

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“IMPACTO AMBIENTAL EN LAS AGUAS DEL RÍO PORCÓN BAJO, PRODUCIDO POR LAS DESCARGAS DE EFLUENTES MINEROS EN LA PARTE ALTA DE LA CUENCA PARA CUMPLIR CON LOS ECAS, CAJAMARCA 2020.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Jhon Alex Villanueva Sánchez

Asesor:

Ing. Víctor Eduardo Álvarez León

Cajamarca - Perú

2020



DEDICATORIA

Dedico la presente tesis primero a Dios por darme las oportunidades de salir adelante cada día, a mis padres Obidio Villanueva Salazar y Aurora Sánchez Carranza, por su incondicional apoyo, consejos y su esfuerzo que me ayudado a seguir adelante. A mi esposa Joicy Lezama Machuca y mi hija Jesiah Villanueva Lezama que cada día me motivan a seguir con mis metas.

Jhon

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por permitirme culminar una meta más en mi vida profesional. Agradezco a mi esposa y mis padres por todo el apoyo, consejos y fortaleza que me brindan día a día. A mis hermanos, por estar siempre a mi lado, brindándome consejos y soporte para continuar en cada meta trazada. A mi asesor, Ing. Víctor E. Álvarez León y al Ing. Alex Marinovic por el apoyo brindado, por su valiosa orientación y asesoría en mi vida universitaria.

Jhon

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
INDICE DE TABLAS.....	5
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. Realidad problemática.....	8
1.2. Formulación del problema.....	18
1.3. Objetivos.....	18
1.4. Hipótesis.....	19
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	20
2.1 Tipo de investigación.....	20
2.2 Población y muestra.....	20
2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	21
2.4 Procedimiento.....	21
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	23
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	41
REFERENCIAS.....	44
ANEXOS.....	45

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resultados de análisis Químicos de San Quintín	10
Tabla 2 Resultados de análisis Químicos de San Quintín	11
Tabla 3 Puntos de muestreo en el río Porcón Bajo.....	24
Tabla 4 Resultados de la concentración de pH en el caudal del río Porcón Bajo	24
Tabla 5 Resultados de la concentración de metales en el caudal del río Porcón Bajo	24
Tabla 6 Cuadro de los estándares de calidad ambiental categoría 1	47
Tabla 7 Cuadro de los estándares de calidad ambiental categoría 3	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Rio Porcón	21
Figura 2 Ubicación de Porcón Bajo.....	23
Figura 3 Resultados de Al vs ECA 1 CLASE A1	26
Figura 4 Resultados de Al vs ECA 1 CLASE A2	26
Figura 5 Resultados de Al vs ECA 1 CLASE A3	27
Figura 6 Resultados de Ba vs ECA 1 CLASE A1	27
Figura 7 Comparación entre Ba vs ECA 1 CLASE A2.....	28
Figura 8 Comparación entre Fe vs ECA 1 CLASE A1	28
Figura 9 Comparación entre Fe vs ECA 1 CLASE A2	29
Figura 10 Comparación entre Fe vs ECA 1 CLASE A3	29
Figura 11 Comparación entre Manganeseo vs ECA 1 CLASE A1.....	30
Figura 12 Comparación entre Manganeseo vs ECA 1 CLASE A2.....	30
Figura 13 Comparación entre Manganeseo vs ECA 1 CLASE A3.....	31
Figura 14 Comparación entre Fosforo vs ECA 1 CLASE A1.....	31
Figura 15 Comparación entre Fosforo vs ECA 1 CLASE A2.....	32
Figura 16 Comparación entre Fosforo vs ECA 1 CLASE A3.....	32
Figura 17 Comparación entre pH vs ECA I CLASE A1	33
Figura 18 Comparación entre pH vs ECA I CLASE A2	33
Figura 19 pH vs ECA I CLASE A3	34
Figura 20 Comparación entre Al vs ECA III CLASE D1	34
Figura 21 Comparación entre Al vs ECA III CLASE D2	35
Figura 22 Comparación entre Ba vs ECA III CLASE D1.....	35
Figura 23 Comparación entre Ca vs ECA III CLASE D1.....	36
Figura 24 Comparación entre Fe vs ECA III CLASE D1	36
Figura 25 Comparación entre Mg vs ECA III CLASE D2.....	37
Figura 26 Comparación entre Mn vs ECA III CLASE D1.....	37
Figura 27 Comparación entre Mn vs ECA III CLASE D2.....	38
Figura 28 Comparación entre Na vs ECA III CLASE D1	38
Figura 29 Comparación entre S vs ECA III CLASE D1	39
Figura 30 Comparación entre S vs ECA III CLASE D2.....	39
Figura 31 Comparación entre pH vs ECA III CLASE D1	40
Figura 32 Comparación entre pH vs ECA III CLASE D2	40
Figura 33 Datos del solicitante de los análisis en el LABORATORIO REGIONAL DE AGUA – GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA	49
Figura 34 Resultados del análisis de metales en el LABORATORIO REGIONAL DE AGUA – GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA	50
Figura 35 Resultados del análisis de pH en el LABORATORIO REGIONAL DE AGUA GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA	51

RESUMEN

Uno de los aspectos críticos en cualquier operación minera son las aguas del drenaje de minas y ninguna operación minera se encuentra libre de producirlas, ya sea por no tomar las precauciones necesarias o por no importarles la responsabilidad ambiental, por eso en este trabajo de investigación el objetivo general fue “determinar el impacto ambiental en las aguas del río Porcón Bajo producido por las descargas de efluentes mineros en la parte alta de la cuenca para cumplir con los ECAS, Cajamarca 2020”. La investigación fue Aplicada, No experimental, descriptivo, transversal. Se evaluó el nivel de contaminación, presencia de metales, pH de agua, basándose en las características físico-químicas, tomando cuatro muestras de agua, dos para metales y dos para pH en el río Porcón Bajo; llevados luego por el laboratorio Regional del Agua. El informe del LABORATORIO REGIONAL DE AGUA determinó las propiedades físico – químicas, considerando el pH y metales pesados para la categoría III de ECAS según el MINAM (2017), se concluye que hay impacto y no hay contaminación en las aguas del río Porcón Bajo que exceda los ECA establecido por el MINAM, ECAS CATEGORIA I y CATEGORIA III.

Palabras claves: Efluente, ECAS, impacto, características físico químicas.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Según Correa (2009), en los últimos años en Latinoamérica y el mundo está sufriendo con respecto a la cantidad y calidad del agua, el Perú también ha sido afectado desde años atrás, donde se ha visto que las cuencas del país han están siendo afectadas por la liberación de metales por empresas mineras irresponsables que han abandonado sus operaciones y otras que no toman los límites máximos permisibles de acuerdo a ley.

En la actualidad Cajamarca se ha visto que la economía ha bajado ubicándonos como el departamento más pobre del Perú (INEI 2018), uno de estos conflictos que se vive en Cajamarca es por la actividad minera, esto ha hecho que tenga muchos temas en disputa como: La poca información dada a la ciudadanía, preguntar y consultar al pueblo, poca comunicación (empresa, gobierno y pueblo), precios de sus tierras y el agua, dando a si más preocupación por el agua.

Es por ello que en esta investigación analizaremos el agua del río Porcón en la zona de Porcón Bajo. Evaluando el nivel de impacto ambiental, así como la presencia de metales y pH, verificando la existencia de contaminación en la zona, comparando con los estándares de calidad ambiental (ECA).

Según Zegarra (2002), Porcón ha tenido problemas ya anteriores en el agua detectado por Empresa Municipal del Agua (SEDACAJ) en 1998 por actividad minera, (muerte de peces de los ríos en La Paccha, Cuenca del Rio Llaucano, Purhuay, Porcón, etc.), por lo que sigue generando una desconfianza en los pobladores de Porcón quienes aseguran que siguen teniendo problemas de sus ríos contaminados.

Según Pamo (2002), los drenajes ácidos de antiguas explotaciones de carbón y minería metálica son una de las principales fuentes de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas en el mundo. Se estudian los resultados obtenidos en las diversas experiencias de laboratorio y de campo a nivel mundial, con el fin de dar las pautas necesarias para su dimensionamiento y una correcta elección del método de tratamiento; barreras reactivas permeables, drenaje ácido de mina, humedales construidos, tratamientos pasivos. En los diferentes estudios realizados nos presenta la existencia de otras concesiones mineras que generan el drenaje de ácido en sus diferentes factores.

Según Baquero et al. (2008) nos informó que un agua es ácida cuando su $\text{pH} < 7$. No obstante ello no exige que deje de ser potable o resulte nociva hasta alcanzar niveles bastantes inferiores (por ejemplo, deja de ser potable para $\text{pH} < 5.5$). A no ser por causas antrópicas, resultan muy raros de encontrar $\text{pH} < 3.5$ ó $\text{pH} > 10.5$, existiendo una tendencia natural a su neutralización (por saturación, precipitación, dilución, etc.), resultando anomalías las más agresivas. La solubilidad de rocas y minerales, se ve fuertemente afectada por el pH del medio, de forma que, agua ácida suele, además ser nociva por su pH, ir acompañada de numerosos metales en disolución, que aportan una importante toxicidad al efluente. Las aguas ácidas se pueden formar tanto en el interior como en la superficie por oxidación de la pirita (FeS_2 u otros sulfuros) en presencia de humedad, expuesta a las condiciones atmosféricas, pudiendo acceder al sistema hidráulico subterráneo, contaminado acuíferos, o surgir como efluentes que vierten en cursos de agua superficial. Este presente párrafo se refiere únicamente a la prevención y minimización de aguas ácidas.

En la investigación realizada por, Hinojosa (2002), el objetivo de su investigación fue estudiar las aguas superficiales en la zona de San Quintín con la contaminación de la minería, en función de métodos de campo (determinación del pH), y análisis químicos en el laboratorio (metales pesados: Hg, As, Cd, Cu, Pb, Zn y pH y conductividad).

Las muestras para los análisis fueron recogidas de:

SQ-4: Aguas de las escombreras de San Quintín Este.

SQ-15: Aguas abajo del anterior, proceden de un vertido de alpechín.

SQ-35: Arroyo de San Quintín Oeste (SQW), cerca de la desembocadura en el Arroyo de la Mina.

SQ-41: Arroyo de SQW aguas arriba del anterior, cerca de las escombreras.

SQ-46: Charcón del centro de la escombrera de San Quintín Oeste.

SQ-51: Arroyo de la Mina cerca de la desembocadura en el Río Tirteafuera.

Tabla 1

Resultados de análisis Químicos de San Quintín

	pH	Hg (ppb)	As (ppm)	Cd (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)
SQ - 4	2.2	65.7	<1.d.	24.1	70.1	1	1555
SQ - 15	7.1	No datos	<1.d.	0.55	2.18	41.3	111
SQ - 35	5.28	1.54	<1.d.	1.32	0.72	4.1	217
SQ - 41	3.61	27.4	<1.d.	2.56	2.05	3.1	389
SQ - 46	2.49	87.5	<1.d.	30.9	50.6	1.37	1550
SQ 51	5.20	0	<1.d.	1.23	0.40	3.95	185

Fuente: Madrigal. 2005

Obtuvo los valores más altos en metales pesados en muestras de agua procedentes de las escombreras (pH más bajos), a excepción del Pb que presenta mayor concentración en muestras con pH más altos; y los valores más bajos se obtuvieron en muestras de

agua de zonas más alejadas de las escombreras (a mayor distancia menor concentración en metales). Resultados en pH y Conductividad. Se muestran los análisis realizados en el laboratorio en la tabla siguiente:

Tabla 2

Resultados de análisis Químicos de San Quintín

	pH(campo)	pH(laboratorio)	Conductividad (mS/cm)
SQ - 1	7.35	7.49	5.10
SQ - 2	4.60	4.70	15.5
SQ - 4	2.20	2.35	58.1
SQ - 16	4.60	5.08	35.4
SQ - 25	7.08	7.44	7.33
SQ - 41	3.61	5.27	12.8
SQ - 42	6.83	7.03	9.39
SQ - 46	2.49	6.45	11.1

Fuente: Madrigal. 2005

Al realizar las muestras con el agua de lluvia no han sufrido una variación significativa en cuanto al pH, a excepción de las aguas de mayor acidez de San Quintín Oeste que han aumentado.

Los valores más bajos de conductividad los presentan las muestras recogidas en el Río Tira afuera y en el Arroyo de la Mina, les siguen las muestras tomadas en San Quintín Oeste, y las de San Quintín Este con los valores más altos. Estos resultados revelan indicios de contaminaciones parcialmente en la zona de escombreras de San Quintín Este y proximidades. Comparando los valores de pH y conductividad, se aprecia que generalmente las aguas más ácidas presentan mayor conductividad y por tanto mayor contenido en sales.

Llegando a los resultados obtenidos del pH. De acuerdo a los puntos de muestreo cuyos valores obtenidos son: Arroyo y zona de San Quintín Este: Al Este de las escombreras

de mina presentan aguas del drenaje con un valor de pH de 6.5. Arroyo de San Quintín Oeste: En el área de escombreras el pH desciende hasta valores (2.49 y 2.56) presenta valores de carácter ácido a débilmente ácido, aguas abajo (valores en torno a 4.62). Arroyo de la Mina: Este arroyo en la zona Este presenta valores aceptables de 7.1, arroyo de San Quintín Oeste desemboca Arroyo de la Mina cuando se aprecian los valores ácidos (los valores de pH oscilan entre 5.20 y 6.05.)

Río Tirteafuera: Se detectan valores de contaminación ácida que pueda relacionarse con el efecto de la mina San Quintín (pH próximo a 7.35).

