

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



**T E S I S**

**Evaluación de la calidad de agua del río San Juan teniendo como  
influencia la actividad arenera en el distrito de Vicco, región Pasco -**

**2022**

**Para optar el título profesional de:  
Ingeniero Ambiental**

**Autor:**

**Bach. Miguel Alfonso MAURICIO ESPINOZA**

**Asesor:**

**Mg. Anderson MARCELO MANRIQUE**

**Cerro de Pasco - Perú - 2024**

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



**T E S I S**

**Evaluación de la calidad de agua del río San Juan teniendo como  
influencia la actividad arenera en el distrito de Vicco, región Pasco -**

**2022**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

Dr. Eleuterio Andrés ZAVALETA SANCHEZ  
**PRESIDENTE**

---

Mg. Lucio ROJAS VÍTOR  
**MIEMBRO**

---

Mg. Edgar Walter PEREZ JUZCAMAYTA  
**MIEMBRO**



Universidad Nacional Daniel Alcides  
Carrión Facultad de Ingeniería  
Unidad de Investigación

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 132-2024-UNDAC/UIFI**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

**Evaluación de la calidad de agua del río San Juan teniendo  
como influencia la actividad arenosa en el distrito de Vicco,  
región Pasco – 2022**

Apellidos y nombres de los tesisistas:

**Bach. MAURICIO ESPINOZA, Miguel Alfonso**

Apellidos y nombres del Asesor:

**Mg. MARCELO MANRIQUE, Anderson**

Escuela de Formación Profesional

**Ingeniería Ambiental**

Índice de Similitud

**30 %**

**APROBADO**

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 4 de junio del 2024



Firmado digitalmente por MEJIA  
CACERES Reynaldo FAU  
20154605046 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 04.06.2024 10:03:13 -05:00

## **DEDICATORIA**

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi madre, pues si ella no lo hubiese logrado. Tu enseñanza me lleva por el camino del bien. Por eso te brindo mi trabajo en ofrenda por tu paciencia y amor madre mía, te amo hoy y siempre.

A mis familiares que siempre me apoyan en todos mis proyectos de vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Primero agradecer a Dios quién me guio y me brinda fortaleza en mis proyectos de vida.

A mis familiares y a todas las personas que me apoyaron para concluir mis estudios y el presente trabajo.

## RESUMEN

En el distrito de Vicco en los últimos 15 años se intensificó la extracción de arena así como su producción de sub productos como piedra chancada, estas actividades se puede evidenciar que está ocupando áreas que un tiempo fueron pastizales, asimismo afectando acuíferos y bofedales, por otro lado estas arenas deben ser lavadas con fuentes de aguas de acuíferos, las aguas residuales de estas areneras en algunos puntos estas llegando al río San Juan afectando en su calidad, lo que en adelante identificaremos en que escala de acuerdo a los estándares de calidad ambiental para agua se está afectando.

La investigación se tiene como objetivo principal es determinar la calidad de agua del río San Juan teniendo como influencia la actividad arenera en el distrito de Vicco, región Pasco – 2022.

Finalizado la investigación se concluye los resultados en las cuatro estaciones se determinó que la calidad de agua en los parámetros físicos y químicos cumplen con los estándares de calidad agua a excepción en el parámetro cobre y plomo en las estaciones después de la actividad arenera esto que podría ser fuente en el lavado de la arena y estos estar llegando al río San Juan específicamente en la estación RSjua7 (Aguas después de la actividad arenera en Vicco -600 metros aguas abajo) el Cobre supera los estándar de calidad teniendo 0.1760 mg/lit con respecto al ECA que es de 0.10 mg/lit. Para el caso del plomo específicamente en la estación RSjua13 (Aguas después de la actividad arenera en Vicco -800 metros aguas abajo) el plomo supera los estándar de calidad teniendo 0.01720 mg/lit con respecto al ECA que es de 0.0025 mg/lit por lo que podría estar impacto la actividad arenera producto al lavado de arena.

**Palabras claves:** Actividad arenera, estándar de calidad ambiental para agua y distrito de Vicco

## ABSTRACT

In the district of Vicco, in the last 15 years, sand extraction has intensified as well as its production of by-products such as crushed stone. These activities can be seen to be occupying areas that were once grasslands, also affecting aquifers and wetlands, on the other. On the other hand, these sands must be washed with water sources from aquifers, the wastewater from these sand pits in some points is reaching the San Juan River, affecting its quality, which from now on we will identify on what scale according to the environmental quality standards for water is being affected.

The main objective of the research is to determine the water quality of the San Juan River, having as an influence the sand mining activity in the district of Vicco, Pasco region - 2022.

Once the investigation is completed, the results in the four stations are concluded. It was determined that the water quality in the physical and chemical parameters meets the water quality standards with the exception of the copper and lead parameter in the stations after the sand mining activity, which could be a source in the washing of the sand and these are reaching the San Juan River specifically at the RSjua7 station (Waters after the sand mining activity in Vicco -600 meters downstream) the Copper exceeds the quality standards having 0.1760 mg/lit with respect to the ECA which is 0.10 mg/lit. In the case of lead specifically at the RSjua13 station (Water after the sand mining activity in Vicco -800 meters downstream) the lead exceeds the quality standards having 0.01720 mg/lit with respect to the ECA which is 0.0025 mg/lit therefore that could be impacting the sand activity as a result of sand washing.

**Keywords:** Sand activity, environmental quality standard for water and Vicco district

## INTRODUCCIÓN

Desde los últimos 15 años de actividad intensa en la producción de arena en el distrito de Vicco, esta actividad vino afectando los recursos hídricos desde lo cual se desea evaluar cual es la calidad de agua del río San Juan por lo cual su justificación de obtener información teórica. En nuestra investigación se recolecto información de campo de la producción de arena y su influencia en la calidad del agua en su entorno, asimismo se recolecto de información de DIGESA para evaluar estos resultados, llegando a obtener conclusiones de ambas informaciones.

La extracción de arena en el distrito de Vicco se da en la zona Nor-Oeste de la capital de distrito de Vicco la ciudad de Vicco, donde en la actualidad se viene extrayendo arena de primera, arena de segunda, piedra chancada y piedra que finalmente es llevada para la actividad de construcción en las localidades de Cerro de Pasco, Huayllay, Ninacaca, Colquijirca y entre otras.

El área que ocupa esta actividad arenera es de 8,926.803 m<sup>2</sup> de la cuales para nuestra investigación lo dividiremos en 6 zonas y en la siguiente tabla se detalla el área que se ocupa y asimismo en el mapa 2 se muestra la ubicación de cada uno de las zonas.

**El autor.**



## ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE MAPAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE IMÁGENES	
ÍNDICE DE GRAFICO	

## CAPITULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema .....	1
1.2. Delimitación de la investigación .....	2
1.3. Formulación del problema.....	3
1.3.1. Problema general .....	3
1.3.2. Problemas Específicos:.....	3
1.4. Formulación de objetivos .....	3
1.4.1. Objetivo general .....	3
1.4.2. Objetivos Específicos .....	3
1.5. Justificación de la investigación .....	4
1.5.1. Justificación teórica .....	4
1.5.2. Justificación Metodológica.....	4
1.5.3. Justificación Ambiental .....	4
1.5.4. Justificación Social .....	4
1.6. Limitaciones de la investigación.....	4

**CAPITULO II**  
**MARCO TEORICO**

2.1.	Antecedentes de estudio.....	5
2.1.1.	Antecedentes Internacional .....	5
2.1.2.	Antecedente a nivel nacional.....	7
2.1.3.	Antecedentes a nivel local.....	8
2.2.	Bases teóricas - científicas .....	9
2.2.1.	Arena .....	9
2.2.2.	Componentes y características.....	9
2.2.3.	Calidad del agua .....	10
2.2.4.	Agua subterránea.....	10
2.2.5.	Proceso de extracción de arena.....	10
2.2.6.	Normativa aplicable a la investigación.....	12
2.3.	Definición de los términos básicos .....	15
2.3.1.	Agua.....	15
2.3.2.	Aguas Residuales .....	15
2.3.3.	Área de Influencia.....	15
2.3.4.	Contaminación .....	15
2.3.5.	Contaminante .....	16
2.3.6.	Cuenca Hidrográfica.....	16
2.3.7.	Hábitat.....	16
2.4.	Formulación de hipótesis .....	16
2.4.1.	Hipótesis general.....	16
2.4.2.	Hipótesis Específicos .....	16
2.5.	Identificación de las variables .....	17
2.5.1.	Variable independiente.....	17
2.5.2.	Variable dependiente.....	17
2.5.3.	Variable Interviniente.....	17
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores.....	17

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA Y TECNICAS DE LA INVESTIGACION**

3.1. Tipo de Investigación .....	19
3.2. Nivel de la investigación.....	19
3.3. Métodos de investigación.....	19
3.4. Diseño de la investigación .....	20
3.5. Población y muestra .....	20
3.5.1. Población y Muestra .....	20
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	20
3.6.1. Técnicas.....	20
3.6.2. Instrumentos.....	20
3.7. Técnicas de procesamientos y análisis de datos.....	21
3.8. Tratamiento estadístico.....	21
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica.....	21

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1 Descripción del trabajo de campo .....	22
4.1.1 Ubicación de la zona a investigar .....	22
4.1.2 Accesibilidad .....	22
4.1.3 Actividad arenera en el distrito de Vicco .....	24
4.1.4 Proceso de producción de arena en el distrito de Vicco.....	32
4.1.5 Evaluación de la calidad de agua del río San Juan teniendo como influencia la actividad arenera.....	36
4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	38
4.2.1 Resultados de la calidad de agua.....	38
4.3 Prueba de hipótesis .....	50
4.4 Discusión de resultados.....	50

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## ÍNDICE DE MAPAS

MAPA 1 UBICACIÓN DE LA ZONA DE INVESTIGACIÓN AL LADO NORTE-ESTE DE LA CIUDAD DE VICCO.....	23
MAPA 2 UBICACIÓN DE LA ZONA DE EXTRACCIÓN DE ARENA .....	25
MAPA 3 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO.....	38

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 ECA – CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES .....	14
TABLA 2 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES.....	18
TABLA 3 ÁREA QUE OCUPA CADA ZONA DE EXTRACCIÓN DE ARENA .....	24
TABLA 4 ÁREA QUE OCUPA CADA ZONA DE EXTRACCIÓN DE ARENA .....	26
TABLA 5 ESTACIONES DE MONITOREO .....	37
TABLA 6 RESULTADO DE LA CALIDAD FÍSICA EN EL RÍO SAN JUAN.....	39
TABLA 7 RESULTADO DE LA CALIDAD QUÍMICA EN EL RÍO SAN JUAN.....	42

## ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1 CANTERA HASTA 20 METROS DE ALTURA .....	32
IMAGEN 2 USO DE EQUIPO PESADO EN LA EXTRACCIÓN DE ARENA .....	33
IMAGEN 3 LAVADO DE ARENA A PRESIÓN CON AGUA .....	34
IMAGEN 4 SEDIMENTADOR DE IMPUREZAS, PARA POSTERIOR SU VERTIMIENTO.....	34
IMAGEN 5 VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES AL RÍO SAN JUAN.....	35
IMAGEN 6 ZARANDEO PARA LA SELECCIÓN DE ARENA.....	35
IMAGEN 7 ACUMULACIÓN DE ARENA.....	36

## ÍNDICE DE GRÁFICO

GRÁFICO 1 RESULTADO DE PH EN EL RÍO SAN JUAN .....	39
GRÁFICO 2 RESULTADO DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN EL RÍO SAN JUAN.....	40
GRÁFICO 3 RESULTADO DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES EN EL RÍO SAN JUAN .....	41
GRÁFICO 4 RESULTADO DE ALUMINIO EN EL RÍO SAN JUAN .....	43
GRÁFICO 5 RESULTADO DE SILICIO EN EL RÍO SAN JUAN.....	44
GRÁFICO 6 RESULTADO DE HIERRO EN EL RÍO SAN JUAN .....	45
GRÁFICO 7 RESULTADO DE COBRE EN EL RÍO SAN JUAN .....	46
GRÁFICO 8 RESULTADO DE ZINC EN EL RÍO SAN JUAN .....	47
GRÁFICO 9 RESULTADO DE ZINC EN EL RÍO SAN JUAN .....	48
GRÁFICO 10 RESULTADO DE PLOMO EN EL RÍO SAN JUAN .....	49

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

La extracción de arena en ecosistemas frágiles puede tener un gran impacto ambiental si no se maneja adecuadamente. No solo podría conducir a la destrucción de la biodiversidad local, sino a reducir el alcance del turismo, la extracción insostenible de arena no solo afecta el medio ambiente, sino que también puede tener implicaciones sociales de gran alcance. Por ejemplo, la extracción de arena de los ríos puede poner en peligro el desarrollo de la industria turística local, la eliminación de la arena de los ríos conduce a una disminución de las poblaciones de recursos hidrobiológicos, lo que afecta negativamente a los recolectores de estos seres vivos, principalmente mujeres, cuya subsistencia depende de este oficio (ONU, 2022).

Los efectos negativos sobre el medio ambiente son inequívocos y se están produciendo en todo el mundo. El volumen de las extracciones está repercutiendo gravemente en los ríos, deltas y ecosistemas costeros y marinos, provocando la pérdida de tierras por erosión y la disminución de los niveles freáticos. La extracción afecta a la biodiversidad, la turbidez del agua, los niveles freáticos, el paisaje. También tiene consecuencias socioeconómicas, culturales e incluso políticas. La extracción de áridos

fluviales puede modificar el cauce del río, y aumentar la frecuencia e intensidad de las inundaciones. Actualmente, el problema es tan grave que hay lugares donde la existencia de los ecosistemas fluviales está en peligro, y los daños son más extensos en las cuencas fluviales pequeñas. Lo mismo puede decirse de las amenazas que plantea la explotación marina para los ecosistemas bentónicos (GreenFacts, 2022).

La arena, que está compuesta básicamente por pequeños granos de roca, también se utiliza para regenerar playas y extender territorios. Este tipo de arena se extrae del fondo del océano, de ríos y de playas. La arena del desierto no se puede utilizar para fabricar concreto debido a su suavidad (ONU, 2022).

La demanda mundial de arena y grava, que asciende a unos cincuenta mil millones de toneladas cada año, es un gran contaminante y provoca inundaciones, en unos casos, o el agotamiento de los acuíferos en otros, y hasta contribuye a empeorar las sequías, revela un nuevo informe de ONU Medio Ambiente (ONU, 2022).

