	01/11/2018																														
<b>II) DATOS DEL INSTITUTO</b>																															
2.1.) Nombre:	RHIND GROUP S.A.C.																														
2.2.) Área:	Consultoría Ambiental - Registro																														
2.3.) Correo referencial:	informe@rhind.pe	2.4.) Tipo de Fuente*:	P																												
*Nota: P= información primaria, S= información secundaria, y T= información terciaria																															
2.4.) Requerimiento	Información de la unidad minera Mallay, reportes de monitoreo de calidad ambiental del agua de la quebrada Mayo Punco y efluentes tratados de plantas de tratamiento																														
<b>III) DATOS DE LA INFORMACIÓN</b>																															
3.1.) Datos Obtenidos:	Documentos del informes técnicos e informes de monitoreo																														
3.2.) Listado de Documentos obtenidos:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Tipo de documento</th> <th>Formato de entrega</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>01</td> <td>Memoria descriptiva de tratamiento</td> <td>Digital</td> <td>01 (un) DVD</td> </tr> <tr> <td>02</td> <td>Memoria descriptiva de procesos</td> <td>Digital</td> <td>01 (un) DVD</td> </tr> <tr> <td>03</td> <td>Informes de ensayo de calidad</td> <td>Digital</td> <td>01 (un) DVD</td> </tr> <tr> <td>04</td> <td>Registro Fotográfico</td> <td>Digital</td> <td>01 (un) DVD</td> </tr> <tr> <td>05</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>06</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>			N°	Tipo de documento	Formato de entrega	Cantidad	01	Memoria descriptiva de tratamiento	Digital	01 (un) DVD	02	Memoria descriptiva de procesos	Digital	01 (un) DVD	03	Informes de ensayo de calidad	Digital	01 (un) DVD	04	Registro Fotográfico	Digital	01 (un) DVD	05	-	-	-	06	-	-	-
N°	Tipo de documento	Formato de entrega	Cantidad																												
01	Memoria descriptiva de tratamiento	Digital	01 (un) DVD																												
02	Memoria descriptiva de procesos	Digital	01 (un) DVD																												
03	Informes de ensayo de calidad	Digital	01 (un) DVD																												
04	Registro Fotográfico	Digital	01 (un) DVD																												
05	-	-	-																												
06	-	-	-																												
----- V°B° Elaboración		----- V°B° Recepción																													

	<b>FICHA DE REGISTRO DE DATOS</b>	<b>Código:</b>	A02-FCH-02
		<b>Versión:</b>	V01
		<b>Fecha:</b>	30/10/2018
<p>En la presente ficha de registro de datos se detallará la institución y la información requerida para el desarrollo del proyecto de investigación, completando los ítem requeridos.</p>			
<b>I) DATOS DEL PROYECTO</b>			
1.1.) Nombre del proyecto:	Vertimiento Projectado de la Mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados y su influencia sobre la calidad ambiental del agua de la quebrada Mayo Punco, en la unidad Minera Mallay del distrito y provincia de Oyón, departamento de Lima en el año 2018		
1.2.) Código del proyecto:	T-VF-JM-001		
1.3.) Fecha de registro:	01/11/2018		
<b>II) DATOS DEL INSTITUTO</b>			
2.1.) Nombre:	Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.		
2.2.) Área:	Medio Ambiente - Autorizaciones		
2.3.) Correo referencial:	-	2.4.) Tipo de Fuente*:	P
*Nota: P= información primaria, S= información secundaria, y T= información terciaria			
2.4.) Requerimiento	Autorizaciones de Vertimiento		
<b>III) DATOS DE LA INFORMACIÓN</b>			
3.1.) Datos Obtenidos:	Informe técnico que otorgó la autorización de vertimiento		
3.2.) Listado de Documentos obtenidos:			
N°	Tipo de documento	Formato de entrega	Cantidad
01	Informe completo	Digital	01 (un) DVD
02	Diseño de Planta	Digital	01 (un) DVD
03	-	-	-
04	-	-	-
05	-	-	-
06	-	-	-
----- V°B° Elaboración		----- V°B° Recepción	





	<b>FICHA DE REGISTRO DE DATOS</b>	<b>Código:</b>	A02-FCH-04	
		<b>Versión:</b>	V01	
		<b>Fecha:</b>	30/10/2018	
<p>En la presente ficha de registro de datos se detallará la institución y la información requerida para el desarrollo del proyecto de investigación, completando los ítem requeridos.</p>				
<b>I) DATOS DEL PROYECTO</b>				
1.1.) Nombre del proyecto:	Vertimiento Planificado de la Mezcla de efluentes domésticos e industriales tratados y su influencia sobre la calidad ambiental del agua de la quebrada Mayo Punco, en la unidad Minera Mallay del distrito y provincia de Oyón, departamento de Lima en el año 2018			
1.2.) Código del proyecto:	T-VF-JM-001			
1.3.) Fecha de registro:	02/11/2018			
<b>II) DATOS DEL INSTITUTO</b>				
2.1.) Nombre:	Universidad Alas Peruanas			
2.2.) Área:	Dirección General de Asuntos Ambientales			
2.3.) Correo referencial:	<a href="mailto:g_gomez@uap.edu.pe">g_gomez@uap.edu.pe</a>	2.4.) Tipo de Fuente*:	P	
*Nota: P= información primaria, S= información secundaria, y T= información terciaria				
2.4.) Requerimiento	Estructura del proyecto de investigación (Tesis)			
<b>III) DATOS DE LA INFORMACIÓN</b>				
3.1.) Datos Obtenidos:	Estructura para la elaboración de los proyectos de investigación			
3.2.) Listado de Documentos obtenidos:				
	N°	Tipo de documento	Formato de entrega	Cantidad
	01	Estructura en editable	Correo electrónico	1
	02	-	-	-
	03	-	-	-
	04	-	-	-
	05	-	-	-
	06	-	-	-
----- V°B° Elaboración		----- V°B° Recepción		

# **ANEXO 3**

## **RESULTADOS DE MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL Y EFLUENTES**

Tabla 1 Resultados de Calidad Ambiental del Agua de la Quebrada Mayo Punco en la estación AS-08