Yacoub López, C. (2007) en su proyecto “el estudio de la situación de vulnerabilidad medioambiental, específicamente del recurso hídrico, causada por la empresa Minera Yanacocha S.R.L (MYSRL)”. La empresa minera es origen de conflictos en relación al agua, por su situación (cabecera de cuatro cuencas hidrográficas) y por la contaminación en la cantidad y calidad de sus aguas percibida por la población local en esos años. Para conocer los posibles impactos del agua causados por la empresa minera, se debe destacar la complejidad causada por la gran extensión de la mina (unos 160 km²) y la diferente localización de cada una de sus actividades, distribución y logística. Una vez distinguidas las actividades llevadas a cabo por la minera, se han detectado las posibles afectaciones al medio ambiente, especialmente al recurso agua, debidas a algún fallo en el sistema o por una situación climatológica desfavorable. Además, se ha estudiado la afectación de la calidad de las aguas a partir de un monitoreo realizado por una consultora durante el período 2002-2003 en la zona. Así se determinó la contaminación generada por metales pesados aguas debajo de dicha mina. Esto también sirvió para conocer si existía una contaminación debido a las actividades llevadas a cabo por la minería al comparar datos afectados con puntos

determinados como blancos ambientales. También se determinó comparar las medidas de seguridad y minimización de impactos utilizadas por MYSRL con la nueva normativa Europea sobre minería, que refleja la experiencia europea sobre minería y sus pasivos ambientales. A partir de este estudio se concluye que Minera Yanacocha tiene cinco aspectos medioambientalmente vulnerables: la pila de lixiviación, los embalses, la gestión de drenaje ácido, la gestión de las aguas naturales, y el uso de las plantas de tratamiento. Al mismo tiempo se identifican diversos aspectos a mejorar por parte de la empresa minera (recogidas en la propuesta de actuación), donde además la implementación de mejoras para las vulnerabilidades detectadas, se propone mejoras relacionadas con la población local: mayor transparencia y comunicación sobre monitoreos del agua, planes de seguridad, de emergencia y de prevención de desastres. El riesgo causado por los drenajes ácidos de mina sigue constituyendo un aspecto de vulnerabilidad a tener en cuenta, aunque existan numerosas medidas al respecto, principalmente por la acidez natural de algunas aguas de la zona y por la climatología local, especialmente en época de lluvias.

El estudio de macroinvertebrados en la Cuenca del Río Porcón se realizó en agosto del 2004 en 16 lugares de monitoreo. Los estudios anteriores Greystone Inc. (año 2000) documentaron niveles bajos de pH en la sección alta de la cuenca, lo que podría representar cierta limitación para la vida acuática.

Los resultados del monitoreo del 2004 indicaron que en esta cuenca la composición global de la comunidad es muy similar entre los lugares de control y los que son influenciados por la mina. La riqueza de EPT se encuentra deprimida en la Quebrada Encajón, el cual es un drenaje con influencia minera. Sin embargo, las medidas de las comunidades observadas son en general muy similares a otros drenajes pequeños y

mineralizados de las porciones superiores de la subcuenca del Río Grande. En los lugares de control Q. Corral Blanco, Q. Vizcachayoc y Q. Quilish se observó una ausencia total de taxones Ephemeroptera. El drenaje ácido de mina está contaminando los ríos de manera inminente, resultados obtenidos prueban que en las cuencas hay presencia de metales altamente tóxicos poniendo en riesgo la salud de los peces.

Patricia Rojas (2015) en su investigación de la “gestión del agua en cuencas en minería”, destaca que en la actual Gestión de Recursos Hídricos del Perú (GRH), en las cuencas donde además de las actividades agrarias existen proyectos mineros, presenta restricciones y limitaciones para garantizar la sostenibilidad ambiental del agua y el derecho de las poblaciones para acceder a la misma. A partir de un caso de estudio, se han identificado y analizado estas limitaciones en los componentes que estructuran la GRH (política, estructura organizativa e instrumentos de gestión), y que pueden extrapolarse a otras cuencas con características similares. Así, en la cuenca del Porcón, la minería a gran escala, a cielo abierto, en cabeceras de cuenca y utilizando lixiviación con cianuro, limita la sostenibilidad de la cuenca para renovar el agua, debido a que las actividades de explotación del mineral alteran la configuración topográfica del suelo, destruye la cobertura vegetal de la zona de recarga hídrica, deseca las fuentes naturales de agua y altera la calidad y cantidad de agua superficial y subterránea de la zona de recarga hídrica. Todo ello, afecta la calidad, cantidad y disponibilidad del agua que consumen las poblaciones de la cuenca, y junto a otros impactos del tipo social le demandan a la GRH características particulares que la actual gestión no la tiene.

Según Wildeman y Laudon (1989) el drenaje ácido de mina (DAM) es el agua contaminada originada de la explotación minera, ya sea superficial o profunda,

típicamente de alta acidez, rica en sulfato y con niveles elevados de metales pesados, principalmente hierro, manganeso y aluminio. Debido a la alta cantidad de hierro oxidado, el drenaje ácido de la mina es a menudo rojizo coloreado. Las concentraciones medidas del drenaje de la mina de carbón se extienden a partir del 50 a 300 mg/L de Fe, 20 a 30 mg/L de Mn, 20 a 2000 mg /L de SO_4^{2-} , y 3 a 5,5 unidades estándares del pH.

Según el DS 004 - MINAM (2017), define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; asimismo, establece que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, así como un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental; Que, de acuerdo con lo establecido por la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP).

Según el MINAM (2017), Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua. Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

ECA1: Poblacional y recreacional

- a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable
 - A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección
 - A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional

A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado

b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

B1. Contacto primario

B2. Contacto secundario

ECA 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.

a) Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras.

b) Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras.

c) Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras.

d) Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas

ECA 3: Riego de vegetales y bebida de animales

a) Subcategoría D1: Riego de vegetales

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para el riego de los 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:

- 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.

- 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).

b) Subcategoría D2: Bebida de animales

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.

Según Bullón (2012), las aguas de minas son fuentes potenciales de generación de aguas residuales, sí están acompañadas de Concentraciones de sólidos suspendidos por encima de la norma, PH por debajo o por encima de las normas y Altas concentraciones de metales disueltos tales como plomo, cobre, zinc, hierro, manganeso. Arsénico, mercurio, selenio, níquel, Cadmio y otros. En

cualquiera de estos casos, las aguas de minas necesitarán tratamiento, antes de ser vertidas al ambiente.

Según Mihelcic (2008), El pH es el logaritmo de la concentración de ion de hidrógeno en una sustancia o medio. La escala del pH en el agua varía de 0 a 14; las soluciones ácidas tienen un pH menor a 7, las soluciones básicas tienen un pH superior a 7 y las neutras uno cercano a 7. La concentración del hidrógeno puede ser medida con un pH metro digital y papeles tornasol.

Según Giraldo (2015), las propiedades fisicoquímicas son aquellas que se pueden medir sin que se afecte la composición o la identidad de la sustancia. Ejemplo de estas propiedades son la densidad, el punto de fusión, el punto de ebullición, entre otras.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo determinar el impacto ambiental en las aguas del río Porcón Bajo, producido por las descargas de efluentes mineros en la parte alta de la cuenca para cumplir con los ECAS?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el impacto ambiental en las aguas del Río Porcón Bajo, producido por las descargas de efluentes mineros en la parte alta de la cuenca para cumplir con los ECAS, Cajamarca 2020.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las características físico-químicas del agua del río Porcón en la zona de Porcón Bajo en el año 2020.

- Comparar los resultados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECAS) según la legislación vigente (DS 004 – 2017 - MINAM).
- Definir si las descargas de efluentes mineros en la cabecera de cuenca están causando contaminación en el río Porcón Bajo.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Al realizar el análisis físico – químico del agua se evaluará la concentración de metales y pH, determinándose el impacto ambiental en las aguas del río Porcón Bajo, comparándolo con los ECAS.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Con los análisis de laboratorio químico se determinará las características físico-químicas del agua del río Porcón en la zona de Porcón Bajo en el año 2020.
- Al comparar de los resultados podremos determinar si la concentración de metales afecta a los ECAS según la legislación vigente (DS 004 – 2017 - MINAM).
- Si los resultados físico químicos del agua superan los ECAS, se podrá determinar que las descargas de efluentes mineros en la cabecera de cuenca están causando impacto ambiental negativo en las aguas del río Porcón Bajo.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación utilizada en el presente estudios es No Experimental, Descriptivo con transversal, porque recaban datos en un solo punto de tiempo, para realizar inferencias acerca del nivel de contaminación de agua en el río Porcón Bajo, Sampieri (2010).

2.2 Población y muestra

2.2.1 Población:

Las aguas de los ríos de la provincia de Cajamarca.

2.2.2 Muestra:

Las aguas en el km 14 del río Porcón Bajo de la provincia de Cajamarca.

Se realizó un total de cuatro tomas de muestras en dos puntos estratégicos, de tal manera que la muestra 01 fue tomada en la corriente del Río Porcón Bajo, la muestra 02 fue tomada corriente abajo 100 metros de distancia aproximadamente.

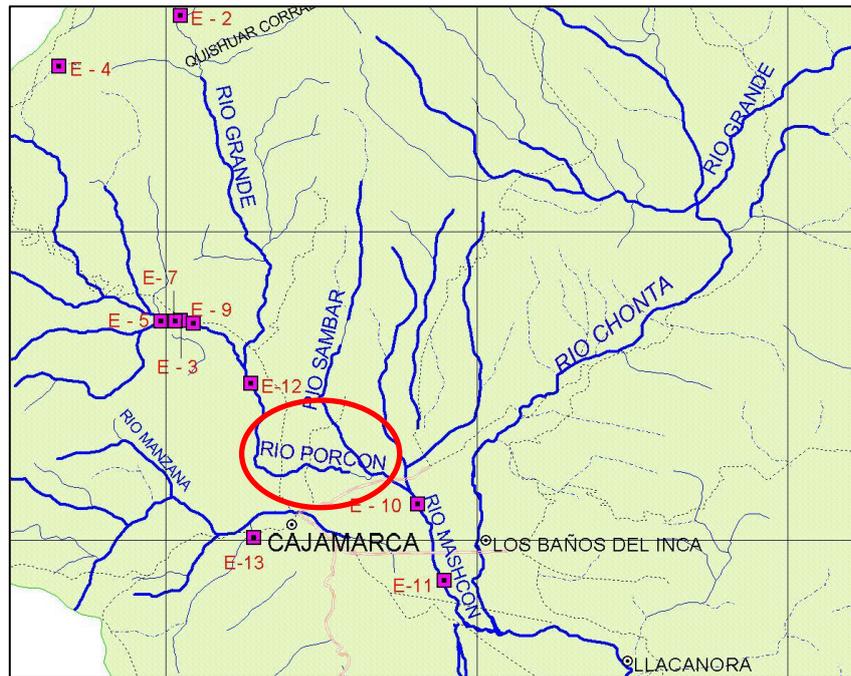


Figura 1. Ubicación del Río Porcón

Fuente: Dirección General de Salud Ambiental

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

De recolección de información

- Observaciones directas en la zona
- Toma de muestras de agua en el río Porcón Bajo.

Para evaluar impacto ambiental y la concentración de metales de las aguas superficiales en el río Porcón Bajo; los resultados obtenidos serán evaluados y se buscará la relación entre las variables.

2.4 Procedimiento

Primero se realizó el reconocimiento del área de estudio donde se verificó el acceso al área de estudio, definiendo los puntos donde se tomarían las muestras, los puntos de muestreo se tomaron de la siguiente manera:

Nombramos a la muestra N°01, la cual fue tomada en el caudal del río Porcón Bajo, a la muestra N°02 la cual fue tomada a 100 metros de distancia de la muestra N°01 en el caudal del río Porcón Bajo.

Las muestras de agua fueron colocadas e identificadas en cuatro recipientes de plástico de 500 ml cada uno.

Luego de tomar las muestras se trasladaron al laboratorio Regional de Cajamarca para ser analizadas por pH y concentración de metales pesados, este proceso se realizó en menos de 24 horas, para que los resultados no sean alterados.

Una vez obtenidos los resultados de las muestras, se procesó la información comparando con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el DS – 004 – 2017.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL AREA DE ESTUDIO

Porcón Bajo se localiza en el departamento de Cajamarca distrito de Cajamarca provincia de Cajamarca, en el km 14 carretera a Bambamarca, está comprendida entre los 3000_3850 msnm, presenta un microclima que protege este lugar de los cambios grandes durante el año. Las temperaturas se van cambiando entre 15 a 18 °C durante el día y 1 a 6 °C durante la noche por todo el año. El tiempo de lluvia dura desde noviembre hasta abril y el tiempo seco dura desde mayo hasta octubre.

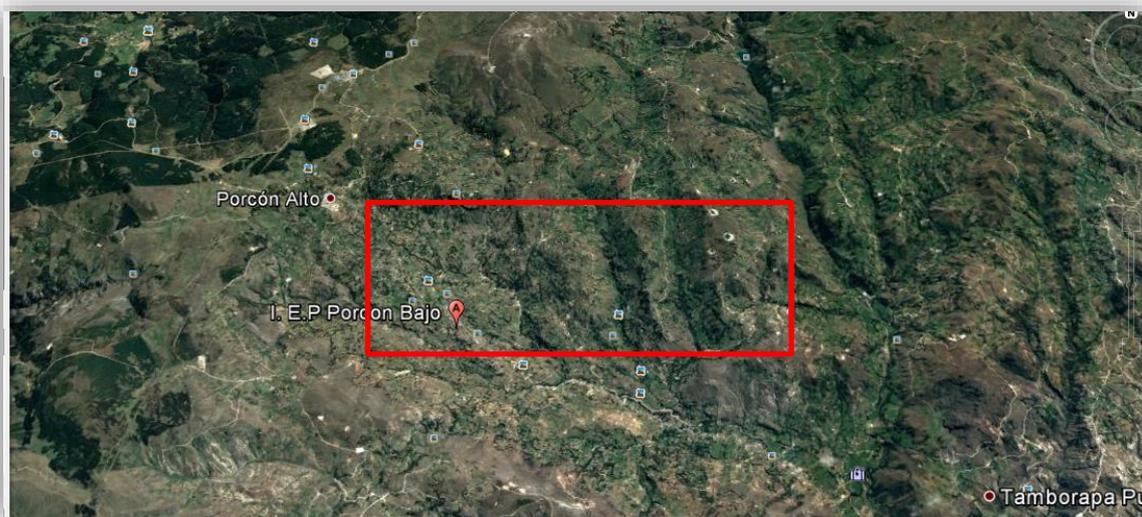


Figura 2 Ubicación de Porcón Bajo

Fuente Google Earth

El río Grande y el río Porcón está ubicado en el norte del Perú en la región Cajamarca, provincia de Cajamarca y forma parte de la vertiente del Atlántico. Limita por el norte con la cuenca del río Llaucano, por el sur con la cuenca del río Chusgón, por el sureste

con la subcuenca del río San Miguelino, y por el suroeste con la subcuenca del río Chonta.