En el distrito de Vicco en los últimos 15 años se intensificó la extracción de arena así como su producción de sub productos como piedra chancada, estas actividades se puede evidenciar que está ocupando áreas que un tiempo fueron pastizales, asimismo afectando acuíferos y bofedales, por otro lado estas arenas deben ser lavadas con fuentes de aguas de acuíferos, las aguas residuales de estas areneras en algunos puntos estas llegando al río San Juan afectando en su calidad, lo que en adelante identificaremos en que escala de acuerdo a los estándares de calidad ambiental para agua se está afectando.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

La presente investigación se realizó al lado norte oeste de la población del Vicco pertenecientes al distrito de Vicco de la provincia de Pasco.



### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema general**

¿Cuál es la calidad de agua del río San Juan teniendo como influencia la actividad arenera en el distrito de Vicco, región Pasco - 2022?

#### **1.3.2. Problemas Específicos:**

- a. ¿Cuál es la calidad física química del río San Juan teniendo como influencia la actividad arenera en el distrito de Vicco, región Pasco - 2022?
- b. ¿Cuál es sistema de flujo de uso de agua en la extracción de arena en el distrito de Vicco, región Pasco – 2022?
- c. ¿Cuál es volumen de extracción de arena diaria y mensual en el distrito de Vicco, región Pasco - 2022?

### **1.4. Formulación de objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar la calidad de agua del río San Juan teniendo como influencia la actividad arenera en el distrito de Vicco, región Pasco – 2022.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos:**

- a. Determinar la calidad física química del río San Juan teniendo como influencia la actividad arenera en el distrito de Vicco, región Pasco – 2022.
- b. Identificar el sistema de flujo de uso de agua en la extracción de arena en el distrito de Vicco, región Pasco – 2022.
- c. Determinar el volumen de extracción de arena diaria y mensual en el distrito de Vicco, región Pasco – 2022.

## **1.5. Justificación de la investigación**

### **1.5.1. Justificación teórica**

Desde los últimos 15 años de actividad intensa en la producción de arena en el distrito de Vicco, esta actividad vino afectando los recursos hídricos desde lo cual se desea evaluar cual es la calidad de agua del río San Juan por lo cual su justificación de obtener información teórica.

### **1.5.2. Justificación Metodológica**

En nuestra investigación se recolecto información de campo de la producción de arena y su influencia en la calidad del agua en su entorno, asimismo se recolecto de información de DIGESA para evaluar estos resultados, llegando a obtener conclusiones de ambas informaciones.

### **1.5.3. Justificación Ambiental**

Nuestra investigación está justificada ambientalmente ya que con ello lograremos evaluar el efecto que viene trayecto la actividad arenera a los recursos hídricos del entorno de esta actividad.

### **1.5.4. Justificación Social**

Con la información se tendrá como base para iniciar propuesta de minimizar y prevenir los impactos ambientales negativos por parte de la población y entes fiscalizadores en esta actividad.

## **1.6. Limitaciones de la investigación**

Para la investigación se identificó la limitación es la cooperación por los productores no metálicos en el distrito de Vicco en el acceso a sus áreas de producción para tener una buena información.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

##### **2.1.1. Antecedentes Internacional**

(*Bonilla Blanca, 2012*) en la tesis de post grado presenta como título el “Efecto de la extracción de material de arrastre sobre la dinámica hídrica y el ensamble periférico el caso del rio Robles en el municipio de Timbío – Cauca”, el trabajo de evaluación de los efectos de la extracción de material de arrastre sobre la dinámica hídrica y el ensamblaje periférico de la micro cuenca, Los Robles en el Municipio de Timbío departamento del Cauca, comprendió un proceso de muestreo mensuales durante 3 años en fechas secuenciales, para los años 1998, 2004 y 2008, en tres estaciones similares durante el tiempo de estudio, la primera estación que para efectos del estudio se denomina Estación 1(E1) se buscó libre de explotación de material de arrastre y así estuvo por lo menos durante los 2 primeros años, la segunda estación o Estación 2 (E2) presenta un permanente proceso de extracción de materiales de arrastre (piedra, grava, arena) y la última estación o Estación 3 (E3) libre de extracción, pero base de otra actividad, la recreación, los muestreos se realizaron de forma permanente mensualmente, bajo los mismos protocolos y con los mismos equipos de medición para 16 parámetros fisicoquímicos,

también se efectuaron. Analizados estadísticamente los resultados fisicoquímicos y biológicos por años y por estaciones se encontró que existen diferencias significativas entre estaciones y años de muestreo y que la extracción de material de arrastre y las condiciones de alto y bajo régimen pluviométrico desempeñan un papel importante en la dinámica de las comunidades y las condiciones ambientales de la cuenca, las condiciones fisicoquímicas y en especial el índice ICOTRO indicador de estado trófico que basa su valor en la concentración de fósforo total, parámetro clave para la dinámica de las comunidades, confirman el estado meso trófico, y permite evidenciar en la E2 su tendencia eutrófica.

(*Zambrano Jean, 2018*) en la tesis de post grado presenta como título el “Evaluación de la influencia de las actividades antropogénicas en la calidad de agua del Río Portoviejo (cadmio y plomo, zona metropolitana)”, en la presente investigación se evaluó la influencia de las actividades antropogénicas en la calidad del agua del río Portoviejo, determinando las actividades antropogénicas en el área metropolitana, además se ponderó la calidad del agua con base en su contenido de cadmio y plomo, comparando los resultados con la legislación ambiental vigente en el Ecuador, en primera instancia se determinó las actividades antropogénicas mediante aplicación de ficha de observación y encuestas de interés según del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo del Ecuador “INEC”, luego a través de análisis de laboratorio se observó las concentraciones de cadmio y plomo de las muestras agua, finalmente los resultados obtenidos se los compararon con límites máximos permisibles establecidos en el Anexo 3 del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente “TULSMA”, las actividades antropogénicas con mayor influencia en la calidad del agua fueron las agrícolas, descargar de aguas servidas y descargas de desechos sólidos, el promedio de las concentraciones de plomo en agua fue mayor

0,043 mg/l, considerado de baja calidad para la preservación de la vida acuática y consumo humano, en cadmio el valor estuvo en 0,02 mg/l, encontrándose dentro de los límites permisibles para consumo humano pero alto para la preservación de la vida acuática, concluyendo que las actividades antropogénicas influyen negativamente en la calidad del agua.

### **2.1.2. Antecedente a nivel nacional**

(Bendezú Carlos, 2022) en la tesis de post grado presenta como título el “Evaluación del impacto ambiental por la extracción de cantera de arena del Centro Poblado Peña Negra, San Bautista 2020”, la investigación, tiene por objetivo evaluar el impacto que ocasiona la extracción de arena, el tipo investigación es sustantiva básica y se basa en el problema que afecta directamente a la variable dependiente como es la evaluación de impacto ambiental por la extracción de canteras de arena del centro poblado, la construcción de obras de Mortero y Concreto armado, mediante su uso como agregado en las mezclas de mortero (cemento, arena, agua) y en la fabricación de ladrillos, en la actualidad las arenas en la región Loreto es uno de los materiales indispensables, existe una alta demanda por este material siendo una de las preocupaciones que tenemos es el impacto ambiental Finalmente, el trabajo de investigación reconoce que la extracción de canteras de arena si afecta el medio ambiente; este depende innegablemente del entorno en que se desarrolla, un medio ambiente equilibrado, que ofrezca más impactos positivos que negativos para que de un mejor desarrollo a sus habitantes que lo conforman, así podemos mejorar los niveles de calidad de vida de los habitantes del centro poblado Peña Negra.

(Ramos Lidia, 2022) en la tesis de post grado presenta como título el “Evaluación de calidad de agua del río Chanquillo, en zona de influencia por actividades mineras, distrito de Gorgor, Cajatambo- 2021”, se presentan los resultados de una investigación sobre la calidad del agua del río Chanquillo,

Gorgor, Cajatambo. Objetivo. Realizar el análisis de calidad de agua del río Chanquillo, ubicado en zona de influencia minera distrito de Gorgor 2021. Métodos: El presente “trabajo de investigación, es de tipo descriptivo, de corte transversal. Los parámetros a muestrear son de acuerdo a la resolución Jefatual N° -010 -2016 ANA, realizando el muestreo simple de agua superficial seleccionando 3 puntos referenciales, considerando puntos de monitoreo EIA Proyecto Minero Candalaria 2012. Resultados: luego del análisis en laboratorio de muestras recolectadas para determinar a la calidad el agua del río Chanquillo, presentaron los siguientes resultados, pH= 6,5, Arsénico= 0,13, Cianuro wad = 0,013 mg/L, Arsénico = 0,008 mg/L, Cadmio= 0,0004 mg/L, Cobre= 0,03 mg/L, Cromo= 0,0008 mg/L, Mercurio= 0,001 mg/L, Plomo =0,006 mg/L, Zinc = 0,03 mg/L, Aceites y grasas = 0.5 mg/L. Conclusión: Los diez parámetros evaluados de la calidad de agua del río Chanquillo, presentan valores por debajo de los estándares de calidad ambiental, excepto el mercurio, cuyo valor es igual al ECA por lo que se recomienda hacer un seguimiento a este parámetro en los siguientes monitoreos.

### **2.1.3. Antecedentes a nivel local**

(Vilca Sulma, 2019) en la tesis de post grado presenta como título el “La producción de arena y sus efectos ambientales al suelo y agua en la jurisdicción de Sacra Familia del distrito de Simón Bolívar de Rancas-2018”, se pudo identificar el grave problema ambiental en la jurisdicción de Sacra Familia, al realizar su proceso de extracción se remueve la cubierta vegetal, se afecta al suelo natural que alberga especies de biodiversidad como flora y fauna, para luego este recurso se procesa llevando a ser seleccionado solamente la materia necesaria como arena gruesa, fina y otros, lo cual requiere del lavado con el uso del recurso agua, al poner en contacto afecta su calidad y por ende afecta la biodiversidad de la flora y fauna presente en este recurso, es por ello de vital su conocimiento de cómo se viene afectando la

calidad del suelo y agua en la zona de Sacra Familia, de la investigación finalizada, los resultados de las muestras enviadas al laboratorio demuestran que se tiene evidencia que producto a la producción de arena el agua del río San Juan principalmente en la jurisdicción de Sacra Familia está siendo afectada por esta actividad de la explotación de arena, esto se puede corroborar el no cumplimiento de los estándares de calidad ambiental principalmente para el agua.

## **2.2. Bases teóricas - científicas**

### **2.2.1. Arena**

La arena es un conjunto de partículas de rocas disgregadas. En geología se denomina arena al material compuesto de partículas cuyo tamaño varía entre 0,063 y 2 mm. Una partícula individual dentro de este rango es llamada grano de arena. Una roca consolidada y compuesta por estas partículas se denomina arenisca (Sin. psamita). Las partículas por debajo de los 0,063 mm y hasta 0,004 mm se denominan limo, y por arriba de la medida del grano de arena y hasta los 64 mm se denominan grava (Química es, 2023).

### **2.2.2. Componentes y características**

El componente más común de la arena, en tierra continental y en las costas no tropicales, es la sílice, generalmente en forma de cuarzo. Sin embargo, la composición varía de acuerdo a los recursos y condiciones locales de la roca. En algunos lugares hay arena que contiene hierro, feldespato o, incluso, yeso (Química es, 2023).

Según el tipo de roca de la que procede, la arena puede variar mucho en apariencia. Por ejemplo, la arena volcánica es de color negro mientras que la arena de las playas con arrecifes de coral suele ser blanca. La arena es transportada por el viento, también llamada arena eólica, (pudiendo provocar el fenómeno conocido como calima) y el agua, y depositada en forma de

playas, dunas, médanos, etc. En el desierto, la arena es el tipo de suelo más abundante. La granulometría de la arena eólica está muy concentrada en torno a 0,2 mm de diámetro de sus partículas (Química es, 2023).

Los suelos arenosos son ideales para ciertas plantaciones, como la sandía y el maní, y son generalmente preferidos para la agricultura intensiva por sus excelentes características de drenaje (Química es, 2023).

### **2.2.3. Calidad del agua**

La explotación de arenas en cauces tendrá un impacto en la calidad de agua del río. Algunos de los impactos incluyen el incremento en la turbidez debido a amontonamiento y botadero de excesos inorgánicos y orgánicos, y derrames de aceites provenientes de los motores de la maquinaria y equipo de explotación (Marín Laura, 2014)

### **2.2.4. Agua subterránea**

Además de amenazar los puentes, la extracción de arenas convierte los lechos fluviales en fosos grandes y anchos; como resultado, se puede afectar negativamente a pozos de agua vecinos. La degradación causada por la extracción reduce la elevación del flujo de agua superficial y subterránea locales, lo que puede afectar el mantenimiento de la vegetación riparia, y disminuir la longitud de períodos húmedos en áreas en estas áreas; en sitios cercanos al océano, puede resultar en intrusión salina (Marín Laura, 2014).

### **2.2.5. Proceso de extracción de arena**

#### **a. Preparación, despalme o descapote:**

Es retirar la vegetación y la capa superficial de suelo que cubre al yacimiento, lo que puede realizarse mediante tractores, generalmente se realiza inadecuadamente, reduciendo la calidad de la arena al diluir o contaminar el producto con suelo, arcillas y materia orgánica. Por otra parte, no cuentan con un control de



calidad que les permita competir con base a las características físico-químicas de los productos (CGMinería, 2012).

**b. Extracción:**

Comúnmente, la fase de extracción es realizada directamente mediante palas o retroexcavadoras, no se requieren explosivos para la extracción del material, en caso de encontrar rocas de gran tamaño simplemente se hacen a un lado y se continúa con la extracción. Por otro lado, la relativa facilidad para el arranque del material y la falta de conocimientos técnicos de minería, provoca que se tenga escaso control de los taludes, llegando a tenerse paredones o taludes, que observamos de hasta 100 metros aproximadamente, casi verticales y sin bermas, lo que además representa una práctica y condición insegura para el personal (CGMinería, 2012).

**c. Acarreo**

Una vez que la arena es extraída del banco, ésta se embarca en camiones, con lo que da paso a la segunda etapa, que es el acarreo a pie de banco, el cual puede dirigirse hacia dos puntos: 1) Venta directa en mina, a granel a través de los encargados de mina hacia los propietarios de camiones materialistas o casas distribuidoras, es muy raro que la venta se haga a empresas constructoras o mayoristas debido a que estas requieren comprobantes fiscales con desglose de impuestos; y 2) Envío a planta de clasificación operada por el productor, se añade valor agregado mediante la venta de arenas de diferentes medidas y se acerca al consumidor mediante el fácil acceso al punto de acopio, lo cual es en tolvas o en montones “stockpiles” (CGMinería, 2012).

