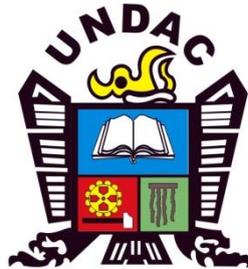


UNIVERSIDAD NACIONAL “DANIEL ALCIDES CARRION”
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

Evaluación físico-química y bacteriológica de las aguas del río San Juan en el tramo Yurajhuanca-Delta Upamayo para determinar su clasificación según los ECAs nacionales

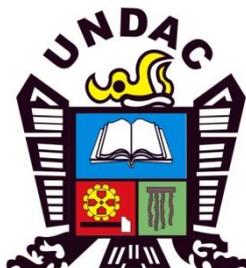
**Para optar el título profesional de:
Ingeniero Ambiental**

Autor: Bach: Milagros Sarita MORALES RUBIN

Asesor: Mg. Lucio ROJAS VITOR

Cerro de Pasco - 2019 - PERÚ

UNIVERSIDAD NACIONAL “DANIEL ALCIDES CARRION”
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

Evaluación físico-química y bacteriológica de las aguas del río San Juan en el tramo Yurajhuanca-Delta Upamayo para determinar su clasificación según los ECAs nacionales

Sustentado y aprobado ante los miembros del jurado:

Mg. Julio Antonio ASTO LIÑAN
Presidente

Mg. Eusebio ROQUE HUAMAN
Miembro

Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA
Miembro

DEDICATORIA

A Dios, por darme vida, salud y sabiduría e ilumino mi camino.

A mi madre Dora Pilar, RUBIN JORGE, por su incondicional apoyo, amor y ternura que siempre me ha dado.

A mi esposo y mis hijos, que son mi motor y motivo para seguir adelante mi familia, mis padres por ser lo más importante en mi vida y formar parte de cada logro realizado.

Milagros Sarita MORALES RUBIN

RECONOCIMIENTO

A mi asesor Mg. Lucio Rojas Vitor, por el aporte y las sugerencias brindadas en el desarrollo del presente trabajo de Investigación. A mis jurados a los Mgs: Julio Antonio Asto Liñan, Eusebio Roque Huamán y Luis Alberto Pacheco Peña, por las apreciaciones, recomendaciones y correcciones realizadas al trabajo de investigación. A mis profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental quienes me guiaron en mi formación profesional.

RESUMEN

El presente estudio de investigación contempla la problemática de la contaminación del río San Juan debido a que este recurso hídrico pasa cerca a centros de producción minera como Cerro SAC, Aurex y El Brocal recogiendo contaminantes metálica y material biológico.

Consta de cuatro capítulos:

CAPÍTULO I.- El Problema, describe el problema de la contaminación en la zona Yurajhuanca hasta el Delta Upamayo.

CAPÍTULO II.- Marco de Referencia, contempla los antecedentes al tema de investigación, el marco teórico donde se resume los conceptos teóricos del tema tratado, el marco conceptual, la ubicación de la zona de estudio, etc.

CAPÍTULO III.- Metodología y Técnicas de Investigación, se refiere al método y las técnicas empleadas en el desarrollo del trabajo de investigación.

CAPÍTULO IV.- Resultados y Discusión, Se contempla todos los resultados obtenidos del monitoreo obtenidos de mediciones directas "in situ" y las obtenidas por el Laboratorio de suelos de la Universidad Agraria de la Selva de Tingo María y el Laboratorio de Diresa Pasco.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES, al obtener los resultados se analizan estos como conclusiones y luego se dan las recomendaciones para mitigar el problema.

De acuerdo a los resultados obtenidos, las aguas del río San Juan se encuentran contaminadas

- a) Por elementos metálicos como el Cd, Fe, Mn y Pb cuyas concentraciones pasan los límites dados por los ECAs.
- b) Hay una ligera contaminación por Zn pero esto se agrava en en las estaciones

E-1 Yurajhuanca y E-7 Delta Upamayo.

- c) En lo referente a la contaminación biológica, si bien es cierto que estas aguas no sobrepasan los valores ECAs, sin embargo, puede provocar serios malestares si por alguna razón son consumidas por los seres humanos ya que alcanzan valores entre 1 y 10 NMP/100 mL.
- d) Los análisis "insitu realizados con el multiparámetro Hanna determinan que la acidez está dentro de los valores aceptables de los ECAs. En cuanto al Oxígeno Disuelto (OD) este se encuentra dentro de los límites de este tipo de recursos hídricos debido a su turbulencia natural, oxigenación, lo que permitiría la vida acuática pero la contaminación mineral lo impide de allí que no se observa fauna acuática pero si vegetación debido a que esta última es más tolerante a la presencia mineral.
- e) Cabe destacar que el agua del río San Juan se tuvo que asumir que corresponde a una de Categoría 1 y Subcategoría A3 para poder, de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, realizar el estudio de investigación.
- f) Como resultado final se está en condiciones de afirmar que el río Ssan Juan está altamente contaminado y que requeriría un alto costo para su tratamiento.