Este recurso hídrico tiene su origen en el cerro Quilish, entre sus principales tributarios tenemos a los ríos Quilish, Porcón, Ronquillo por la margen derecha, y la quebrada Encajón por la margen izquierda. La longitud del río Grande (Mashcón) es de 30 Km aproximadamente. El caudal promedio anual estimado del río Grande en Mashcón es aproximadamente 2 900 L/s. Asimismo, este curso superficial recorre los distritos Encañada, Baños del Inca y Cajamarca de la provincia de Cajamarca. (DIRESA 2007).

3.2 CARACTERISTICAS FISICO –QUIMICAS DEL AGUA DEL RIO PORCON EN LA ZONA DE PORCON BAJO

Tabla 3

Puntos de muestreo en el río Porcón Bajo.

P. DE MUESTRA	DISTRITO	COORDENADAS		ALTURA MSNM	FECHA	HORA
		NORTE/SUR	ESTE/OESTE			
1	CAJAMARCA	9216448	767797	3141	5/11/2020	11:00-12:00
2	CAJAMARCA	9216438	767911	3128	5/11/2020	11:00-12:00

Tabla 4

Resultados de la concentración de pH en el caudal del río Porcón Bajo

pH				
Parámetro	UNIDAD	LCM	MUESTRA N°01	MUESTRA N°02
pH a 25 °C	pH	NA	7.42	6.81

Tabla 5

Resultados de la concentración de metales en el caudal del río Porcón Bajo

METALES TOTALES

Parámetro	UNIDAD	LCM	MUESTRA N°01	MUESTRA N°02
Plata	mg/L	0.019	<LCM	<LCM
Aluminio	mg/L	0.023	0.078	0.123
Arsénico	mg/L	0.005	<LCM	<LCM
Boro	mg/L	0.026	<LCM	<LCM
Bario	mg/L	0.004	0.049	0.043
Berilio	mg/L	0.003	<LCM	<LCM
Bismuto	mg/L	0.016	<LCM	<LCM
Calcio	mg/L	0.124	21.24	21.75
Cadmio	mg/L	0.002	<LCM	<LCM
Cobalto	mg/L	0.002	<LCM	<LCM
Cromo	mg/L	0.003	<LCM	<LCM
Cobre	mg/L	0.018	<LCM	<LCM
Hierro	mg/L	0.023	0.04	0.153
Potasio	mg/L	0.051	3.073	2.757
Litio	mg/L	0.005	<LCM	<LCM
Magnesio	mg/L	0.019	4.853	4.925
Manganeso	mg/L	0.003	<LCM	0.198
Molibdeno	mg/L	0.002	<LCM	<LCM
Sodio	mg/L	0.026	10.18	10.52
Niquel	mg/L	0.006	<LCM	<LCM
Fosforo	mg/L	0.024	0.066	0.051
Plomo	mg/L	0.004	<LCM	<LCM
Azufre	mg/L	0.091	29.45	33.43
Antimonio	mg/L	0.005	<LCM	<LCM
Selenio	mg/L	0.018	<LCM	<LCM
Silicio	mg/L	0.104	14.08	13.92
Estroncio	mg/L	0.003	0.23	0.237
Titanio	mg/L	0.004	<LCM	<LCM
Talio	mg/L	0.003	<LCM	<LCM
Uranio	mg/L	0.004	<LCM	<LCM
Vanadio	mg/L	0.004	<LCM	<LCM
Zinc	mg/L	0.018	<LCM	<LCM
Cerio	mg/L	0.004	<LCM	<LCM
Estaño	mg/L	0.007	<LCM	<LCM
Mercurio	mg/L	0.0002	<LCM	<LCM

Fuente: Laboratorio regional del agua

3.3 ANALISIS DE RESULTADOS Y COMPARACION CON EL ECA 1 (Población y Recreacional).

- 1) Concentración del Aluminio (Al) en el punto de muestreo 01 y 02 en el río Porcón Bajo, comparados con el ECA I- Subcategoría A, CLASE A1, A2, A3.

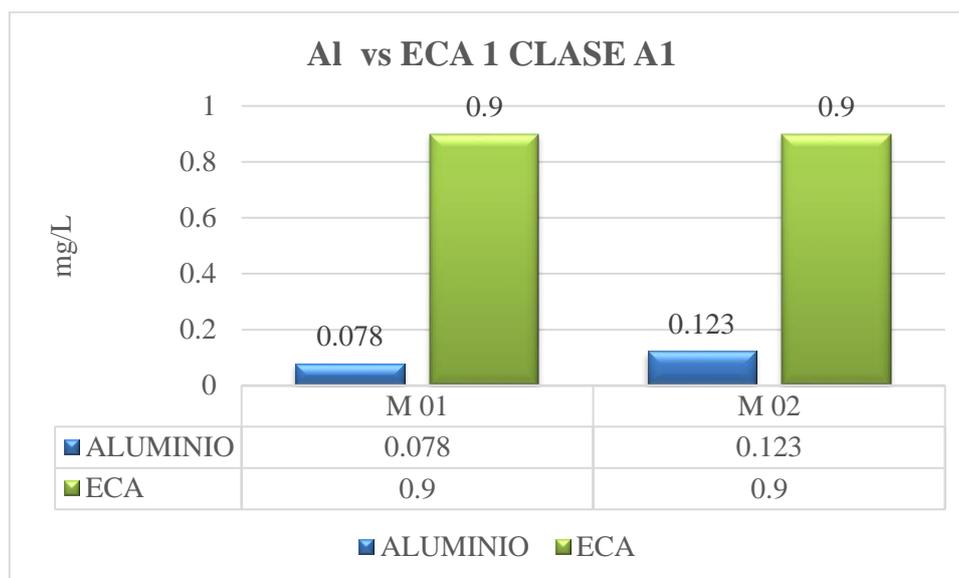


Figura 3 Resultados de Al vs ECA 1 CLASE A1

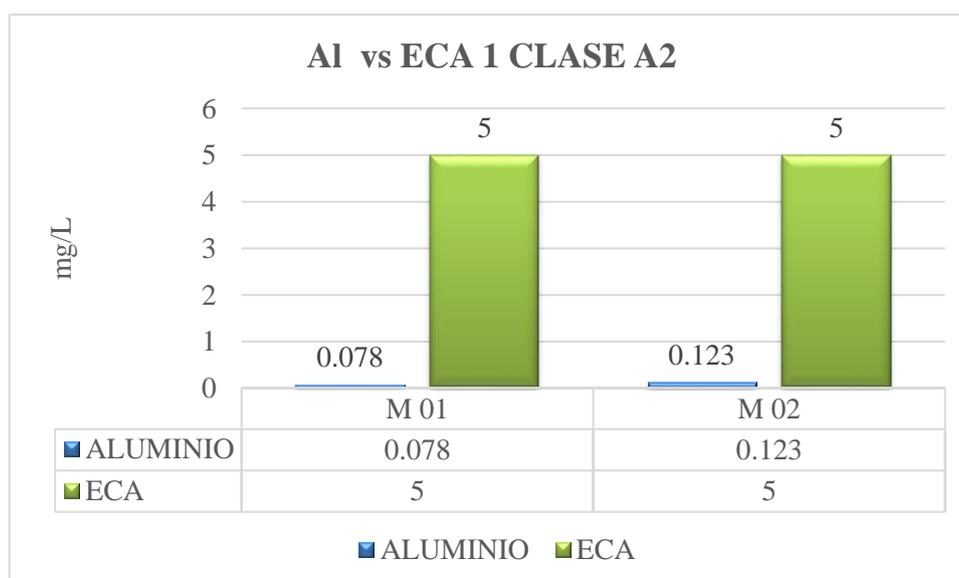


Figura 4 Resultados de Al vs ECA 1 CLASE A2

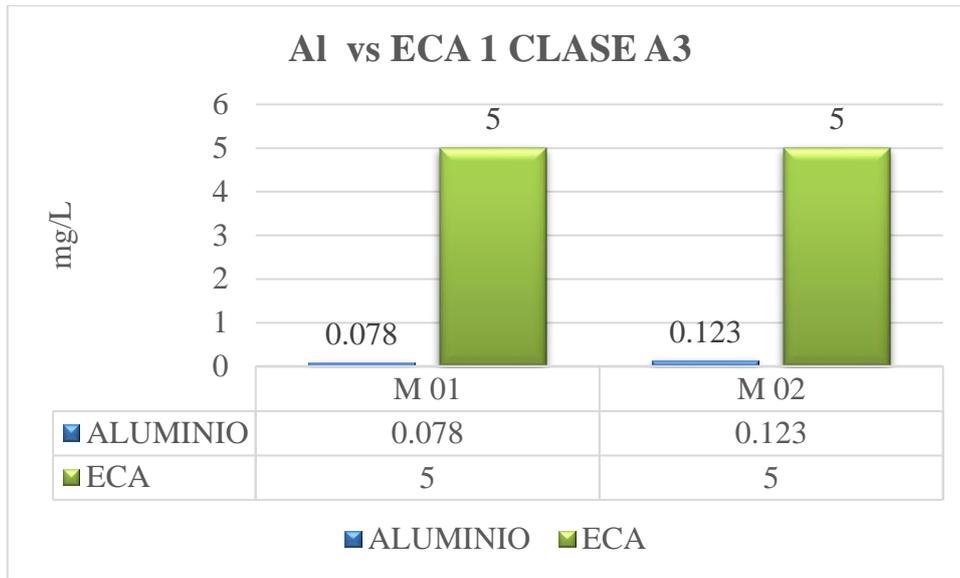


Figura 5. Resultados de Al vs ECA 1 CLASE A3

- 2) Concentración del Bario (Ba) en el punto de muestreo 01 y 02 en el río Porcón Bajo, comparados con el ECA I- Subcategoría A, CLASE A1, A2, A3

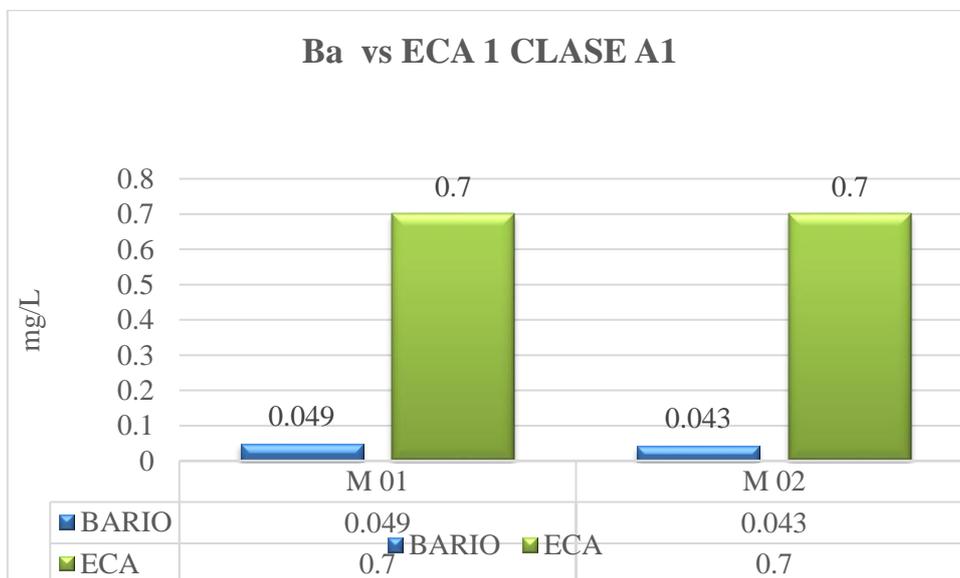


Figura 6 Resultados de Ba vs ECA 1 CLASE A1

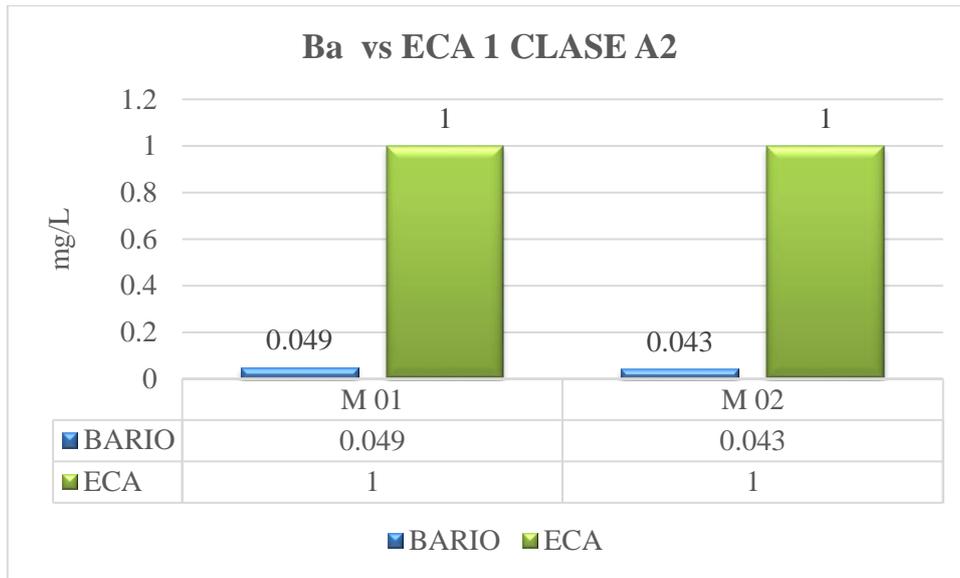


Figura 7 Comparación entre Ba vs ECA 1 CLASE A2

- 3) Concentración del Hierro (Fe) en el punto de muestreo 01 y 02 en el río Porcón Bajo, comparados con el ECA I- Subcategoría A, CLASE A1, A2, A3