PARÁMETRO	UNID	LÍMITE DE DETECCIÓN LABORATORIO	ECA AGUA		2013			2014				2015							2016				2017		CARACTERIZACIÓN PROMEDIO		
			RIEGO DE VEGETALES - TALLO ALTO Y BAJO	BEBIDA DE ANIMALES	PROMEDIO	FEBRERO	MAYI	PROMEDIO	MAYI	JUNIO	DIEMBRE	PROMEDIO	MARZO	ABRIL	MAYI	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	PROMEDIO	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DIEMBRE	PROMEDIO		MARZO	
Caudal	l/s	--	--	--	131.45	131.45	**	178.52	417.99	78.3	39.262	206.8	290.4	286	265	187.99	195.2	185.3	38.2	87.77	85.04	90.5	**	**	**	154.66	
Aceites & Grasas	mg/L	<0.5	5	10	0.5	0.5	0.5	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	<0.5
Cianuro Wad	mg/L	<0.002	0.1	0.1	0.0025	0.0025	0.0025	0.0023	0.0025	0.0025	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	<0.002
Cloruro	mg/L	<1	500	--	0.55	1	0.1	**	**	**	**	0.5	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	<1
Conductividad	uS/cm	--	2500	5000	168	168	**	213.3	160	228	252	228.57	117	171	234	191	286	296	305	283.33 33333	280	275	295	129.9	129.9	213.78	
Cr VI	mg/L	<0.01	--	--	0.0525	0.1	0.005	0.005	0.005	**	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	<0.01
DBO (5)	mg/L	<2	15	15	1	1	1	1	**	**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**	**	**	**	**	**	**	<2
DQO	mg/L	<10	40	40	5	5	5	**	**	**	**	7.73	**	**	5	5	5	15.9	**	12.703 33333	5	5	28.11	5	5	<10	
SAAM	mg/L	<0.025	0.2	0.5	0.005	0.005	0.005	0.0125	**	**	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	**	**	**	**	**	**	**	<0.025
Fenoles	mg/L	<0.001	0.002	0.01	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	**	**	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	**	**	**	**	**	**	**	<0.001
Fluoruros	mg/L	<0.02	1	--	0.03	0.03	<0.02	**	**	**	**	0.0457 1	0.03	0.05	0.06	0.04	0.05	0.06	0.03	**	**	**	**	**	**	**	0.05
Nitrato (NO3-N)	mg/L	<0.1	--	--	0.061	0.044	0.078	0.07	**	**	0.07	0.0643	0.07	0.08	0.05	0.02	0.07	0.11	0.05	0.12	0.19	**	0.05	0.27	0.27	0.13	
Nitrito (NO2-N)	mg/L	<0.005	10	10	0.0005	0.0005	0.0005	**	**	**	**	0.0025	**	**	0.0025	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	<0.005
Nitrato + Nitrito	mg/L	--	100	100	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.13
Oxígeno Disuelto	mg/L	--	4	5	7.300	7.3	**	6.55	7.16	6.45	6.05	6.973	6.65	6.7	6.5	7.55	7.59	7.6	6.22	6.58	6.7	6.8	6.24	6.95	6.95	6.76	
pH	pH	--	6.5 - 8.5	6.5-8.4	8.110	8.11	**	8.22	8.4	8.6	7.67	7.89	8.22	7.85	7.9	8.22	7.1	7.4	8.54	8.41	8.25	8.3	8.68	7.47	7.47	8.00	
Sulfato (SO4-)	mg/L	<1	1000	1000	11.650	9.6	13.7	23.04	**	**	23.04	15.871	6.72	10.62	12.5	10.31	23.33	24.05	23.57	26.33	26	26	27	12	12	19.31	





PARÁMETRO	UNID	LÍMITE DE DETECCIÓN LABORATORIO	ECA AGUA		2013			2014				2015							2016				2017		CARACTERIZACIÓN PROMEDIO	
			RIEGO DE VEGETALES - TALLO ALTO Y BAJO	BEBIDA DE ANIMALES	PROMEDIO	FEBRERO	MAYI	PROMEDIO	MAYI	JUNIO	DICIEMBRE	PROMEDIO	MARZO	ABRIL	MAYI	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	PROMEDIO	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO		MARZO
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL		1000	1000	2.7	4.5	0.9	14.77	6.8	33	4.5	5.86	13	4	11	4.5	4.5	2	2	**	**	**	**	**	**	10.31
Enterococos intestinales	NMP/100mL		20	20	**	**	**	**	**	**	**	4.5	**	**	4.5	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	4.50
Escherichia coli	NMP/100mL		100	1000	2.7	4.5	0.9	**	**	**	**	4.5	**	**	4.5	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	4.50
Huevos y larvas de Helmintos	Huevos/L		<1	<1	**	**	**	**	**	**	**	0.5	**	**	0.5	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	<1

Nota:

Valores promedio anual	Características promedio de calidad ambiental de la Quebrada Mayo Punco en la estación AS-08	Valores resultantes debajo del límite máximo de detección de laboratorio que han sido divididos entre dos con fines de cálculos	Parámetros no monitoreados (**)
------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2 Resultados de Calidad Ambiental del Agua de la Quebrada Mayo Punco en la estación AS-07

PARÁMETRO	UNID	LÍMITE DE DETECCIÓN		ECA AGUA	2013			2014												2015												2016			2017		CARACTERIZACIÓN PROMEDIO	
		RIEGO DE VEGETALES	BEBIDA DE ANIMALES		PROMEDIO	FEBRERO	MARZO	PROMEDIO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	PROMEDIO	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO	MARZO		
		--	--																																			
Caudal	l/s	--	--	--	414.5	168	661.03	277.38	316	320.5	808.9	531	517.6	114	135.5	127	107.4	145.6	135.2	69.4	225.4	141.2	310.5	299.25	285.3		263.75	255.4	205.2	42.65	108.6	115	102.3	**	**	**	203.82	
Aceites & Grasas	mg/L	<0.5	5	10	0.5	0.5	0.5	0.25	**	**	**	**	0.25	0.25	**	**	**	**	**	**	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
Bicarbonatos	mg HCO3/L	--	518	--	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
Cianuro Wad	mg/L	<0.02	0.1	0.1	0.025	0.025	0.025	0.00175	0.0005	0.0005	0.0005	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.001	0.001	0.001	0.0012	0.0013	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0012	
Cloruro	mg/L	<1	500	--	1	1	0.1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.5			**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.50	
Color (b)		--			**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
Conductividad Eléctrica	uS/cm	--	2500	5000	231	223	239	279.875	216	254.5	197	183	188	272	325	325	351	353	360	334	269.77	202	226	159	233	332	245	362	320	349	323	320	305	344	228	228	275.16	
Cr VI	mg/L	<0.01	--	--	**	0.005	0.005	0.0042	**	0.001	0.001	0.005	**	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	
DBO (5)	mg/L	<2	15	15	1	1	1	1.181818182	1	1	3	1	1	**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.09
DQO	mg/L	<10	40	40	5	5	5	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	5			**	**	**	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6.03
SAAM	mg/L	<0.025	0.2	0.5	0.005	0.005	0.005	0.0125	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.0125			0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.01
Fenoles	mg/L	<0.01	0.002	0.01	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.0005			0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.001
Fluoruros	mg/L	<0.02	1	--	0.07	0.07	<0.02	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.0914			0.04	0.08	0.13	0.1	0.13	0.07	0.09	**	**	**	**	**	**	0.091	
Nitrato	mg/L	<0.1	--	--	0.169	0.153	0.185	0.27	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.27	0.18		0.16	0.25	0.2	0.14	0.33	0.1	0.08	0.545	0.67	**	0.42	0.43	0.43	0.356	

