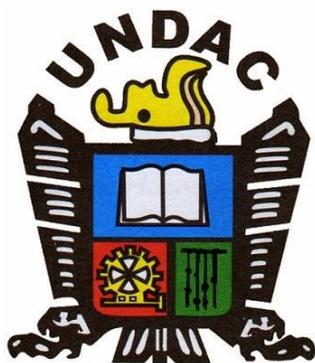


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICO Y
MICROBIOLÓGICO DEL RÍO RAGRA AFLUENTE DEL RÍO
SAN JUAN, PARA DETERMINAR LA CATEGORÍA DE SUS
AGUAS – SIMÓN BOLÍVAR – PASCO – 2018**

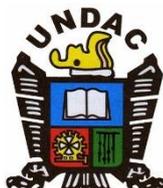
TESIS

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

Presentado por:
Bach. ROJAS DEUDOR, Oshio Mirely

Pasco Perú 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICO Y
MICROBIOLÓGICO DEL RÍO RAGRA AFLUENTE DEL RÍO SAN JUAN,
PARA DETERMINAR LA CATEGORÍA DE SUS AGUAS – SIMÓN
BOLÍVAR – PASCO – 2018

Presentado por:

Bach. ROJAS DEUDOR, OSHIO MIRELY

SUSTENTADO Y APROBADO ANTE LA COMISIÓN DE JURADOS:

Mg. ASTO LIÑAN, Julio Antonio
PRESIDENTE

Mg. PACHECO PEÑA, Luis Alberto
MIEMBRO

Mg. ROJAS VITOR, Lucio
MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto, a mis padres por motivarme constantemente para alcanzar mis anhelos, muchos de mis logros se los debo a ustedes. Gracias familia

RESUMEN

En Cumplimiento con el Reglamento de Grados y Títulos de la facultad de Ingeniería de nuestra “Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión”, me permito a presentar la Tesis intitulada “**EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL RÍO RAGRA AFLUENTE DEL RÍO SAN JUAN, PARA DETERMINAR LA CATEGORÍA DE SUS AGUAS – SIMÓN BOLÍVAR – PASCO – 2018**” con la finalidad de optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Es de importancia estudiar el problema de la calidad del agua del Río Ragra, ya que dicho río contribuye como afluente al Río San Juan y eso a la vez desemboca al Lago Junín, con los resultados obtenidos será el inicio para conocer la calidad del agua, para próximas investigaciones y así buscar mecanismos que aseguren el permanente cumplimiento de los estándares de calidad ambiental, y finalmente poder sugerir medidas que ayudaran a conservar, preservar y restaurar el Río Ragra.

Finalizada la investigación se pudo comprobar que los parámetros físico-químico y microbiológico del Río Ragra no cumple en su totalidad con los ECAS - AGUA que corresponde a la categoría 3 como es el caso de Solidos Disueltos totales, Metales Totales (cobre, hierro, manganeso, plomo y zinc) y Microbiología (coliformes fecales).

Palabras claves: Río Ragra, Categoría 3, Calidad de Agua, Solidos Disueltos Totales, Metales Totales, Microbiología y Coliformes Fecale

SUMMARY

In compliance with the Regulations of Degrees and Titles of the Faculty of Engineering of our "National University Daniel Alcides Carrión", I allow myself to present the Thesis entitled "EVALUATION OF PHYSICAL-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PARAMETERS OF THE RAGRA AFLUENTE RIVER SAN JUAN RIVER, FOR DETERMINE THE CATEGORY OF ITS WATERS - SIMÓN BOLÍVAR - PASCO - 2018 "with the purpose of opting for the Professional Title of Environmental Engineer.

It is important to study the problem of the water quality of the Ragra River, since this river contributes as a tributary to the San Juan River and that at the same time flows into the Junín Lake, with the results obtained will be the beginning to know the quality of the water, for future research and thus seek mechanisms to ensure permanent compliance with environmental quality standards, and finally be able to suggest measures that will help conserve, preserve and restore the Ragra River.

After the investigation it was possible to verify that the physical-chemical and microbiological parameters of the Ragra River do not fully comply with the ECAS - AGUA that corresponds to category 3, as is the case of Total Dissolved Solids, Total Metals (copper, iron, manganese, lead and zinc) and Microbiology (fecal coliforms)

Keywords: Ragra River, Category 3, Water Quality, Total Dissolved Solids, Total Metals, Microbiology and Fecal Coliforms.

ÍNDICE

DEDICATORIA
SUMMARY
ÍNDICE
INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1	DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.....	10
1.2	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
1.3	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	12
1.4	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.5	IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
1.6	LIMITACIONES	13

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	ANTECEDENTES.....	14
2.2	BASES TEÓRICAS Y CIENTÍFICAS	24
2.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS:	37
2.4	HIPÓTESIS	39
2.5	IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES	40

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	41
3.2	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	41

3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA	42
3.4	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	42
3.5	LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	43
3.6	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO	45
3.7	Normativa Aplicable Para Determinar la Calidad de Agua de los Ríos en Estudio.....	48
3.8	Equipos y Procedimiento de Muestreo.	51
3.9	Análisis de Muestras.....	57

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE CUADROS, PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, TABLAS Y GRÁFICOS ESTADÍSTICOS	62
4.2	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	73
4.3	PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	73

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ANEXOS

INTRODUCCIÓN

El Río Ragra nace producto al vertimiento de aguas residuales en el Centro Poblado de Paragsha perteneciente al Distrito de Simón Bolívar de Rancas de la Provincia y Región Pasco tal como se detalla en la imagen N° 01, para luego realizar un recorrido de longitud de 7941 m y un ancho variable desde 1m. a 3.5 m. pasando en este recorrido por las inmediaciones de las desmonteras de Óxidos y Pirita de la empresa Cerro SAC, para luego pasar por la inmediación de los pasivos ambientales de la desmontera Excélsior y relavera Quiulacocha, a posterior atravesando por las inmediaciones de las poblaciones de Quiulacocha y Yurajhuanca y llegando a descargar su aguas en el río San Juan a 1 Km distante de la población de Yurajhuanca.

El objetivo de la presente investigación es evaluar los parámetros físico-químico y microbiológico del Río Ragra afluente del Río San Juan, para determinar la categoría de sus aguas.

Es importante analizar las incidencias de la contaminación del Río Ragra ubicado en el territorio del distrito de Simón Bolívar de Rancas, porque con ellos se puede identificar los factores contaminantes que generan diversos problemas en la calidad del agua y establecer finalmente sugerencias y recomendaciones que ayuden en el futuro a solucionar el problema.

La investigación tiene como referencia del antecedente relacionada a lo realizado por Helen Jesús Calla Llontop (2010). Calidad del agua en la cuenca del Río Rímac - Sector de San Mateo, afectado por la actividad

minera polimetálica donde menciona la tesis de investigación los efectos que ha presentado la calidad del agua del río Rímac frente al desarrollo de la actividad minera en el distrito de San Mateo de Huanchor ubicado en la provincia de Huarochirí del departamento de Lima. La investigación de la calidad del agua ha sido desarrollada en una serie de tiempo de diez años tomando como patrones de análisis a los iones metálicos; del análisis se obtuvo que el Cadmio, Plomo, Manganeso, Arsénico y Fierro eran los elementos que tenían que recibir un tratamiento correctivo ya que sus concentraciones en las aguas del Rímac eran mayores a lo establecido en los estándares de calidad de agua. Luego de obtener estos resultados se seleccionó la fuente aportante a tratar y se eligió como caso de estudio el efluente final de las Compañías Mineras.

La Autora.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

El río Ragra queda situado y da inicio en la población de Paragsha, se le considero cabecera de cuenca del río San Juan, en la actualidad es receptora de las aguas industriales de las compañías Cerro SAC- Unidad Paragsha y Compañía Minera Aurex S.A., de igual forma es receptora de las aguas residuales domésticas de estas, todas estas aguas forman el río Ragra que finalmente son vertidas en el río San Juan.

Asimismo por bibliografía se menciona que el balance de agua del proceso operativo de la unidad minera Cerro de Pasco, se origina con la captación de las aguas del tajo y la mina subterránea, dichas aguas son conducidas hacia la planta de neutralización ubicada al

lado NW de la desmontera "Excelsior", en esta planta se unen con las aguas provenientes de la captación de Rumiallana, la captación de Pampa seca y captaciones diversas (de depósitos de desmontes y otros); luego de su tratamiento las aguas son monitoreadas en el P-203 y vertidas a la quebrada Ragra.

Se debe aclarar que las aguas residuales domésticas de la población de Cerro de Pasco son captadas mediante dos canales que bordean el tajo abierto, el depósito de desmontes de "Excelsior" y de relaves de "Quiulacocha", para luego unirse por el sector de "Quiulacocha", dichas aguas sin ningún proceso de tratamiento son descargadas al ambiente en el río "Ragra".

A la fecha las aguas residuales domésticas continúan siendo vertidas en la quebrada de Ragra, a pesar de la existencia de la infraestructura de planta consistente en dos pozas de oxidación emplazadas cerca al poblado de Quiulacocha¹.

Por otro lado también se menciona que las aguas ácidas que se forman en la base de la desmontera Excelsior y en el depósito de relaves Quiulacocha, son captadas en la base de la relavera Quiulacocha y conducidas mediante bombeo a la relavera Ocroyoc, así mismo se ha constatado que se ha construido una poza de recepción/distribución y se ha instalado dos tuberías de 24" y 14" con fines de conducir las aguas captadas hasta el lecho del río Ragra².

¹ OEFA: REPORTE PÚBLICO DEL INFORME W913- 2012-OEFA/DS: OEFA 2013

² REPORTE PÚBLICO DEL INFORME W1244-2012-OEFAIDS: mayo de 201

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1 Problema General:

¿De qué manera la evaluación de parámetros físico-químico y microbiológico del Río Ragra afluente del Río San Juan determinará la categoría de sus aguas?

1.2.2 Problemas Específicos:

1. ¿Cuáles son los parámetros físicos del Río Ragra afluente del Río San Juan?
2. ¿Cuáles son los parámetros químicos del Río Ragra afluente del Río San Juan?
3. ¿Cuáles son los parámetros microbiológicos del Río Ragra afluente del Río San Juan?
4. ¿En qué categoría se ubica las aguas del Río Ragra afluente del Río San Juan?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo General:

Evaluar los parámetros físico-químico y microbiológico del Río Ragra afluente del Río San Juan, para determinar la categoría de sus aguas.

1.3.2 Objetivos Específicos:

1. Determinar los parámetros físicos del Río Ragra afluente de Río San Juan.
2. Determinar los parámetros químicos del Río Ragra afluente de Río San Juan.
3. Determinar los parámetros microbiológicos del Río Ragra afluente de Río San Juan.

4. Determinar la categoría de ubicación de las aguas del Río Ragra afluente del Río San Juan.

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio del problema de calidad del agua del Río Ragra se justifica porque este río contribuye como afluente al Río San Juan y este a la vez desemboca al Lago Junín. Con los resultados obtenidos será el inicio para determinar la calidad de agua, para próximas investigaciones y buscar mecanismos que aseguren el permanente cumplimiento de los estándares de calidad ambiental, y finalmente poder sugerir medidas que ayuden a conservar, preservar y restaurar el Río Ragra.

1.5 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Es importante analizar las incidencias de la contaminación del Río Ragra ubicado en el territorio del distrito de Simón Bolívar de Rancas, porque con ellos se puede identificar los factores contaminantes que generan diversos problemas a la calidad de agua y establecer finalmente sugerencias y recomendaciones que ayuden en el futuro a solucionar el problema.

1.6 LIMITACIONES

- a. Poca e insignificante información de monitoreo de los parámetros físico- químico y microbiológico de las aguas del Río Ragra ya que encontramos zonas aledañas a este cauce donde se desarrolla actividad minera y por ello la información es ocultada por estas empresas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

Para la presente investigación tenemos 2 antecedentes nacionales y una internacional donde se detalla a continuación:

2.1.1 Helen Jesús Calla Llontop (2010). Caracterización calidad del agua en la cuenca del Río Rímac - Sector de San Mateo, afectado por las actividades mineras; Lima. Perú 2010.