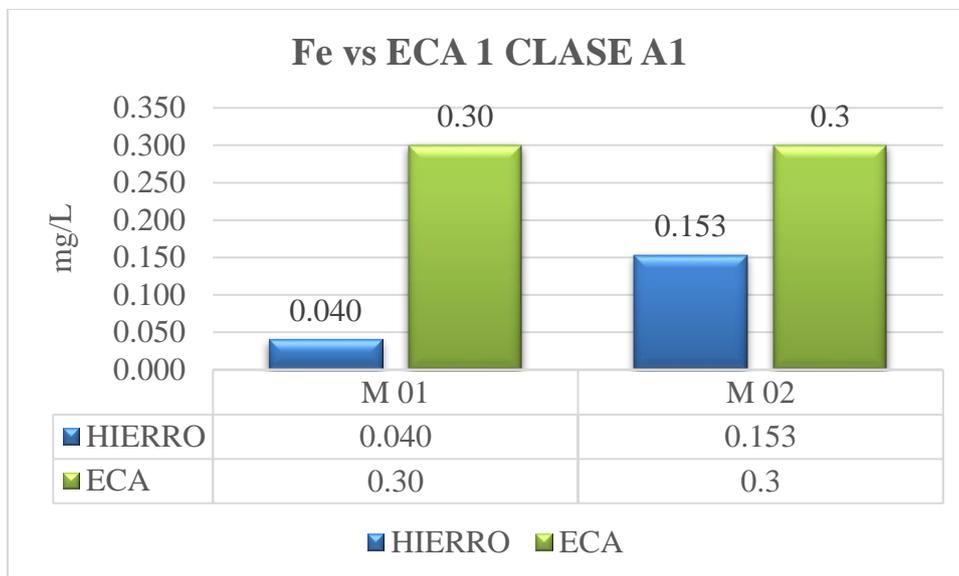


Figura 8 Comparación entre Fe vs ECA 1 CLASE A1

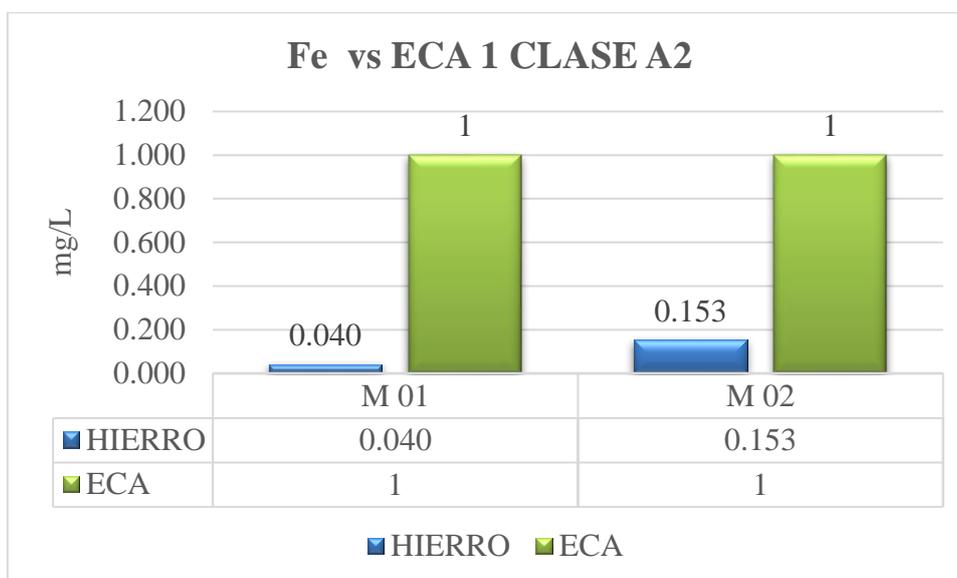


Figura 9 Comparación entre Fe vs ECA 1 CLASE A2

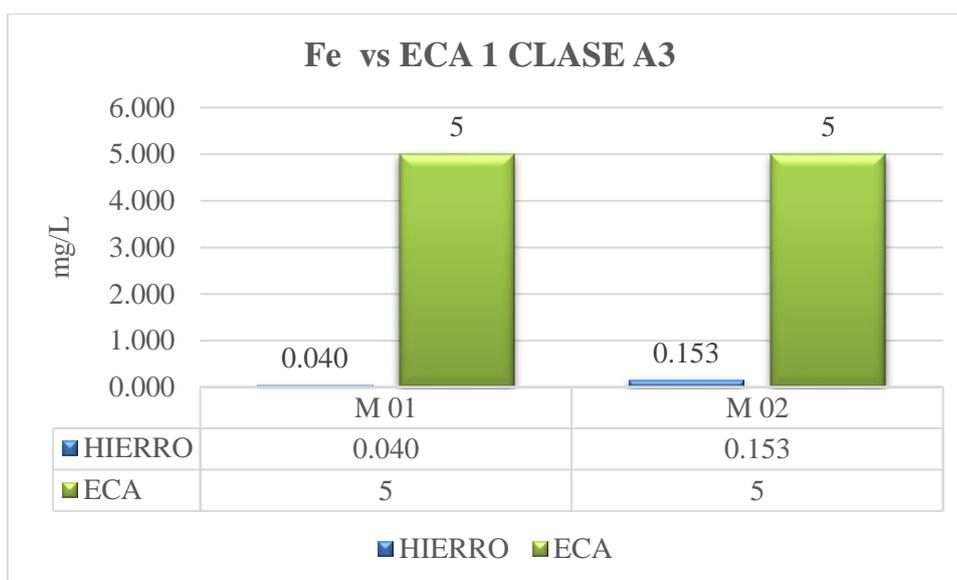


Figura 10 Comparación entre Fe vs ECA 1 CLASE A3

- 4) Concentración del Manganeso (Mn) en el punto de muestreo 01 y 02 en el río Porcón Bajo, comparados con el ECA I- Subcategoría A, CLASE A1, A2, A3

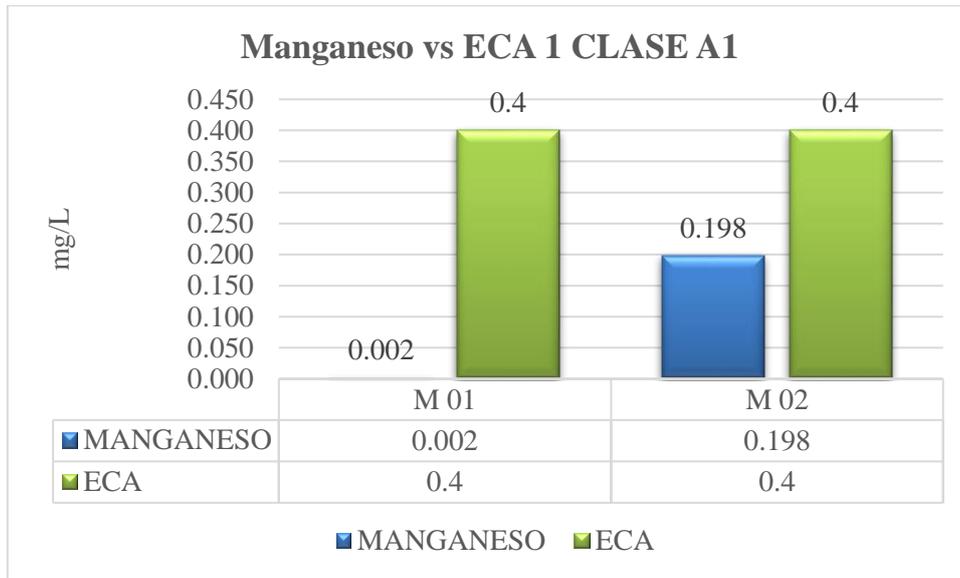


Figura 11 Comparación entre Manganeso vs ECA 1 CLASE A1

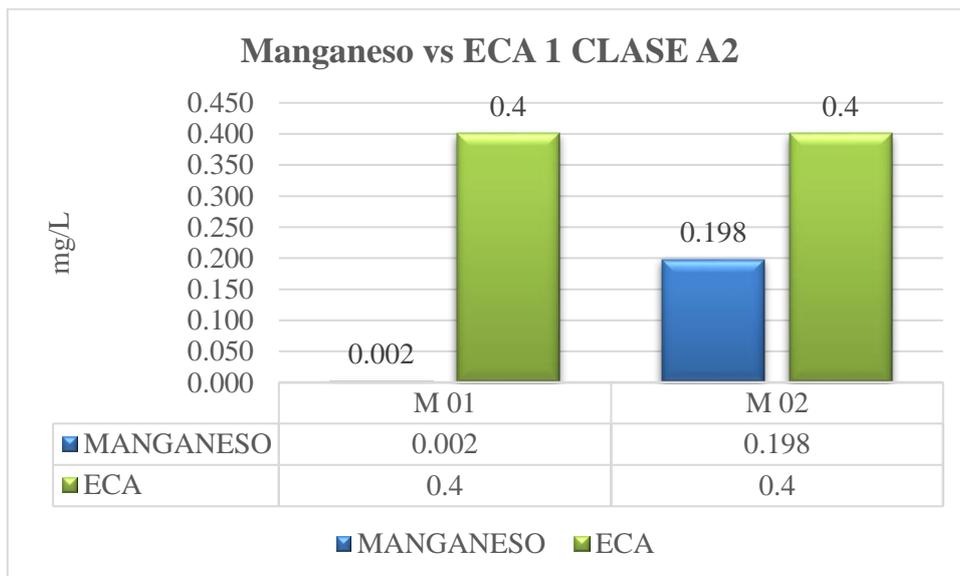


Figura 12 Comparación entre Manganeso vs ECA 1 CLASE A2

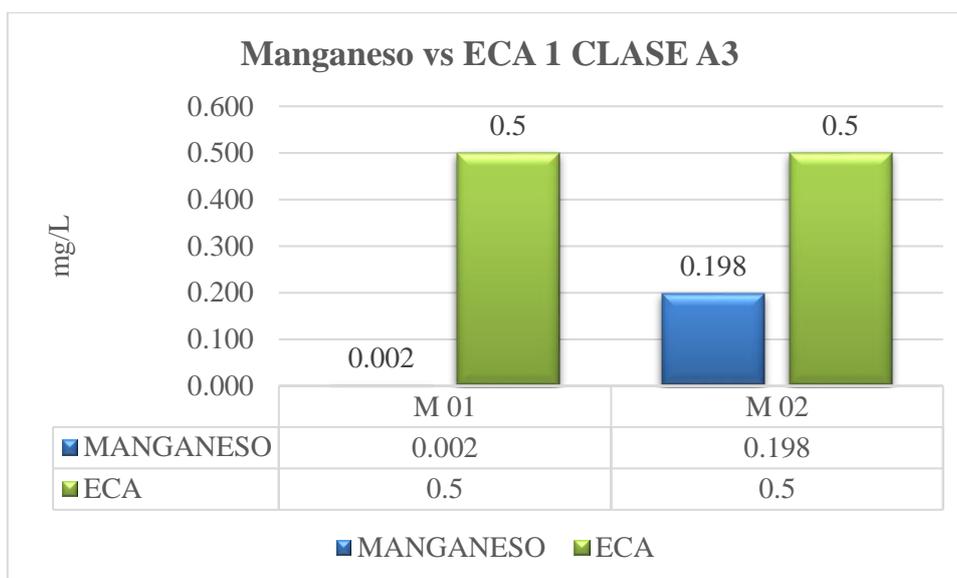


Figura 13 Comparación entre Manganeso vs ECA 1 CLASE A3

- 5) Concentración del Fosforo (K) en el punto de muestreo 01 y 02 en el río Porcón Bajo, comparados con el ECA I- Subcategoría A, CLASE A1, A2, A3