**d. Cribado o clasificación:**

Consiste en hacer pasar la carga proveniente de la mina, a través de una serie de mallas o cribas de diferentes aberturas, distribuidas de tal manera que su descarga cae en diferentes punto, en la práctica, es común que se utilice el método de cribado estático mediante diferentes camas, aunque existen equipos de clasificación dinámicos, mediante el uso de cribas vibratorias y bandas transportadoras (CGMineria, 2012).

**e. Almacenamiento:**

Una vez que las arenas se han separado con base a la granulometría, se almacena en silos o tolvas que permiten el cargado de la arena en camiones, o bien, en stockpiles que requieren el traspaleo para el cargado de las cajas de transporte (CGMineria, 2012).

**f. Embarque y comercialización:**

No se requiere el ensacado para su venta al público. Aunque el mercado se encuentra determinado, el grueso de las empresas productoras carecen de las bases administrativas y técnicas que les permitan un manejo eficiente de recursos. La comercialización se realiza a nivel local mediante intermediarios que tienen ya conocido el mercado y cuentan con flotilla propia para el transporte (CGMineria, 2012).

**2.2.6. Normativa aplicable a la investigación**

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).
- Aprueban Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero - Metalúrgicas DECRETO SUPREMO N° 010-2010-MINAM.

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 las tablas 01.

**Tabla 1**

*ECA – Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales*

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(µS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoníaco Total (NH <sub>3</sub> )	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
<b>INORGÁNICOS</b>						
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
<b>ORGÁNICOS</b>						
<b>Compuestos Orgánicos Volátiles</b>						
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
<b>BTEX</b>						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>						
Benzo(a)Pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>Bifenilos Policlorados</b>						
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,00003	0,00003
<b>PLAGUICIDAS</b>						
<b>Organofosforados</b>						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Paratión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013	**	**
<b>Organoclorados</b>						
Aldrin	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004	**	**
Clordano	mg/L	0,0000043	0,0000043	0,0000043	0,000004	0,000004
DDT (Suma de 4,4'-DDD y 4,4'-DDE)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrin	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,000019	0,000019
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,000087	0,000087
Endrin	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,000023	0,000023
Heptacloro	mg/L	0,000038	0,000038	0,000038	0,000036	0,000036

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
Heptacloro Epóxido	mg/L	0,000038	0,000038	0,000038	0,000036	0,000036
Lindano	mg/L	0,00095	0,00095	0,00095	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>Carbamato</b>						
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,00015	0,00015
<b>MICROBIOLÓGICO</b>						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	2 000	1 000	2 000

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ).

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

**Nota 5:**

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

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

(1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoníaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de  $\text{NH}_3$ ) que se encuentra descrita en la Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.

(2) Aplicar la Tabla N° 2 sobre Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de  $\text{NH}_3$ ).

Fuente: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

## 2.3. Definición de los términos básicos

### 2.3.1. Agua

El agua es un recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan, y la seguridad de la Nación (MINAM, 2012).

### 2.3.2. Aguas Residuales

Aquellas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas, tenga que ser vertidas a un cuerpo natural de agua o reusadas y que por sus características de calidad requieren de un tratamiento previo (MINAM, 2012).

### 2.3.3. Área de Influencia

Espacio geográfico sobre el cual las actividades mineras ejercen algún tipo de impacto sobre la flora, fauna, agua, aire, poblaciones, paisajes, patrimonio arqueológico, etc (MINAM, 2012).

### 2.3.4. Contaminación

Distribución de una sustancia química o una mezcla de sustancias en un lugar no deseable (aire, agua, suelo), donde puede ocasionar efectos

ambientales o sobre la salud adversa. La contaminación puede ser ocasionada por la producción industrial, transporte, agricultura o escorrentía (MINAM, 2012).

#### **2.3.5. Contaminante**

Todo aquello que pone en riesgo el equilibrio de un ecosistema sea químico o físico; inclusive hasta el hecho de introducir una especie extranjera en un ecosistema puede llegar a contaminarlo (MINAM, 2012).

#### **2.3.6. Cuenca Hidrográfica**

Es un área o espacio geográfico delineados por la cima de los cerros y la divisoria de aguas por el cual escurre el agua proveniente principalmente de las precipitaciones a un río, lago o mar; constituyéndose en un sistema en el que interactúan factores naturales, socioeconómicos y culturales (MINAM, 2012).

#### **2.3.7. Hábitat**

El lugar o tipo de ambiente en el que existen naturalmente un organismo o una población (MINAM, 2012).

### **2.4. Formulación de hipótesis**

#### **2.4.1. Hipótesis general**

La calidad de agua del río San Juan teniendo como influencia la actividad arenera en el distrito de Vicco cumple con los estándares de calidad ambiental para agua.

#### **2.4.2. Hipótesis Específicos**

- La calidad física química del río San Juan teniendo como influencia la actividad arenera en el distrito de Vicco cumple con los estándares de calidad ambiental para agua.
- El sistema de flujo de uso de agua en la extracción de arena en el distrito de Vicco es mediante de la extracción subterránea.

- El volumen de extracción de arena diaria en el distrito de Vicco supera las 10 toneladas

## **2.5. Identificación de las variables**

### **2.5.1. Variable independiente**

- La calidad de agua del río San Juan

### **2.5.2. Variable dependiente**

- La actividad arenera en el distrito de Vicco

### **2.5.3. Variable Interviniente**

- Flujo de agua
- Volumen de uso de agua

## **2.6. Definición operacional de variables e indicadores**

**Tabla 2**

*Definición operacional de variables e indicadores*

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><b>Variable Independiente</b></p> <p><b>La calidad de agua del río San Juan</b></p>	<p><b>Calidad del agua</b>                      La explotación de arenas en cauces tendrá un impacto en la calidad de agua del río. Algunos de los impactos incluyen el incremento en la turbidez debido a amontonamiento y botadero de excesos inorgánicos y orgánicos, y derrames de aceites provenientes de los motores de la maquinaria y equipo de explotación ( Marín Laura, 2014)</p>	<p><b>Dimensiones Independiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se evaluo la calidad de agua teniendo como indicador los estándares de calidad ambiental para agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM</li> </ul>
<p><b>Variable Dependiente</b></p> <p><b>La actividad arenera en el distrito de Vicco</b></p>	<p><b>Actividad arenera</b>                      Explotación de material cuyo tamaño varía entre 0,063 y 2 mm. Una partícula individual dentro de este rango es llamada grano de arena. Una roca consolidada y compuesta por estas partículas se denomina arenisca</p>	<p><b>Dimensiones Dependiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se evaluo cada uno de los procesos de extracción para identificar cual es el proceso que afecta la calidad de agua.</li> </ul>	

**Fuente:** Elaboración propia



## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA Y TECNICAS DE LA INVESTIGACION**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

De acuerdo al autor Mario Tamayo Tamayo 1960 la investigación es descriptiva y con este tipo de investigación busca únicamente describir situaciones o acontecimientos; básicamente no está interesado en comprobar explicaciones, ni en hacer predicciones. Basado a este tipo de investigación nuestra investigación describirá la calidad de agua del río San Juan teniendo como influencia la actividad arenosa en el distrito de Vicco, región Pasco - 2022

#### **3.2. Nivel de la investigación**

Según Carrasco (2016) El nivel de investigación es social explicativa, ya que explica los factores que provocaron un problema social, por lo explicaremos la calidad de agua del río San Juan teniendo como influencia la actividad arenosa en el distrito de Vicco, siendo en la actualidad un problema social.

#### **3.3. Métodos de investigación**

- **Trabajo de campo**
  - a. Proceso de extracción de arena

b. Se identificará las estaciones de monitoreo

▪ **Trabajo en gabinete**

a. Evaluación de calidad del agua del río San Juan

b. Tabulación e interpretación de información

**3.4. Diseño de la investigación**

El diseño de investigación es no experimental transversal. Por su parte, Hernández y Col (2006) describen este diseño como “aquel que recolecta los datos en un solo momento, en un tiempo único, su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado a través de una medición única”. Para nuestra investigación describiremos las variables y su incidencia en un solo momento.

**3.5. Población y muestra**

**3.5.1. Población y Muestra**

**Población**

La población estará dada por todos los procesos de extracción de arena y el área total del río San Juan ubicado en el distrito de Vicco

**Muestra**

Las muestra será aleatoria lo cual estará representada por 3 estaciones de monitoreo de agua en el río San Juan.

**3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

**3.6.1. Técnicas**

- Identificación de estación de monitoreo y medición con GPS.

**3.6.2. Instrumentos**

- Fichas de recolección de información
- GPS

### **3.7. Técnicas de procesamientos y análisis de datos**

- Clasificación y categorización de datos.
- Tabulación.
- Análisis e interpretación.

### **3.8. Tratamiento estadístico**

Para el tratamiento estadístico se usó el programa Excel.

### **3.9. Orientación ética filosófica y epistémica**

Nuestra investigación cumplimos de manera ética los reglamentos que dan el área de grados y títulos de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1 Descripción del trabajo de campo**

##### **4.1.1 Ubicación de la zona a investigar**

Esta investigación está ubicada al lado norte-este de la ciudad de Vicco y a 26.9 Km desde la ciudad de Cerro de Pasco, en la zona se desarrolla las actividades de explotación y procesamiento de arena por otro lado a su contorno pasa el río San Juan.

##### **4.1.2 Accesibilidad**

La accesibilidad a nuestra investigación:

- Partiendo de la ciudad de Lima en un tramo de 274 Km, saliendo de Ate Vitarte, Chosica, San Mateo, Ticlio, La Oroya, Junin, Carhuamayo, Cruce Huayllay, Vicco y llegando al lado norte de la ciudad de Vicco.
- Partiendo de la ciudad de Cerro de Pasco en un tramo de 26.9 Km saliendo de la ciudad de Cerro de Pasco, Colquijirca, Villa de Pasco, Cruce Huayllay, Vicco y llegando al lado norte de la ciudad de Vicco.

# Mapa 1

Ubicación de la zona de investigación al lado norte-este de la ciudad de Vicco



#### 4.1.3 Actividad arenera en el distrito de Vicco

La extracción de arena en el distrito de Vicco se da en la zona Nor-Oeste de la capital de distrito de Vicco la ciudad de Vicco, donde en la actualidad se viene extrayendo arena de primera, arena de segunda, piedra chancada y piedra que finalmente es llevada para la actividad de construcción en las localidades de Cerro de Pasco, Huayllay, Ninacaca, Colquijirca y entre otras.

El área que ocupa esta actividad arenera es de 8,926.803 m<sup>2</sup> de la cuales para nuestra investigación lo dividiremos en 6 zonas y en la siguiente tabla se detalla el área que se ocupa y asimismo en el mapa 2 se muestra la ubicación de cada uno de las zonas.

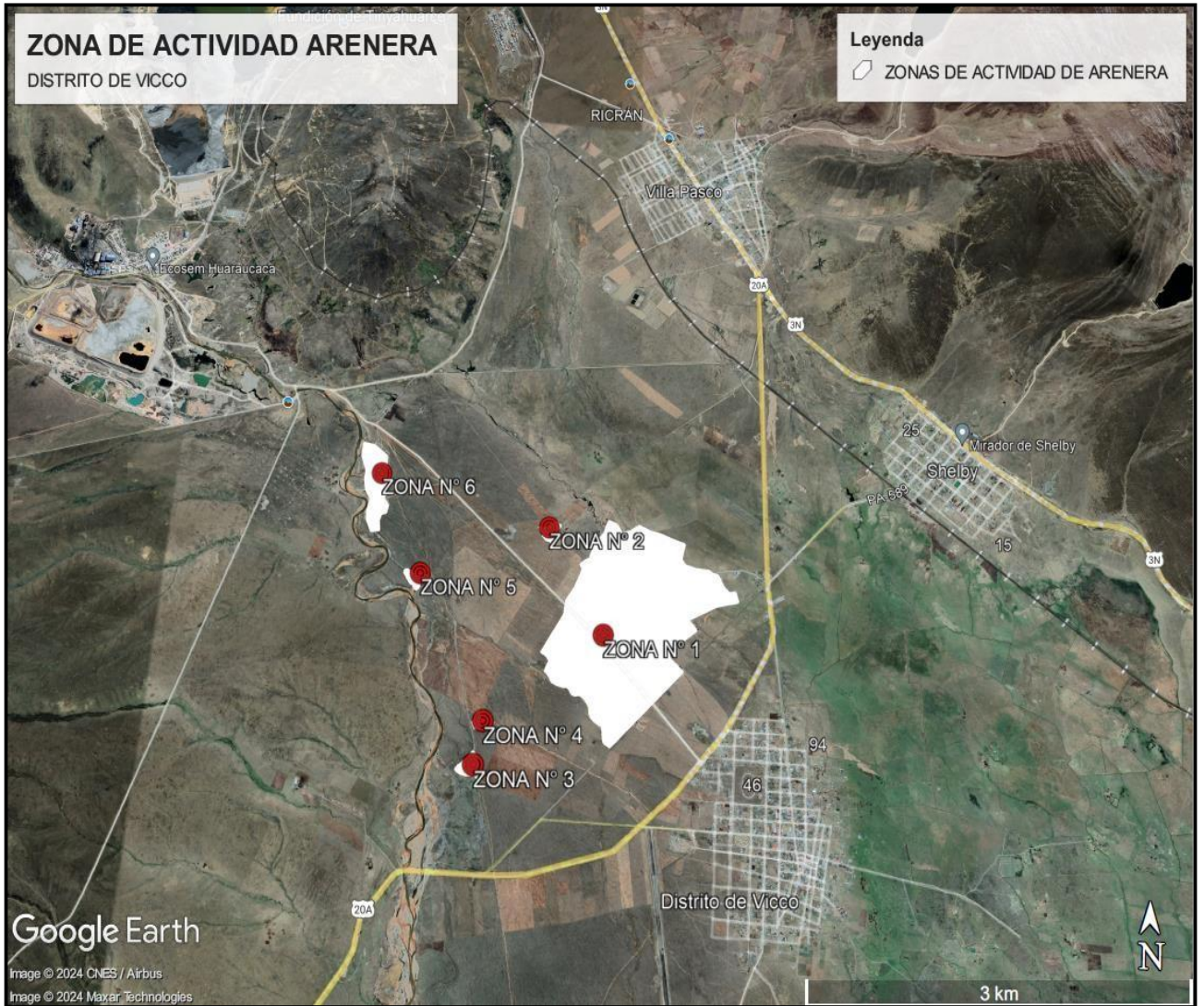
**Tabla 3**

*Área que ocupa cada zona de extracción de arena*

<b>N°</b>	<b>ZONA</b>	<b>AREA (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>PRODUCTO</b>
1.	ZONA N° 1	1685.205	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arena primera y segunda</li><li>• Piedra Chancada</li><li>• Piedra</li></ul>
2.	ZONA N° 2	15.962	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arena primera y segunda</li></ul>
3.	ZONA N° 3	22.996	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arena primera y segunda</li></ul>
4.	ZONA N° 4	7050.050	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arena primera y segunda</li></ul>
5.	ZONA N° 5	17.102	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arena primera y segunda</li></ul>
6.	ZONA N° 6	135.488	Arena primera y segunda
<b>TOTAL</b>		<b>8,926.803</b>	

## Mapa 2

### Ubicación de la zona de extracción de arena



Fuente: Google earth

Por otro lado, en el área total mencionados se tiene 13 productores de arena como se detalla a continuación.