La tesis de investigación aborda los efectos que ha presentado la calidad del agua del río Rímac frente al desarrollo de la actividad minera en el distrito de San Mateo de Huanchor ubicado en la provincia de Huarochirí del departamento de Lima. El área de estudio es una zona donde la actividad minera polimetálica se ha desarrollado desde muchas

décadas atrás aproximadamente desde los años 30, época en la cual no se tenían las actuales exigencias de la normativa ambiental legal y por tal motivo tenemos actualmente catalogados en la zona 21 pasivos ambientales mineros entre bocaminas, relaveras e infraestructuras asentados a orillas de las aguas del Rímac y de sus tributarios principales como son el río Blanco y el río Aruri, los cuales actualmente son fuentes aportantes de lixiviados a las aguas del río Rímac, debido a que no están siendo manejados ni por la empresa privada ni por el Estado.

La investigación en la calidad del agua ha sido desarrollada en una serie de tiempo de diez años tomando como patrones de análisis a los iones metálicos; los cuales han tenido un análisis comparativo con las normativas legales ambientales tanto nacionales como internacionales tales como los Estándares de la Organización Mundial de la Salud, los Estándares de Canadá para Agua de Irrigación, la Ley General de Aguas y los Estándares Nacionales de Calidad del Agua (ECAS) para la Categoría III aprobados mediante Decreto Supremo N° 002-2008- MINAM, siendo estos últimos el referente legal ambiental decisivo para el análisis de la calidad del agua del año 2008, ya que constituyen los valores óptimos que aseguran la calidad de los recursos hídricos superficiales del país. Del análisis se obtuvo que el Cadmio, Plomo,

Manganeso, Arsénico y Fierro eran los elementos que tenían que recibir un tratamiento correctivo ya que sus concentraciones en las aguas del Rímac eran mayores a lo establecido en los estándares de calidad de agua. Luego de obtener estos resultados se seleccionó la fuente aportante a tratar y se eligió como caso de estudio el efluente final de Compañía Minera San Juan S.A, por ser la empresa minera con mayor trayectoria histórica en la zona y la que tiene mayor capacidad de producción en el distrito de San Mateo; asimismo porque se observó que había un mayor incremento en las concentraciones de los iones metálicos en las aguas del Rímac luego de recibir el vertimiento final de la mencionada empresa, en comparación con otros puntos de muestreo que presentaban concentraciones menores; para lo cual se presentó una propuesta técnica económica basada en la aplicación de la tecnología HDS – Lodos de Alta Densidad para el tratamiento del efluente final de Compañía Minera San Juan por ser la mejor tecnología usada en todo el mundo para el tratamiento de efluentes mineros con contenido de plomo, cadmio, arsénico, manganeso y fierro, y porque presenta un nivel de eficiencia que permite obtener efluentes con las mínimas concentraciones de metales permitiendo que su descarga al cuerpo receptor no ocasione ningún efecto adverso en los componentes del ecosistema, permitiendo

así cumplir con los estándares fijados por las actuales exigencias de la normativa ambiental. Con lo cual se tuvo como objetivo reducir las concentraciones de los elementos metálicos en las aguas del río Rímac del distrito de San Mateo y mejorar el actual sistema de tratamiento de efluentes mineros de Compañía Minera San Juan, poniendo en práctica una tecnología que ofrece los más altos estándares de calidad ambiental; beneficiando así el equilibrio ecológico y la calidad de las aguas del río Rímac.

2.1.2 Ing. Raúl Mendivil Riveros (2002) Gestión del Agua en la Cuenca del Rio Huatanay y la Concertación Para el Tratamiento de Problemas Ambientales. Cusco, Perú.

El río Huatanay y sus afluentes Huancaro, Chocco, Cachimayo, Pumamarca constituyen un factor de contaminación y riesgo para la población urbana de la ciudad del Cuzco (asentada en ambas márgenes de estos ríos), produciendo un deterioro acelerado de la calidad ambiental y la calidad de vida de la población. El indicador más notorio de alteración ambiental y de riesgo en la zona urbana es el alto grado de contaminación de las aguas de escorrentía y los desbordes e inundaciones que producen el río Huatanay y sus afluentes en la zona urbana de la ciudad del Cusco. La contaminación de las aguas se da como efecto del vertido de aguas residuales, el arrojo de basura y

desmonte al cauce de los ríos, el crecimiento urbano descontrolado, el desarrollo inapropiado de actividades económicas productivas y la actitud irresponsable de la población. Por otro lado, se producen desbordes de los ríos e inundaciones en las viviendas debido a una ocupación inadecuada de las áreas ribereñas de los ríos y la insuficiente infraestructura para un manejo de las aguas de escorrentía. En cuanto a contaminación, el río Huatanay reporta un número de coliformes fecales y totales por encima de los niveles máximos permisibles (con tasas superiores a los 1100/100 ml). Junto a ello, en relación a los residuos sólidos, en la ciudad del Cusco se ha calculado que cada habitante produce 0.7 Kg. de residuos sólidos, dando un total general de más de 200 TM/día. De todo esto, solo se recolecta alrededor del 70%, quedando un 30 % que se arroja al cauce de los ríos y a las vías públicas. Esto contribuye, claramente, a la contaminación de las aguas del río Huatanay y aguas abajo al río Vilcanota, influyendo también en las inundaciones que se presentan por efecto de las lluvias (especialmente en los asentamientos urbanos de los distritos de Wanchaq, Santiago y San Sebastián, por cuyo territorio discurren las aguas de los ríos Huatanay y Cachimayo). Más específicamente, la micro cuenca Cachimayo, afluente del Huatanay, mostraba dos aspectos básicos de deterioro

ambiental antes de la intervención; alto grado de contaminación de las aguas del río (registrándose niveles que superan los límites máximos permisibles), y deslizamientos por procesos geodinámicos, los que podían producir embalsamientos en la zona media de la micro cuenca, poniendo en riesgo a la población urbana de los distritos de San Sebastián y Wanchaq. A la fecha, en la región Cusco se tiene poca experiencia para el tratamiento de este tipo de problemas ambientales en cuencas urbanas, en las que se haya propiciado la participación de la población y generado procesos de concertación interinstitucional (como componentes principales para que los esfuerzos que se realicen tengan resultados sostenibles). Al buscando promover la participación interinstitucional y de la población, de manera concertada, para mitigar algunos problemas relacionados con la gestión del agua, el IMA ha buscado llenar un vacío. Centrada en la cuenca del río Huatanay y en la micro cuenca Cachimayo, se buscó de esta forma contribuir a la gestión del agua que garantice el manejo racional de los recursos naturales.

En la tarea de recoger conocimientos producto de la experiencia desarrollada, el tema central de este documento es rescatar la experiencia de intervención del IMA en ámbitos urbanos de la sub cuenca del río Huatanay

y de la micro cuenca Cachimayo, en el ámbito de los distritos de Cusco, Wanchaq, Santiago y San Sebastián, dentro del área de la sub cuenca del río Huatanay, proceso que se ha desarrollado entre 1997 y el 2001. Los ámbitos de intervención específicos han sido los asentamientos humanos de dos zonas identificadas, (Huatanay y Cachimayo) cuya población se caracteriza por una heterogeneidad social, económica y cultural.

2.1.3 Tania María Espinoza Benavides y Ligia Susana Espinoza Benavides (2015). Impacto de la minería en la calidad del agua en la microcuenca del Río Artiguas énfasis en metales pesados- Nicaragua.

Esta investigación se focaliza en el estudio de la incidencia de la minería en la calidad del agua de la microcuenca del Río Artiguas, situada en Santo Domingo- Chontales, Nicaragua. Se analizó el comportamiento de metales pesados al igual que de otros parámetros físico-químicos asociados a la dinámica de los metales en aguas superficiales y subterráneas durante dos campañas de muestreo, realizadas en los meses más lluviosos del año; se identificó el origen de las fuentes de contaminación minera; se describieron las características físico- naturales de la microcuenca en general y las del entorno de los sitios de muestreo de aguas; y se describieron las características del entorno socioeconómico

en el que se desarrolla la minería, vinculado a la contaminación del agua, así como las referidas al control institucional del problema en la zona de estudio. Se verificó que la incidencia de la actividad minera en la calidad de las aguas de la microcuenca es mayor durante los meses de menor precipitación pluvial, dado que se determinó una correlación inversa entre el caudal y los metales pesados que presentaron mayores niveles contaminantes (Hg, Pb, Cu), disminuyendo las concentraciones de éstos cuando el caudal aumenta; y una correlación positiva entre el caudal y la alcalinidad, parámetro que presentó valores bajos, al igual que la dureza y otros considerados indicadores de riesgo a la acidificación. Se clasificó la magnitud del impacto de la actividad minera en la calidad del agua dentro de diversas categorías de impacto, con base en el análisis estadístico y comparativo entre los datos de calidad de agua de los puntos de muestreo considerados vulnerables, y los de control; y en la comparación de éstos con las normas y criterios de calidad de agua de la OMS y el CCME. En el río, se determinó un impacto desde severo a moderado, hasta una extensión aproximada de 8 km después del primer punto de descarga de aguas residuales que corresponde al del mayor plantel de beneficio de oro. Este plantel procesa una cantidad promedio mensual estimada en 228 t de mineral aurífero, con un

consumo de Hg estimado en 193 kg; el resto de los planteles se estimó que en promedio procesan 5 veces menos que este plantel, y en promedio consumen también 16 veces menos cantidad de Hg; sus aguas residuales y lodos, se descargan aproximadamente a 3 km corriente abajo. Los metales Hg, Pb, Cd, Cu y Zn, se encontraron, en niveles peligrosos para la vida acuática en diferentes sectores del río; y los metales Hg y Pb, presentaron concentraciones peligrosas para la salud humana en los sectores más afectados por su ubicación cercana a los planteles, que también, imposibilitan el uso del agua para actividades de ganadería.

En riachuelos y manantiales ubicados cerca de actividades de extracción mineral, en los yacimientos de vetas de cuarzo, la magnitud del impacto se clasificó desde baja a no significativa. Sin embargo, los niveles de algunos metales pesados, principalmente de Pb, podrían ser peligrosos para especies acuáticas sensibles. La detección del incremento de las concentraciones naturales de Pb y Cd permitió identificar el impacto de la actividad minera en manantiales; otros metales presentaron concentraciones anómalas que también podrían representar un riesgo para cierta biota, sin embargo, no fue comprobado que dichas concentraciones fueran consecuencia de la afectación por actividades mineras. Las

concentraciones de metales pesados detectadas en la temporada de muestreo, indicaron en general, la aptitud de las aguas de los manantiales para uso potable; sin embargo fue analizado en algunos manantiales que las concentraciones de Pb pueden incrementar por temporadas pudiendo en algún caso alcanzar niveles de Pb no aptos para agua de uso potable. El impacto de la actividad minera en las aguas afectadas, podría reducirse si se aplicaran medidas de manejo ambiental en las prácticas mineras, que desde el inicio de la actividad han sido realizadas con tecnología rústica y prácticas laborales y ambientales inadecuadas. En entrevistas realizadas a diferentes gremios de mineros, se detectó falta de conocimiento y conciencia, de los efectos adversos que la minería puede ocasionar a la salud y al medio ambiente si no se realizan medidas necesarias de control laboral y ambiental, y en la mayoría de los casos, niveles bajos de escolaridad que sumado a los escasos recursos económicos con que cuentan, limitan sus oportunidades de mejorar. Por otra parte, la población de Santo Domingo presenta características de pobreza extrema, y además de la actividad minera otras actividades económicas diferentes a la minería que se realizan en el municipio, han ocasionado el avance del deterioro de los suelos y bosques de la microcuenca, aumentando la vulnerabilidad natural de los cuerpos de agua

a ser contaminados. A pesar de que en Nicaragua existen normas y leyes ambientales, que pueden utilizarse para regular las actividades de la pequeña minería y la minería artesanal que se realiza en Santo Domingo, éstas, aún no han podido ser difundidas ni aplicadas por las autoridades competentes en la regulación del uso sostenido de los recursos naturales y la protección ambiental. El Impacto de la minería en la calidad del agua de la microcuenca, visto desde una perspectiva global es alto; podría ser mucho menor, si hubiera compromiso por parte de los mineros y de las autoridades municipales y estatales para proteger y conservar los recursos naturales y el medio ambiente, manifestado en la búsqueda e implementación de soluciones o alternativas efectivas y sostenibles al deterioro ambiental que en general, sufre el área de estudio y que ha venido incrementando desde que surgió el poblado de Santo Domingo.