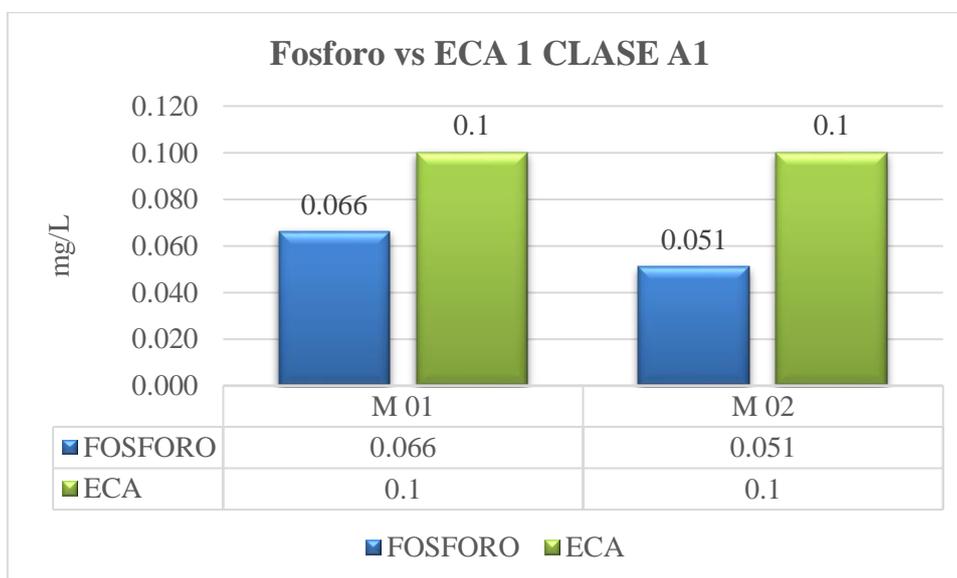


Figura 14 Comparación entre Fosforo vs ECA 1 CLASE A1

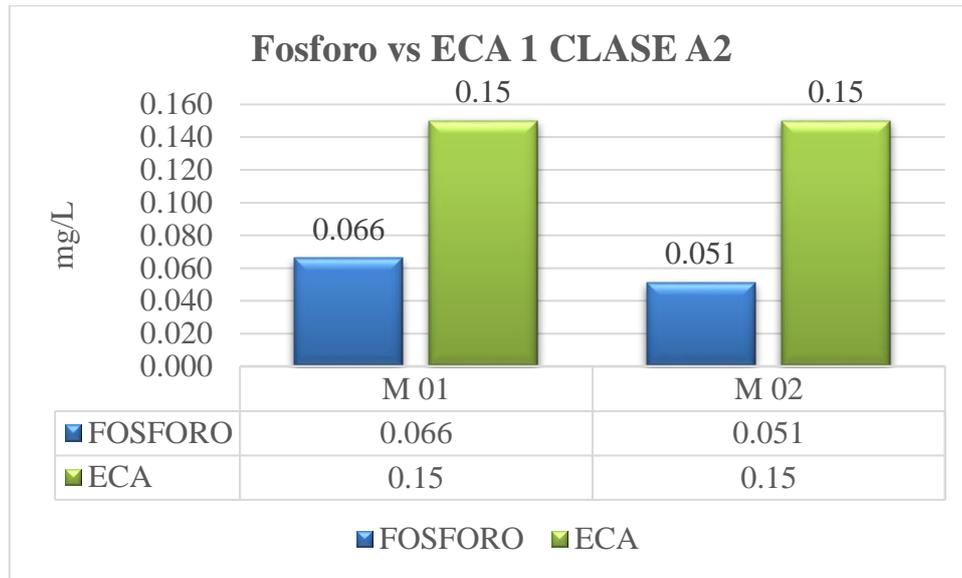


Figura 15 Comparación entre Fosforo vs ECA 1 CLASE A2

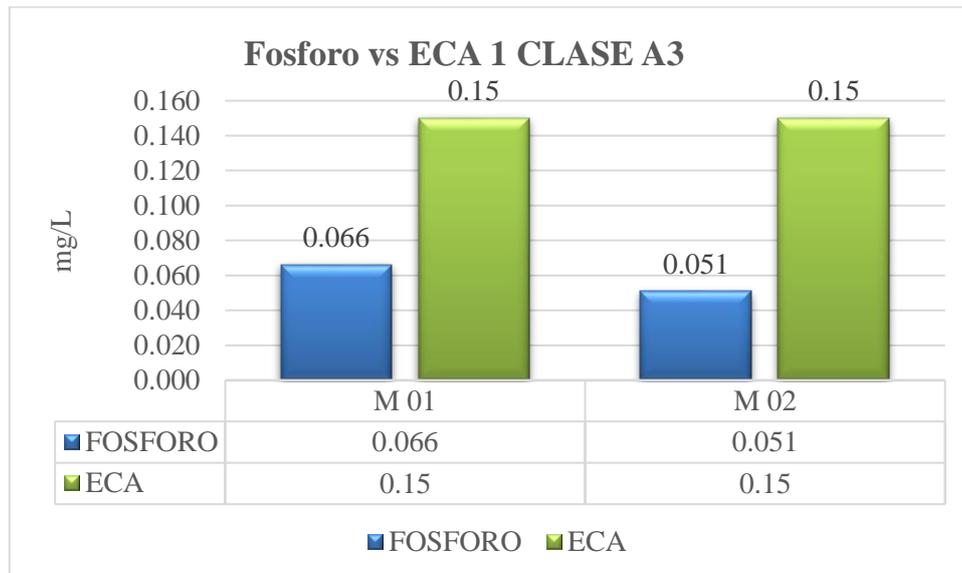


Figura 16 Comparación entre Fosforo vs ECA 1 CLASE A3

- 6) Concentración de Potencial de Hidrogeno (pH) en el punto de muestreo 01 y 02 en el río Porcón Bajo, comparados con el ECA I- Subcategoría A, CLASE A1, A2, A3

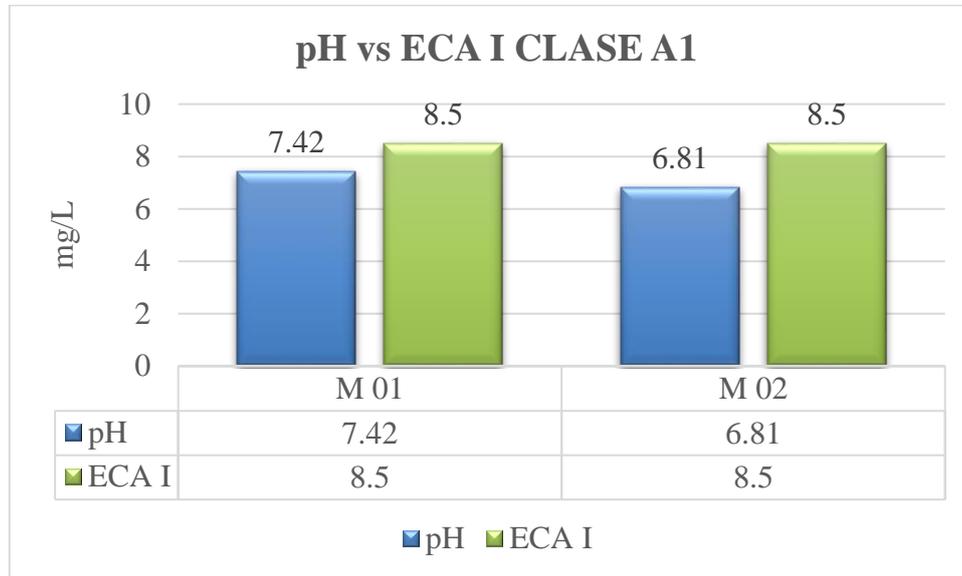


Figura 17 Comparación entre pH vs ECA I CLASE A1

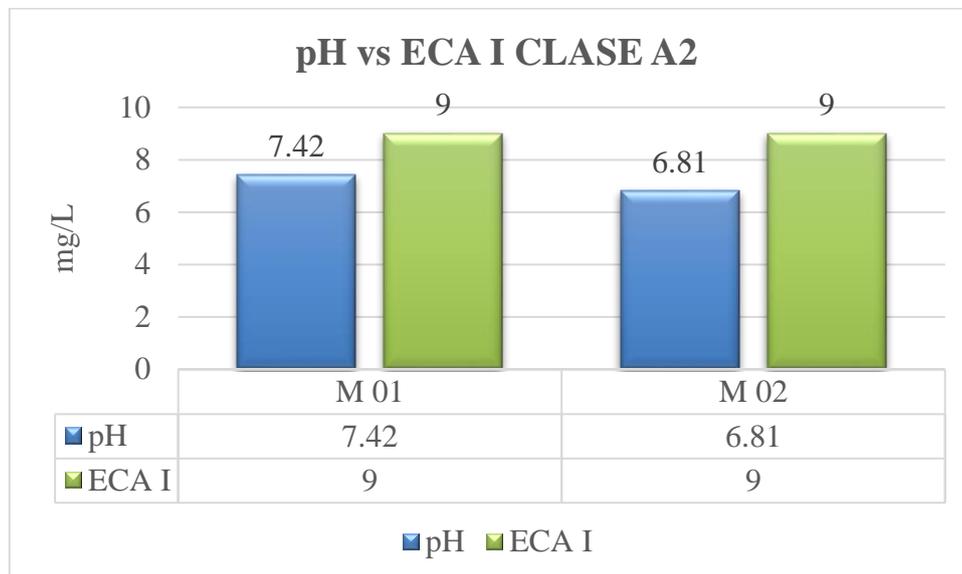


Figura 18 Comparación entre pH vs ECA I CLASE A2

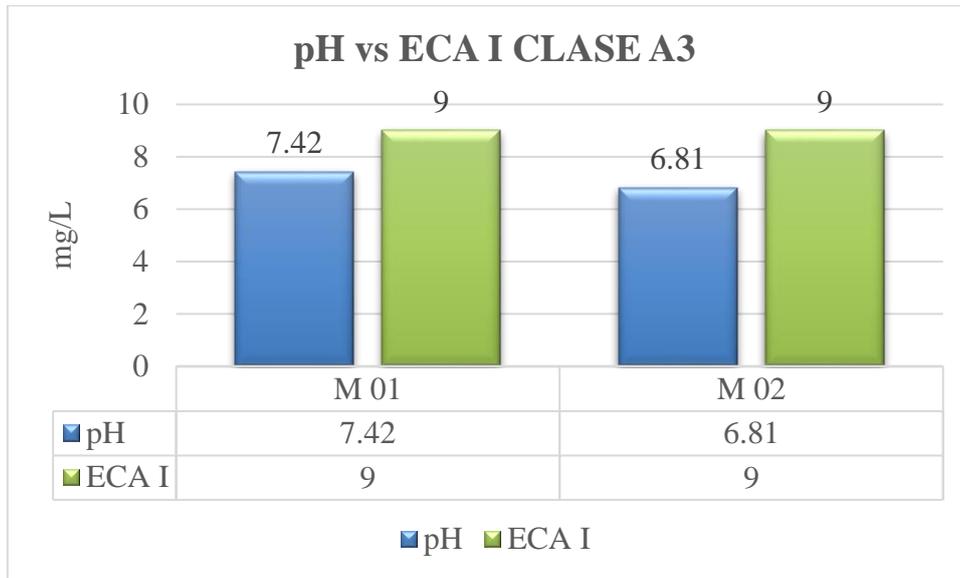


Figura 19 pH vs ECA I CLASE A3

3.6 ANALISIS DE RESULTADOS Y COMPARACION CON EL ECA III (Riego de Vegetales y Bebida de Animales)

- 1) Concentración del Aluminio (Al) en el punto de muestreo 01 y 02 en el río Porcón Bajo, comparados con el ECA III- Subcategoría D, CLASE D1,D2.

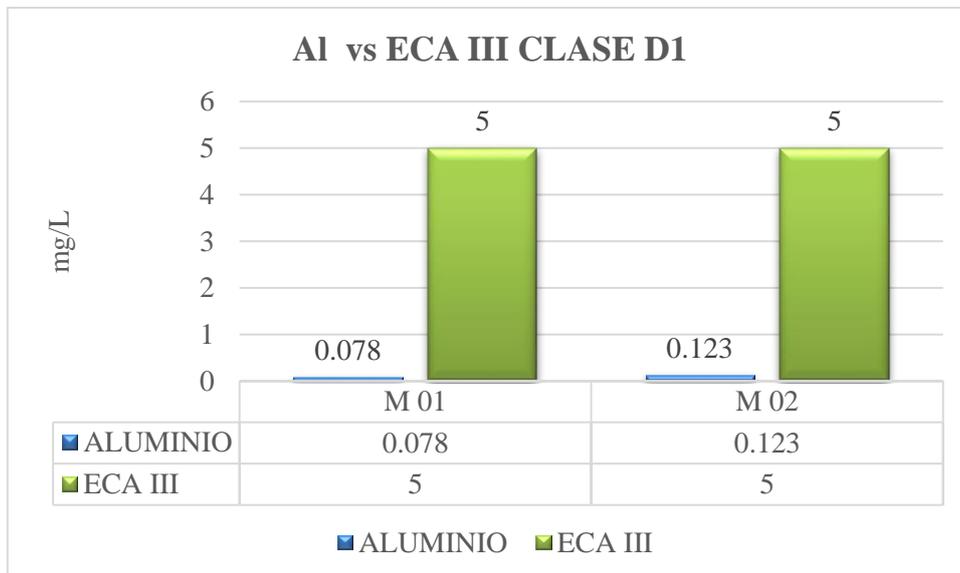


Figura 20 Comparación entre Al vs ECA III CLASE D1

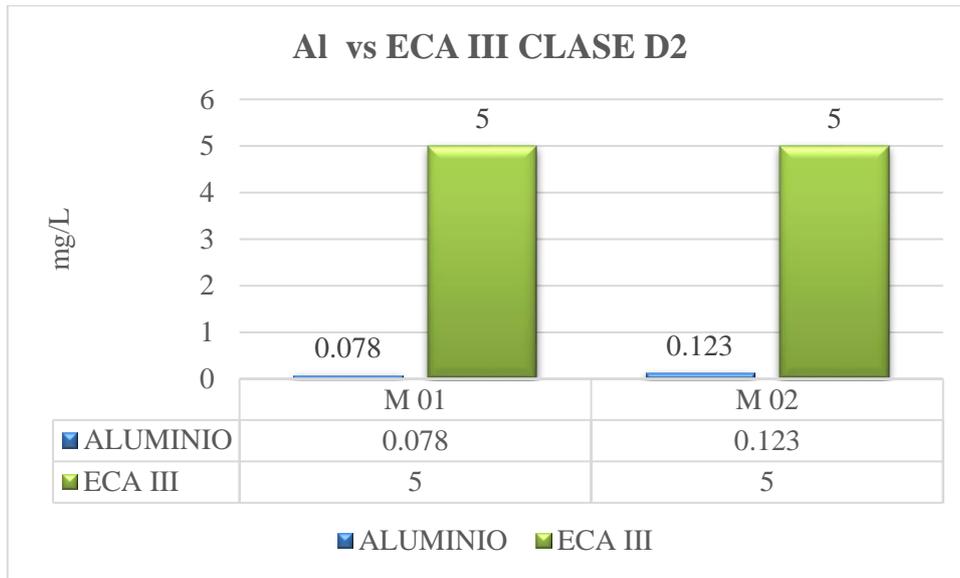


Figura 21 Comparación entre Al vs ECA III CLASE D2

- 2) Concentración del Bario (Ba) en el punto de muestreo 01 y 02 en el río Porcón Bajo, comparados con el ECA III- Subcategoría D, CLASE D1, D2.