**Tabla 4**

*Área que ocupa cada zona de extracción de arena*

N°	PRODUCTOR DE ARENA (*)	RUC (*)	CONCESION MINERA (*)	ÁREA EFECTIVA (**)		ESTADO	OPINIÓN VINCULANTE ANA
1	ALVAREZ BORJA MARIA	10040275580	VICTORIA J	8798660	360659	<b>APROBADO</b> R.D. N°154-2019-GRP-GGR-GRDE/DREMH	OFICIO N°1083-2019-ANA-DCERH  <b>(OPINIÓN FAVORABLE)</b>
				8799441	361186		
				8799202	361540		
				8798647	361216		
	JANAMPA ALVAREZ, EDWIN	10451300291	VICTORIA J	8798660	360128		
				8799610	360970		
				8799456	361194		
				8798660	360659		
2	CAMPOS GRADOS JULIO	10040819172	ACUMULACION LA CHIRIPA	8803293	363917	<b>APROBADO</b> R.D. N° 067-2019-GRP-GGR-GRDE/DREMH	OFICIO N°578-2018-ANA-DCERH  <b>(OPINIÓN FAVORABLE)</b>
				8803479	364034		
				8803545	363830		
				8803505	364226		
				8803351	364215		



3	MAURICIO VIDAL HUGO	10104201224	ACUMULACIÓN LA CHIRIPA	Área 1		EN EVALUACIÓN	FORMATO N°1-A "ACREDITACIÓN DE DISPONIBILIDAD HIDRICA"
				8804416	361735		
				8803335	361865		
				8803576	361299		
				8804038	361092		
				8804198	361358		
				8804633	361402		
				Área 2			
				8802664.40	362452.20		
				8802569.82	362639.08		
8802468.10	362600.10						
8802388.28	362563.41						
8802470.30	362375.56						
4	LAUREANO MARCELO FABIAN	10209001841	PARI CORAZON	8793407	359933	DESISTIMIENTO R.D. N° 016-2020-GRP-GGR-GRDE/DREMH	OFICIO N°642-2019-ANA-DCERH <b>(OPINIÓN FAVORABLE)</b>
				8793454	360111		
				8793786	359676		
				8793758	359881		
				8803942	363471		
5	ESPIRITU	10426119922		8803942	363471	APROBADO	

	FLORES ANTONIO			8804138	363883	R.D. N° 064-2021-GRP-GGR-GRDE/DREMH	
				8803744	363909		
				8803681	364114		
			<b>ACUMULACION LA CHIRIPA</b>	8803570	364418		OFICIO N°1564-2019-ANA-DCERH
				8803494	364460		<b>(OPINIÓN FAVORABLE)</b>
				8803571	364230		
				8803622	363948		
				8803590	363872		
				8803614	363674		
<b>6</b>	SERVICIOS GENERALES SIBER SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	20489424071	<b>ACTIVIDAD DE BENEFICIO – NO METALICO</b>	8803600	363907	<b>EN EVALUACIÓN</b>	FORMATO N°1-A
				8803537	363911		
				8803545	363830		“ACREDITACIÓN DE DISPONIBILIDAD HIDRICA”
				8803484	363799		
				8803567	363717		
				8803605	363739		ANA (pendiente 21/02/2022)
				8803587	363871		
<b>7</b>	COMYSBAL S.A.C.	20522546551	<b>ACUMULACION LA CHIRIPA</b>	8802737	363456	<b>EN EVALUACIÓN</b>	FORMATO N°1-A
				8802634	363538		
				8802634	363551		

				8802634	363279		“ACREDITACIÓN DE DISPONIBILIDAD HIDRICA”
				-	-		
	PAULINO BALDEON CALLUPE	10066052392	<b>BODAS DE ORO 2006</b>	8802633	363538		ANA (pendiente 18/08/2021)
				8802548	363605		
				8802460	363515		
				8802559	363404		
				8802605	363341		
				8802633	363351		
<b>8</b>	STRONG GROUP MINERIA & CONSTRUCCION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	20542584026	<b>ACUMULACIÓN LA CHIRIPA</b>	8803481	362730	<b>EN EVALUACIÓN</b>	FORMATO N°1-A “ACREDITACIÓN DE DISPONIBILIDAD HIDRICA”
				8803257	362946		
				8802802	362644		
				8802931	362402		
<b>9</b>	LBC MINING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	20605372911	<b>ACUMULACION LA CHIRIPA</b>	8803168	363039	<b>EN EVALUACIÓN</b>	FORMATO N°1-A “ACREDITACIÓN DE DISPONIBILIDAD
				8803374	362837		
				8803319	362803		
				8803230	362918		
				8803229	362922		

				8803175	362894	HIDRICA”
				8803115	362861	ANA (pendiente 19/08/2021)
				8803032	362957	
				8803089	362982	
<b>10</b>	TROMES MINING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	20606339926	<b>RETAZO-46</b>	NO PRESENTA IGAFOM EN EL ASPECTO PREVENTIVO.	<b>REQUIERE IGAFOM PREVENTIVO PARA EVALUACIÓN</b>	NO PRESENTÓ FORMATO
<b>11</b>	TROMES MINING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	20606339926	<b>PRECAUCION 45</b>	NO PRESENTA IGAFOM EN EL ASPECTO PREVENTIVO.	<b>REQUIERE IGAFOM PREVENTIVO PARA EVALUACIÓN</b>	NO PRESENTÓ FORMATO

<b>12</b>	TROMES MINING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	20606339926	<b>RETAZO 287</b>	NO PRESENTA IGAFOM EN EL ASPECTO PREVENTIVO.		<b>REQUIERE IGAFOM PREVENTIVO PARA EVALUACIÓN</b>	NO PRESENTÓ FORMATO
<b>13</b>	CALLUPE BERNUY, EBER ESTANISLAO	10040204151	<b>ACUMULACION LA CHIRIPA</b>	8803433	362796	<b>EN EVALUACIÓN</b>	FORMATO N°1- A
				8803799.91	363311.83		"ACREDITACIÓN DE
				8803709	363415		DISPONIBILIDAD
				8803378	363374		HIDRICA"
				8802812	363855		
				8802647	363691		

(\*) Información consignada a la fecha en el Registro Integral de Formalización Minera (REINFO)

(\*\*) Información consignada a la fecha en el Instrumento de Gestión Ambiental y Fiscalización para la Formalización de Actividades de Pequeña Minería y Minería Artesanal (IGAFOM)

#### 4.1.4 Proceso de producción de arena en el distrito de Vicco

Para evaluar la calidad del río San Juan es de importancia conocer los procesos de la producción de arena, en estos procesos se utiliza agua lo cual en algunos de las canteras se puede ver que sus efluentes llegan al río San Juan afectando su calidad.

##### a. Desbroce de tierra

Antes de la extracción de arena se pudo observar la acumulación de tierra orgánica en las 6 zonas de producción de arena.

##### b. Extracción de arena

Para la extracción se utiliza maquinaria pesada como cargador frontal, donde la extracción se realiza en una altura hasta 20 metros de profundidad, cabe mencionar que estas canteras extraen arena con presencia de impurezas, para mas detalle se puede visualizar las siguientes imágenes.

#### *Imagen 1*

*Cantera hasta 20 metros de altura*



## **Imagen 2**

*Uso de equipo pesado en la extracción de arena*



### **c. Lavado de arena**

Después de la extracción estas son trasladados a la zona de lavado, donde este proceso consiste en lavado a presión con agua, lo cual se quita impurezas orgánicas y otros, estas aguas residuales generadas son filtradas en las canteras o también se usan pozas de sedimentación para posterior verter el agua cercanas al río San Juan, asimismo se pudo observar las canteras cercanas al río San Juan utilizan las aguas del río San Juan y después de su uso son devueltas al río afectando en su calidad del agua, par más detalles se puede observar en las siguientes imágenes.

**Imagen 3**

*Lavado de arena a presión con agua*



**Imagen 4**

*Sedimentador de impurezas, para posterior su vertimiento*





### **Imagen 5**

*Vertimiento de aguas residuales al río San Juan*



#### **d. Selección y acumulación de arena**

La arena lavada se zarandea para la selección de arena y piedra para posterior ser acumulados de acuerdo al tipo para su posterior su venta.

### **Imagen 6**

*Zarandeo para la selección de arena*



**Imagen 7**  
*Acumulación de arena*



**e. Venta de arena**

Los productos como arena, piedra chancada y piedra son vendidos a los mercados cercanos como Cerro de Pasco, Huayllay, Colquijirca y entre otros.

**4.1.5 Evaluación de la calidad de agua del río San Juan teniendo como influencia la actividad arenera**

Para la evaluación de la calidad de agua del río San Juan teniendo como influencia la actividad arenera se identificó los siguientes estaciones de monitoreo

**4.1.5.1. Estación de monitoreo**

Para la evaluación de la calidad de agua de agua del río San Juan teniendo como influencia la actividad arenera en el distrito de Vicco se ubico 4 estaciones de monitoreo, 2 estaciones aguas antes de

la actividad arenosa en Vicco y 2 estaciones aguas debajo de la actividad arenosa tal como se presenta en la siguiente tabla.

Por otro lado, cabe mencionar que los resultados de la calidad de agua fueron tomados como fuente del monitoreo realizado por la Autoridad Local del Agua del Mantaro.

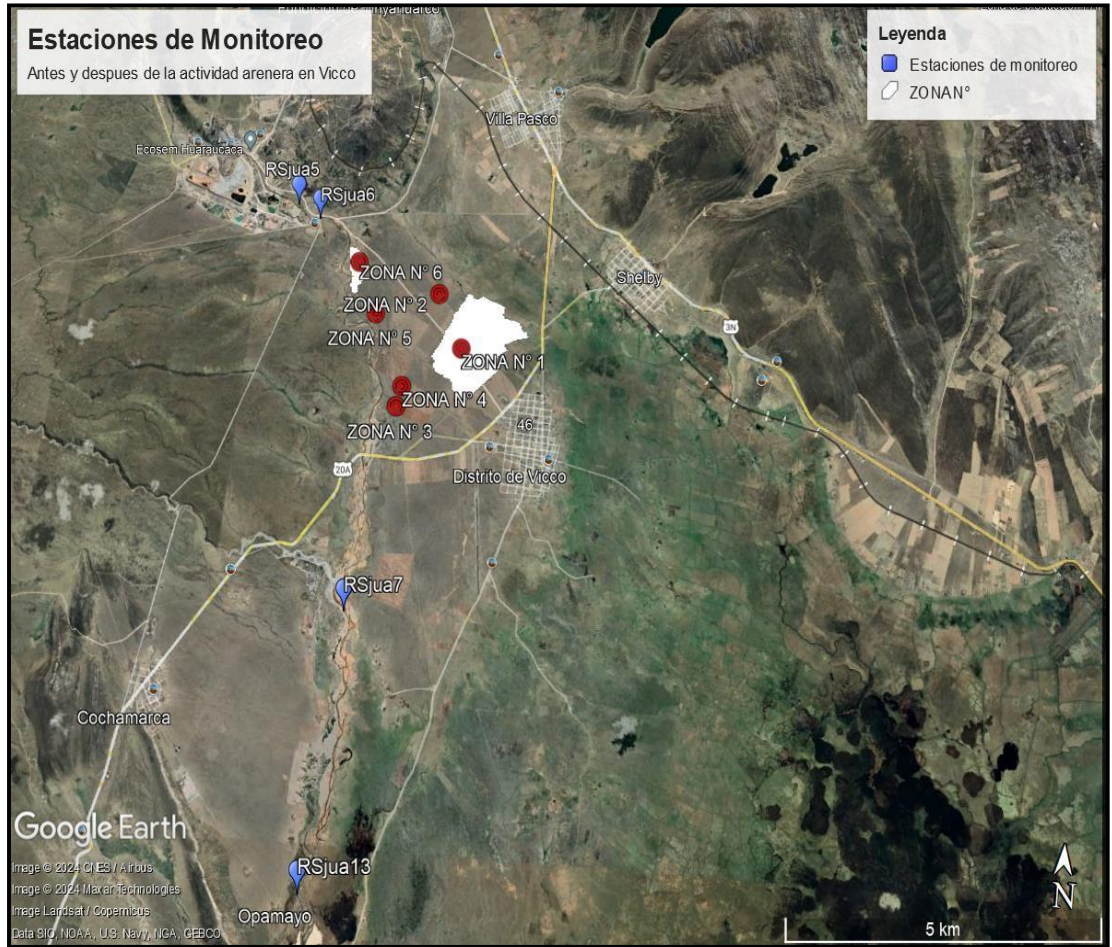
**Tabla 5**  
*Estaciones de monitoreo*

Estación de monitoreo	Ubicación de la estación de monitoreo	Sistema de Coordenadas UTM-ZONA 18S	
		ESTE	NORTE
<b>RSjua5</b>	Aguas antes de la actividad arenosa en Vicco (700 metros aguas arriba)	359922	8805498
<b>RSjua6</b>	Aguas antes de la actividad arenosa en Vicco (400 metros aguas arriba)	360351	8805265
<b>RSjua7</b>	Aguas después de la actividad arenosa en Vicco (600 metros aguas abajo)	361625	8798661
<b>RSjua13</b>	Aguas después de la actividad arenosa en Vicco (800 metros aguas abajo)	361417	8794470

Para más detalle de la ubicación de las estaciones de monitoreo se muestra en el siguiente mapa.