2.2 BASES TEÓRICAS Y CIENTÍFICAS

2.2.1 Calidad de Agua

Si bien en sus primeros orígenes el concepto de “Calidad de Aguas” estuvo asociado con la utilización del agua para el consumo humano, la expansión y el desarrollo de los asentamientos humanos ha diversificado y ampliado los usos y aplicaciones potenciales del agua hasta tal punto, que el significado de Calidad de Aguas ha debido ampliarse, para

ajustarse a este nuevo espectro de posibilidades y significados. En la actualidad, es tan importante conocer la calidad del agua para el consumo humano, como lo puede ser para el riego de cultivos, el uso industrial en calderas, la fabricación de productos farmacéuticos, la expedición de licencias ambientales, para diseñar y ejecutar programas de monitoreo en las evaluaciones ambientales, para adecuarla a las múltiples aplicaciones analíticas de los laboratorios y para regular y optimizar el funcionamiento de las plantas de tratamiento, entre muchos otros fines. En síntesis, una determinada fuente de aguas puede tener la calidad necesaria para satisfacer los requerimientos de un uso en particular y al mismo tiempo, no ser apta para otro. Puesto que no existe un tipo de agua que satisfaga los requerimientos de calidad para cualquier uso concebible ni tampoco “un criterio único de calidad para cualquier fin”, el concepto de Calidad de Aguas, se aplica siempre en relación con un uso o aplicación previamente establecida. Por lo tanto, la calidad del agua es un término variable en función del uso concreto que se vaya a hacer de ella. Para los usos más importantes y comunes del agua existen una serie de requisitos recogidos en normas específicas basados tradicionalmente en las concentraciones de diversos parámetros físico-químicos:

- a. Físicos: sabor y olor, color, turbidez, conductividad, t°.
- b. Químicos: pH, O₂, saturación de oxígeno, sólidos en suspensión, cloruros, sulfatos, nitratos, fosfatos, amoniacosulfuros, hierro, manganeso, metales pesados, gases disueltos como dióxido de carbono, etc, DBO₅, DQO.
- c. Biológicos:
 - Bacterianos (presencia de bacterias coliformes, indicadoras de contaminación fecal y otras como Salmonellas, etc.); presencia de virus.
 - Comunidades de macroinvertebrados bentónicos: son indicadores de buena calidad del agua en función de las especies más o menos tolerantes a la contaminación que aparezcan. Si el agua reúne los requisitos fijados para cada uno de los parámetros mencionados en función de su uso es de buena calidad para ese proceso o consumo en concreto.

2.2.2 Monitoreo Ambiental

Monitoreo es el seguimiento regular o continuo del estado de los recursos naturales del parque o de los factores que los afectan, a través de una serie de mediciones tomadas en el tiempo, de uno o más elementos particulares, llamados "variables", con el propósito de orientar acciones específicas de manejo del parque nacional o monumento natural".

"Sistema continuo de observación de medidas y evaluaciones para propósitos definidos; el monitoreo es una herramienta importante en el proceso de evaluación de

impactos ambientales y en cualquier programa de seguimiento y control" (Sors, 1987).

2.2.3 Monitoreo del agua

El monitoreo del agua es un proceso de seguimiento de las condiciones de calidad y de cantidad de este recurso en cualquiera de los ambientes en que este presente, continental (superficial y subterráneo), marino o costero, durante un tiempo indefinido o definido y en un área específica. (IDEAM, 2004)

2.2.4 Actividades de Monitoreo³

2.2.4.3 Trabajo de pre Campo

El trabajo de campo se inicia con la preparación del material necesarios para la toma de muestra y la selección del personal capacitado para el desarrollo del monitoreo. En ocasiones los cuerpos de agua a evaluar se encuentran distantes y alejados de las ciudades, es por ello que es necesario verificar con una lista de chequeo (check list) que se tienen todos los implementos para salir al campo.

Es necesario contar con un mapa de la cuenca donde se ha establecido previamente los puntos de monitoreo considerados. De ser posible, las coordenadas de cada punto deben ser introducido en un GPS para facilitar su ubicación. En caso que los puntos de monitoreo se encuentren en un lago, laguna o mar,

³ PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HIDRICOS

también será necesario tener un mapa de los puntos de monitoreo ubicados en los transectos a evaluar.

El trabajo de pre campo consiste en preparar con anticipación los materiales de laboratorio, buffers de pH y conductividad, plan de trabajo, lista de chequeo, formatos de campo (hoja de campo), equipos portátiles, mapa con los puntos de monitoreo, movilidad, baterías de equipos, etc. Este trabajo previo tiene como objetivo cubrir todo los elementos indispensables para llevar a cabo un monitoreo de forma efectiva.

2.2.4.4 Trabajo de Campo

Al llegar al punto de muestreo se debe hacer una observación previa del lugar, para establecer el punto más apropiado y poder recolectar la muestra y así continuar con los siguientes pasos:

- ✓ Anotar las observaciones del cuerpo de agua (color, presencia de residuos, olor, presencia de vegetación acuática, presencia de vegetación ribereña, actividades humanas, presencia de animales, etc.).
- ✓ Tomar lectura de las coordenadas del punto de muestreo e indicar el sistema al cual corresponde.
- ✓ Preparar los frascos a utilizar de acuerdo con la lista de parámetros a evaluar.

- ✓ Las muestras de agua serán recolectadas y preservadas considerando el parámetro a analizar.
- ✓ Proceder con el rotulado de los frascos y el transporte de estos, el agua destilada y preservantes, para ellos de debe contar con un cooler y así evitar su contaminación.
- ✓ Almacenar las muestras en el recipiente térmico (cooler) de forma vertical y considerando que los frascos de vidrio se encuentre apropiadamente protegidos evitando su rompimiento.
- ✓ Tomar las lecturas de los parámetros de campo (T, pH, C.E, O.D, TSD, Turbiedad, etc.), las mediciones pueden ser realizadas directamente en el cuerpo de agua siempre y cuando las condiciones lo permitan (seguridad de equipos y representatividad de la lectura) o de lo contrario tomar una muestra en un recipiente apropiado considerando que la lectura del O.D se debe realizar de manera inmediata.
- ✓ Asimismo es parte del programa de monitoreo, la lectura del caudal que será realizado considerando los criterios antes mencionados.
- ✓ Llenar la cadena de custodia debidamente con la información recogida durante los trabajos realizados. De ser necesario el envío de muestras perecibles (coliformes,

DBO, etc.) al laboratorio para su análisis, estas deben ir acompañadas de su respectiva cadena de custodia.

- ✓ Al finalizar la campaña de monitoreo las muestras de agua deberán ser transportadas hasta el laboratorio debidamente refrigeradas con Ice pack (llevando consigo la cadena de custodia).

2.2.4.5 Toma de Muestras por Parámetro

Las muestras de agua deberán ser recogidas en frascos de plástico o frascos de vidrio, lo cual dependerá del parámetro a analizar. Asimismo el volumen necesario de muestra queda determinado por método analítico, empleado por el laboratorio responsable de los análisis. Para la toma de muestras en ríos se debe evitar las áreas de turbulencia excesiva, considerando la profundidad, la velocidad de la corriente y la distancia de separación entre ambas orillas.

- La toma de muestra se realizará en El Centro de la corriente a una profundidad de acuerdo al parámetro a determinar.
- En lagos y pantanos, se evitará la presencia de espuma superficial.
- La toma de muestras, se realizará en dirección opuesta al flujo del recurso hídrico.

- Considerar un espacio de alrededor del 1% aproximadamente de la capacidad del envase (espacio de cabeza) para permitir la expansión de la muestra. La forma de tomar cada muestra dependerá de los parámetros a analizar. Así tenemos:

Parámetros Físico Químicos - inorgánicos

Generalmente estas muestras pueden ser tomadas en frascos de plástico directamente del cuerpo de agua. Antes se debe realizar el enjuague del frasco con un poco de muestra, agitar y desechar el agua de lavado corriente abajo. Este procedimiento tiene por finalidad la eliminación de posibles sustancias existentes en el interior del frasco que pudieran alterar los resultados. La muestra de estos parámetros deberá provenir del interior del cuerpo de agua en los primeros 20 cm de profundidad a partir de la superficie. Tener en cuenta que las muestras se toman en contra corriente y colocando el frasco con un ángulo apropiado para el ingreso de agua. Estas muestras no requieren ser llenadas al 100%, pero en caso se requiera la adición de preservante se dejara cierto volumen libre para la adición del preservante respectivo. Luego de cerrar el frasco es necesario hacer la homogenización de muestra, mediante agitación. En todo momento evitar tomar la muestra cogiendo el frasco por la boca.

En el caso de la toma de muestra para determinar Metales Pesados, se utilizará frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético, limpios de 1 litro de capacidad. Abrir el envase y sumergirlo a unos 20 cm por debajo de la superficie y luego preservar.

En la toma de muestra para determinar Mercurio y Arsénico se empleará frascos de plásticos de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1 litro de capacidad.

Abrir el envase y sumergirlo a unos 20 cm por debajo de la superficie y luego preservar; así mismo mantener la muestra en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente.

La toma de muestras para los parámetros Físicos e iones se utilizan frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1 litro de capacidad, no requiriendo preservación y conservándose en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente.

La toma de muestras para el parámetro Dureza Total y Cálcica se utilizan frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1/2 litro de capacidad y luego preservar y conservándose en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente.

Para la toma de muestra de los parámetros Cianuro WAD y Libre se empleará frascos de plásticos de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1/2 litro de capacidad y luego preservar.

Las características de los recipientes, volumen requerido y tipo de preservante se contemplan en el Anexo I “Requisitos para toma de muestras de agua y preservación”.

Parámetros de campo

Los parámetros a ser evaluados en campo deben ser confiables y para ello se necesita: Tener calibrados los equipos portátiles (multiparametro, oxímetro, GPS, etc.) antes de la salida al campo y verificar su correcto funcionamiento. La calibración debe realizarse de acuerdo a las especificaciones del fabricante. La calibración debe verificarse y ajustarse de ser necesario en campo. Antes de realizar las lecturas, enjuague dos a tres veces con el agua de la muestra los electrodos con el equipo apagado. Luego realizar la medición agitando ligeramente el electrodo, dejar estabilizar la lectura y tomar nota. Luego de realizar las mediciones deberá lavar los electrodos con agua destilada utilizando una pizeta. Secar con papel toalla y guardar adecuadamente. En algunos casos el electrodo necesita conservarse en una solución salina, estos antes de guardar coloque la capucha con la solución conservadora.

Al finalizar las actividades de monitoreo los equipos deben mantenerse en óptimo estado de limpieza y en buenas condiciones de funcionamiento. Debe tenerse un registro de mantenimiento de cada instrumento, a fin de llevar el control del mantenimiento, reemplazo de baterías y cualquier problema de lecturas o calibraciones irregulares al usar las sondas o electrodos. Es prudente verificar que cada equipo cumpla con los estándares de calibración antes de salir al campo.

2.2.4.5.1 Preservación de las muestras de agua:

Una vez tomada la muestra de agua, se procede a adicionarle el preservante requerido de acuerdo a lo estipulado en el Anexo I

“Requisitos para toma de muestras de agua y preservación”. Una vez preservada la muestra, cerrar herméticamente el frasco y para mayor seguridad encintar la tapa para evitar cualquier derrame del líquido.

2.2.4.5.2 Identificación de las muestras de agua:

Los recipientes deben ser identificados antes de la toma de muestra con una etiqueta, escrita con letra clara y legible la cual debe ser protegida con cinta adhesiva transparente conteniendo la siguiente información:

- 1.- Número de Muestra (referido al orden de toma de muestra).

- 2.- Código de identificación (punto y/o estación de muestreo).
- 3.- Origen de la fuente.
- 4.- Descripción del punto de muestreo.
- 5.- Fecha y hora de la toma de la muestra.
- 8.- Preservación realizada, tipo de preservante utilizado.
- 9.- Tipo de análisis requerido.
- 10.- Nombre del responsable del muestreo.