Palabras clave: Estándares ambientales, Contaminación de Agua.

ABSTRACT

The present research study contemplates the problem of contamination of the San Juan River because this water resource passes close to mining production centers such as Cerro SAC, Aurex and El Brocal, collecting metallic contaminants and biological material.

It consists of four chapters:

CHAPTER I. - THE PROBLEM, describes the problem of pollution in the Yurajhuanca area to the Upamayo Delta.

CHAPTER II.- REFERENCE FRAMEWORK, contemplates the antecedents to the research topic, the theoretical framework where the theoretical concepts of the subject matter are summarized, the conceptual framework, the location of the study area, etc.

CHAPTER III.- METHODOLOGY AND RESEARCH TECHNIQUES, refers to the method and the techniques used in the development of research work.

CHAPTER IV.- RESULTS AND DISCUSSION All the results obtained from the monitoring obtained from direct measurements "in situ" and those obtained by the Soil Laboratory of the Agrarian University of the Selva de Tingo María and the Diresa Pasco Laboratory are contemplated.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS, when obtaining the results these are analyzed as conclusions and then the recommendations are given to mitigate the problem.

According to the results obtained, the waters of the San Juan river are contaminated

- a) For metallic elements such as Cd, Fe, Mn and Pb whose concentrations exceed the limits given by the ECAs.
- b) There is a slight contamination by Zn but this is aggravated in stations E-1

Yurajhuanca and E-7 Delta Upamayo.

- c) With regard to biological pollution, although it is true that these waters do not exceed ECA values, however, it can cause serious discomfort if for some reason they are consumed by human beings since they reach values between 1 and 10 NMP / 100 mL
- d) "Insitu analyzes performed with the Hanna multiparameter determine that the acidity is within the acceptable values of the RCTs. As for Dissolved Oxygen (OD) this is within the limits of this type of water resources due to its natural turbulence, oxygenation, which would allow aquatic life but mineral pollution prevents it from there that no aquatic fauna is observed but if vegetation because the latter is more tolerant to the mineral presence.
- e) It should be noted that the water in the San Juan River is assumed to correspond to one of Category 1 and Subcategory A3 to be able, according to the Environmental Quality Standards, to carry out the research study.
- f) As a final result, we are in a position to state that the Ssan Juan river is highly contaminated and that it would require a high cost for its treatment.

Keywords: Environmental standards, Water Pollution.

INTRODUCCIÓN

El agua es fundamental para todas las formas de vida que se conocen, es por eso; que no se conoce ninguna forma de vida que pueda sobrevivir sin agua. La principal contaminación del agua se debe a los metales pesados que están disueltos en el agua y que tienen, muchos de ellos, efectos tóxicos en la salud de los seres vivos. Los metales pesados son especies químicas que se desplazan a lo largo de la cadena trófica, es decir, si el agua tiene un determinado metal tóxico, éste puede pasar a las plantas, luego a un animal que consume esta planta, el metal se aloja en el tejido animal. El ser humano, al consumir la carne de este animal o un derivado (como la leche o los huevos) produce enfermedades Otra contaminación es la biológica o sea presencia de coliformes debido a las descargas de aguas servidas de las ciudades

El problema del río San Juan al pasar cerca a fuentes contaminantes como son algunas empresas mineras (Cerro SAC, Aurex y El Brocal, ex fundición Tinyahuarco)

La importancia del río San Juan se debe porque es el principal contribuyente con el Lago Junín e inicio del río Mantaro. Esto hace que la contaminación del río San Juan se extienda a estos otros recursos hídricos.

LA TESISISTA

INDICE

	Pag.
DEDICATORIA.....	III
RECONOCIMIENTO	IV
RESUMEN.....	V
ABSTRACT.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	IX
INDICE.....	X

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1	Identificación y determinación del problema.....	12
1.2	Delimitación de la investigación.....	13
1.3	Formulación del problema.....	14
1.3.1	Problema general.....	14
1.3.2	Problemas específicos.....	14
1.4	Formulación de objetivos.....	14
1.4.1	Objetivo general.....	14
1.4.2	Objetivos específicos.....	15
1.5	Justificación de la investigación.....	15
1.6	Limitaciones de la investigación.....	16

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de estudio.....	17
2.1.1	Comportamiento de los Parámetros Físico – Químico de las Descargas de Efluentes Líquidos de la Sociedad Minera el Brocal.....	17
2.1.2	Centro de Medios Independientes Ecuador (CMI).....	18
2.1.3	Dirección General de Aguas (DGA) Chile.....	21
2.1.4	Estudios Financiados por el Fondo de Investigación Pesquera, FIP... ..	23
2.2	Bases teóricas – científicas.....	25
2.2.1	El agua.....	25
2.2.2	Propiedades Físico – Químicos del Agua.....	26
2.2.3	Uso de los recursos Hídricos naturales.....	30
2.2.4	La contaminación del Agua.....	30
2.2.5	Tipos de Agua.....	31
2.2.6	Normativa legal.....	32
2.2.7	Rio San Juan Origen Del Rio Mantaro.....	35
2.2.8	Área de estudio.....	36
2.3	Determinación de términos básicos.....	41
2.4	Formulación de hipótesis.....	45
2.4.1	Hipótesis general.....	45
2.4.2	Hipótesis específica.....	45