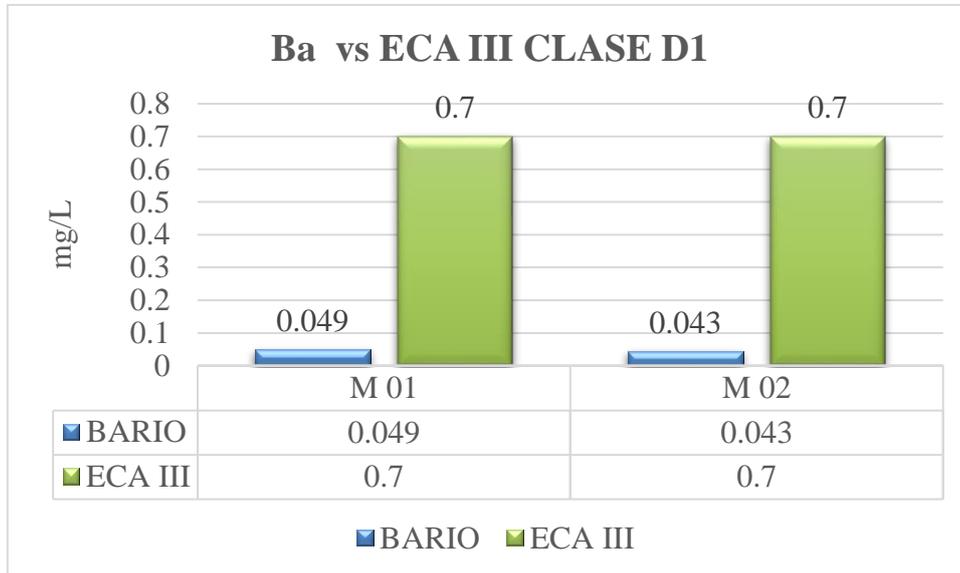


Figura 22 Comparación entre Ba vs ECA III CLASE D1

- 3) Concentración del Calcio (Ca) en el punto de muestreo 01 y 02 en el río Porcón Bajo, comparados con el DS – 002 – 2008 MINAM ECA III- Subcategoría D, CLASE D1, D2.

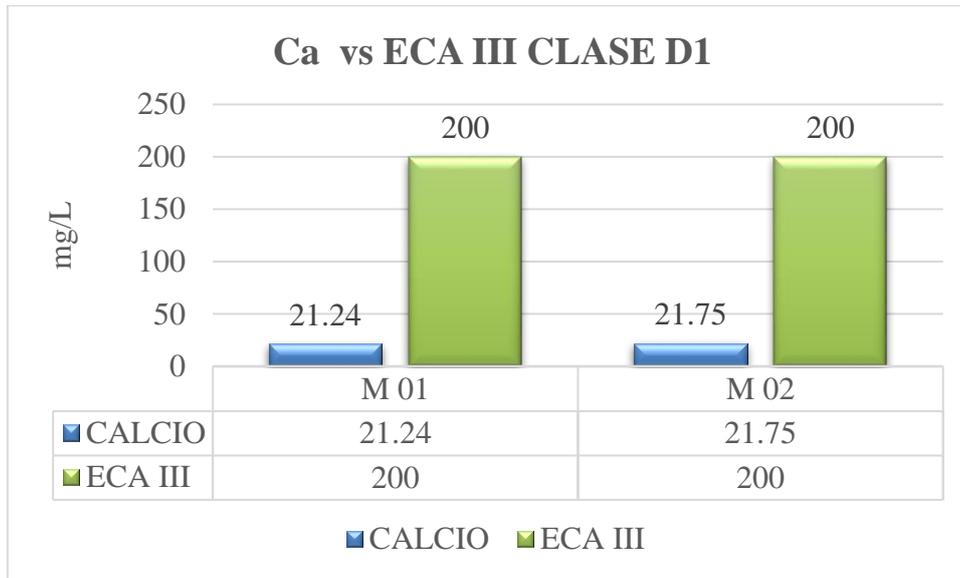


Figura 23 Comparación entre Ca vs ECA III CLASE D1

- 4) Concentración del Hierro (Fe) en el punto de muestreo 01 y 02 en el río Porcón Bajo, comparados con el ECA III- Subcategoría D, CLASE D1, D2.

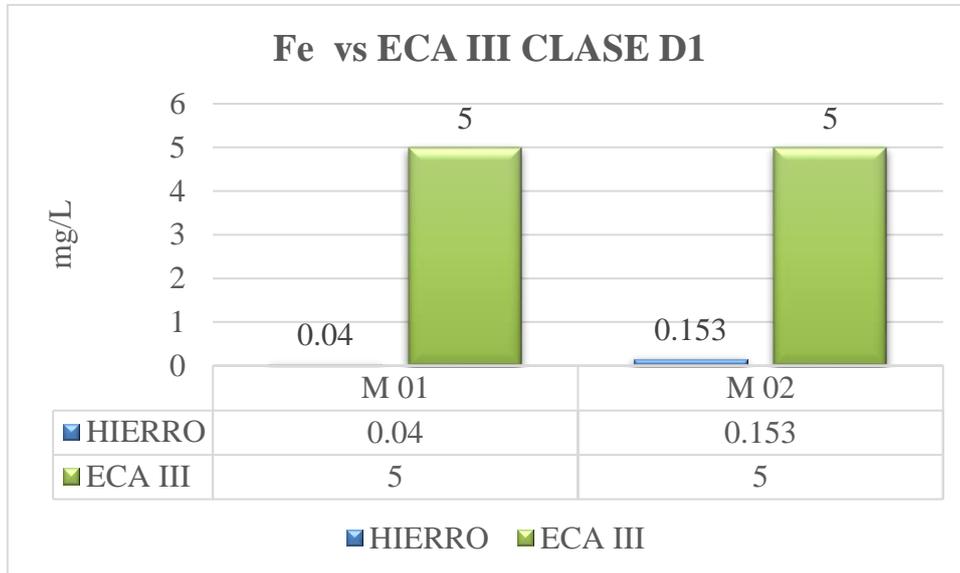


Figura 24 Comparación entre Fe vs ECA III CLASE D1

- 5) Concentración del Magnesio (Mg) en el punto de muestreo 01 y 02 en el río Porcón Bajo, comparados con el ECA III- Subcategoría D, CLASE D1, D2.

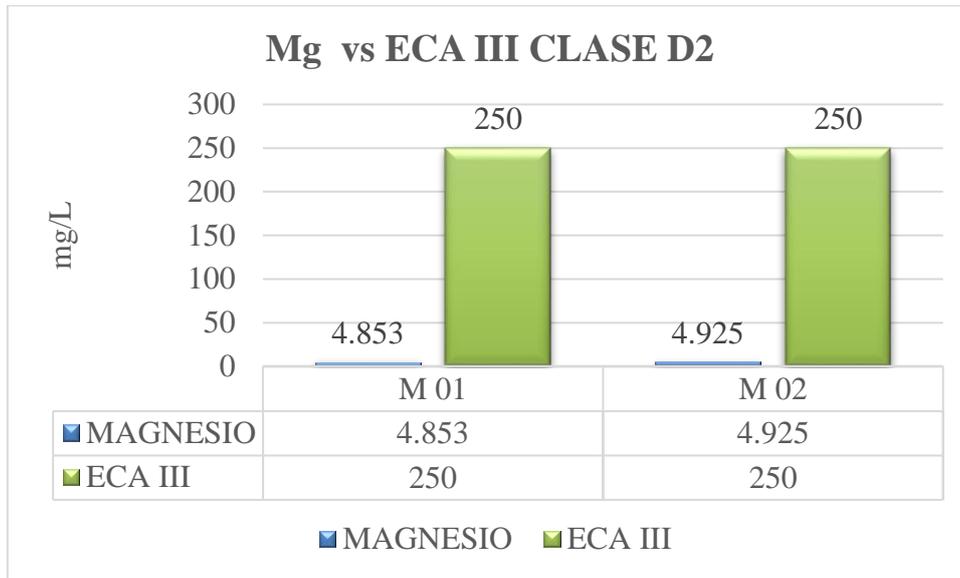


Figura 25 Comparación entre Mg vs ECA III CLASE D2

- 6) Concentración del Manganeseo (Mn) en el punto de muestreo 01 y 02 en el río Porcón Bajo, comparados con el ECA III- Subcategoría D, CLASE D1, D2.

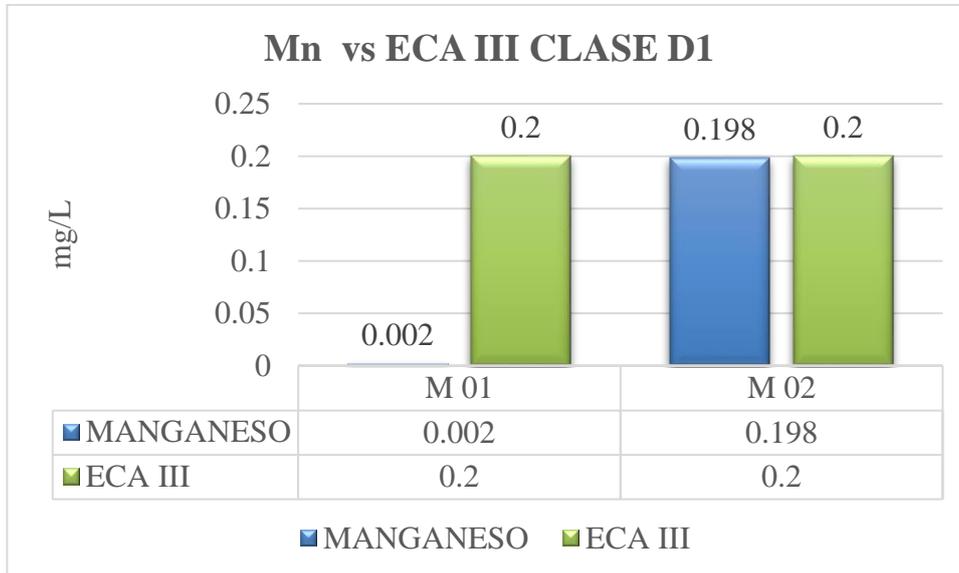


Figura 26 Comparación entre Mn vs ECA III CLASE D1

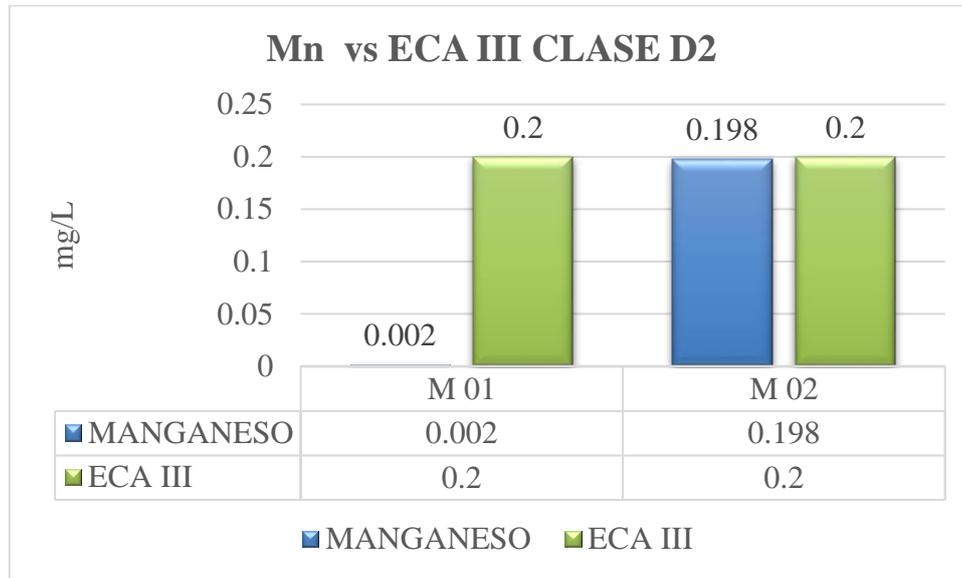


Figura 27 Comparación entre Mn vs ECA III CLASE D2

- 7) Concentración del Sodio (Na) en el punto de muestreo 01 y 02 en el río Porcón Bajo, comparados con el DS – 002 – 2008 MINAM ECA III, CLASE D1, D2.

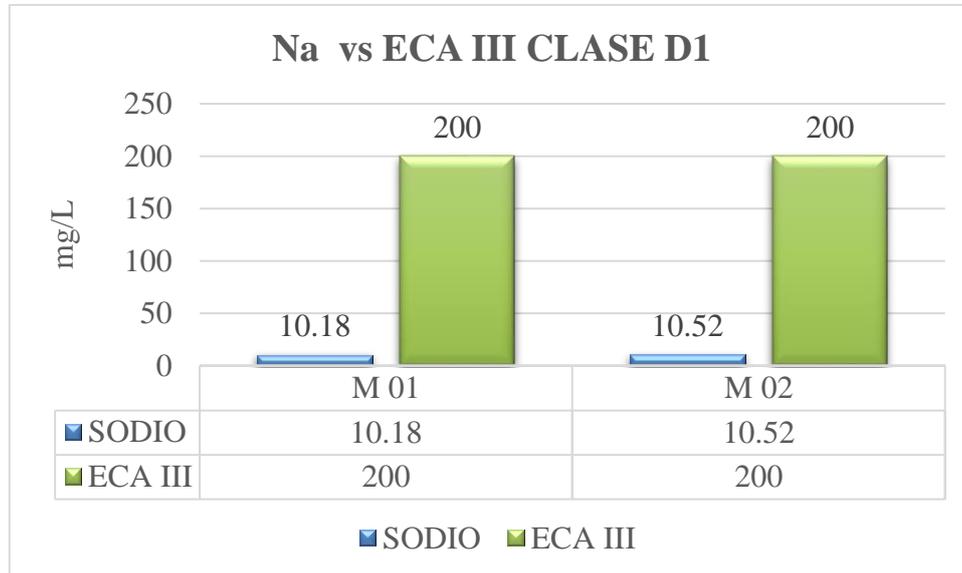


Figura 28 Comparación entre Na vs ECA III CLASE D1

- 8) Concentración del AZUFRE (S) en el punto de muestreo 01 y 02 en el río Porcón Bajo, comparados con el ECA III- Subcategoría D, CLASE D1, D2.