2.2.5 Marco Legal

El presente instrumento se sustenta en la normatividad vigente establecido para la gestión de los recursos hídricos del país.

- Ley N° 29338, “Ley de Recursos Hídricos” del 31 de marzo de 2009, faculta a la Autoridad máxima del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos velar por la protección del agua.
- Decreto Supremo N° 001-2010-AG del 24 de marzo de 2010, aprueba el Reglamento de la Ley N°29338 “Ley de Recursos Hídricos”.
- Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA del 22 de marzo de 2010, aprueba la Clasificación de cuerpos de agua superficiales y marinos.
- Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación DS-004- 2017-MINAM (Categoría N° 03).

El ECA es la medida de la concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, en el agua, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Para más detalle de la norma se presenta en los Cuadros N° 01.

Tabla N° 1: ECA – 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- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L		5	10
Bicarbonatos	mg/L		518	**
Cianuro Wad	mg/L		0,1	0,1
Cloruros	mg/L		500	**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co		100 (a)	100 (a)
Conductividad	(μ S/cm)		2 500	5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L		15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L		40	40
Detergentes (SAAM)	mg/L		0,2	0,5
Fenoles	mg/L		0,002	0,01
Fluoruros	mg/L		1	**
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L		100	100
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L		10	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L		≥ 4	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH		6,5 – 8,5	6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L		1 000	1 000
Temperatura	°C		Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L		5	5
Arsénico	mg/L		0,1	0,2
Bario	mg/L		0,7	**
Berilio	mg/L		0,1	0,1
Boro	mg/L		1	5
Cadmio	mg/L		0,01	0,05
Cobre	mg/L		0,2	0,5
Cobalto	mg/L		0,05	1
Cromo Total	mg/L		0,1	1
Hierro	mg/L		5	**
Litio	mg/L		2,5	2,5
Magnesio	mg/L		**	250
Manganeso	mg/L		0,2	0,2
Mercurio	mg/L		0,001	0,01
Niquel	mg/L		0,2	1
Plomo	mg/L		0,05	0,05
Selenio	mg/L		0,02	0,05
Zinc	mg/L		2	24

ORGÁNICO				
Bifenilos Policlorados				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04		0,045
PLAGUICIDAS				
Paratión	µg/L	35		35
Organoclorados				
Aldrin	µg/L	0,004		0,7
Clordano	µg/L	0,006		7
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0,001		30
Dieldrin	µg/L	0,5		0,5
Endosulfán	µg/L	0,01		0,01
Endrin	µg/L	0,004		0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01		0,03
Lindano	µg/L	4		4
Carbamato				
Aldicarb	µg/L	1		11
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helmintos	Huevo/L	1	1	**

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

(b): Después de filtración simple.

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

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

Fuente: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS:

2.3.1 Bacterias coliformes *totales*: Son bacterias pertenecientes al Grupo “Coliforme”, Gram negativos, de forma bacilar, no esporulados, aerobios y anaerobios facultativos, algunos de vida, y otros propios del tracto digestivo, que se caracterizan por fermentar la lactosa con producción de ácido y gas a temperaturas de 34 a 37°C en un tiempo máximo de 48

horas. Son utilizadas como indicadores de la calidad higiénica del agua.

2.3.2 Bacterias coliformes termotolerantes: Sub grupo de bacterias pertenecientes al Grupo "Coliforme", propios del tracto digestivo del hombre y de animales de sangre caliente, que se caracterizan por ser capaces de fermentar la lactosa, con producción de ácido y gasa temperaturas de 44 °C en un tiempo máximo de 24 horas. Son utilizadas como indicadores de la calidad sanitaria del agua, relacionada con la transmisión de patógenos.

2.3.3 Estación de muestreo.- es un lugar específico cerca de o en un cuerpo receptor agua, en la cual se recoge la muestra. Su ubicación es fundamental para el éxito del programa de muestreo.

2.3.4 Cuerpo Receptor.- Es el recurso que recibe o al que se arrojan directa o indirectamente los residuos de cualquier actividad humana. Es decir son los lagos, ríos, acequias, pozos, suelos, aire, etc.

2.3.5 Estándar de Calidad: Es el que reúne los requisitos mínimos en la calidad de agua.

2.3.6 Monitoreo: Se define por la International Organization for Standardization (ISO) como: "El procesamiento programado de análisis y posterior registro o alerta (o ambos) de varias

características del agua, con el propósito de evaluar la observancia de objetivos especificados”

2.3.7 Metales Totales: Son todos los iones metálicos en una muestra no filtrada (Al, B, Ca, Mg, Ag, Ni, K, Si, Ba, Cd, Cr, Pb, Zn, Mn, Fe, Cu Hg y As).

2.3.8 Parámetros: Son aquellas características físicas, químicas y biológicas, de calidad del agua, que puede ser sometido a medición.

2.4 HIPÓTESIS

2.4.1 Hipótesis General

Por la generación de volúmenes grandes de aguas ácidas y residuales se tiene gran perspectiva que los parámetros físico-químico y microbiológico del Río Ragra afluente de Río San Juan no cumple en su totalidad con los ECAS - AGUA que corresponde a la categoría 3.

2.4.2 Hipótesis Específicos

1. La conductividad, resistividad son parámetros físicos evaluados del Río Ragra afluente al Río San Juan.
2. El pH, alcalinidad y metales totales son parámetros químicos evaluados del Río Ragra afluente al Río San Juan.
3. Los coliformes totales y fecales son parámetros microbiológicos evaluados del Río Ragra afluente al Río San Juan.

4. Las aguas del Río Ragra no cumplen en su totalidad con los ECAS – AGUA que corresponda a la categoría 3.

2.5. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

2.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Parámetros físico-químicos y microbiológicos.

2.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Categoría de las aguas del Rio Ragra.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Nuestra investigación es de tipo descriptivo, ya que después de obtener los resultados se determinó la categoría del agua del Río Ragra.

3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de nuestra investigación es no experimental cuantitativa el objetivo se centra en controlar el fenómeno a estudiar, emplea el razonamiento hipotético-deductivo. Emplea muestras representativas, como estrategia de control y metodología cuantitativa para analizar los datos.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 Población y Muestra

Población

Para el desarrollo de la investigación, la población está determinada por la totalidad de longitud del Río Ragra que es de 7941 m y un ancho variable desde 1m a 3.5 m.

Muestra

La muestra determinada por los puntos de monitoreo, un punto de monitoreo al inicio del Río Ragra y otro a 100 metros antes del vertimiento al Río San Juan.

3.4 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

3.4.1 TÉCNICAS

- **Recolección de Datos:** Consiste en la recolección de información de los monitoreo de agua realizado.
- **Observación:** Consiste en una técnica de visualización en campo, que zonas están siendo afectados por los vertimientos de agua.
- **Monitoreo:** Recolección de muestras en campo
- **Análisis:** Análisis de monitoreo por un laboratorio acreditado por INDECOPI.

3.4.2 INSTRUMENTOS

- Multiparametro
- Conductimetro
- Laboratorio Acreditado

- Otros (Materiales de Campo)

3.5 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Río Ragra nace producto al vertimiento de aguas residuales en el Centro Poblado de Paragsha perteneciente al Distrito de Simón Bolívar de Rancas de la Provincia y Región Pasco tal como se detalla en la imagen N° 01, para luego realizar un recorrido de longitud de 7941 m y un ancho variable desde 1m a 3.5 m., en este recorrido pasando por las inmediaciones de las desmonteras de Óxidos y Pirita de la empresa Cerro SAC, continuando por las inmediaciones de los pasivos ambientales de la desmontera Excélsior y relavera Quiulacocha, y finalmente pasando por la poblaciones de Quiulacocha y Yurajhuanca llegando así a descargar su aguas en el río San Juan a 1 Km distante de la población de Yurajhuanca.

El acceso desde la ciudad de Cerro de Pasco se encuentra, el Poblado de Paragsha a 3.5 Km por vía asfaltada, donde se da inició al Río Ragra.

Mapa N° 01: Río Ragra en el Distrito de Simón Bolívar de Rancas



Fuente: Elaboración Propia

3.6 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

Los puntos de monitoreo en el río Ragra para evaluar los parámetros físico-químico y microbiológico a fin de determinar la categoría de sus aguas serán dos puntos uno al inicio del río Ragra y otras aguas arriba antes de la descarga al río San Juan geográficamente se ubican tal como se detalla en la Tabla N° 02, y su ubicación de dichos puntos en el mapa N° 01 y asimismo en las imágenes N° 1 y 2 de la presente investigación.

Tabla N° 2: UBICACIÓN GEOGRÁFICAS DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

Código	Descripción	Coordenadas UTM	Altura (msnm)	Zona
P-1	<i>Paragsha (Río Ragra)</i>	E 361395 N 8819663	4309	18L
P-2	<i>Final (Río Ragra)</i>	N 8815508 E 356684	4196	18L

Fuente: Elaboración Propia

Mapa N° 02: Ubicación de los Punto de Monitoreo en el Río Ragra

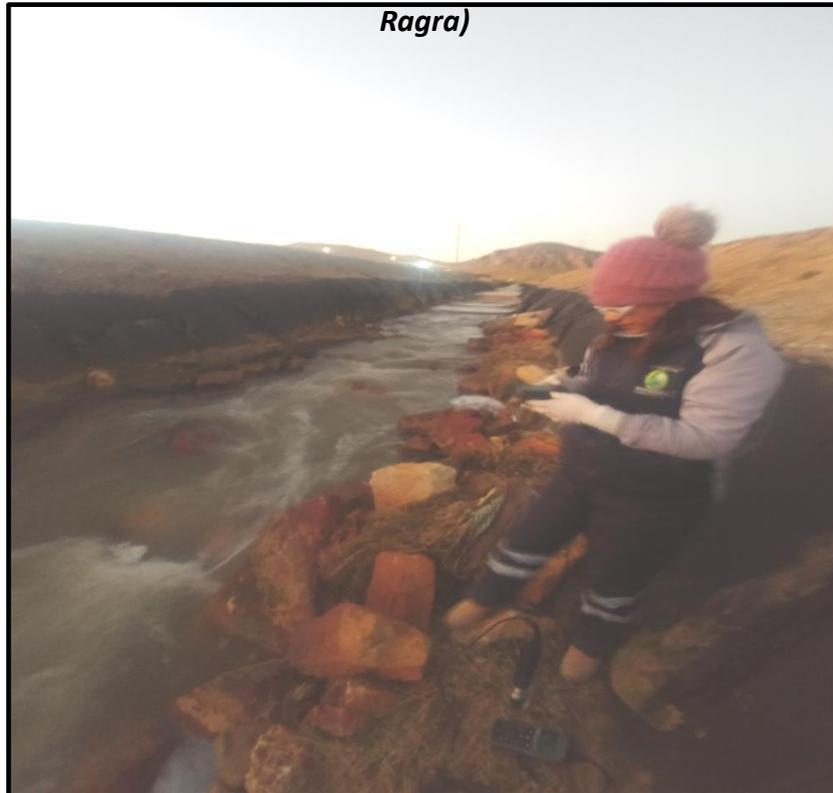


Fuente: Goole Earth

Imagen N° 01: P-1Paragsha (Río Ragra)



Imagen N° 02: P-2 Final (Río Ragra)



3.7 Normativa Aplicable Para Determinar la Calidad de Agua de los Ríos en Estudio.

La normativa aplicable para nuestra investigación, cuyo fin es ayudarnos a determinar la calidad de agua del Río Ragra son las siguientes:

- ✓ Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA no menciona a que categoría pertenece el Río Ragra
- ✓ Ley de recursos hídricos, ley N° 29338
- ✓ Decreto supremo N° 004-2017-MINAM que aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua en la Categoría 1 y 3 con fecha de aprobación el 7 de junio del 2017, tal como se muestra en las tablas N° 03 y 04. Para recordar los ECA, es la medida de la concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, en el agua, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

Tabla N° 3: Decreto supremo N° 004-2017-MINAM Parámetros de ECA, Categoría 3

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (C)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS - QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Conductividad	(μ S/cm)	2 500		5000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000

Fuente: Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM

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
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Berilio	mg/L	0,1		0,1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Cobre	mg/L	0,2		0,5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo Total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2,5		2,5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Niquel	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

Tabla N° 4: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM Parámetros de ECA, Categoría 4

Parámetros	Unidad de medida	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
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0.5	1.7	1.7
Conductividad	(μ S/cm)	1 500	1 600
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000

Fuente: Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081

Fuente: Decreto Supremo N° 004-2017- MINA

3.8 Equipos y Procedimiento de Muestreo.

El procedimiento de muestreo se realizó en base al protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Autoridad Nacional del Agua – DGCRH, para ello se cumplió con lo siguiente

3.8.1 Trabajo de pre Campo

- ✓ El trabajo de campo se inició con la preparación del material necesarios para la toma de muestra, como materiales de laboratorio, buffers de pH y conductividad, plan de trabajo, lista de chequeo, formatos de campo (hoja de campo), y GPS, tal como se puede ver en la imagen N° 03.