PARÁMETRO	UNID	LÍMITE DE DETECCIÓN		ECA AGUA		2013			2014												2015						2016			2017		CARACTERIZACIÓN PROMEDIO					
		RIEGO DE VEGETALES	BEBIDA DE ANIMALES	PROMEDIO	FEBRERO	MARZO	PROMEDIO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	PROMEDIO	OCTUBRE		NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO	MARZO	
		<0.05	10	0.0005	0.0005	0.0005	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.009			**	**	**	**	**	**	**	**		**	**	**	**	**
Nitrito	mg/L	<0.05	10	10	0.0005	0.0005	0.0005	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.009			**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.009	
Nitrato+Nitrito	mg/L	--	100	100	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.365	
Oxígeno Disuelto	mg/L	--	4	5	7.2	7.6	6.8	6.72	4.75	3.33	6.89	7.5	7.8	7.72	7.27	7.29	6.9	7.65	7.7	5.88	7.3	7.6	7.5	7.43	7.5	7.5	6.9	7.3	7.4	6.87	6.61333333	7.01	7.05	5.78	6.75	6.75	6.855
pH	pH	--	6.5-8.5	6.5-8.4	7.98	8.38	7.58	8.20	7.2	8.6	8.7	8.56	8.58	8.3	7.53	7.56	8.25	8.32	8.4	8.45	8.00	7.92	8.12	7.94	7.92	7.6	8	8.1	8.2	8.26	8.27	8.2	8.3	8.31	7.19	7.19	7.918
Sulfato (SO4-)	mg/L	<1	1000	1000	29.1	24.2	34	73.59	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	73.59	38.78		15.06	25.79	34.53	28.25	75.75	30.07	62.03	86.66666667	79	92	89	40	40	59.760
Temperatura	°C	--	Δ 3	Δ 3	11.05	12	10.1	11.51	10.5	18.2	8.6	10.8	10.5	9.4	12	13	9.2	9.5	9	17.5	8.367	8.5	8	8.5	9	8.8	6.2	7.5	7.8	11	11.7	11.4	9.2	14.5	11.6	11.6	10.796
Turbidez	NTU	<1	--	--	**	**	**	0.5	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.5	1.34		4	**		0.5	0.5	0.5	1.2	1.5	**	0.5	2.5	6.1	6.1	2.360	
Sólidos totales suspendidos	mg/L	>5	--	--	12	12	<3	3.1666666667	5	4	3	2.5	6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3.75	2.5	2.5	8	2.5		7	2.5	2.5	2.5	7.16	8	11	2.5	17	17	7.77
Aluminio total	mg/L	<0.02	5	5	0.34	0.34	<0.20	0.0886666667	0.0005	0.103	0.0005	0.19	0.08	0.17	0.08	0.12	0.09	0.1	0.05	0.08	0.06	0.07	0.06	0.09	0.05	0.1	0.05	0.09	0.03	0.07	0.10	0.09	0.08	0.14	0.18	0.18	0.11
Arsénico total	mg/L	<0.08	0.1	0.1	0.025	0.025	0.025	0.0163333333	0.0122	0.0169	0.0079	0.023	0.004	0.02	0.032	0.041	0.004	0.027	0.004	0.004	0.01	0.004	0.004	0.004	0.004	0.026	0.011	0.031	0.004	0.016	0.05	0.045	0.079	0.027	0.004	0.004	0.0206
Bario total	mg/L	<0.01	0.7	--	0.0375	0.039	0.036	0.04025	0.0333	0.037	0.036	0.041	0.035	0.043	0.048	0.044	0.043	0.04	0.056	0.024	0.04111111	0.044	0.041	0.037	0.042	0.041	0.036	0.036	0.056	0.037	0.021	0.024	0.019	0.022	0.035	0.035	0.0345
Berilio total	mg/L	<0.003	0.1	0.1	0.0025	0.0025	0.0025	0.0001175	0.0002	0.0002	0.0002	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.0001
Boro total	mg/L	<0.03	1	5	0.005	0.005	0.005	0.1828083333	0.0133	0.0145	0.0099	0.012	0.01	0.013	0.023	0.019	0.034	2	0.018	0.027	0.021	0.013	0.037	0.009	0.012	0.034	0.016	0.025	0.022	**	0.017	0.025	0.013	0.015	0.011	0.011	0.0581
Cadmio total	mg/L	<0.01	0.01	0.05	0.0142	0.0088	0.0196	0.007744167	0.00015	0.00049	0.00015	0.023	0.004	0.014	0.009	0.02	0.007	0.01	0.0005	0.0005	0.0061	0.002	0.004	0.0005	0.008	0.021	0.004	0.0009	0.0005	**	0.001	0.0005	0.0002	0.0014	0.014	0.014	0.0073