### Mapa 3

#### Ubicación de las estaciones de monitoreo



**Fuente:** Google earth

## 4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados.

### 4.2.1 Resultados de la calidad de agua

Para determinar la calidad de agua específicamente del río San Juan antes y después de la actividad arenosa se recorrió a las fuentes de la autoridad local de agua de Pasco (ALA-Pasco) teniendo los siguientes resultados.

#### 4.2.1.1. Resultados de la calidad física de agua

**Tabla 6**

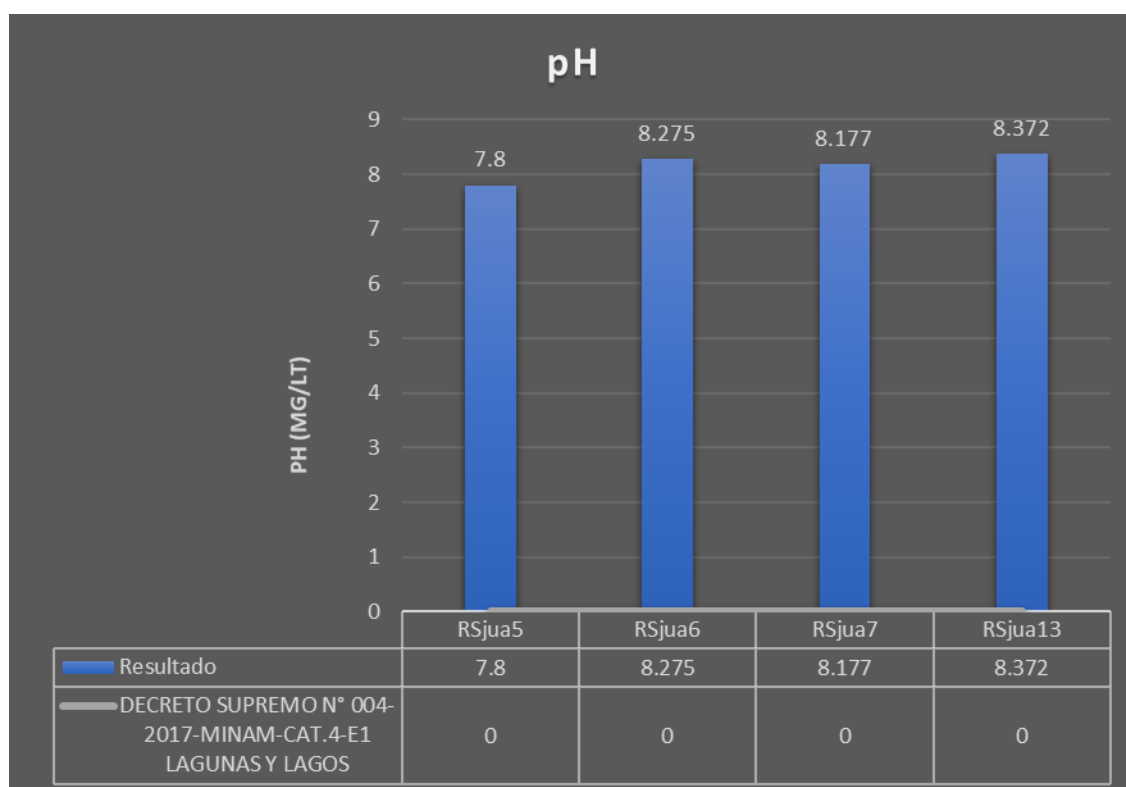
*Resultado de la calidad física en el río San Juan*

PARÁMETRO	NORMATIVA	RSjua5	RSjua6	RSjua7	RSjua13
pH	<b>Resultado</b>	<b>7.8</b>	<b>8.275</b>	<b>8.177</b>	<b>8.372</b>
	D. S N° 004-2017-MINAM-CAT.4	6.5-9.0	6.5-9.0	6.5-9.0	6.5-9.0
Conductividad eléctrica	<b>Resultado</b>	<b>1921</b>	<b>880.60</b>	<b>477.10</b>	<b>696.30</b>
	D. S N° 004-2017-MINAM-CAT.4	1000	1000	1000	1000
Sólidos suspendidos totales (TSS)	<b>Resultado</b>		<b>133.0</b>	<b>13.0</b>	<b>26.0</b>
	D. S N° 004-2017-MINAM-CAT.4	25	25	25	25

**Fuente:** Autoridad Local de Agua-Pasco

**Gráfico 1**

*Resultado de pH en el río San Juan*



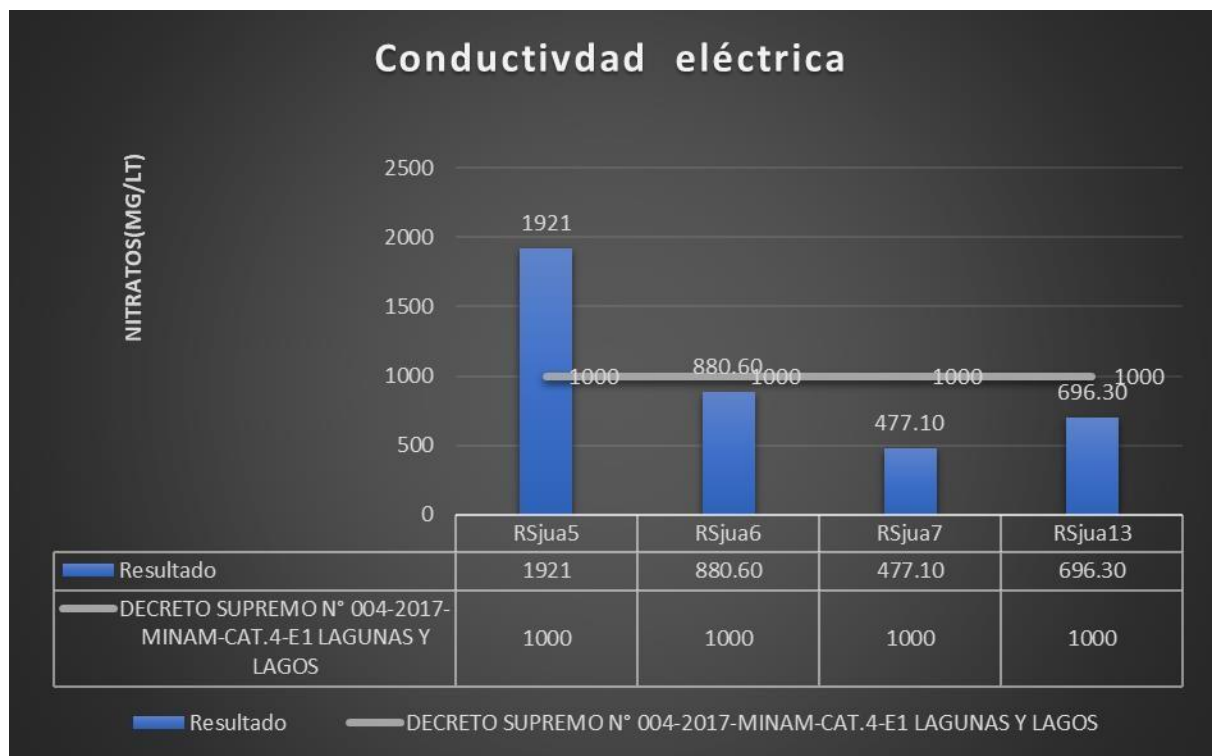
**Fuente:** Autoridad Local de Agua-Pasco

## Interpretación de resultados

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla 6 y grafico 1 se puede observar que la calidad de agua con respecto al pH comparando con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM-Categoría 4 donde indica que estándar permitido es de 6.5-9.0, en base a ello se puede observar los resultados en las cuatro estaciones se encuentran dentro del estándar permitido.

### Gráfico 2

*Resultado de Conductividad eléctrica en el río San Juan*



**Fuente:** Autoridad Local de Agua-Pasco

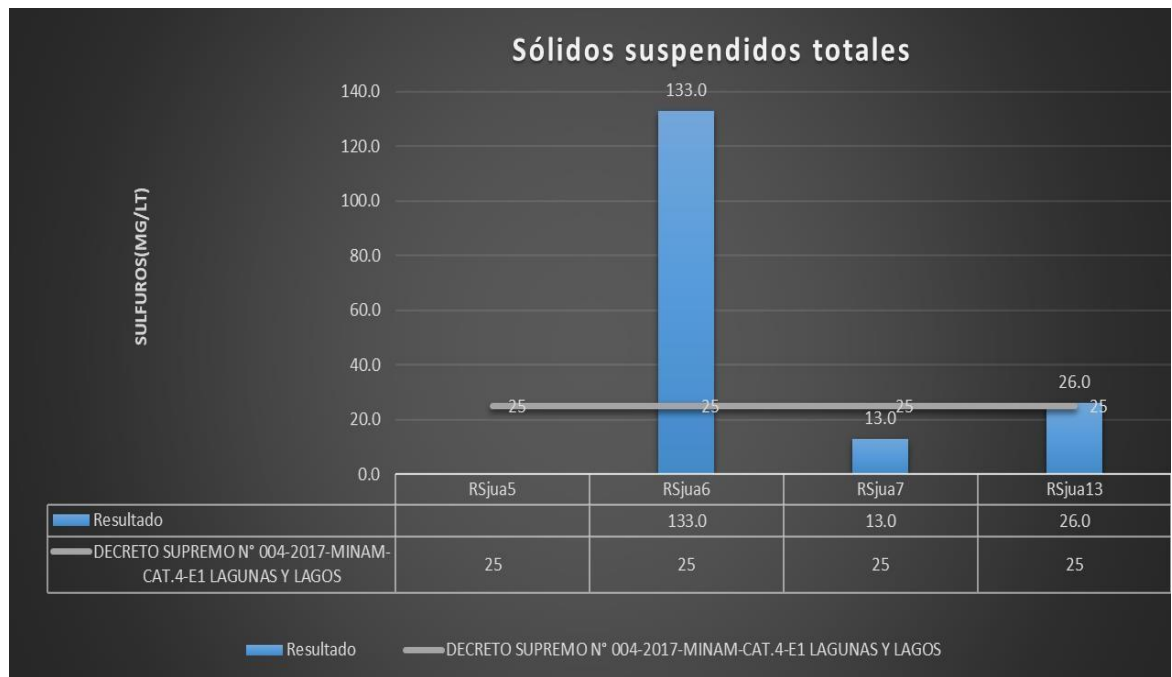
## Interpretación de resultados

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla 6 y grafico 2 se puede observar que la calidad de agua con respecto a la conductividad eléctrica comparando con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM-Categoría 4 donde indica que estándar permitido es de

1000 us/cm, en base a ello se puede observar los resultados están dentro del estándar permitido a excepción en la estación de monitoreo RSjua5 (Aguas antes de la actividad arenosa en Vicco (700 metros aguas arriba) donde la conductividad es de 1921 us/cm.

**Gráfico 3**

*Resultado de Sólidos suspendidos totales en el río San Juan*



**Fuente:** Autoridad Local de Agua-Pasco

### Interpretación de resultados

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla 6 y gráfico 3 se puede observar que la calidad de agua con respecto a la Sólidos suspendidos totales (TSS) comparando con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM-Categoría 4 donde indica que estándar permitido es de 25 mg/Lt, en base a ello se puede observar los resultados están dentro del estándar permitido a excepción en la estación de monitoreo RSjua6 Aguas antes de la actividad arenosa en Vicco (400 metros aguas arriba) donde la Sólidos suspendidos totales es de 133 mg/Lt.

#### 4.2.1.2. Resultados de la calidad química de agua

Tabla 7

Resultado de la calidad química en el río San Juan

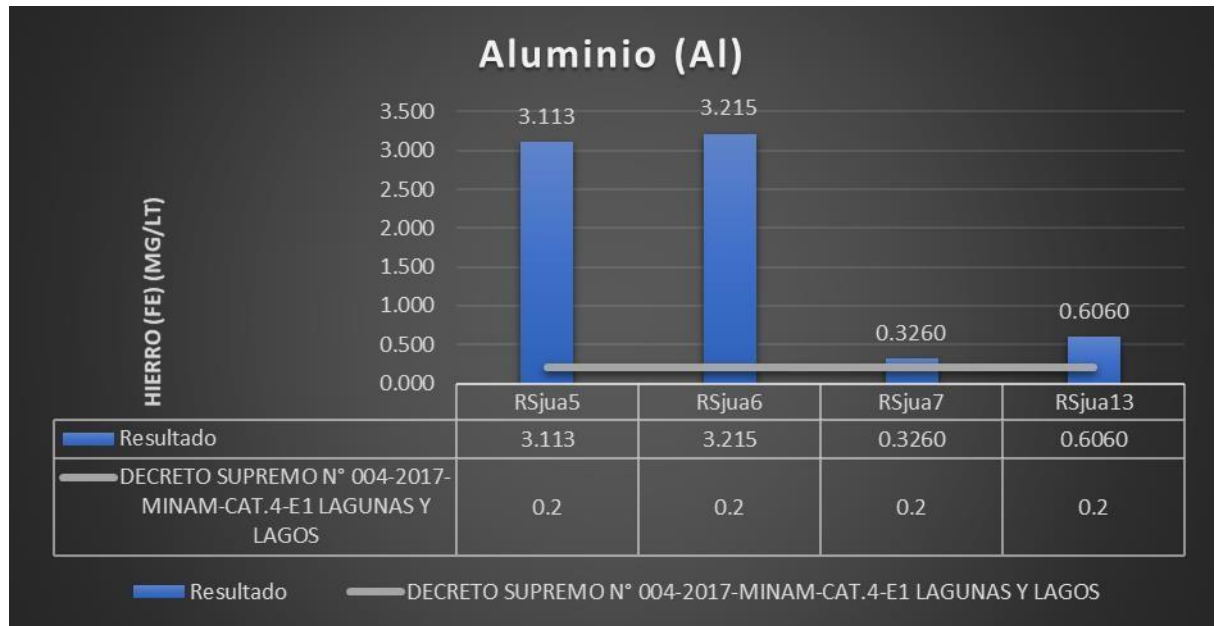
PARÁMETRO		NORMATIVA	RSjua5	RSjua6	RSjua7	RSjua13
<b>Aluminio (Al)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	3.113	3.215	0.3260	0.6060
		D. S N° 004-2017-MINAM-CAT.4	0.2	0.2	0.2	0.2
<b>Silicio (Si)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>12.47</b>	<b>17.970</b>	<b>3.570</b>	<b>5.850</b>
		D. S N° 004-2017-MINAM-CAT.4	_____			
<b>Hierro (Fe)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>5.7476</b>	<b>5.5456</b>	<b>1.5253</b>	<b>2.5954</b>
		D. S N° 004-2017-MINAM-CAT.4	_____	_____	_____	_____
<b>Cobre (Cu)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.0788</b>	<b>0.0714</b>	<b>0.1760</b>	<b>0.0649</b>
		D. S N° 004-2017-MINAM-CAT.4	0.10	0.10	0.10	0.10
<b>Zinc (Zn)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.34040</b>	<b>0.37320</b>	<b>0.14240</b>	<b>0.23270</b>
		D. S N° 004-2017-MINAM-CAT.4	0.12	0.12	0.12	0.12
<b>Arsénico (As)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.03489</b>	<b>0.04074</b>	<b>0.02156</b>	<b>0.03001</b>
		D. S N° 004-2017-MINAM-CAT.4	0.15	0.15	0.15	0.15
<b>Plomo (Pb)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.01120</b>	<b>0.00930</b>	<b>0.00790</b>	<b>0.01720</b>
		D. S N° 004-2017-MINAM-CAT.4	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025