Imagen N° 03: Preparación del Material Necesarios



3.8.2 Trabajo de Campo

Al llegar al punto se realizaron las siguientes actividades:

- ✓ El monitoreo se realizó a partir de la 6:00 pm ya que es una hora donde mencionan los pobladores que se tiene

vertimiento de efluentes por parte de las empresas mineras.

- ✓ Tomar lectura de las coordenadas del punto de muestreo, tal como se puede ver en la imagen N° 04.
- ✓ Se recolectaron las muestras como indica la norma, en envases de plásticos para el caso de parámetros químicos y en envase de vidrio para el caso de parámetros microbiológicos, tal como se observa en la imagen N° 05, para luego ser preservadas teniendo en cuenta cada uno de los parámetros considerados, indicados en la imagen N° 06.
- ✓ Se rotularon los frascos a fin de ser identificados, como se observa en la imagen N° 07.
- ✓ Se almacenaron las muestras en el recipiente térmico (cooler).
- ✓ Se tomaron las lecturas de los parámetros de campo (T, pH, C.E). Las mediciones se realizaron con la toma de muestra en un vaso de precipitación, tal como se observa en la imagen N° 08.
- ✓ Se llenó la cadena de custodia debidamente con la información recogida durante los trabajos realizados, donde consigna la hora y fecha de muestreo, tal como se observa en la imagen N° 09.

- ✓ Al finalizar el monitoreo las muestras se enviaron al laboratorio, mostrado en la imagen N° 10.

Imagen N° 04: Toma de Coordenadas en el Punto P-1



Imagen N° 05: Toma de Muestra para Análisis Químico y Microbiológico



Imagen N° 06: Preservación de Muestras



Imagen N° 07: Etiquetado de Muestra



Imagen N° 08: Monitoreo de Parámetros Físicos



Imagen N° 09: Llenado de la Cadena de Custodi

CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO DE AGUAS Y SUELOS	
Nombre	Código
CELDA DE VIVER	RIO RIVERO
Fecha	
Hora	
Lugar	
Muestra	
ANÁLISIS DE LABORATORIO	
ANÁLISIS	RESULTADO
P-1	X
P-2	X
P-3	X
P-4	X
P-5	X
P-6	X
P-7	X
P-8	X
P-9	X
P-10	X
P-11	X
P-12	X
P-13	X
P-14	X
P-15	X
P-16	X
P-17	X
P-18	X
P-19	X
P-20	X
P-21	X
P-22	X
P-23	X
P-24	X
P-25	X
P-26	X
P-27	X
P-28	X
P-29	X
P-30	X
P-31	X
P-32	X
P-33	X
P-34	X
P-35	X
P-36	X
P-37	X
P-38	X
P-39	X
P-40	X
P-41	X
P-42	X
P-43	X
P-44	X
P-45	X
P-46	X
P-47	X
P-48	X
P-49	X
P-50	X
P-51	X
P-52	X
P-53	X
P-54	X
P-55	X
P-56	X
P-57	X
P-58	X
P-59	X
P-60	X
P-61	X
P-62	X
P-63	X
P-64	X
P-65	X
P-66	X
P-67	X
P-68	X
P-69	X
P-70	X
P-71	X
P-72	X
P-73	X
P-74	X
P-75	X
P-76	X
P-77	X
P-78	X
P-79	X
P-80	X
P-81	X
P-82	X
P-83	X
P-84	X
P-85	X
P-86	X
P-87	X
P-88	X
P-89	X
P-90	X
P-91	X
P-92	X
P-93	X
P-94	X
P-95	X
P-96	X
P-97	X
P-98	X
P-99	X
P-100	X

Imagen N° 10: Embalado Para ser Transportado Para su Análisis



3.8.3 Toma de Muestras por Parámetro

Las muestras de agua se recolectaron en frascos de plástico y vidrio.

3.8.3.1 Parámetros Físico Químicos - inorgánicos

- ✓ Antes se realizó el enjuague del frasco con un poco de muestra, este procedimiento tiene por finalidad la eliminación de posibles sustancias existentes en el interior del frasco que pudieran alterar los resultados.
- ✓ La muestra de estos parámetros se tomó al interior del cuerpo de agua en los primeros 20 cm de profundidad a partir de la superficie.
- ✓ Se adiciono el preservante, una vez tomada la muestra de agua, se procedio a adicionarle el preservante requerido de acuerdo a lo estipulado en el Anexo I “Requisitos para toma de muestras de agua y preservación”. Finalmente cerrando el frasco.

3.8.3.2 Parámetros Microbiológicos

- ✓ Para este caso se llevó frascos esterilizados, así mismo se realizó la toma de muestras, luego fueron trasladadas en cooler, para posteriormente ser llevadas a un laboratorio y

asi ser analizadas respectivamente en un máximo de 24 horas.

3.8.3.3 Identificación de las muestras de agua:

Los recipientes fueron identificados como se observa en la imagen N° 07 con una etiqueta con contenido de la siguiente información:

- 1.- Número de Muestra
- 2.- Código de identificación
- 3.- Origen de la fuente.
- 4.- Descripción del punto de muestreo.
- 5.- Fecha y hora de la toma de la muestra.
- 8.- Preservación realizada, tipo de preservante utilizado.
- 9.- Tipo de análisis requerido.
- 10.- Nombre del responsable del muestreo.

3.9 Análisis de Muestras

3.9.1 Análisis de Parámetros Químicos

El Análisis de los Parámetros Químicos fueron realizados por un laboratorio acreditado por INACAL, en este caso se envió al laboratorio de Servicios Analíticos Generales SAC, el 12 de agosto del 2018 para su análisis de Solidos Disueltos Totales y Metales Totales.

3.9.2 Análisis de Parámetro Microbiológico

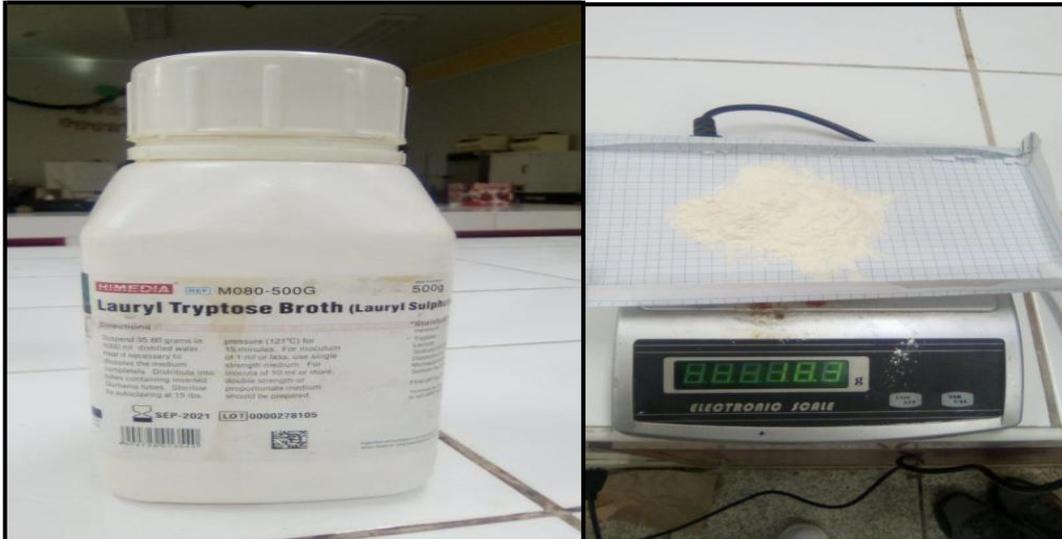
El Análisis de los Parámetros Microbiológico específicamente coliformes totales y fecales fueron

realizados en el laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental donde tiene los equipos necesarios para este análisis el que se realizó el 13 de agosto, con los siguientes procedimientos:

1. PREPARACIÓN LAURIL TRITOSA y EC CALDO

- Preparamos 500 ml con agua destilada y 16 gr de medio de cultivo denominado caldo lauril triptosa, como se muestra en las imágenes N° 11.
- Luego dejando que hierva el medio de cultivo en preparación, tal como se observa en la imagen N° 12.

Imágenes N° 11: Preparación de Medio de Cultivo



Imágenes N° 12: Punto de Fusión del Medio de Cultivo



2. SEMBRÍO DE MUESTRAS

Desarrollándose en condiciones de asepsia teniendo en cuenta los siguientes pasos (Imágenes N° 13):

1. Se agitó la muestra por lo menos 20 veces para lograr una distribución uniforme de los microorganismos.
2. Con una pipeta esterilizada se tomó una alícuota de 1 ml de la muestra original y se llevó a uno de los tubos conteniendo 9 ml de agua de dilución estéril, obteniendo de esta manera una dilución de 10^{-1} .
3. Agitamos el tubo de la dilución 10^{-1} y con otra pipeta esterilizada tomar una alícuota de 1 ml y llevarlo a otro tubo con 9 ml de agua de dilución estéril para obtener una dilución de 10^{-2} .
4. Proceder de la misma manera hasta obtener una dilución de 10^{-3} o hasta donde sea necesario.

5. Luego se inoculo asépticamente con 1 ml de muestra diluida en cinco tubos, los que contenian caldo lauril triptosa, total de tubos utilizado por cada muestra es de 15 tubos.
6. Se procedió a incubar todos los tubos a una temperatura de 35- 37 °C durante 24 horas.
7. Después de 48 horas de incubación se realizó la lectura para observar si hay tubos positivos, es decir, con producción de ácido láctico, si el medio contiene un indicador de turbidez y producción de gas en el interior de la campana Durham.

Imágenes N° 13: Método de Número Más Probable Para el Análisis de Coliformes Totales y Fecale

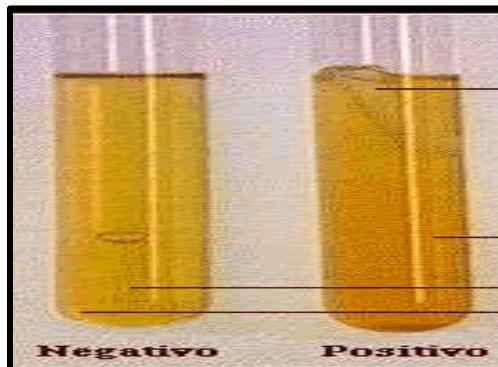




INTERPRETACIÓN:

- ✓ Si el total de tubos son NEGATIVOS: El examen se da por terminado, reportando la AUSENCIA DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES en la muestra analizada.
- ✓ Todos aquellos tubos que den POSITIVOS para prueba se anota convenientemente y se procederá a realizar la PRUEBA CONFIRMATORIA para Coliformes Fecales.

Imágenes N° 14: Positivo y Negat



Negativo

Positivo

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE CUADROS, PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, TABLAS Y GRÁFICOS ESTADÍSTICOS

Finalizada el proceso de análisis el 21 de agosto el laboratorio Servicios Analíticos generales acreditado por INACAL nos reportó resultados de los parámetros químicos (metales totales y sólidos disueltos totales), para más detalle del resultado del laboratorio se observa en la tabla N° 6 y 7, el certificado respectivo se adjunta en el Anexo N° 2 de la presente investigación.

Asimismo, el resultado de los parámetros microbiológicos se obtuvo el 15 de agosto del 2015, este se detalla en la tabla N° 8.