PARÁMETRO	UNID	LÍMITE DE DETECCIÓN		ECA AGUA		2013			2014												2015												2016				2017		CARACTERIZACIÓN PROMEDIO
				RIEGO DE VEGETALES	BEBIDA DE ANIMALES	PROMEDIO	FEBRERO	MARZO	PROMEDIO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	PROMEDIO	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO	MARZO		
				--	--	1	1	1	1.930	1.22	1.92	1.45	1.75	1.42	2.08	2.14	2.31	2.61	2.09	2.46	1.72	2.33	4.11	2.54	2.61	1.61	2.22	2.07	2.31	1.49	2.06	2.17	2.77	1.67	2.07	2.12	2.12		
Sodio total	mg/L	--	--	1	1	1	1.930	1.22	1.92	1.45	1.75	1.42	2.08	2.14	2.31	2.61	2.09	2.46	1.72	2.33	4.11	2.54	2.61	1.61	2.22	2.07	2.31	1.49	2.06	2.17	2.77	1.67	2.07	2.12	2.12	2.1391			
Zinc total	mg/L	2	24	0.229	0.316	0.142	0.112	0.059	0.13	0.061	0.214	0.05	0.116	0.166	0.188	0.129	0.167	0.013	0.053	0.194	0.125	0.081	0.185	0.144	0.43	0.064	0.291	0.011	0.415	0.172	0.22	0.199	0.097	0.804	0.804	0.3205			
Parathión	ug/L	35	35	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.005	**	**	**	**	0.005	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.0050		
Aldrín	ug/L	0.004	0.7	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.0015	**	**	**	**	0.0015	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.0015		
Alfa Clordano	ug/L	0.006	7	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.002	**	**	**	**	0.002	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.0020		
Gama Clordano	ug/L	0.006	7	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.0015	**	**	**	**	0.0015	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.0015		
DDT	ug/L	0.001	30	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.001	**	**	**	**	0.001	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.0010		
Dieldrin	ug/L	0.5	0.5	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.003	**	**	**	**	0.003	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.0030		
Endosulfan I	ug/L	0.01	0.01	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.0025	**	**	**	**	0.0025	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.0025		
Endosulfan II	ug/L	0.01	0.01	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.0025	**	**	**	**	0.0025	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.0025		
Endrin	ug/L	0.004	0.2	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.003	**	**	**	**	0.003	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.003		
Heptacloro	ug/L	0.01	0.03	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.001	**	**	**	**	0.001	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.001		
Heptacloro Epóxido	ug/L	0.01	0.03	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.0025	**	**	**	**	0.0025	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.0025		
Lindano	ug/L	4	4	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.001	**	**	**	**	0.001	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.001		
Aldicarb	ug/L	1	11	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.5	**	**	**	**	0.5	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.5		
Coliformes Totales	NMP/100 mL	1000	5000	118.9	2.30E+02	7.90E+00	26.2	**	**	**	**	79	23	**	**	**	**	**	**	45.78	**	**	79	4.5	11	110	13	33	70	**	**	**	**	**	**	36			



Tabla 3 Resultados de Calidad del Efluente industrial tratado en la estación EM-04

PARÁMETRO	UNID	LMP	2014													2015						2016				2017				
			ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEM	OCTUBRE	NOVIEM	DICIEM	PROM	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	PROM	OCTUBRE	NOVIEMB	DICIEMB	PROM	MARZO	PROM
Caudal	l/s	--	5,10	28,20	57,00	60,00	54,00	10,00	27,50	21,00	25,25	26,44	25,50	18,55	29,87	34,00	28,20	32,00	34,00		62,48		42,50	38,86	55,20	45,50	22,60	41,10	85,20	85,20
Aceites & Grasas	mg/L	16	**	**	**	**	<0.5	**	**	**	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	**	**	**	<0.5		<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Cianuro total	mg/L	0,8	0,0005	0,0005	0,0005	0,0025	0,0025	0,0025	0,0135	0,0025	0,0025	0,0025	0,0015	0,008	0,003	0,0015	0,003	0,0015	0,0015		0,0015		0,0015	0,0025	0,0015	0,003	0,0023	0,0015	0,0015	
Cianuro WAD	mg/L	--	0,0005	0,0005	0,0005	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	wo	0,007	0,002	0,001	0,001	0,001	**		**		**	0,001	**	**	**	--	**	--	
Cr VI	mg/L	0,08	0,001	0,001	0,001	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,004	0,002	0,005	0,002	**		0,005		0,005	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
pH	pH	6-9	8,6	8,5	8,85	8,8	8,6	7,9	8,35	8,52	8,45	8,42	8,5	8,5	8,499	8,71	8,51	8,68	8,65		7,52		8,5	8,428	7,28	7,5	6,99	7,25	7,1	7,1
Sólidos totales suspendidos	mg/L	25	7	7	12	9	26	17	16	12	14	2,5	2,5	6	10,917	10,00	9,00	6	2,5		2,5		2,5	5,417	15	<5	5	10	<5	<5
Arsénico total	mg/L	0,08	0,0511	0,064	0,062	0,071	0,05	0,073	0,13	0,117	0,044	0,171	0,124	0,004	0,080	0,02	0,03	0,057	0,016		0,026		0,041	0,033	**	0,09	0,067	0,078	0,017	0,017
Cadmio total	mg/L	0,04	0,00726	0,00335	0,00902	0,043	0,016	0,008	0,017	0,011	0,009	0,018	0,009	0,0005	0,013	0,02	0,03	0,035	0,018		0,041		0,015	0,026	**	0,002	0,0005	0,001	0,009	0,009
Cobre total	mg/L	0,4	0,0043	0,00015	0,00015	0,005	0,0015	0,003	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,005	0,0015	0,002	0,01	0,01	0,013	0,0015		0,0015		0,004	0,008	**	0,0015	0,003	0,002	0,003	0,003
Hierro disuelto	mg/L	1,6	0,35	0,405	0,0005	0,46	0,37	0,03	0,81	0,6	0,06	0,03	0,08	0,03	0,269	0,41	0,29	0,41	0,24		0,07		0,02	0,240	0,05	0,04	0,04	0,043	0,03	0,03
Mercurio total	mg/L	0,0016	0,00005	0,00005	0,00005	0,0003	0,0002	0,00005	0,0002	0,00005	0,0002	0,0004	0,00005	0,0002	0,000	0,00	0,00	0,00005	0,0004		0,0003		0,0005	0,000	0,0005	**	**	0,0005	**	0,0001
Plomo total	mg/L	0,16	0,171	0,041	0,035	0,03	0,005	0,06	0,03	0,03	0,04	0,03	0,005	0,01	0,041	0,03	0,02	0,005	0,005		0,005		0,005	0,012	0,0005	0,01	0,005	0,005	0,005	0,005
Zinc total	mg/L	1,2	0,293	0,34	0,264	0,418	0,266	0,19	0,512	0,305	0,228	0,78	0,421	0,054	0,339	0,94	0,68	0,46	0,29		0,489		0,426	0,548	0,353	**	0,267	0,31	0,607	0,607
DBOs	mg/L	--	1	**	3	1	1	1	4,24	1	1	1	1	1,476	1	3,38	1	**		**	**	**	1,793	**	**	**	--	**	--	
Temperatura	°C	--	9,9	10,3	7,4	9,4	9,5	7,2	10,3	10,4	8,2	9,5	9	11	9,342	8,20	9,00	8,5	8,9		6,6		10	8,533	9,3	8,3	9,5	9,033	11,2	11,2

Nota:

Valores promedio anual	Valores debajo del límite máximo de detección de laboratorio que han sido divididos entre dos con fines de cálculos	Parámetros no monitoreados (**)
------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------

Fuente: Elaboración propia.