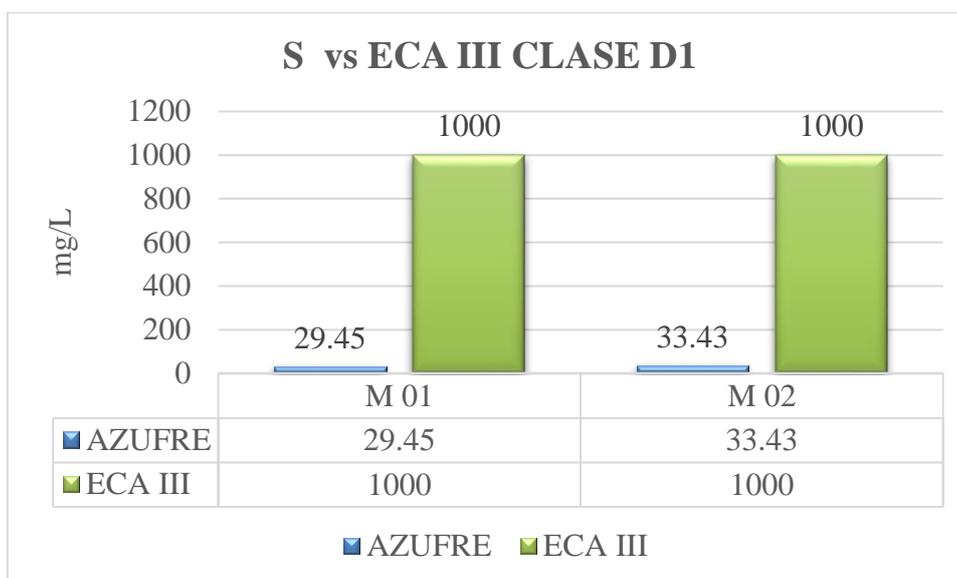


Figura 29 Comparación entre S vs ECA III CLASE D1

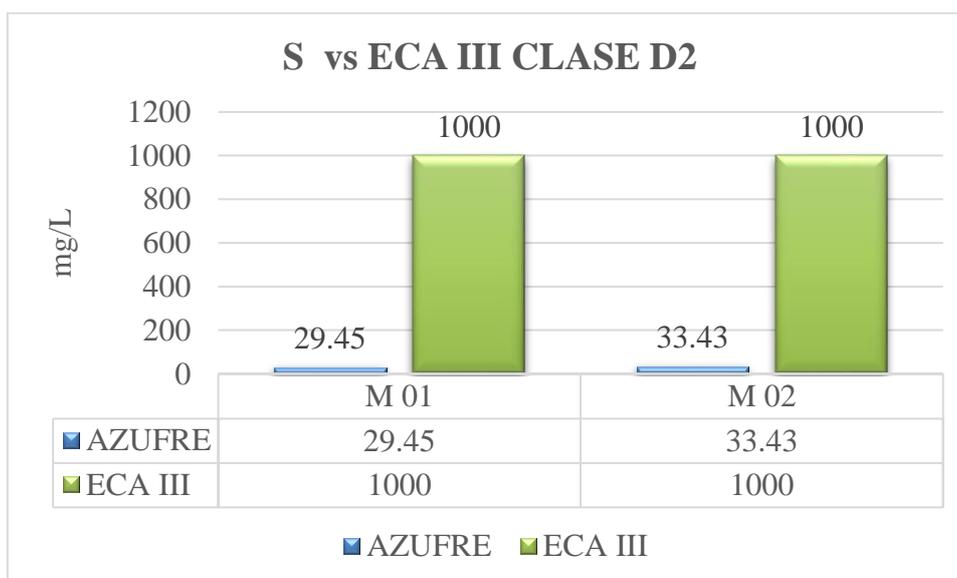


Figura 30 Comparación entre S vs ECA III CLASE D2

- 9) Concentración del Potencial de Hidrogeno (pH) en el punto de muestreo 01 y 02 en el río Porcón Bajo, comparados con el ECA III- Subcategoría D, CLASE D1, D2.

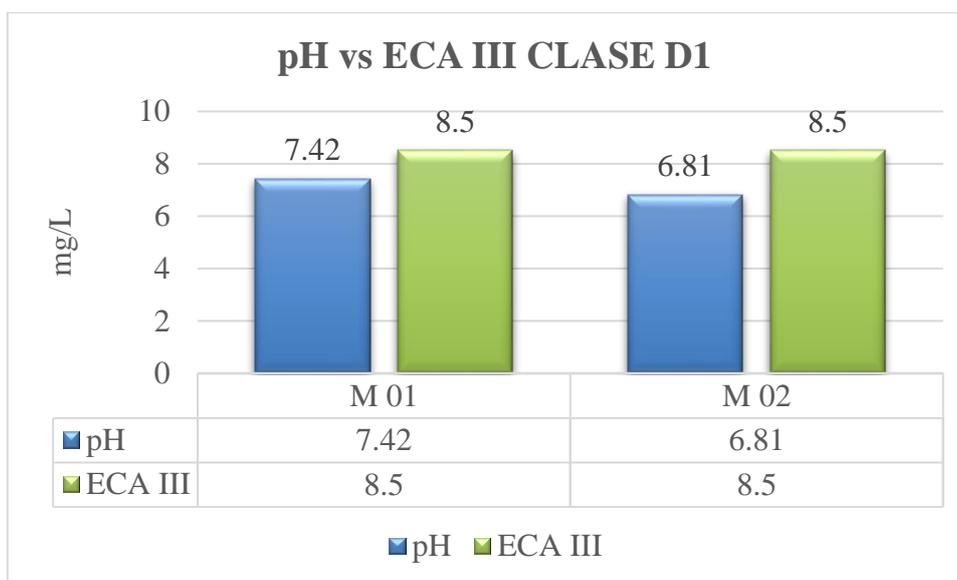


Figura 31 Comparación entre pH vs ECA III CLASE D1

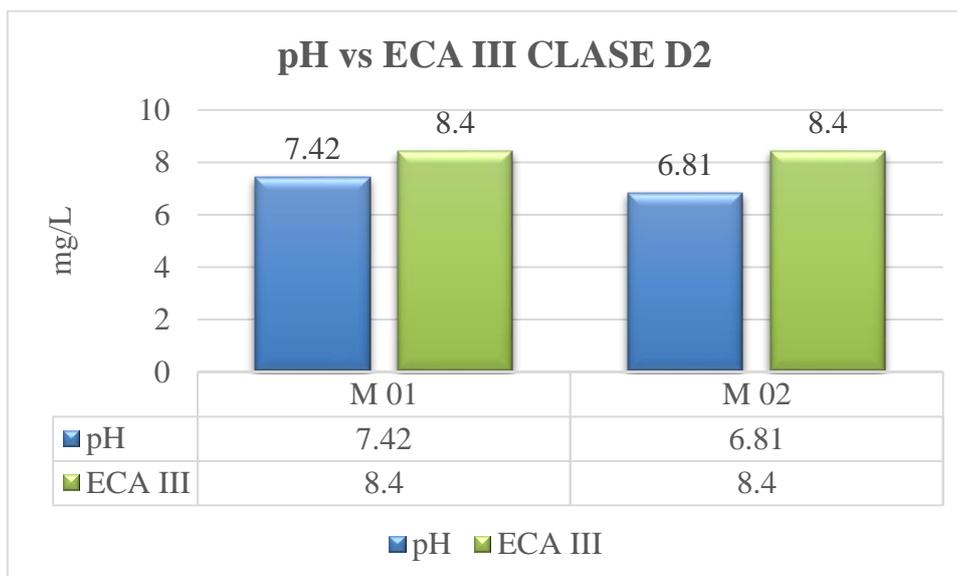


Figura 32 Comparación entre pH vs ECA III CLASE D2

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión.

Al evaluar los resultados obtenidos en el laboratorio comparándolos con los ECA CATEGORÍA I: POBLACIONAL Y RECREACIONAL, se observa que en la tabla 19 y Figura 14, el cual registra al (P) en la muestra 01 con un valor de 0.066 mg/L y en la muestra 02 con valor 0.051 mg/L, siendo esta la concentración más alta a comparación del ECA I el cual para este parámetro es de 0.1 mg/L. Por el lado opuesto observamos que en la tabla 10 y Figura 05, el cual registra al parámetro (Al) el cual en la muestra 01 tiene un valor 0.078 mg/L y en la muestra 02 con un valor 0.123 mg/L, siendo esta la concentración más baja a comparación del ECA I el cual para este parámetro es de 5 mg/L.

Al comparar el parámetro pH para el ECA CATEGORÍA I: POBLACIONAL Y RECREACIONAL, se observa que el pH para la muestra 01 es de 7.42 y para la muestra 02 es de 6.81, los valores analizados están en el rango establecido ya que para el ECA I debe oscilar entre 5.5 – 9.

Al analizar los resultados obtenidos en el laboratorio comparándolos con los ECA CATEGORÍA III: RIEGO DE PLANTAS Y BEBIDA DE ANIMALES, se observa que en la tabla 31 y Figura 26, el cual registra al (Mn) en la muestra 01 con un valor de 0.002 mg/L y en la muestra 02 con valor 0.198, siendo esta la concentración más alta a comparación del ECA III el cual para este parámetro es de 0.2 mg/L. Por el lado opuesto observamos que en la Figura 24, el cual registra al parámetro (Fe) el cual en la muestra 01 tiene un valor 0.040 mg/L y en la muestra 02 con un valor 0.153 mg/L, siendo esta la concentración más baja a comparación del ECA I el cual para este parámetro es de 5 mg/L.

Al comparar el parámetro pH para el ECA CATEGORÍA III: RIEGO DE PLANTAS Y BEBIDA DE ANIMALES, se observa que el pH para la muestra 01 es de 7.42 y para la muestra 02 es de 6.81, los valores analizados están en el rango establecido ya que para el ECA III debe oscilar entre 6.5 – 8.5.

Los resultados obtenidos en esta investigación, contradicen con el estudio de Becerra, R., Quiliche, K. (2019) en la investigación sobre las aguas en la quebrada Quishuar y el río Grande en donde obtuvieron en sus resultados una ligera contaminación por el Aluminio y el Hierro que exceden los parámetros de los ECA categoría I y III.

También se contradice con el estudio hecho por Yacoub López, C. (2007) en el cual halla una contaminación generada por metales pesados aguas debajo de dicha mina durante el período 2002-2003.

4.2 Conclusiones

Se determinó el impacto ambiental en las aguas del río Porcón Bajo, producido por las descargas de efluentes mineros en la parte alta de la cuenca para cumplir con los ECAS, Cajamarca 2020; a partir de los resultados físico-químicos de las muestras de agua enviadas al Laboratorio Regional del Agua y comparados con los ECAS, se concluye que hay impacto y no hay contaminación en las aguas del río Porcón Bajo que exceda los ECA establecido por el MINAM, ECAS CATEGORIA I y CATEGORIA III.

Las características físico - químicas en la zona del río Porcón Bajo fueron reportadas a través de un ensayo de laboratorio llevadas a cabo por el Laboratorio Regional del Agua, concluyéndose que los valores no exceden los ECAS.

Se determinó el nivel de contaminación, presencia de metales, pH de agua, basándose en las características físico-químicas, tomando cuatro muestras de agua, dos para metales y dos para pH en el Río Porcón Bajo; llevados luego al laboratorio Regional del Agua, por lo que al comparar los resultados con los ECAS categoría I y categoría III se concluye que no hay contaminación que excedan los parámetros establecidos en el DS – 004 – 2017 - MINAM.

Con la evaluación de los resultados, se determinó que los metales y pH analizados no exceden en el ECA, por lo que se concluye que las descargas de agua en las cabeceras de cuenca por la empresa minera, son tratadas adecuadamente y no perjudica a la población de Porcón Bajo y Cajamarca.

REFERENCIAS

- Pamo, E. L., Aduvire, O., & Baretino, D. (2002). *Tratamientos pasivos de drenajes ácidos de mina: estado actual y perspectivas de futuro*. Boletín Geológico y minero, 113, 3-21.
- Zegarra (2002). *Resolución de Conflictos Medioambientales en la Microcuenca del Río Porcón, Cajamarca 1993-2002*. Tesis en sociología. PUCP, 106.
- Baquero et al., Macla (2008). *Tratamiento de Aguas Ácidas. Prevención y Reducción de la Contaminación*. Revista de la sociedad española de mineralogía.
- Hinojosa Carrasco (2002). *Drenaje ácido y estudio y alternativas de remediación: Caso de San Quintín*, en Villamayor de Calatrava.
- DS 004 - MINAM (2017), *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias*. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM ECA I Y ECA III.
- Yacoub López, C. (2007). *Identificación y cuantificación de los efectos y consecuencias de los impactos ambientales generados por la minería de extracción de oro por lixiviación de cianuro*. Caso Minería Yanacocha SRL, en Cajamarca, Perú.
- Patricia Rojas (2015). *Gestión del agua en cuencas en minería*. Limitaciones desde la sostenibilidad ambiental y la equidad social en la cuenca Porcón, Perú.
- Kuramoto, J. R. (2000). *Las aglomeraciones productivas alrededor de la minería: el caso de la Minera Yanacocha, SA*. CEPAL.
- Torres, P., Cruz, C. H., & Patiño, P. J. (2009). *Índices de Calidad de Agua en fuentes superficiales utilizadas en la Producción de Agua para Consumo Humano: Una Revisión Crítica*. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 8(15), 79-94.
- Becerra, R., Quiliche, K. (2019). *“Evaluación del agua en la quebrada Quishuar y el río Grande, para determinar la concentración de metales, pH y turbidez: Minería en cabecera de cuenca Cajamarca*.
- Rodríguez, R., Oldecop, L., Linares, R., & Salvadó, V. (2012). *Los grandes desastres medioambientales producidos por la actividad minero-metalúrgica a nivel mundial: causas y consecuencias ecológicas y sociales*. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, 12(24), 7-25.