4.1.1 Resultados de los Parámetros Físicos en el Río Ragra

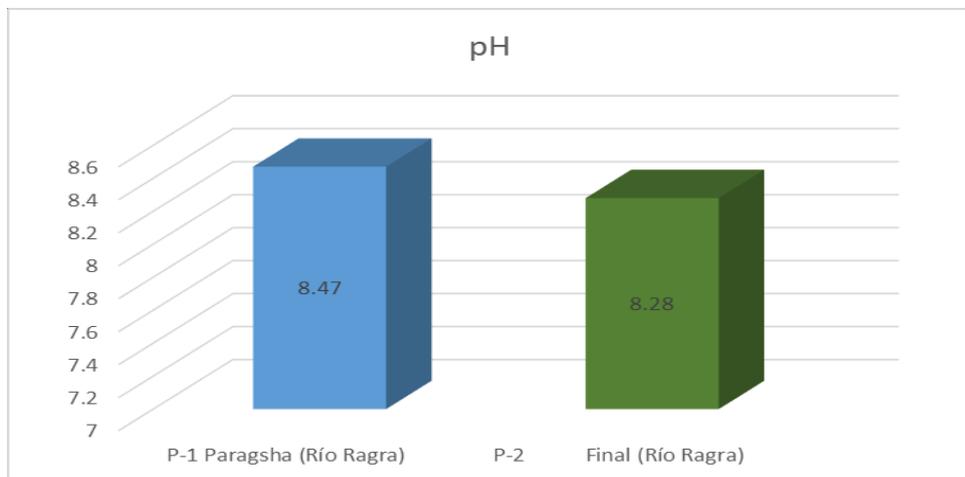
Este resultado se generó del monitoreo realizado en campo tal como observamos en la imagen N° 15, teniendo los siguientes resultados:

Tabla N° 5: Resultado de los Parámetros Físicos

Parámetros	Unidad	"ECA 3 " Permitido	P-1 Paragsha (Río Ragra)	P-2 Final (Río Ragra)
pH	-----	6.5-8.5	8.47	8.28
Conductividad Eléctrica	uS/cm	2500 (Riego de vegetales) 5000 (Bebida de Animales)	549	3616
Oxígeno Disuelto	mg/lt	≥ 4 (Riego de vegetales) ≥ 5 (Bebida de Animales)	3.6	3.07

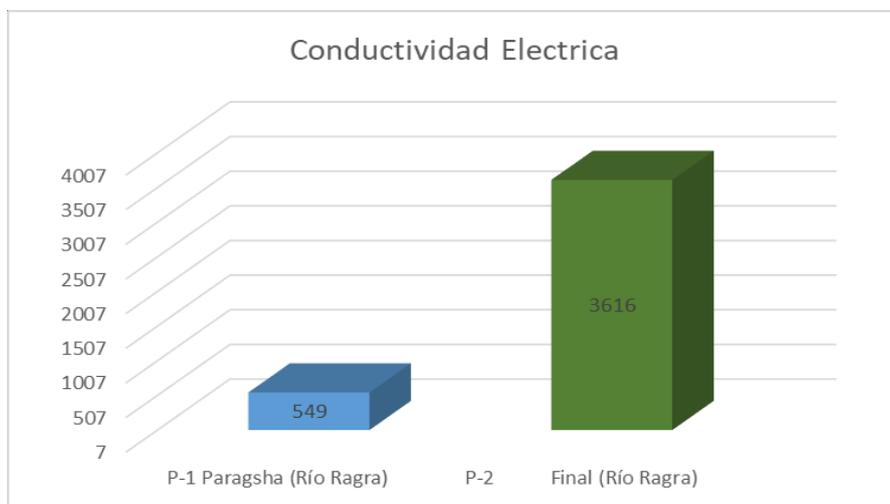
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 01: Resultado del Parámetro pH



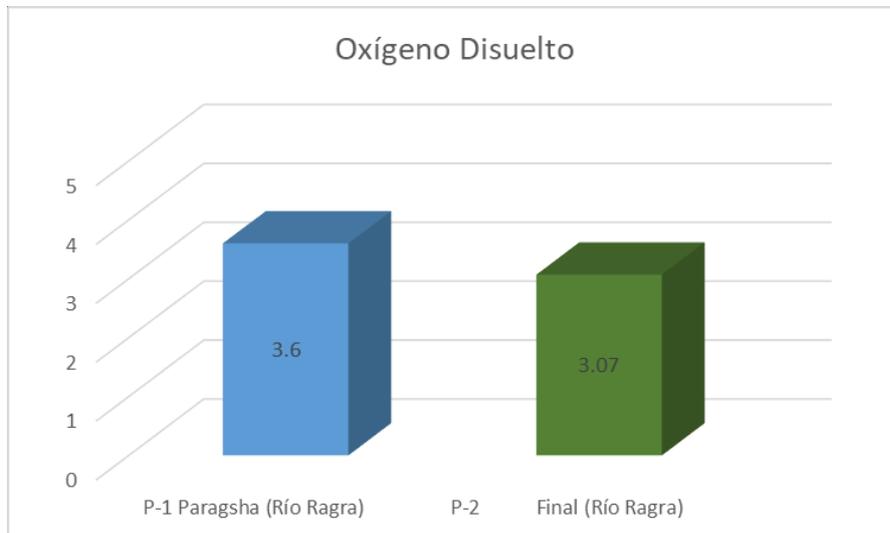
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 02: Resultado del Parámetro Conductividad Eléctrica



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 03: Resultado del Parámetro Oxígeno Disuelto



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación del parámetro pH

Según los Estándares de Calidad Ambiental para Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales), el potencial de hidrogeno (pH)

es de 6.5 – 8.5; por lo que vemos en los dos puntos de monitoreo del río Ragra que cumplimos con las ECA para categoría 3, ya que en el P-1 el pH es de 8.47 y en el punto P-2 el pH es de 8.28.

Interpretación del Conductividad Eléctrica

Según los Estándares de Calidad Ambiental para Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales), la conductividad eléctrica es de 2500 uS/cm (Riego de vegetales) y 5000 uS/cm (Bebida de Animales), al analizar los dos puntos de monitoreo del río Ragra cumplimos con las ECA para categoría 3, ya que en el P-1 la CE es de 549 uS/cm y en el punto P-2 el pH es de 3616 uS/cm, este último pasando el límite permitido para riego de vegetales, lo cual podemos mencionar que su elevación de la conductividad eléctrica del punto P-1 Paragsha (Río Ragra) con respecto al P-2 Final (Río Ragra), el incremento se debe principalmente por los efluentes que vierten las empresas mineras CERRO SAC y AUREX, lixiviados de los pasivos ambientales de la desmontera Excélsior y relavera Quiulacocha, respectivamente.

Interpretación del Oxígeno Disuelto

Según los Estándares de Calidad Ambiental para Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales), el oxígeno disuelto es de ≥ 4 mg/L (Riego de vegetales) ≥ 5 mg/L (Bebida de Animales), en el P-1 el oxígeno disuelto es de 3.6 mg/L y en el punto P-2 es de 3.6 mg/L, en ambos puntos el oxígeno disuelto se encuentra fuera de los establecido esto se debería por el exceso de materia orgánica que se vierte la población de Paragsha y de Cerro de Pasco.

Imágenes N° 15: Monitoreo de Parámetros Físicos



4.1.2 Resultados de los Parámetros Químicos en el Río Ragra

Los datos brindados por el laboratorio Servicios Analíticos Generales SAC, reporto los siguientes resultados químicos:

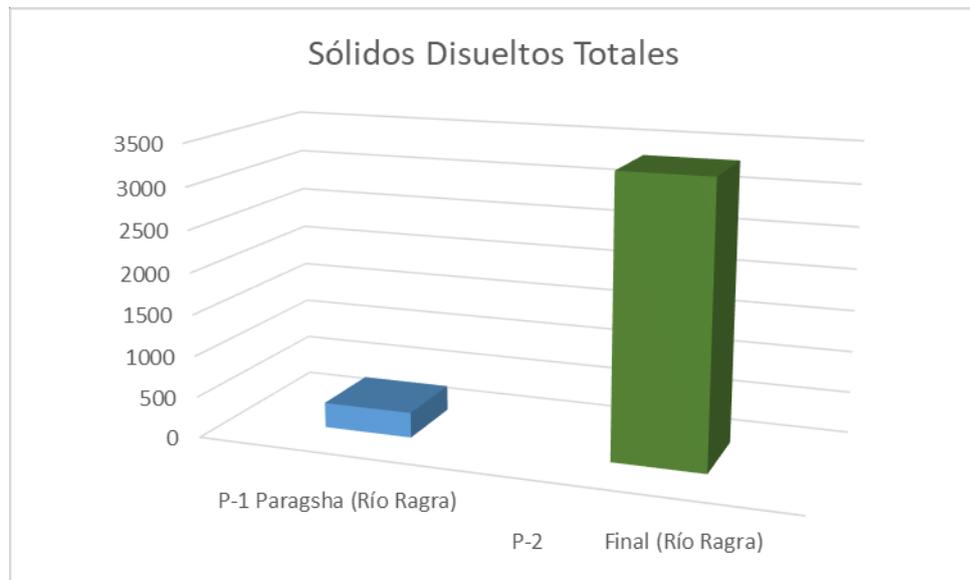
4.1.2.1 Parámetro Sólidos Disueltos Totales

Tabla N° 6: Resultado del Parámetro Sólidos Disueltos Totales

Parámetros	Unidad	"ECA 4 " Permitido	P-1 Paragsha (Río Ragra)	P-2 Final (Río Ragra)
Sólidos Disueltos Totales	mg/lit	≤ 100	306	3335

Fuente: Servicios Analíticos Generales SAC.

Gráfico N° 04: Resultado del Parámetro Sólidos Disueltos Totales



Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación del parámetro Sólidos Disueltos Totales

Según los Estándares de Calidad Ambiental para Categoría 4 (Conservación del ambiente acuático), los Sólidos Disueltos Totales es de ≤ 100 mg/Lt, y al analizar los dos puntos de monitoreo del río Ragra no cumple con los ECA para categoría 4, ya que en el P-1 los Sólidos Disueltos Totales es de 306 mg/Lt y en el punto P-2 es de 3335 mg/Lt, cabe mencionar que el incremento se debe principalmente por los efluentes que vierte las empresas mineras CERRO SAC y AUREX, los lixiviados de los pasivos ambientales (Desmontera Excelsior y relavera Quiulacocha) y por el exceso de materia orgánica que vierte la población de Paragsha y Cerro de Pasco.