## INFORME DE ENSAYO MAR1167-1.R17

<b>SOLICITANTE :</b>	COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.
<b>DOMICILIO LEGAL :</b>	Calle Las Begonias N° 415 San Isidro, Lima Perú
<b>SOLICITADO POR :</b>	Luis Quiliche Sánchez
<b>SOLICITUD DE SERVICIO AMBIENTAL:</b>	Cadena de custodia N° 542-17/CERTIMIN
<b>REFERENCIA :</b>	UEA Mallay Oyon / Oyon / Lima Monitoreo Calidad de Agua
<b>FECHA DE MUESTREO :</b>	2017/03/10
<b>PROTOCOLO :</b>	--
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Agua Residual Industrial / Agua Residual Doméstica
<b>NÚMERO DE MUESTRAS :</b>	3
<b>PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS :</b>	Frascos de polietileno y vidrio refrigerados y sellados.
<b>CONDICIÓN DE LAS MUESTRAS : RECEPCIONADAS</b>	Muestra en buena condición para el análisis solicitado
<b>FECHA DE RECEPCIÓN :</b>	sábado, 11 de marzo de 2017
<b>IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS :</b>	Según se indica
<b>FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO :</b>	2017-03-11 al 2017-03-17
<b>FECHA DE REPORTE :</b>	viernes, 17 de marzo de 2017
<b>PERIODO DE CUSTODIA :</b>	Hasta un mes. De acuerdo a las recomendaciones de la metodología o norma empleada.

**ESTHER SANCHEZ FUENTES**  
**Jefe Ambiental**  
**CQP. 638**

Lima, 3 de abril de 2017

"Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita de CERTIMIN S.A."  
"Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce".  
Los resultados corresponden a las muestras indicadas.



**RESULTADOS**

Muestras		Elementos																	
N°	Codigo de Servicio Elemento Unidad Limite de Detección LD	MON0000 Fecha Monitoreo	MON0000 Tipo Muestra	MA0174 STS mg/L 5	MA0172 TSD mg/L 5	MA0002 AcyG mg/L 0.50	MA0122 Ag (t) mg/L 0.002	MA0114 Ag (d) mg/L 0.002	MA0122 Al (t) mg/L 0.02	MA0114 Al (d) mg/L 0.02	MA0122 As (t) mg/L 0.008	MA0114 As (d) mg/L 0.008	MA0122 Ba (t) mg/L 0.001	MA0114 Ba (d) mg/L 0.001	MA0122 Be (t) mg/L 0.0003	MA0114 Be (d) mg/L 0.0003	MA0122 Bi (t) * mg/L 0.02	MA0114 Bi (d) * mg/L 0.02	MA0122 B (t) mg/L 0.003
1	PTARD	2017-03-10 10:50	Agua Residual Doméstica	25	541	<0.50	<0.002	<0.002	0.07	0.06	0.025	0.024	0.014	0.012	<0.0003	<0.0003	<0.02	<0.02	0.020
2	Proceso	2017-03-10 11:10	Agua Residual Industrial	1240	448	<0.50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3	EM-04	2017-03-10 11:30	Agua Residual Industrial	15	371	<0.50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Muestras proporcionadas por el cliente.  
Las muestras perecibles fueron analizadas dentro de las 24 horas.

\*EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUTE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE\*



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO  
MAR1167-1.R17

Muestras		Elementos																				
N°	Codigo de Servicio	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	
	Elemento	B (d)	Ca (t)	Ca (d)	Cd (t)	Cd (d)	Ce (t)	Ce (d)	Co (t)	Co (d)	Cr (t)	Cr (d)	Cu (t)	Cu (d)	Fe (t)	Fe (d)	K (t)	K (d)	Li (t)	Li (d)	Mg (t)	Mg (d)
	Unidad	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	mg/L	mg/L
	Limite de Detección LD	0.003	0.05	0.05	0.001	0.001	0.02	0.02	0.002	0.002	0.004	0.004	0.003	0.003	0.01	0.01	0.01	0.01	0.004	0.004	0.02	0.02
1	PTARD	0.020	36.31	36.28	<0.001	<0.001	<0.02	<0.02	<0.002	<0.002	<0.004	<0.004	0.004	0.004	0.30	0.14	23.38	23.20	<0.004	<0.004	4.27	4.16
2	Proceso	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3	EM-04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

\*EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE\*



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO  
MAR1167-1.R17

Muestras		Elementos																			
N°	Codigo de Servicio	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114
	Elemento	Mn (t)	Mn (d)	Mo (t)	Mo (d)	Na (t)	Na (d)	Ni (t)	Ni (d)	P (t)	P (d)	Pb (t)	Pb (d)	Sb (t)	Sb (d)	Se (t)	Se (d)	SiO2 (t)	SiO2 (d)	Sn (t)	Sn (d)
	Unidad	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	mg/L
	Limite de Detección LD	0.001	0.001	0.004	0.004	0.01	0.01	0.002	0.002	0.06	0.06	0.01	0.01	0.008	0.008	0.02	0.02	0.02	0.02	0.007	0.007
1	PTARD	0.043	0.041	<0.004	<0.004	65.74	64.81	<0.002	<0.002	5.51	4.56	0.02	<0.01	<0.008	<0.008	<0.02	<0.02	7.42	7.25	<0.007	<0.007
2	Proceso	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3	EM-04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUTE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO  
MAR1167-1.R17

Muestras		Elementos																				
N°	Codigo de Servicio	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0121	MA0113	MA0121	MA0113	MA0121	MA0113	MA0121	MA0113	MA0121	MA0113	MA0121
	Elemento	Sr (t)	Sr (d)	Ti (t)	Ti (d)	Tl (t)	Tl (d)	V (t)	V (d)	Zn (t)	Zn (d)	Ag (t)	Ag (d)	Al (t)	Al (d)	As (t)	As (d)	Ba (t)	Ba (d)	Be (t)	Be (d)	Ca (t)
	Unidad	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	mg/L	mg/L
	Limite de Detección LD	0.0007	0.0007	0.01	0.01	0.05	0.05	0.003	0.003	0.005	0.005	0.002	0.002	0.02	0.02	0.008	0.008	0.001	0.001	0.0003	0.0003	0.05
1	PTARD	0.1509	0.1392	<0.01	<0.01	<0.05	<0.05	<0.003	<0.003	0.486	0.112	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2	Proceso	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.012	<0.002	16.98	0.10	4.646	0.024	0.145	0.031	0.0019	<0.0003	232.41
3	EM-04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	<0.002	<0.002	0.17	0.13	0.034	0.014	0.010	0.010	<0.0003	<0.0003	106.16