ANEXOS

Anexo 1. Estándares de Calidad Ambiental ECAS

ECA I: Poblacional y recreacional

- a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable
 - A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección
 - A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
 - A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
- b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación
 - B1. Contacto primario
 - B2. Contacto secundario

ECA II: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales

- a) Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras
- b) Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras
- c) Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras
- d) Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas

ECA III: Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

- a) Subcategoría D1: Riego de vegetales
 - a. Agua para riego no restringido
 - b. Agua para riego restringido
- b) Subcategoría D2: Bebida de animales

ECA IV: Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

- a) Subcategoría E1: Lagunas y lagos
- b) Subcategoría E2: Ríos
 - a. Ríos de la costa y sierra
 - b. Ríos de la selva
- c) Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos
 - a. Estuarios
 - b. Marinos

Tabla 6

Cuadro de los estándares de calidad ambiental categoría 1

CATEGORÍA 1: POBLACIONAL Y RECREACIONAL

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

	PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	A1	A2	A3
			Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS	Conductividad	(μ S/cm)	1 500	1 600	**
	Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de Ph	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
	Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
	Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
	Turbiedad	UNT	5	100	**
QUÍMICOS INORGÁNICOS	Aluminio	mg/L	0,9	5	5
	Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
	Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
	Bario	mg/L	0,7	1	**
	Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
	Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
	Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
	Cobre	mg/L	2	2	2
	Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
	Hierro	mg/L	0,3	1	5
	Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
	Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
	Molibdeno	mg/L	0,07	**	**
	Níquel	mg/L	0,07	**	**
	Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
	Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02	
Zinc	mg/L	3	5	5	

Fuente: DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM

Tabla 7

Cuadro de los estándares de calidad ambiental categoría 3

CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES

	PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
			Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS	Conductividad	(μ S/cm)	2 500		5000
	Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
	Sólidos Disueltos Totales	mg/L			
	Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
	Turbiedad	UNT			
QUIMICOS INORGANICOS	Aluminio	mg/L	5		5
	Arsénico	mg/L	0,1		0,2
	Bario	mg/L	0,7		**
	Berilio	mg/L	0,1		0,1
	Boro	mg/L	1		5
	Cadmio	mg/L	0,01		0,05
	Cobre	mg/L	0,2		0,5
	Cobalto	mg/L	0,05		1
	Cromo Total	mg/L	0,1		1
	Hierro	mg/L	5		**
	Litio		2,5		2,5
	Magnesio	mg/L	**		250
	Manganeso		0,2		0,2
	Mercurio	mg/L	0,001		0,01
	Níquel	mg/L	0,2		1
	Plomo	mg/L	0,05		0,05
	Selenio	mg/L	0,02		0,05
Zinc	mg/L	2		24	

Fuente: DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM

Anexo 02: Resultados del Laboratorio Regional del Agua



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 1120580A

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre	JHON ALEX VILLANUEVA SÁNCHEZ		
Dirección	Av. Via Evitamiento Sur N° 1135		
Persona de contacto	-	Correo electrónico	jhonalezvs@hotmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo	05.11.2020	Hora de Muestreo	11:00 - 12:00 a.m.
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	02		
Ensayos solicitados	Químicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación		
Referencia de la Muestra:	Río Porcón		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC-884	Cadena de Custodia	CC-580A-2020
Fecha y Hora de Recepción	05.11.2020 13:00 p.m.	Inicio de Ensayo	05.11.2020 13:10 p.m.
Reporte Resultado	16.11.2020 15:30 p.m.		



Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 17 de noviembre de 2020

Página: 1 de 3

*LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO
JILUIS ALBERTO SANCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERU
e-mail: laboratorio@regioncajamarca.gob.pe | 595006 anexo 1149

Figura 33 Datos del solicitante de los análisis en el LABORATORIO REGIONAL DE AGUA – GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 1120580A

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código de la Muestra			Muestra N° 1	Muestra N° 2	-	-	-	-
Código Laboratorio					-	-	-	-
Matriz			NATURAL	NATURAL	-	-	-	-
Descripción			Superficial	Superficial	-	-	-	-
Localización de la Muestra			Río Porcón	Río Porcón	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales					
Plata (Ag)	mg/L	0.0190	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	0.078	0.123	-	-	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.0050	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Boro (B)	mg/L	0.0260	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.0040	0.049	0.043	-	-	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.0030	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.0160	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.1240	21.24	21.75	-	-	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.0020	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.0030	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.0230	0.040	0.153	-	-	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.0510	3.073	2.757	-	-	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.0050	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.0190	4.853	4.925	-	-	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	<LCM	0.198	-	-	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.0020	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.0260	10.18	10.52	-	-	-	-
Niquel (Ni)	mg/L	0.0060	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.0240	0.066	0.051	-	-	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.0910	29.45	33.43	-	-	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.0050	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.0180	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.1040	14.08	13.92	-	-	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.0030	0.230	0.237	-	-	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.0040	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.0030	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.0040	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.0040	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.0180	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Cerio	mg/L	0.0040	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Estaño (Sn)	mg/L	0.0070	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0002	<LCM	<LCM	-	-	-	-

Cajamarca, 17 de noviembre de 2020

Página: 2 de

Figura 34 Resultados del análisis de metales en el LABORATORIO REGIONAL DE AGUA – GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 1120580A

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS			
Código de la Muestra	Muestra N° 1	Muestra N° 2	-	-	-	-
Código Laboratorio			-	-	-	-
Matriz	NATURAL	NATURAL	-	-	-	-
Descripción	Superficial	Superficial	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Río Porcón	Río Porcón	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados			
pH a 25°C	pH	NA	7.42	6.81	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4. 1994. (Validado) 2014. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Mercurio por AAS-CV	mg/L	EPA 245.1. Rev 3.0. 1994. (Validado) 2014. Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-H+ B. 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (**) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 17 de noviembre de 2020



LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Página: 3 de 3

Figura 35 Resultados del análisis de pH en el LABORATORIO REGIONAL DE AGUA GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

Anexo 3. Galería de fotos

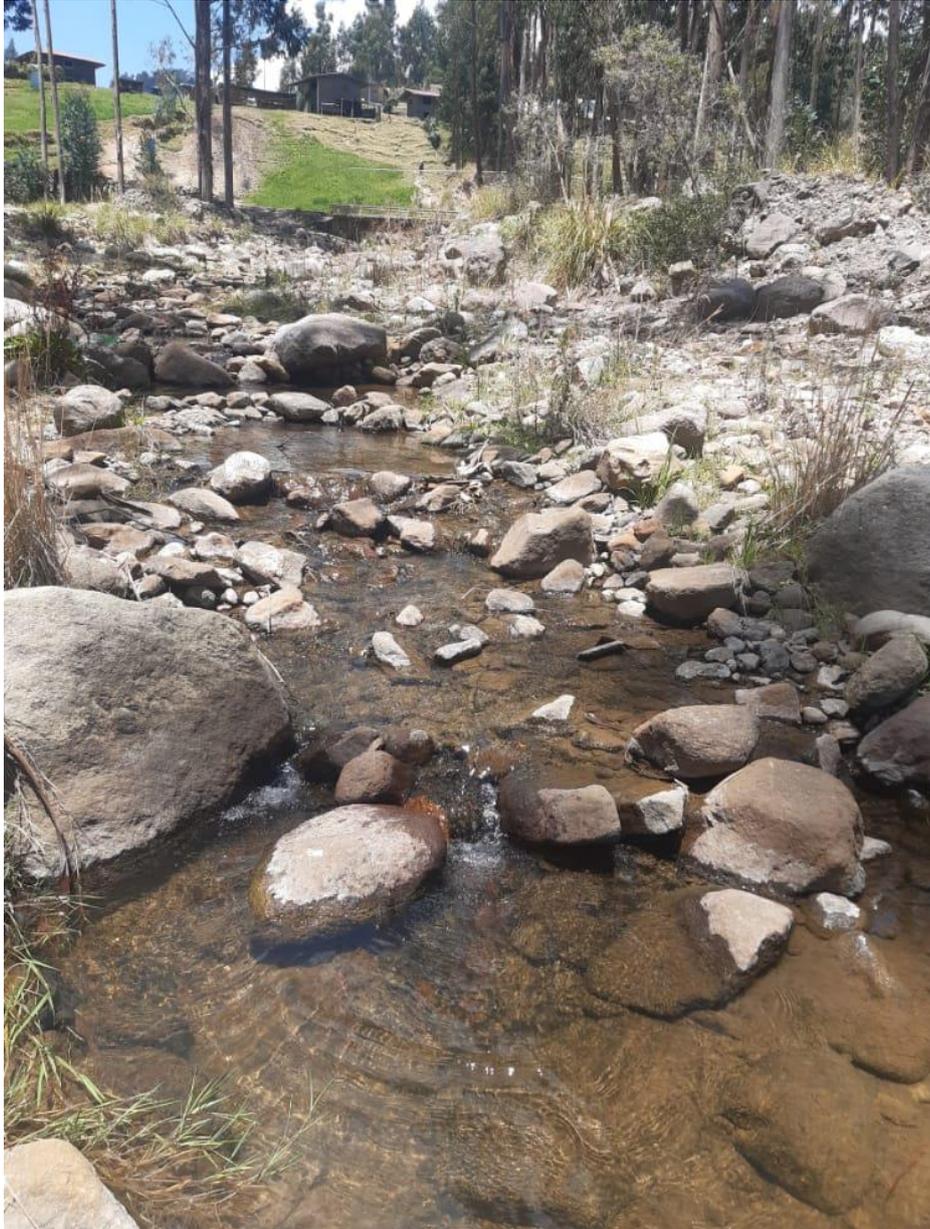


Foto 01: Zona de investigación río Porcón Bajo



Foto 02: Punto de muestreo 01



Foto 03: Intersección del río con caudal de color rojizo.



Foto 04:Punto de muestreo 02



Foto 05: Punto de muestreo 02 con la muestra para Ph.

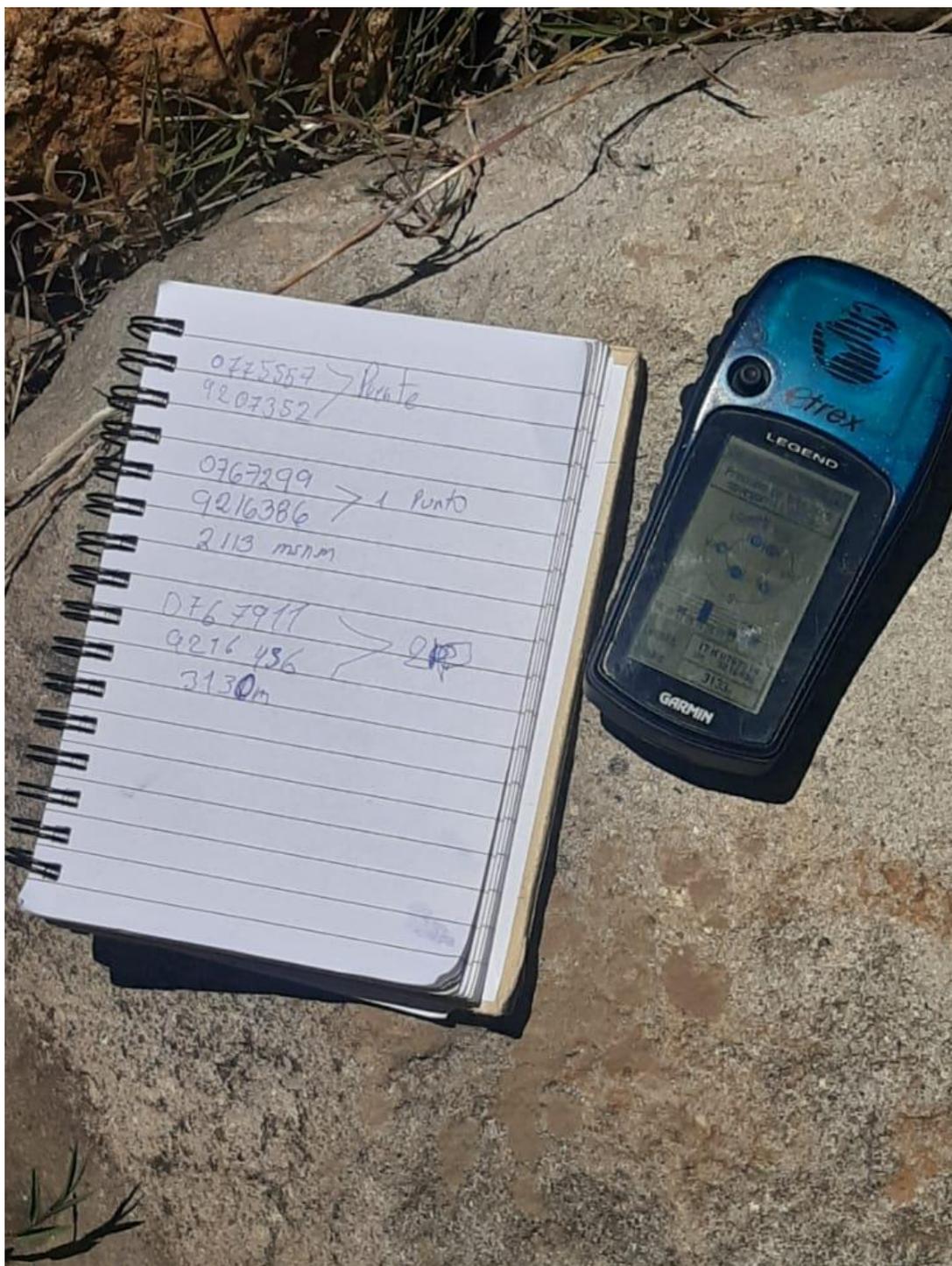


Foto 06: GPS GARMIN y libreta de apuntes