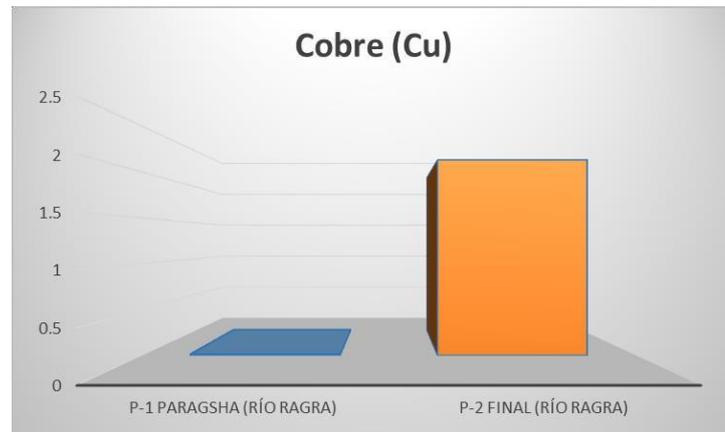
4.1.2.2 Parámetro – Metales Totales

Tabla N° 7: Resultado del Parámetro Sólidos Disueltos Totales

Metales Totales(mg/lt)	"ECA 3" Permitido	P-1 Paragsha (Río Ragra)	P-2 Final (Río Ragra)
Plata (Ag)	—	<0.0007	0.0387
Aluminio (Al)	5	0.12	4.63
Arsénico (As)	0,1	0.006	0.3
Boro (B)	1	0.016	0.061
Bario(Ba)	0,7	0.042	0.173
Berilio(Be)	0,1	<0.0003	<0.0003
Calcio (Ca)	—	57.3	>400
Cadmio (Cd)	0,01	<0.0004	0.036
Cesio (Ce)	—	0.005	0.041
Cobalto (Co)	0,05	<0.0005	0.0072
Cromo (Cr)	0,1	0.0005	0.0054
Cobre (Cu)	0,2	0.0151	2.1306
Hierro (Fe)	5	0.814	58.319
Mercurio (Hg)	0,001	<0.001	0.015
Potasio (K)	—	7.37	12.33
Litio (Li)	2,5	<0.003	0.095
Magnesio (Mg)	—	6.66	>100
Manganeso (Mn)	0,2	0.4208	>20
Molibdeno (Mo)	—	<0.002	<0.002
Sodio (Na)	—	27.54	134.06
Niquel (Ni)	0,2	<0.0006	0.0144
Fósforo (P)	—	2.427	2.987
Plomo (Pb)	0,05	0.0119	2.3502
Antimonio (Sb)	—	<0.002	0.003
Selenio(Se)	0,02	<0.003	0.004
Estaño (Sn)	—	<0.001	0.138
Estroncio (Sr)	—	0.123	2.637
Titanio (Ti)	—	0.0066	0.0296
Talio (Tl)	—	<0.003	0.063
Vanadio(V)	—	<0.0004	<0.0004
Zinc (Zn)	2	0.161	11.914

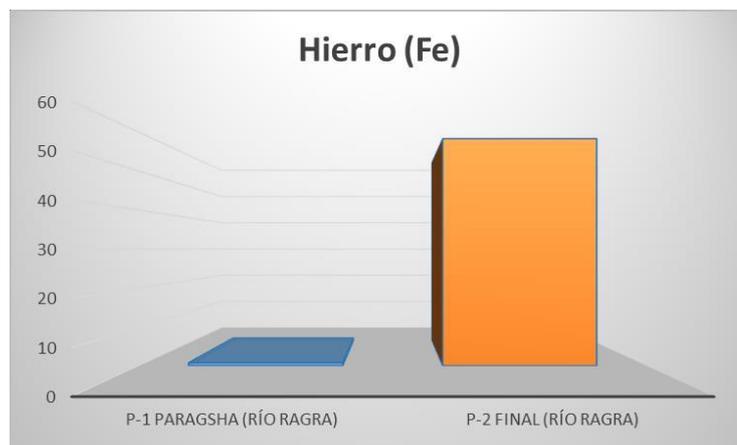
Fuente: Servicios Analíticos Generales SAC.

Gráfico N° 05: Presencia de Cobre en el Río Ragra



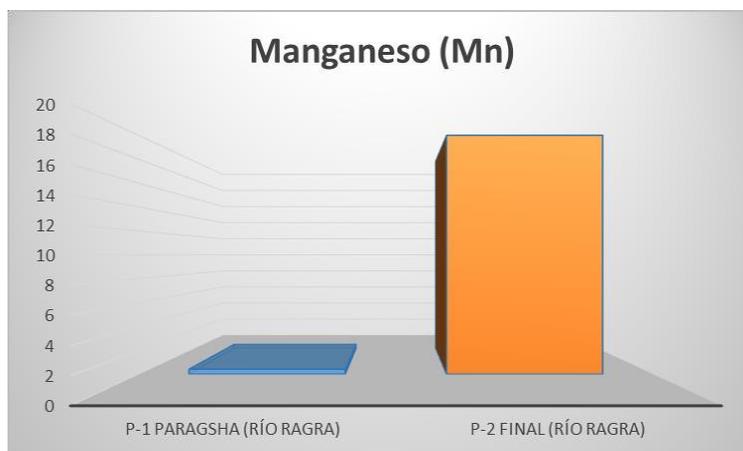
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 06: Presencia de Hierro en el Río Ragra



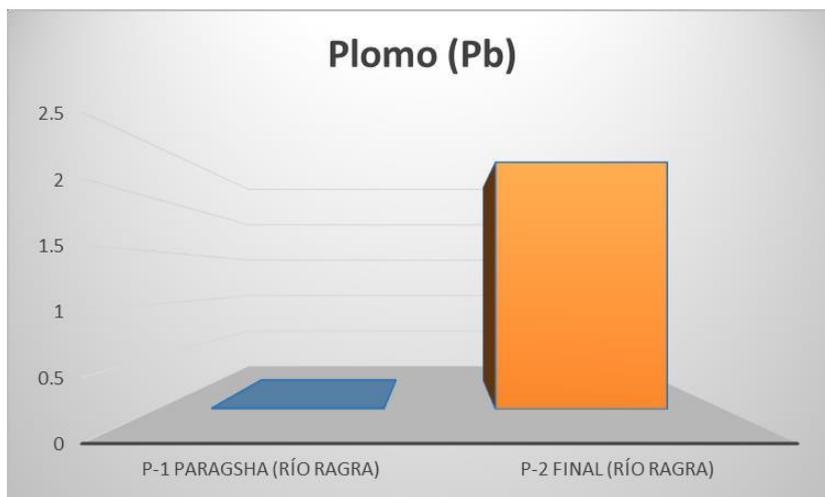
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 07: Presencia de Manganeso en el Río Ragra



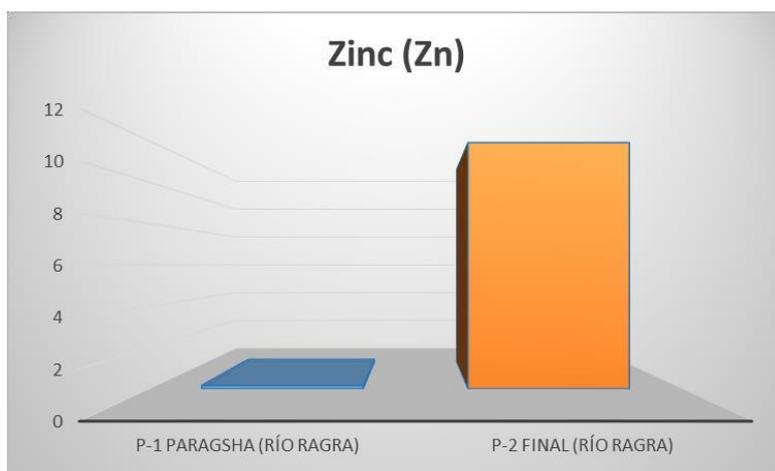
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 08: Presencia de Plomo en el Río Ragra



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 09: Presencia de Zinc en el Río Ragra



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación del parámetro Metales Totales

Según los Estándares de Calidad Ambiental para Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales), la concentración varía de acuerdo al tipo de metales totales en el agua, en los dos puntos de monitoreo del río Ragra, solo se cumple con las ECA para categoría 3 en el P-1 (Paragsha), de los principales metales como son: el cobre,

que tiene 0.0151 mg/lt, el hierro tiene 0.814 mg/lt, manganeso tiene 0.4208 mg/lt, plomo tiene 0.0119 mg/lt y zinc que tiene 0.161 mg/lt, a excepción del manganeso, ya que su estándar permitido es de 0.2 mg/lt, en el caso del punto P-2 Final no cumple con las ECA para categoría 3, de los principales metales como son: el cobre que tiene 2.1306 mg/lt, el hierro 58.319 mg/lt, manganeso 20 mg/lt, plomo 2.3502 mg/lt y zinc tiene 11.914 mg/lt, lo cual podemos mencionar que su elevación de Metales Totales de P-1 con respecto al P-2 se debe a los efluentes que vierten las empresas mineras CERRO SAC y AUREX, los lixiviados de la desmontera Excelsior y relavera Quiulacocha, respectivamente.

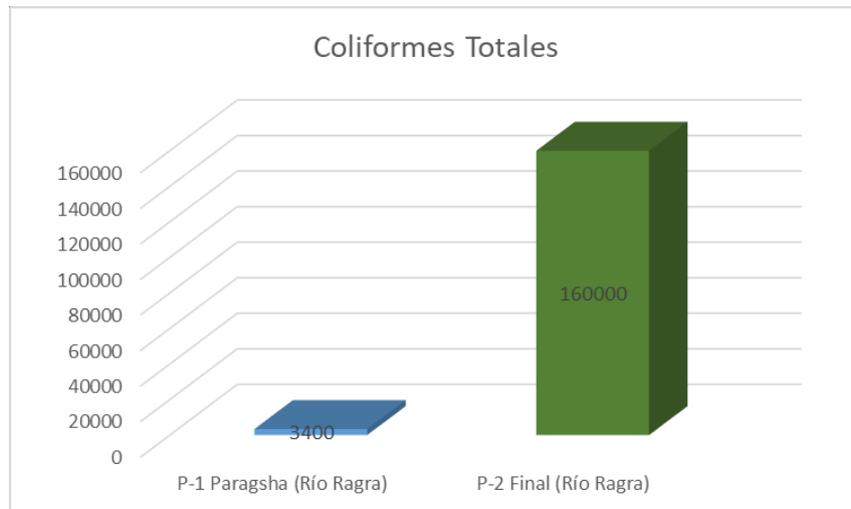
4.1.3 Resultados de los Parámetros Microbiológicos en el Río Ragra

Tabla N° 8: Resultados del Parámetro Microbiológicos en el Río Ragra

Parámetros	Unidad	"ECA 3" Permitido	P-1 Paragsha (Río Ragra)	P-2 Final (Río Ragra)
Coliformes Totales		-----	3400	>160000
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	2000	3400	>160000

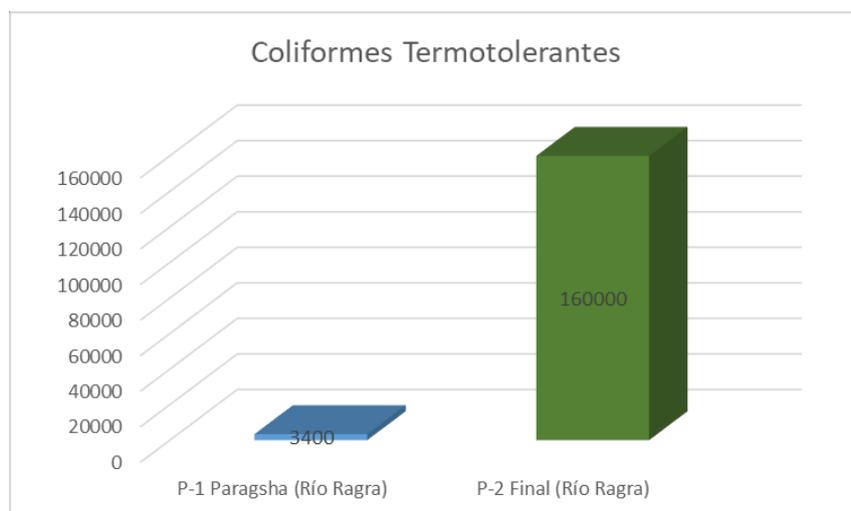
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 10: Resultados del Parámetro Coliformes Totales en el Río Ragra



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 11: Resultados del Parámetro Coliformes Termotolerantes en el Río Ragra



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación del parámetro Microbiológicos en el Río Ragra

Según los Estándares de Calidad Ambiental para Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales), el valor máximo de coliformes fecales en el agua es de 2000 NMP/100 ml, entonces se determina que en los dos puntos de monitoreo del río Ragra, no cumple con las ECA para categoría 3, en el P-1 Paragsha y P-2 Final; ya que este

último supera lo permitido por más de 10 veces al primer punto P-1, entonces decimos que su elevación de coliformes fecales del punto P-1 Paragsha con respecto al P-2 Final (Río Ragra) se debe a los efluentes domésticos que vierten la empresas mineras CERRO SAC y AUREX, así como la población de Paragsha, Quilacocha y Cerro de Pasco.

4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De nuestra investigación pudimos determinamos que la categoría de aguas al que más se acerca es a la categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales), ya que la categoría 4 (Conservación del ambiente acuático) cuenta con mayor calidad en cuanto a los estándares permitidos.

Asimismo, cabe mencionar que las aguas en el punto P-1 Paragsha con respecto al P-2 Final, en todos los parámetros monitoreados y analizados superan los límites entonces se infiere que, este incremento se debe a la actividad minera y poblaciones que se tiene alrededor del río Ragra, estas actividades vierten sus efluentes industriales y domésticos.