Fuente: Autoridad Local de Agua-Pasco



### Gráfico 4

Resultado de Aluminio en el río San Juan



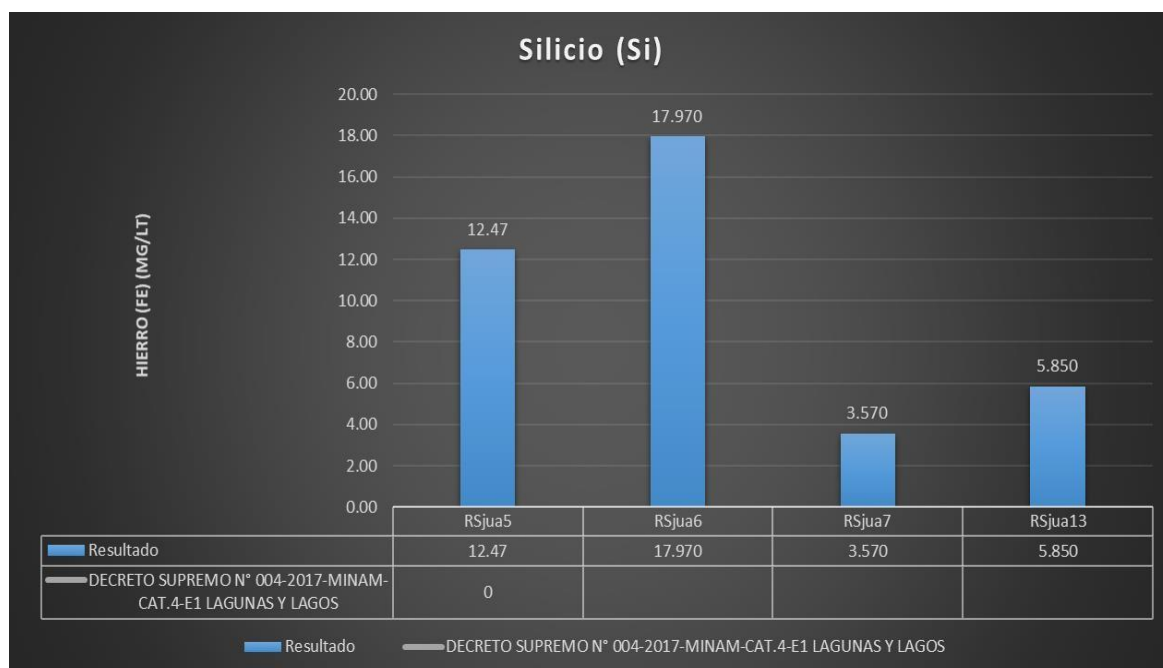
Fuente: Autoridad Local de Agua-Pasco

#### Interpretación de resultados

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla 7 y gráfico 4 se puede observar que la calidad de agua con respecto aluminio (Al) comparando con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM-Categoría 4 donde indica que estándar permitido es de 0.2 mg/lt, en base a ello se puede observar los resultados las cuatro estaciones superan los estándares en aluminio, pero aguas antes de la actividad arenosa se puede visualizar es mucho mayor con respecto agua debajo de la actividad arenosa por lo que se descarta que la actividad arenosa de Vicco podría estar afectando en la calidad del agua en este parámetro de aluminio.

### Gráfico 5

#### Resultado de Silicio en el río San Juan



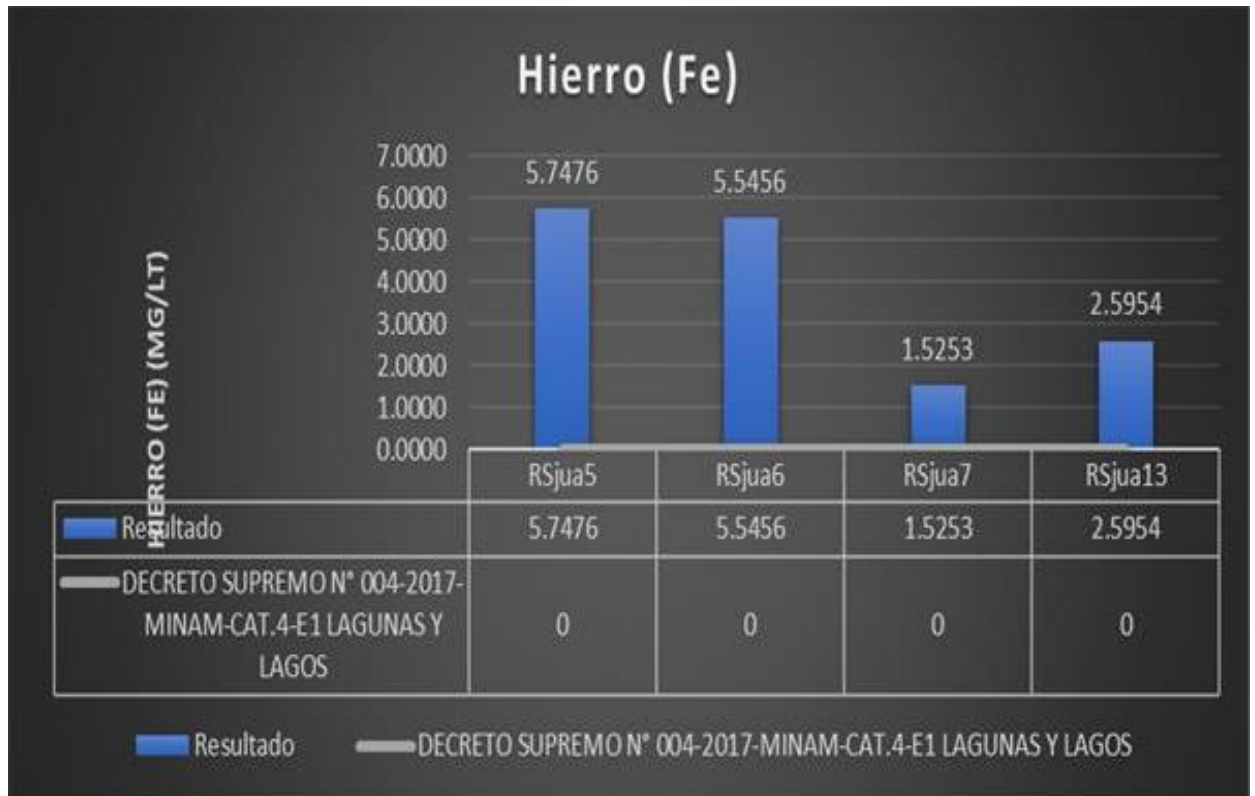
Fuente: Autoridad Local de Agua-Pasco

#### Interpretación de resultados

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla 7 y grafico 5 se puede observar que la calidad de agua con respecto silicio (Si) comparando con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM-Categoría 4 en base a ello se puede observar los resultados las cuatro estacione el sílice antes de la actividad arenera se puede visualizar es mucho mayor con respecto agua debajo de la actividad arenera por lo que se descarta que la actividad arenera de Vicco podría estar afectando en la calidad del agua en este parámetro de sílice.

### Gráfico 6

Resultado de hierro en el río San Juan



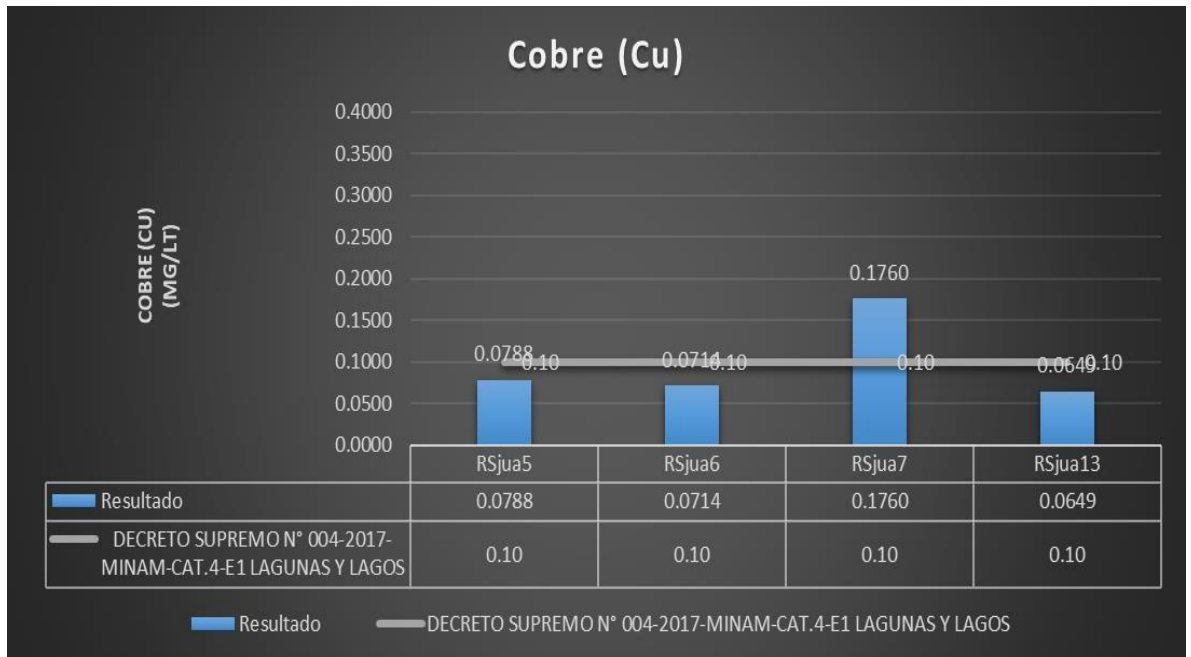
Fuente: Autoridad Local de Agua-Pasco

#### Interpretación de resultados

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla 7 y gráfico 6 se puede observar que la calidad de agua con respecto hierro (Fe) comparando con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM-Categoría 4 en base a ello se puede observar los resultados las cuatro estaciones en Hierro, antes de la actividad arenera se puede visualizar es mucho mayor con respecto agua debajo de la actividad arenera por lo que se descarta que la actividad arenera de Vicco podría estar afectando en la calidad del agua en este parámetro de hierro.

### Gráfico 7

#### Resultado de cobre en el río San Juan



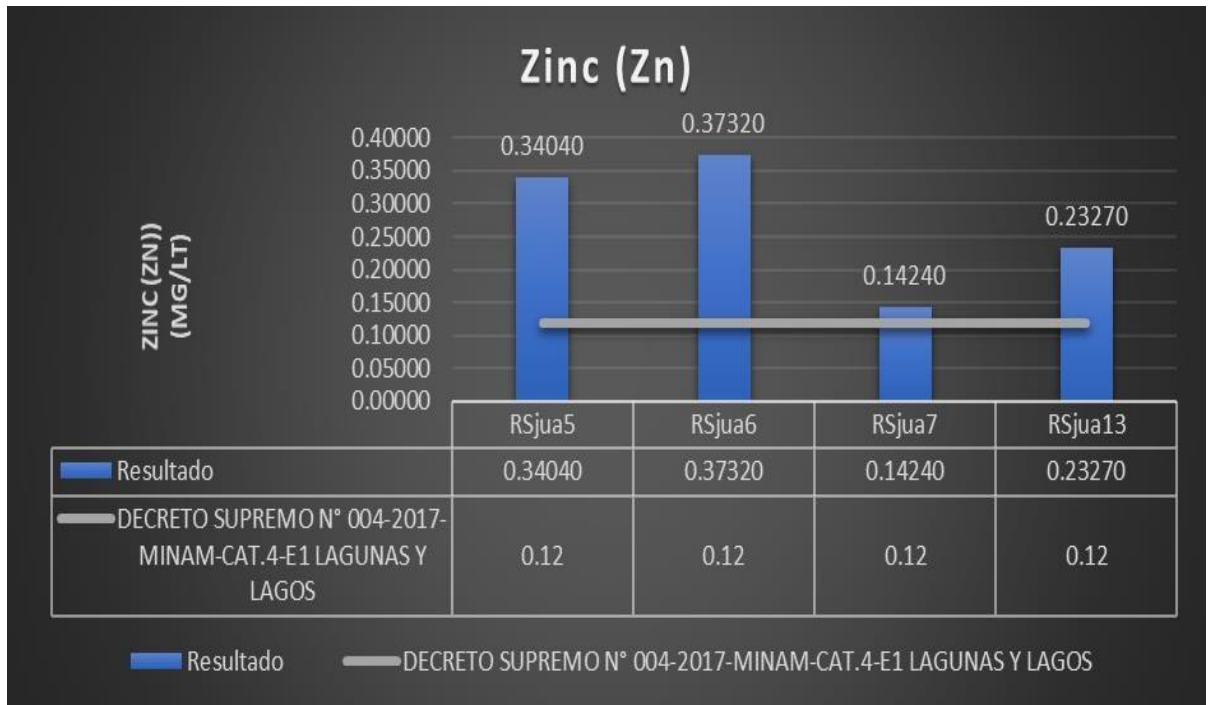
Fuente: Autoridad Local de Agua-Pasco

#### Interpretación de resultados

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla 7 y gráfico 7 se puede observar que la calidad de agua con respecto a cobre (Cu) comparando con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM-Categoría 4 donde indica que el estándar permitido es de 0.1 mg/Lt, en base a ello se puede observar que los resultados de las estaciones aguas arriba de la actividad arenera cumplen con el estándar, con respecto a las aguas abajo específicamente en la estación RSjua7 (Aguas después de la actividad arenera en Vicco -600 metros aguas abajo) el Cobre supera el estándar de calidad teniendo 0.1760 mg/Lt por lo que podría estar impactando la actividad arenera producto al lavado de arena.