\*EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUTE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE\*



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO  
MAR1167-1.R17

Registro N°LE -022

Muestras		Elementos																				
N°	Codigo de Servicio	MA0113	MA0121	MA0113	MA0121	MA0113	MA0121	MA0113	MA0121	MA0113	MA0121	MA0113	MA0121	MA0113	MA0121	MA0113	MA0121	MA0113	MA0121	MA0113	MA0121	
	Elemento	Ca (d)	Cd (t)	Cd (d)	Ce (t)	Ce (d)	Co (t)	Co (d)	Cr (t)	Cr (d)	Cu (t)	Cu (d)	Fe (t)	Fe (d)	K (t)	K (d)	Li (t)	Li (d)	Mg (t)	Mg (d)	Mn (t)	Mn (d)
	Unidad	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	mg/L	mg/L
	Limite de Detección LD	0.05	0.001	0.001	0.02	0.02	0.002	0.002	0.004	0.004	0.003	0.003	0.01	0.01	0.01	0.01	0.004	0.004	0.02	0.02	0.001	0.001
1	PTARD	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2	Proceso	123.86	0.963	0.007	0.05	0.02	0.033	<0.002	0.010	<0.004	0.539	0.003	38.48	0.05	4.04	3.33	0.016	<0.004	13.60	5.68	2.731	0.043
3	EM-04	102.37	0.009	0.002	<0.02	<0.02	<0.002	<0.002	<0.004	<0.004	0.013	0.012	0.21	0.03	2.96	2.58	<0.004	<0.004	5.77	5.63	0.097	0.059

\*EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE\*



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



Registro N°LE -022

INFORME DE ENSAYO  
MAR1167-1.R17

Muestras		Elementos																				
N°	Codigo de Servicio	MA0121	MA0113	MA0121	MA0113	MA0121	MA0113	MA0121	MA0113	MA0121	MA0113	MA0121	MA0113	MA0121	MA0113	MA0121	MA0113	MA0121	MA0113	MA0121	MA0113	MA0121
	Elemento	Mo (t)	Mo (d)	Na (t)	Na (d)	Ni (t)	Ni (d)	P (t)	P (d)	Pb (t)	Pb (d)	Sb (t)	Sb (d)	Se (t)	Se (d)	Sn (t)	Sn (d)	Sr (t)	Sr (d)	Ti (t)	Ti (d)	Tl (t)
	Unidad	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	mg/L	mg/L
	Limite de Detección LD	0.004	0.004	0.01	0.01	0.002	0.002	0.06	0.06	0.01	0.01	0.008	0.008	0.02	0.02	0.007	0.007	0.0007	0.0007	0.01	0.01	0.05
1	PTARD	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2	Proceso	0.011	<0.004	4.63	4.44	0.075	<0.002	1.05	<0.06	2.26	<0.01	0.069	0.011	<0.02	<0.02	<0.007	<0.007	0.8133	0.5573	0.08	<0.01	<0.05
3	EM-04	<0.004	<0.004	2.11	2.01	0.004	<0.002	<0.06	<0.06	0.01	<0.01	<0.008	<0.008	<0.02	<0.02	<0.007	<0.007	0.3044	0.3027	<0.01	<0.01	<0.05

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



Registro N°LE -022

INFORME DE ENSAYO  
MAR1167-1.R17

Muestras		Elementos							
N°	Codigo de Servicio	MA0113	MA0121	MA0113	MA0121	MA0113	MA0756	MA0757	MA0789
	Elemento	Tl (d)	V (t)	V (d)	Zn (t)	Zn (d)	DBO	DQO	Coliformes Fecales.
	Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NMP/100mL
	Limite de Detección LD	0.05	0.003	0.003	0.005	0.005	2.00	10.00	1.8
1	PTARD	--	--	--	--	--	42.27	97.93	240.0
2	Proceso	<0.05	0.020	<0.003	46.118	0.089	4.36	<10.00	<1.8
3	EM-04	<0.05	<0.003	<0.003	0.337	0.076	<2.00	<10.00	2.0

“EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE”



**CONTROL DE CALIDAD**

Muestras QC		Elementos													
N°	Codigo de Servicio Elemento Unidad Limite de Detección LD	MA0174 STS mg/L 5	MA0172 TSD mg/L 5	MA0002 AcyG mg/L 0.50	MA0114 As (d) mg/L 0.008	MA0114 Ba (d) mg/L 0.001	MA0122 Be (t) mg/L 0.0003	MA0114 Be (d) mg/L 0.0003	MA0122 Bi (t) * mg/L 0.02	MA0114 Bi (d) * mg/L 0.02	MA0122 B (t) mg/L 0.003	MA0114 B (d) mg/L 0.003	MA0122 Ca (t) mg/L 0.05	MA0114 Ca (d) mg/L 0.05	MA0122 Cd (t) mg/L 0.001
1	Adición (% Recup.)	--	--	96.0	98.8	98.4	93.4	93.4	94.0	94.0	96.2	96.2	98.0	98.2	95.6
2	Adición (% Recup.)	--	--	93.0	99.0	98.4	93.4	93.4	--	--	--	--	98.0	98.2	95.6
3	Adición Rango (%)	--	--	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0
4	STD - Recuperación Obtenido (%)	99.2	98.4	99.0	99.0	98.4	93.4	93.4	94.0	94.0	96.2	96.2	98.2	98.2	95.6
5	STD - Rango (%)	91.0-109.0	84.0-116.0	90.0-110.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
6	STD - Recuperación Obtenido (%)	--	--	--	99.0	98.4	93.4	93.4	--	--	--	--	98.2	98.2	95.6
7	PTARD (Original)	--	--	--	0.024	0.012	<0.0003	<0.0003	<0.02	<0.02	0.020	0.020	36.31	36.28	<0.001
8	PTARD (Dup)	--	--	--	0.024	0.012	<0.0003	<0.0003	<0.02	<0.02	0.020	0.020	36.44	36.24	<0.001
9	Proceso (Original)	1240	448	<0.50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10	Proceso (Dup)	1223	441	<0.50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11	EM-04 (Original)	--	--	--	0.014	0.010	<0.0003	<0.0003	--	--	--	--	106.16	102.37	0.009
12	EM-04 (Dup)	--	--	--	0.014	0.010	<0.0003	<0.0003	--	--	--	--	106.21	103.11	0.009
13	Blanco	<5	<5	<0.50	<0.008	<0.001	<0.0003	<0.0003	<0.02	<0.02	<0.003	<0.003	<0.05	<0.05	<0.001