4.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para nuestra investigación se planteó las hipótesis generales expresando lo siguiente:

“Los parámetros físico-químico y microbiológico del Rio Ragra afluente de Rio San Juan no cumple en su totalidad con los ECAS - AGUA que corresponde a la categoría 3”.

Finalizada nuestra investigación podemos mencionar que la hipótesis es válida, ya que se pudo comprobar que los parámetros físico-químico y microbiológico del Río Ragra no cumple en su totalidad con los ECAS - AGUA que corresponde a la categoría 3 como es el caso de Sólidos Disueltos totales, Metales Totales (cobre, hierro, manganeso, plomo y zinc) y Microbiología (coliformes fecales).

CONCLUSIONES

Finalizo la presente investigación con los siguientes:

1. Los parámetros físico-químico y microbiológico del Río Ragra no cumple en su totalidad con los ECAS - AGUA que corresponde a la categoría 3.

Así como también en el caso de Sólidos Disueltos Totales, Metales Totales (cobre, hierro, manganeso, plomo y zinc) y Microbiología (coliformes fecales).

2. Acorde a los resultados del monitoreo realizado en las aguas del río Ragra, esta se encuentra en la categoría 3.
3. El estudio permite determinar de dónde proviene el mayor aporte contaminante de los parámetros evaluados
4. El estudio permite cuantificar las desviaciones o la diferencia de la calidad del agua con respecto a los Estándares de Calidad Ambiental para agua ECA-Agua.

RECOMENDACIONES

Concluida la investigación llevo a determinar las siguientes recomendaciones:

- Se debe realizar el tratamiento de las aguas del Río Ragra antes de ser vertidas o confluída con el río San Juan ya que como se pudo determinar en la presente investigación, las aguas del río Ragra sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental en parámetros físicos, químicos y microbiológicos afectando su calidad de aguas debajo de este río.
- El tratamiento de estas aguas, del río Ragra, deben de ser responsabilidad de las empresas mineras y municipalidad de la Provincia de Pasco.
- Se debe implementar un sistema de fiscalización permanente por parte del estado peruano en el río Ragra, ya que como se pudo determinar estas aguas contienen metales totales (cobre, hierro, manganeso, plomo y zinc) producto de actividades mineras

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Helen Jesús Calla Llontop (2010); caracterización calidad del agua en la cuenca del Río Rímac - Sector de San Mateo, afectado por las actividades mineras; Lima. Perú.
- Ing. Raúl Mendivil Riveros (2002). Gestión del Agua en la Cuenca del Rio Huatanay y la Concertación Para el Tratamiento de Problemas Ambientales. Cusco.
- Tania María Espinoza Benavides y Ligia Susana Espinoza Benavides (2005). Impacto de la minería en la calidad del agua en la microcuenca del Río Artiguas énfasis en metales pesados- Nicaragua.
- OEFA (2012). Reporte Público del Informe W913- 2012-OEFA/DS. Supervisión Especial en la unidad minera Cerro de Paseo de Empresa Administradora Cerro S.A. C.
- OEFA (2012) Reporte Público del Informe W1244-2012-OEFAIDS. Informe final con relación a las actividades del Plan de Acción Inmediato y de Corto Plazo, de la Declaración de Emergencia Ambiental en las localidades de Champamarca, Quiulacocha, Paragsha y el Asentamiento Humano José Carlos Mariátegui.
- Autoridad Nacional del Agua (2010). Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Autoridad Nacional Del Agua – DGCRH - Ministerio de Agricultura

- Ministerio del Ambiente (2017). Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.
- Servicios Analíticos Generales SAC (2018). Resultados de Parámetros Físicos y Químicos del Río Ragra.

Páginas de Internet:

1. <http://siar.minam.gob.pe/lima/documentos/resultado-monitoreo-calidad-agua-cuenca-rio-rimac>
Resultado del Monitoreo de Calidad del Agua de a Cuenca del Río Rimac
2. <https://es.slideshare.net/RoyPeraltaBarboza/determinacin-de-la-calidad-del-agua-de-rio>
Determinación de la calidad del agua de rio
3. http://www.bizkaia.eus/home2/Temas/DetalleTema.asp?Tem_Codigo=2412&idioma=CA&dpto_biz=2&codpath_biz=2%7C347%7C2412
Calidad del agua
4. <http://www.riohenares.org/index.php/rio-henares/calidad-de-las-aguas>
Calidad de aguas
5. <http://es.wikihow.com/escribir-una-tesis>
Cómo escribir una tesis
6. http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/bmn/como_hacer_una_tesis.pdf
Como Hacer Una Tesis

7. <http://www.uphm.edu.mx/manuales/Manual-para-elaboracion-de-tesis-y-trabajos-de-investigacion.pdf>

Manual Para la Elaboración de Tesis y Trabajos de Investigación

8. <http://normasapa.net/planteamiento-del-problema-tesis/>

Cómo elaborar el planteamiento del problema de tu tesis

ANEXOS

ANEXO N° 01

IMÁGENES DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA

**VISTA DE PUNTO DE CONTROL DE AGUAS DE LA EMPRESA MINERA
AUREX EN EL RÍO RAGRA**



MONITOREO DE LAS AGUAS DEL RÍO RAGRA PUNTO P-2



EVALUACIÓN DE LAS AGUAS DE RÍO RAGRA EN HORAS DE LA NOCHE



MONITOREO DE LAS AGUAS DEL RÍO RAGRA PUNTO P-1



ANEXO N°2

INFORME DE ENSAYOS

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-047



Registro N° LE - 047

INFORME DE ENSAYO N° 124542- 2018 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL : ROJAS DEUDOR OSHIO MIRELY
DOMICILIO LEGAL : PUEBLO JOVEN JOSÉ CARLOS MARIATEGUI SEC. 2 PARAGSHA- SIMÓN BOLÍVAR - PASCO - PASCO
SOLICITADO POR : ROJAS DEUDOR OSHIO MIRELY
REFERENCIA : RESERVADO POR EL CLIENTE
PROCEDENCIA : PASCO
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 2018-08-13
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS : 2018-08-13
MUESTREADO POR : EL CLIENTE

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C	Unidades
Sólidos disueltos totales (TDS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C.	4.0	mg/L
Metales totales (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Berilio, Cadmio, Calcio, Cerio, Cromo, Cobalto, Cobre, Hierro, Plomo, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Fósforo, Potasio, Selenio, Silice(SiO ₂), Plata, Sodio, Estroncio, Talio, Estaño, Titanio, Vanadio, Zinc)	EPA Method 200.7, Rev.4.4. EMC Version / 1994. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry.	---	mg/L

L.C.: límite de cuantificación.

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua Superficial	Agua Superficial
Matriz analizada	Agua Natural	Agua Natural
Fecha de muestreo	2018-08-12	2018-08-12
Hora de inicio de muestreo (h)	18:15	19:30
Condiciones de la muestra	Refrigerada	Refrigerada
Código del Cliente	P-1 Paragsha (Río Ragra)	P-2 Final (Río Ragra)
Código del Laboratorio	1808872	1808873
Ensayo	Unidad	Resultados
Sólidos disueltos totales (TDS)	mg/L	306.0 / 3335.0

Quim. Belbeth Y. Pajardo León
C.Q.P. N° 648
Asesor Técnico Químico

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

Cód. FI 02/Visión: 09/FE/02/2018

* El Método Indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

EPA: Environmental Protection Agency, ASTM: American Society for Testing and Materials, NTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de preservabilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comuníquese al correo laboratorio@saggeru.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la autenticidad de este documento es ilegal y los culpables serán procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ricos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.saggeru.com • Contacto Electrónico saggeru@saggeru.com

Página 1 de 2

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-047



Registro N° LE-047

INFORME DE ENSAYO N° 124542- 2018 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua Superficial		Agua Superficial	
Matriz analizada	Agua Natural		Agua Natural	
Fecha de muestreo	2018-08-12		2018-08-12	
Hora de inicio de muestreo (h)	18:15		19:30	
Condiciones de la muestra	Refrigerada/ Preservada		Refrigerada/ Preservada	
Código del Cliente	P-1 Paragsha (Río Ragra)		P-2 Final (Río Ragra)	
Código del Laboratorio	1808872		1808873	
Ensayo	L.D.M.	unidades	Resultados	
Metales totales				
Plata (Ag)	0.0007	mg/L	<0.0007	0.0387
Aluminio (Al)	0.01	mg/L	0.12	4.63
Arsénico (As)	0.001	mg/L	0.006	0.266
Boro (B)	0.002	mg/L	0.016	0.061
Bario (Ba)	0.002	mg/L	0.042	0.173
Berilio (Be)	0.0003	mg/L	<0.0003	<0.0003
Calcio (Ca)	0.05	mg/L	57.30	>400
Cadmio (Cd)	0.0004	mg/L	<0.0004	0.0360
Cerio (Ce)	0.002	mg/L	0.005	0.041
Cobalto (Co)	0.0005	mg/L	<0.0005	0.0072
Cromo (Cr)	0.0004	mg/L	0.0005	0.0054
Cobre (Cu)	0.0007	mg/L	0.0151	2.1306
Hierro (Fe)	0.002	mg/L	0.814	58.319
Mercurio (Hg)	0.001	mg/L	<0.001	0.015
Potasio (K)	0.04	mg/L	7.37	12.33
Litio (Li)	0.003	mg/L	<0.003	0.095
Magnesio (Mg)	0.04	mg/L	6.66	>100
Manganeso (Mn)	0.0005	mg/L	0.4208	>20
Molibdeno (Mo)	0.002	mg/L	<0.002	<0.002
Sodio (Na)	0.02	mg/L	27.54	134.06
Níquel (Ni)	0.0006	mg/L	<0.0006	0.0144
Fósforo (P)	0.003	mg/L	2.427	2.987
Plomo (Pb)	0.0005	mg/L	0.0119	2.3502
Antimonio (Sb)	0.002	mg/L	<0.002	0.003
Selenio (Se)	0.003	mg/L	<0.003	0.004
Silice (SiO ₂)	0.03	mg/L	4.49	15.46
Estaño (Sn)	0.001	mg/L	<0.001	0.138
Estroncio (Sr)	0.001	mg/L	0.123	2.637
Titanio (Ti)	0.0003	mg/L	0.0066	0.0296
Talio (Tl)	0.003	mg/L	<0.003	0.063
Vanadio (V)	0.0004	mg/L	<0.0004	<0.0004
Zinc (Zn)	0.002	mg/L	0.161	11.914

L.D.M.: límite de detección del método.

Lima, 21 de Agosto del 2018.

Juim. Belbeth Y. Fajardo León
C.Q.P. N° 648
Asesor Técnico Químico

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

Cod.: FI 02/Ver: 01: 08/FE/03/2018

* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

EPA: Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: • Esta prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al parámetro de preservación del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comuníquese al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es pagará los culpables según los procedimientos de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6685 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 2 de 2

0.s. 112704



CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

Cliente: Rojas Devdor Oshio Mirely Contacto: _____ Telef.(s) _____
 E-mail: lorojasdevdor@igheco.es
 Lugar: Paasco Empresa: _____ Planta: _____ Proyecto: _____
 Carta/Cotización: 2018-08 VG-9-1 MUESTREO POR SAG MUESTREO POR CLIENTE

PUNTO DE MUESTREO o CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		TIPO DE MATRIZ	PARAMETROS IN SITU		ANÁLISIS DE LABORATORIO	MUESTREO POR CLIENTE	MUESTREO POR LABORATORIO	DATOS ADICIONALES
	FECHA	HORA		TDS	M-Totales				
P-1									
PARAGUASHA (Río Paaca)	12/08/18	6:15pm	A.S		X				1008072
P-2									
FINAL	12/08/18	7:30	A.S		X				1008073
Río Paaca									

SERVICIOS ANALÍTICOS DE AGUAS Y SUELOS
RECIBIDO
 13 ABO 2018
 RECEPCIÓN DE MUESTRAS
 SAG

Observaciones de Muestreo: _____
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: _____ Firma(s): G. R
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: _____ Firma(s): 15.25
 Recibido en laboratorio: _____ Día/Hora: _____