### Gráfico 8

Resultado de Zinc en el río San Juan



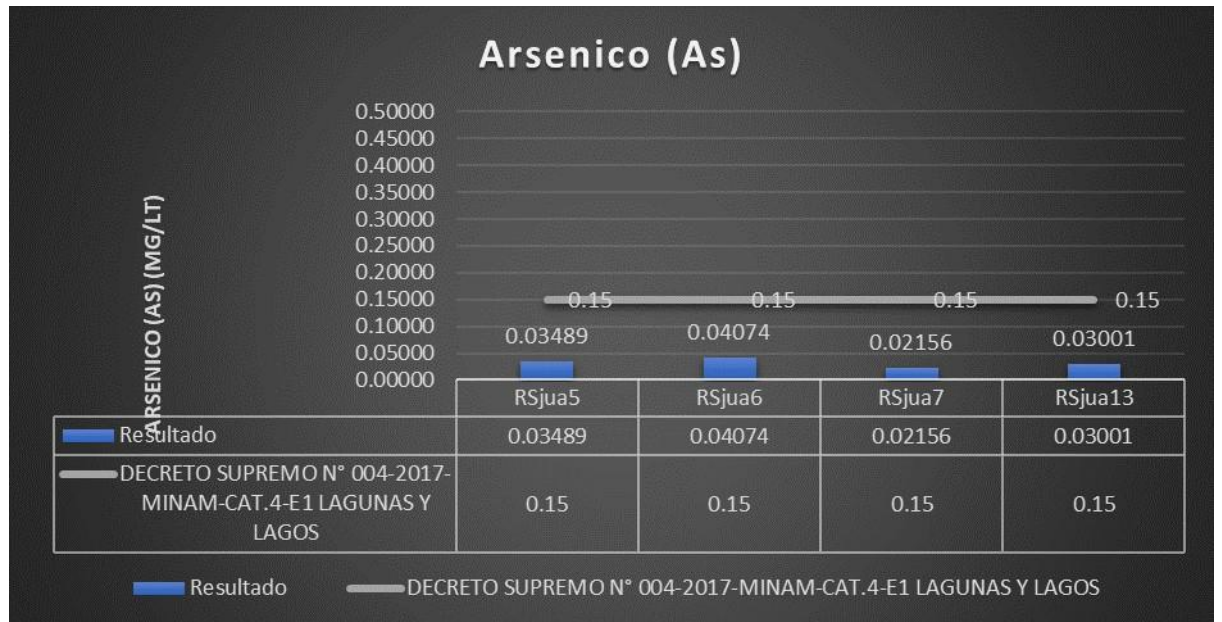
Fuente: Autoridad Local de Agua-Pasco

#### Interpretación de resultados

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla 7 y gráfico 8 se puede observar que la calidad de agua con respecto zinc (Zn) comparando con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM-Categoría 4 donde indica que estándar permitido es de 0.12 mg/Lt, en base a ello se puede observar los resultados las cuatro estaciones superan los estándares en zinc, pero aguas antes de la actividad arenosa se puede visualizar es mucho mayor con respecto agua debajo de la actividad arenosa por lo que se descarta que la actividad arenosa de Vicco podría estar afectando en la calidad del agua en este parámetro de zinc.

### Gráfico 9

Resultado de Zinc en el río San Juan

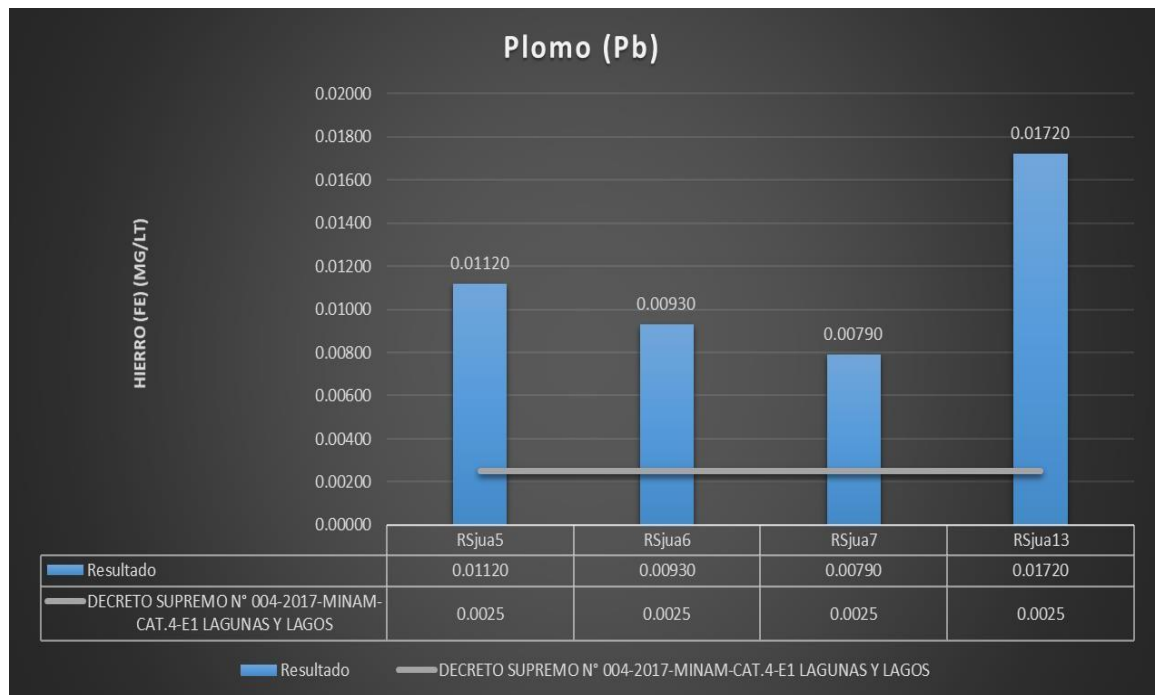


Fuente: Autoridad Local de Agua-Pasco

#### Interpretación de resultados

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla 7 y gráfico 9 se puede observar que la calidad de agua con respecto Arsenico (As) comparando con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM-Categoría 4 donde indica que estándar permitido es de 0.15 mg/Lt, en base a ello se puede observar los resultados las cuatro estacione no superan los estándares en arsénico.

Gráfico 10  
 Resultado de Plomo en el río San Juan



Fuente: Autoridad Local de Agua-Pasco

### Interpretación de resultados

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla 7 y gráfico 10 se puede observar que la calidad de agua con respecto al plomo (Pb) comparando con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM-Categoría 4 donde indica que el estándar permitido es de 0.0025 mg/Lt, en base a ello se puede observar que los resultados de las cuatro estaciones superan los estándares en plomo, pero antes de la actividad arenosa se puede visualizar que es mucho mayor con respecto al agua debajo, pero también se puede ver con respecto al agua abajo específicamente en la estación RSjua13 (Agua después de la actividad arenosa en Vicco -800 metros aguas abajo) el plomo supera el estándar de calidad teniendo 0.01720 mg/Lt por lo que podría estar impactado por la actividad arenosa producto al lavado de arena.

### **4.3 Prueba de hipótesis**

Nuestra hipótesis inicial de nuestra investigación fue como se menciona a continuación:

*“La calidad de agua del río San Juan teniendo como influencia la actividad arenosa en el distrito de Vicco cumple con los estándares de calidad ambiental para agua”.*

De nuestra investigación realizada podemos mencionar que nuestra hipótesis es válida ya que evaluado las cuatro estaciones se determinó que la calidad de agua en los parámetros físicos y químicos cumplen con los estándares de calidad agua a excepción en el parámetro cobre y plomo que podría ser fuente en el lavado de la arena y estos estar llegando al río San Juan.

El sistema de flujo de uso de agua en la extracción de arena en el distrito de Vicco es mediante de la extracción subterránea, ya que se pudo evidenciar este sistema permite que casi mas del 90% de agua utilizada de nivel subterráneo y también es infiltrada por lo que ello ayudara que los solidos suspendidos totales y otros parámetros no estarían afectando la calidad de agua del río San Juan.

Por otro lado, también se evidencio el volumen de extracción de arena diaria en el distrito de Vicco supera las 10 toneladas.

### **4.4 Discusión de resultados**

- En los últimos 15 años la actividad arenosa en el distrito de Vicco se intensifico es por ello la preocupación de su afectación a la calidad de agua en los recursos hídricos cercanos.
- La extracción de arena en el distrito de Vicco se da en la zona Nor-Oeste de la capital de distrito de Vicco la ciudad de Vicco, donde en la actualidad se viene extrayendo arena de primera, arena de segunda, piedra



chancada y piedra que finalmente es llevada para la actividad de construcción en las localidades de Cerro de Pasco, Huayllay, Ninacaca, Colquijirca y entre otras.

- El área que ocupa esta actividad arenera es de 8,926.803 m<sup>2</sup> de la cuales para nuestra investigación lo dividiremos en 6 zonas, en estas zonas se encuentran 13 productores registrados en la DREMH-PASCO
- Teniendo resultados finales evaluado las cuatro estaciones se determinó que la calidad de agua en los parámetros físicos y químicos cumplen con los estándares de calidad agua a excepción en el parámetro cobre y plomo que podría ser fuente en el lavado de la arena y estos estar llegando al río San Juan.

## CONCLUSIONES

- En el distrito de Vicco en los últimos 15 años se intensificó la extracción de arena así como su producción de sub productos como piedra chancada, estas actividades se puede evidenciar que está ocupando áreas que un tiempo fueron pastizales, asimismo afectando acuíferos y bofedales, por otro lado estas arenas son lavadas con fuentes de aguas de acuíferos, las aguas residuales de estas areneras en algunos puntos estas llegando al río San Juan afectando en su calidad.
- Teniendo resultados finales evaluado las cuatro estaciones se determinó que la calidad de agua en los parámetros físicos y químicos cumplen con los estándares de calidad agua a excepción en el parámetro cobre y plomo en las estaciones después de la actividad arenera esto que podría ser fuente en el lavado de la arena y estos estar llegando al río San Juan específicamente en la estación RSjua7 (Aguas después de la actividad arenera en Vicco -600 metros aguas abajo) el Cobre supera los estándar de calidad teniendo 0.1760 mg/lit con respecto al ECA que es de 0.10 mg/lit. Para el caso del plomo específicamente en la estación RSjua13 (Aguas después de la actividad arenera en Vicco -800 metros aguas abajo) el plomo supera los estándar de calidad teniendo 0.01720 mg/lit con respecto al ECA que es de 0.0025 mg/lit por lo que podría estar impactando la actividad arenera producto al lavado de arena.
- La extracción de arena en el distrito de Vicco se da en la zona Nor-Oeste de la capital de distrito de Vicco la ciudad de Vicco, donde en la actualidad se viene extrayendo arena de primera, arena de segunda, piedra chancada y piedra que finalmente es llevada para la actividad de construcción en las localidades de Cerro de Pasco, Huayllay, Ninacaca, Colquijirca y entre otras.

- El área que ocupa esta actividad arenera es de 8,926.803 m<sup>2</sup> de la cuales para nuestra investigación lo dividiremos en 6 zonas, en estas zonas se encuentran 13 productores registrados en la DREMH-PASCO

## **RECOMENDACIONES**

- i. Se recomienda a la DREMH PASCO y ALA Pasco que se debe evaluar bien en dar los permisos de extracción de arena a los 100 metros del río San Juan ya que lo contrario esto traerían impacto en el futuro.
- ii. Difundir la presente información a los interesados a fin de estar velando por proteger el río San Juan.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Marín Laura (2014).** La extracción de arena y minerales de río como factor contaminante del ambiente. Producto del trabajo de investigación formativa en el tema sobre el usufructo de los recursos naturales y las actuales problemáticas ambientales.
- Bendezú Carlos (2022).** Evaluación del impacto ambiental por la extracción de cantera de arena del Centro Poblado Pena Negra, San Bautista 2020 . Lima: Universidad Científica del Sur.
- Bonilla Blanca (2012).** Efecto de la extracción de material de arrastre sobre la dinámica hídrica y el ensamble perifítico el caso del rio Robles en el municipio de Timbío – Cauca. Cauca-Colombia: Universidad de Cauca.
- CGMineria (2012).** Estudio de la Cadena productiva de la arena. México.
- GreenFacts (2022).** Extracción de arena, un recurso no renovable. Bélgica.
- MINAM. (2012)** Glosario de términos. Lima-Perú: Ministerio del Ambiente.
- ONU. (2022)** En busca de la extracción sostenible de arena.
- Química es (2023).** La arena.
- Ramos Lidia (2022).** Evaluación de calidad de agua del rio chanquillo, en zona de influencia por actividades mineras, distrito de Gorgor, Cajatambo- 2021. Huacho-Perú: Universidad Nacional José Faustino.
- Vilca Sulma (2019).** La producción de arena y sus efectos ambientales al suelo y agua en la jurisdicción de Sacra Familia del distrito de Simón Bolívar de Rancas-2018. Pasco-Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

**Zambrano Jean (2018).** Evaluación de la influencia de las actividades antropogénicas en la calidad de agua del Río Portoviejo (cadmio y plomo, zona metropolitana).  
Calceta, Ecuador: Escuela superior politécnica agropecuaria de Manabí.