\*EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUTE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE\*



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022**



**INFORME DE ENSAYO  
MAR1167-1.R17**

Muestras QC		Elementos													
N°	Codigo de Servicio Elemento Unidad Limite de Detección LD	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122
		Cd (d) mg/L	Ce (t) mg/L	Ce (d) mg/L	Co (t) mg/L	Co (d) mg/L	Cr (t) mg/L	Cr (d) mg/L	Cu (t) mg/L	Cu (d) mg/L	Cu (d) mg/L	Fe (t) mg/L	Fe (d) mg/L	K (t) mg/L	K (d) mg/L
1	Adición (% Recup.)	95.6	98.0	98.0	92.4	92.4	93.6	93.4	93.4	93.4	96.0	96.0	100.5	100.5	103.6
2	Adición (% Recup.)	95.8	96.0	98.0	92.4	92.4	93.4	93.4	93.2	93.4	96.0	96.0	100.5	100.5	103.6
3	Adición Rango (%)	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0
4	STD - Recuperación Obtenido (%)	95.6	96.0	96.0	92.4	92.4	93.4	93.4	93.2	93.2	94.0	94.0	100.5	100.5	103.6
5	STD - Rango (%)	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
6	STD - Recuperación Obtenido (%)	95.6	96.0	96.0	92.4	92.4	93.4	93.4	93.2	93.2	94.0	94.0	100.5	100.5	103.6
7	PTARD (Original)	<0.001	<0.02	<0.02	<0.002	<0.002	<0.004	<0.004	0.004	0.004	0.30	0.14	23.38	23.20	<0.004
8	PTARD (Dup)	<0.001	<0.02	<0.02	<0.002	<0.002	<0.004	<0.004	0.004	0.004	0.30	0.14	23.51	23.16	<0.004
9	Proceso (Original)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10	Proceso (Dup)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11	EM-04 (Original)	0.002	<0.02	<0.02	<0.002	<0.002	<0.004	<0.004	0.013	0.012	0.21	0.03	2.96	2.58	<0.004
12	EM-04 (Dup)	0.002	<0.02	<0.02	<0.002	<0.002	<0.004	<0.004	0.013	0.012	0.21	0.03	2.98	2.50	<0.004
13	Blanco	<0.001	<0.02	<0.02	<0.002	<0.002	<0.004	<0.004	<0.003	<0.003	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.004

\*EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUTE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE\*



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO  
MAR1167-1.R17

Muestras QC		Elementos													
N°	Codigo de Servicio Elemento Unidad Limite de Detección LD	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122
		Li (d) mg/L	Mg (t) mg/L	Mg (d) mg/L	Mn (t) mg/L	Mn (d) mg/L	Mo (t) mg/L	Mo (d) mg/L	Na (t) mg/L	Na (d) mg/L	Ni (t) mg/L	Ni (d) mg/L	P (t) mg/L	P (d) mg/L	Pb (t) mg/L
1	Adición (% Recup.)	103.6	95.1	94.9	95.8	95.8	99.6	100.0	104.7	104.5	92.8	92.6	100.4	100.4	92.0
2	Adición (% Recup.)	104.0	94.9	94.9	96.0	95.8	100.0	100.4	104.5	104.7	92.6	92.8	100.8	100.4	92.0
3	Adición Rango (%)	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0
4	STD - Recuperación Obtenido (%)	103.6	95.1	95.1	95.8	95.8	99.6	100.0	104.7	104.7	92.6	92.6	100.4	100.4	92.0
5	STD - Rango (%)	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
6	STD - Recuperación Obtenido (%)	103.6	95.1	95.1	95.8	95.8	99.6	100.0	104.7	104.7	92.6	92.6	100.4	100.4	92.0
7	PTARD (Original)	<0.004	4.27	4.16	0.043	0.041	<0.004	<0.004	65.74	64.81	<0.002	<0.002	5.51	4.56	0.02
8	PTARD (Dup)	<0.004	4.27	4.13	0.043	0.040	<0.004	<0.004	65.09	64.18	<0.002	<0.002	5.52	4.57	0.02
9	Proceso (Original)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10	Proceso (Dup)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11	EM-04 (Original)	<0.004	5.77	5.63	0.097	0.059	<0.004	<0.004	2.11	2.01	0.004	<0.002	<0.06	<0.06	0.01
12	EM-04 (Dup)	<0.004	5.77	5.69	0.096	0.059	<0.004	<0.004	2.13	2.04	0.004	<0.002	<0.06	<0.06	0.01
13	Blanco	<0.004	<0.02	<0.02	<0.001	<0.001	<0.004	<0.004	<0.01	<0.01	<0.002	<0.002	<0.06	<0.06	<0.01

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO  
MAR1167-1.R17

Muestras QC		Elementos													
N°	Codigo de Servicio Elemento Unidad Limite de Detección LD	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122	MA0114	MA0122
		Pb (d) mg/L 0.01	Sb (t) mg/L 0.008	Sb (d) mg/L 0.008	Se (t) mg/L 0.02	Se (d) mg/L 0.02	SiO2 (t) mg/L 0.02	SiO2 (d) mg/L 0.02	Sn (t) mg/L 0.007	Sn (d) mg/L 0.007	Sr (t) mg/L 0.0007	Sr (d) mg/L 0.0007	Ti (t) mg/L 0.01	Ti (d) mg/L 0.01	Tl (t) mg/L 0.05
1	Adición (% Recup.)	94.0	98.6	98.6	100.0	100.0	97.6	97.2	93.2	92.6	99.7	99.7	98.0	98.0	94.0
2	Adición (% Recup.)	92.0	97.8	98.0	104.0	104.0	--	--	92.6	92.6	99.7	99.7	98.0	98.0	94.0
3	Adición Rango (%)	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0
4	STD - Recuperación Obtenido (%)	92.0	97.8	97.8	100.0	100.0	97.6	97.6	92.6	92.6	99.7	99.7	98.0	98.0	94.0
5	STD - Rango (%)	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
6	STD - Recuperación Obtenido (%)	92.0	97.8	97.8	100.0	100.0	--	--	92.6	92.6	99.7	99.7	98.0	98.0	94.0
7	PTARD (Original)	<0.01	<0.008	<0.008	<0.02	<0.02	7.42	7.25	<0.007	<0.007	0.1509	0.1392	<0.01	<0.01	<0.05
8	PTARD (Dup)	<0.01	<0.008	<0.008	<0.02	<0.02	7.42	7.21	<0.007	<0.007	0.1519	0.1377	<0.01	<0.01	<0.05
9	Proceso (Original)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10	Proceso (Dup)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11	EM-04 (Original)	<0.01	<0.008	<0.008	<0.02	<0.02	--	--	<0.007	<0.007	0.3044	0.3027	<0.01	<0.01	<0.05
12	EM-04 (Dup)	<0.01	<0.008	<0.008	<0.02	<0.02	--	--	<0.007	<0.007	0.3051	0.3044	<0.01	<0.01	<0.05
13	Blanco	<0.01	<0.008	<0.008	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.007	<0.007	<0.0007	<0.0007	<0.01	<0.01	<0.05

\*EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUTE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE\*





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO  
MAR1167-1.R17

Muestras QC		Elementos												
N°	Codigo de Servicio Elemento Unidad Limite de Detección LD	MA0114 Tl (d) mg/L 0.05	MA0122 V (t) mg/L 0.003	MA0114 V (d) mg/L 0.003	MA0122 Zn (t) mg/L 0.005	MA0114 Zn (d) mg/L 0.005	MA0121 Ag (t) mg/L 0.002	MA0113 Ag (d) mg/L 0.002	MA0121 Al (t) mg/L 0.02	MA0113 Al (d) mg/L 0.02	MA0121 As (t) mg/L 0.008	MA0121 Ba (t) mg/L 0.001	MA0756 DBO mg/L 2.00	MA0757 DQO mg/L 10.00
1	Adición (% Recup.)	94.0	97.0	96.8	93.6	93.6	88.7	91.9	98.5	98.5	98.8	98.4	--	99.1
2	Adición (% Recup.)	94.0	96.8	97.0	93.6	93.6	87.1	88.7	98.5	98.4	99.0	98.4	--	102.6
3	Adición Rango (%)	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	--	85.0 - 115.0
4	STD - Recuperación Obtenido (%)	94.0	96.8	96.8	93.6	93.6	86.4	89.6	98.5	98.5	99.0	98.4	94.2	107.5
5	STD - Rango (%)	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	84.6-115.4	80.0-120.0
6	STD - Recuperación Obtenido (%)	94.0	96.8	96.8	93.6	93.6	86.4	86.4	98.5	98.5	99.0	98.4	--	--
7	PTARD (Original)	<0.05	<0.003	<0.003	0.486	0.112	<0.002	<0.002	0.07	0.06	0.025	0.014	42.27	--
8	PTARD (Dup)	<0.05	<0.003	<0.003	0.482	0.109	<0.002	<0.002	0.07	0.06	0.025	0.013	43.07	--
9	Proceso (Original)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	<10.00
10	Proceso (Dup)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	<10.00
11	EM-04 (Original)	<0.05	<0.003	<0.003	0.337	0.076	<0.002	<0.002	0.17	0.13	0.034	0.010	--	--
12	EM-04 (Dup)	<0.05	<0.003	<0.003	0.338	0.077	<0.002	<0.002	0.17	0.13	0.036	0.010	--	--
13	Blanco	<0.05	<0.003	<0.003	<0.005	<0.005	<0.002	<0.002	<0.02	<0.02	<0.008	<0.001	<0.20	<10.00

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUTE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO  
MAR1167-1.R17

Muestras QC		Elementos
N°	Codigo de Servicio Elemento Unidad Limite de Detección LD	MA0789 Coliformes Fecales. NMP/100mL 1.8
1	Adición (% Recup.)	--
2	Adición (% Recup.)	--
3	Adición Rango (%)	--
4	STD - Recuperación Obtenido (%)	--
5	STD - Rango (%)	--
6	STD - Recuperación Obtenido (%)	--
7	PTARD (Original)	--
8	PTARD (Dup)	--
9	Proceso (Original)	--
10	Proceso (Dup)	--
11	EM-04 (Original)	2.0
12	EM-04 (Dup)	2.0
13	Blanco	--

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



## METODOS DE ENSAYO Y CODIGOS DE SERVICIO

N°	Descripción			
	Analito	Denominación	Cod. Serv	(1) Norma o Referencia
1	AcyG	Aceites y grasas	MA0002	SMEWW 22nd Ed. 2012.Part-5520 B Pag 5-40. APHA-AWWA-WEF. Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition - Gravimetric Method
2	Coliformes Fecales.	Coliformes Fecales (Termotolerantes)	MA0789	SMEWW 22nd Ed.2012. Part-9221 E1. Pág.9-74,9-75. APHA-AWWA-WEF. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant coliform test (EC medium).
3	DQO	Demanda Química de Oxígeno	MA0757	SMEWW 22nd Ed.2012. Part-5220 D. Pág.5-20 APHA-AWWA-WEF. Chemical Oxygen Demand (COD).Closed Reflux, Colorimetric Method.
4	DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno	MA0756	SMEWW 22nd Ed. 2012.Part-5210 B. Pag 5-5. APHA-AWWA-WEF. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5- Day BOD Test.
5	STS	Sólidos Totales Suspendidos	MA0174	SMEWW 22nd Ed. 2012.Part-2540 D. Pág 2-66 APHA AWWA WEF.Solids. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105°C.
6	TSD	Sólidos Totales Disueltos	MA0172	SMEWW 22nd Ed. 2012.Part-2540 C. Pág 2-65 APHA AWWA WEF.Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C.
7	Varios	Varios	MA0113	EPA. Method 200.7. Revisión 4.4. Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic. Emission Spectrometry.
8	Varios	Varios	MA0121	EPA. Method 200.7. Revisión 4.4. Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic. Emission Spectrometry.
9	Varios	Varios	MA0114	EPA. Method 200.7. Revisión 4.4. Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic. Emission Spectrometry.
10	Varios	Varios	MA0122	EPA. Method 200.7. Revisión 4.4. Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic. Emission Spectrometry.

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

(1) SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

APHA : American Public Health Association.

AWWA: American Water Works Association.

WEF : Water Environment Federation.

EPA : Environmental Protection Agency.

ASTM: American Society for Testing and Materials.

ISO: International Organization for Standardization.

NTP: Norma Técnica Peruana.

NIOSH: The National Institute for Occupational Safety and Health.