## **ANEXOS**

**ANEXO 01**  
**Resultados de la Autoridad Local de Agua**





Firmado digitalmente por ARANGO PALOMINO Mariu FAU 20520711865  
 Motivo: Soy el autor del documento

**Tabla 13.- RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA SUPERFICIAL, CATEGORÍA 3, REALIZADO EN EL ÁMBITO DE LA AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA MANTARO, 2022 - I.**

		Categoría 3								
		ECA-AGUA			Resultado					
		C	Cat.3-D2	RRagr6	RRagr7	RSjua10	RSjua11	RSjua2	RSjua3	RSjua5
Nombre del Cuerpo de Agua				Río RAGRA	Río RAGRA	Río SAN JUAN	Río SAN JUAN	Río SAN JUAN	Río SAN JUAN	Río SAN JUAN
Fecha monitoreo		DD/MM/YYYY	DD/MM/YYYY	20/04/2022	20/04/2022	21/04/2022	22/04/2022	19/04/2022	21/04/2022	27/04/2022
Hora Monitoreo		hh:mm	hh:mm	11:40	11:00	12:30	12:30	16:30	13:30	12:30
Nro del Informe del Ensayo analítico				MA2216705-A	MA2216705-A	MA2216902-A	MA2217218-A	MA2216569-A	MA2216902-A	MA2217677-A
Departamento				PASCO	PASCO	PASCO	PASCO	PASCO	PASCO	PASCO
PARAMETROS	UNIDAD	Cat.3-D1	Cat.3-D2	RRagr6	RRagr7	RSjua10	RSjua11	RSjua2	RSjua3	RSjua5
<b>FISICOS - QUIMICOS</b>										
Aceites y Grasas	mg/L	<=5	<=10	17,5	14,3	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Amoniaco-N	mg/L	----	----	18,31	7,048	4,236	2,448	0,017	4,27	2,878
Bicarbonatos	mg/L	<=518	----	310,5	254,4	178,7	< 1,2	159,9	82,6	154,8
Cianuro WAD	mg/L	<=0,1	<=0,1	0,0032	0,0022	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	0,0103
Cloruros	mg/L	<=500	----	31,548	19,342	7,184	8,406	0,385	9,602	3,714
Conductividad	(µS/cm)	<=2500	<=5000	875,1	600,5	1418	1896	255,3	1572	850,4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	<=15	<=15	50,3	68,7	< 2,6	< 2,6	< 2,6	< 2,6	< 2,6
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	<=40	<=40	110,5	230,2	< 4,5	< 4,5	< 4,5	< 4,5	< 4,5
Detergentes (SAAM)	mg/L	<=0,2	<=0,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fenoles	mg/L	<=0,002	<=0,01	0,0524	0,0261	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Fluoruros	mg/L	<=1	----	< 0,004	< 0,004	0,226	0,316	0,044	0,348	0,191
Fósforo Total	mg/L	----	----	5,246	2,204	0,291	1,118	< 0,01	0,141	0,174
Nitratos (NO3-N)+Nitritos (NO2-N)	mg/L	<=100	<=100	< 0,052	< 0,052	0,206	0,402	< 0,052	0,348	< 0,052
Nitritos-N	mg/L	<=10	<=10	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,084	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Oxígeno Disuelto	mg/L	= 4	= 5	3,675	4,076	4,538	7,123	7,542	3,819	7,283
pH	Unidad de PH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4	8,312	8,073	8,113	3,1	8,653	6,962	8,355
Sulfatos	mg/L	<=1000	<=1000	69,51	82,36	586,15	1127,06	3,13	976,54	376,27
Temperatura	°C	±3	±3	10,213	10,8	14,12	15,46	11,709	14,27	14,765
<b>INORGANICOS</b>										
Aluminio	mg/L	<=5	<=5	0,858	0,728	0,323	9,272	0,053	0,976	3,113
Antimonio	mg/L	----	----	0,00279	0,00123	0,02878	0,04865	< 0,00013	0,03574	0,0043
Arsénico	mg/L	<=0,1	<=0,2	0,05012	0,01537	0,07568	1,86343	0,00567	0,22328	0,03489
Bario	mg/L	<=0,7	----	0,0272	0,0276	0,029	0,0433	0,0243	0,0261	0,0471
Berilio	mg/L	<=0,1	<=0,1	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	0,00031	< 0,00006	< 0,00006	0,00011
Bismuto	mg/L	----	----	0,0047	0,00719	0,0072	0,05955	0,00012	0,01028	0,00138
Boro	mg/L	<=1	<=5	0,03	< 0,006	0,023	0,015	< 0,006	0,025	0,018
Cadmio	mg/L	<=0,01	<=0,05	0,00309	0,00158	0,00246	0,03392	< 0,00003	0,0063	0,00164
Calcio	mg/L	----	----	59,018	77,58	163,519	210,037	44,188	173,146	169,657
Cesio	mg/L	----	----	0,0006	0,0005	0,0135	0,0075	< 0,0003	0,0133	0,0039
Cobalto	mg/L	<=0,05	<=1	0,00169	0,00091	0,00127	0,00395	0,00013	0,00176	0,00205



Firmado digitalmente por ARANGO PALOMINO Marlu FAU 20520711865  
 pdf  
 Motivo: Soy el autor del documento  
 Fecha: 26/10/2022

Cobre	mg/L			0,34556	0,1254	0,27525	3,58383	< 0,00009	0,39998	0,07883
Cromo Total	mg/L	<=0,1	<=1	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,0099	< 0,0003	< 0,0003	0,0026
Estaño	mg/L	----	----	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,00366	< 0,0001	< 0,0001	0,0003
Estroncio	mg/L	----	----	0,1007	0,107	1,4614	0,7819	0,0713	1,5424	0,691
Galio	mg/L	----	----	0,00027	0,00013	0,00081	0,03898	< 0,00012	0,0038	0,00097
Germanio	mg/L	----	----	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006
Hafnio	mg/L	----	----	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015
Hierro	mg/L	<=5	----	5,8656	4,5272	7,7684	230,65	0,2321	22,3455	5,7476
Lantano	mg/L	----	----	0,002	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015
Litio	mg/L	<=2,5	<=2,5	0,0148	0,0038	0,0662	0,0334	< 0,0003	0,0692	0,0269
Lutecio	mg/L	----	----	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	0,00007	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006
Magnesio	mg/L	----	<=250	7,044	9,497	94,674	59,734	5,901	108,399	40,971
Manganeso	mg/L	<=0,2	<=0,2	0,79344	2,12708	15,89902	13,13535	0,0276	17,94991	7,15235
Mercurio	mg/L	<=0,001	<=0,01	< 0,00009	< 0,00009	0,00023	0,00147	< 0,00009	0,0003	0,00025
Molibdeno	mg/L	----	----	0,00145	0,001	0,00352	0,00185	< 0,00006	0,00331	0,00173
Niobio	mg/L	----	----	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015
Niquel	mg/L	<=0,2	<=1	0,0037	0,0035	0,0032	0,0099	< 0,0006	0,0028	0,0063
Plata	mg/L	----	----	< 0,00001	< 0,00001	0,000566	0,002961	< 0,00001	0,001208	0,001937
Plomo	mg/L	<=0,05	<=0,05	0,0346	0,0134	0,0278	0,0821	0,0015	0,0173	0,0112
Potasio	mg/L	----	----	15,67	8,79	5,88	4,86	0,59	6,13	3,21
Rubidio	mg/L	----	----	0,0152	0,0085	0,0238	0,0203	< 0,0009	0,0258	0,0122
Selenio	mg/L	<=0,02	<=0,05	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013
Silice	mg/L	----	----	9,69	7,62	5,24	2,98	4,16	5,01	12,47
Silicio	mg/L	----	----	4,53	3,56	2,45	1,39	1,94	2,34	5,83
Sodio	mg/L	----	----	58,337	36,363	32,84	19,17	1,217	34,043	16,387
Talio	mg/L	----	----	0,00034	0,00025	0,00717	0,01915	< 0,00006	0,00896	0,00208
Tantalio	mg/L	----	----	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021
Teluro	mg/L	----	----	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Titanio	mg/L	----	----	0,0154	0,0076	0,0048	0,0543	0,0014	0,0094	0,0465
Vanadio	mg/L	----	----	0,0021	< 0,0003	< 0,0003	0,0069	< 0,0003	< 0,0003	0,0158
Wolframio	mg/L	----	----	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006
Yterbio	mg/L	----	----	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	0,00057	< 0,00006	0,00007	0,00014
Zinc	mg/L	<=2	<=24	0,739	0,8378	1,162	11,1676	0,016	2,1459	0,3404
Zirconio	mg/L	----	----	0,00283	< 0,00045	< 0,00045	0,00142	< 0,00045	< 0,00045	0,00178

		Categoría 4					
		ECA-AGUA Cat.4-E1 Lagunas y Lagos	ECA-AGUA Cat.4-E2 Rios Cocha y Steiza	Resultado			
Nombre del Cuerpo de Agua				R5joc1 Otros Rio San Jose	R5jua13 Rio SAN JUAN	R5jua6 Rio SAN JUAN	R5jua7 Rio SAN JUAN
Fecha monitoreo		DD/MM/YYYY	DD/MM/YYYY	29/04/2022	27/04/2022	27/04/2022	23/04/2022
Hora Monitoreo		hh:mm	hh:mm	14:00	16:00	13:30	14:00
Nro del Informe del Ensayo analítico				MA2217888-A	MA2217638-A	MA2217638-A	MA2217116-A
Departamento				PASCO	PASCO	PASCO	PASCO
PARAMETROS	UNIDAD	Cat.4-E1 Lagunas y Lagos	Cat.4-E2 Rios Cocha y Steiza	R5joc1	R5jua13	R5jua6	R5jua7
<b>FISICOS - QUIMICOS</b>							
Aceltes y Grasas	mg/L	<=5	<=5	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Amoníaco-N	mg/L	---	---	0,057	1,442	2,297	0,629
Cianuro Libre	mg/L	<=0,0052	<=0,0052	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	0,0428
Clorofila A	mg/L	<=0,008	---	---	---	---	---
Conductividad	(µS/cm)	<=1000	<=1000	1397	696,3	880,6	477,1
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	<=5	<=5	0,008	0,008	< 2,6	< 2,6
Fenoles	mg/L	<=2,56	<=0,05	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Fósforo Total	mg/L	<=0,035	<=0,035	< 0,01	0,112	0,196	0,024
Nitratos (NO3-)	mg/L	<=13	<=13	< 0,052	0,354	< 0,052	< 0,052
Nitrógeno Total	mg/L	<=0,315	---	---	---	---	---
Oxígeno Disuelto	mg/L	= 5	= 5	7,656	7,23	7,275	10,143
pH	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	8,409	8,372	8,275	8,177
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	= 25	<=100	8	26	188	13
Sulfuros	mg/L	<=0,002	<=0,002	< 0,0019	< 0,0019	< 0,0019	< 0,0019
Temperatura	°C	±3	±3	10,91	14,93	14,83	14,305
<b>INORGANICOS</b>							
Aluminio	mg/L	---	---	0,171	0,606	3,215	0,326
Antimonio	mg/L	<=0,64	<=0,64	0,0036	0,00378	0,00465	0,00238
Arsénico	mg/L	<=0,15	<=0,15	0,02855	0,03001	0,04074	0,02156
Bario	mg/L	<=0,7	<=0,7	0,0263	0,0396	0,059	0,024
Berilio	mg/L	---	---	< 0,00006	< 0,00006	0,00014	< 0,00006
Bismuto	mg/L	---	---	0,00012	0,00107	0,00147	0,00087
Boro	mg/L	---	---	0,809	0,018	0,021	0,016
Cadmio	mg/L	---	---	< 0,00003	0,00079	0,00189	0,00035
Cadmio Disuelto	mg/L	<=0,00025	<=0,00025	< 0,00003	0,00068	0,0016	0,00028
Calcio	mg/L	---	---	281,032	104,029	139,345	96,087
Cesio	mg/L	---	---	0,03	0,0024	0,0047	0,0013
Cobalto	mg/L	---	---	0,00072	0,00101	0,00252	0,00048
Cobre	mg/L	<=0,1	<=0,1	0,00883	0,06492	0,07137	0,17686
Cromo Total	mg/L	---	---	< 0,0003	0,0004	0,0019	< 0,0003
Cromo VI	mg/L	<=0,011	<=0,011	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Estaño	mg/L	---	---	0,00121	< 0,0001	0,00025	< 0,0001
Estroncio	mg/L	---	---	5,5097	0,5604	0,6651	0,5248
Galio	mg/L	---	---	0,00036	0,00065	0,00144	0,00051
Germanio	mg/L	---	---	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006
Hafnio	mg/L	---	---	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015
Hierro	mg/L	---	---	0,7648	2,5954	5,5456	1,5253
Lantano	mg/L	---	---	< 0,0015	< 0,0015	0,0016	< 0,0015
Litio	mg/L	---	---	0,2681	0,0167	0,0247	0,0108
Lutecio	mg/L	---	---	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006
Magnesio	mg/L	---	---	27,609	25,163	41,583	21,441
Manganeso	mg/L	---	---	1,11635	3,29575	7,08193	2,70962
Mercurio	mg/L	<=0,0001	<=0,0001	0,0001	0,00064	0,00621	0,00057
Molibdeno	mg/L	---	---	0,02491	0,00185	0,00179	0,00192
Niobio	mg/L	---	---	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015
Niquel	mg/L	<=0,052	<=0,052	0,0008	0,0015	0,0044	0,0017
Plata	mg/L	---	---	< 0,00001	0,000177	0,000101	0,00027
Promo	mg/L	<=0,0025	<=0,0025	0,018	0,0172	0,0088	0,0078
Potasio	mg/L	---	---	4,23	2,89	3,76	1,83
Rubidio	mg/L	---	---	0,0239	0,0078	0,0137	0,0044
Selenio	mg/L	<=0,005	<=0,005	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013
Silice	mg/L	---	---	23,12	5,85	17,97	3,57

Silicio	mg/L	----	----	10,81	2,73	8,4	1,67
Sodio	mg/L	--	--	42,135	10,921	16,923	9,154
Talio	mg/L	<=0,0008	<=0,0008	< 0,00006	0,00116	0,00193	0,00109
Tantalio	mg/L	----	----	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021
Teluro	mg/L	----	----	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Titanio	mg/L	----	----	0,006	0,0147	0,0647	0,0036
Vanadio	mg/L	----	----	0,0028	0,0043	0,0121	0,0083
Wolframio	mg/L	----	----	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006
Yterbio	mg/L	----	----	< 0,00006	< 0,00006	0,00014	< 0,00006
Zinc	mg/L	<=0,12	<=0,12	0,1873	0,2327	0,3732	0,1424
Zirconio	mg/L	----	----	< 0,00045	< 0,00045	0,00208	< 0,00045
<b>MICROBIOLOGICO Y PARASITOLOGICOS</b>							
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	<=1000	<=2000	4	2	< 1,8	< 1,8
Huevos de Helmintos	Huevo/L	----	----	----	----	----	----

1/ Parámetros evaluados in situ.

El símbolo \*\* significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría; "----"significa, Parámetro no evaluado  
Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA) - Laboratorio SGS del PERÚ S.A.C., 2022.

**ANEXO N° 04**

**Imágenes de la investigación realizada**

**Fotografía N° 001: Vista de infiltración de agua usadas en el lavado de arena**



**Fotografía N° 002: Vista de efluente generado por la actividad arenera**



**Fotografía N° 003: Vista de aguas arriba a la actividad arenera**



**Fotografía N° 004: Vista de aguas abajo a la actividad arenera**



**Fotografía N° 005: Vista de aguas abajo a la actividad arenera al contorno del río San Juan**