2.5	Identificación de variables.....	45
2.5.1	Variables dependientes.....	45
2.5.2	Variables intervinientes.....	45
2.6	Definición operacional de variables e indicadores.....	46

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1	Tipo de Investigación.....	47
3.2	Método de investigación.....	47
3.3	Diseño de la investigación.....	47
3.4	Población y muestra.....	48
3.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	50
3.6	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	50
3.7	Tratamiento estadístico.....	50
3.8	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	50
3.9	Orientación ética	51

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Descripción del trabajo de campo.....	52
4.1.1	Establecimientos de Puntos de Monitoreo.....	52
4.1.2	Determinaciones de Parámetros de Campo.....	56
4.2	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	60
4.3	Prueba de hipótesis.....	68
4.4	Discusión de resultados	69

CONCLUSIONES.....	71
RECOMENDACIONES.....	72
BIBLIOGRAFIA.....	73
CONSULTAS WEB.....	74
ANEXOS.....	75

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 IDENTIFICACION Y DETERMINACION DEL PROBLEMA

La contaminación del agua es un problema mundial; y está cercanamente ligado a la contaminación del aire y el suelo. Mucho se dice que el agua está escaseando, no es así; lo que pasa es que la contaminación es demasiado severa los últimos años y el calentamiento global está pasando en grandes cantidades a la atmósfera y empeora este problema la superpoblación de la tierra que cada vez necesita más agua.

La contaminación de los cursos de agua, han sido receptores directos e indirectos de los desechos líquidos que el hombre ha generado debido a su propia actividad, las grandes concentraciones de sustancias contaminantes que se vierten en ríos, ha causado problemas de emigración y desaparición de especies a tal fin de la desaparición de la fauna acuática.

La evaluación de la calidad del agua de los ríos es necesaria y han adquiridos mucho interés en las últimas décadas a tal fin de prevenir riesgos sanitarios y ambientales, promoviendo la salud y el desarrollo sostenible de la población. Los estilos de vida, referidos a su calidad, exigen disfrutar de un ambiente libre de agentes contaminantes físicos, químicos y biológicos.

En el ámbito local, se tiene que enfrentar problemas de contaminación de cursos de agua, desde muchísimos años los cursos de agua han sido receptores directos e indirectos de los desechos líquidos que el hombre ha generado debido a su propia actividad, las grandes concentraciones de sustancias contaminantes que se vierten en ríos, ha causado problemas de emigración de especies a tal fin de la desaparición de la fauna acuática.

En la zona de estudio, existe gran explotación minera de plomo, plata, cobre y zinc, por tanto, en Pasco, el río San Juan recibe el primer impacto de la empresa minera Cerro SAC antes Volcan y de las descargas de aguas residuales que provienen de la población en la quebrada Quiulacocha

Por tanto, es importante conocer el estado de conservación del Río San Juan; para informar, sugerir o tomar decisiones técnicas sobre asuntos relacionados al uso del recurso agua, se presume que este curso de agua tiene altas concentraciones de sustancias contaminantes industriales y urbanas.

1.2 DELIMITACION DE LA INVESTIGACION

Al conocer estos resultados de estos estudios, son necesarios e imprescindibles realizar estudios del río San Juan se debe porque es el principal contribuyente del Lago Chinchaycocha e inicio del río Mantaro, para poder evaluar las concentraciones de la calidad del agua en cuando a las características fisicoquímicas, químicas y biológicas con la finalidad de darle un uso en el aprovechamiento de agua potable en el futuro para la ciudad de Cerro de Pasco.

1.3 FORMULACION DEL PROBLEMA

1.3.1. Problema General

¿La caracterización físico-química y microbiológica de las aguas del Río San Juan, entre el tramo Yurajhuanca y Delta Upamayo, determinarán su calidad dentro de los valores dados por los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) y se determinará su clasificación?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Con el protocolo de monitoreo dado por Digesa, se podrá realizar el monitoreo para determinar la caracterización físico-química de las aguas del Río San Juan entre el tramo Yurajhuanca y Delta Upamayo y determinar su clasificación?
- ¿Con el protocolo de monitoreo dado por Digesa, se podrá realizar el monitoreo para determinar la caracterización microbiológica de las aguas del Río San Juan entre el tramo Yurajhuanca y Delta Upamayo?
- ¿Teniendo los resultados del monitoreo, se podrá determinar la clase y calidad de agua según los Estándares de Calidad Ambiental, entre el tramo Yurajhuanca y Delta Upamayo?

1.4 FORMULACION DE OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Caracterizar físico-química y microbiológicamente, con monitoreos, las aguas del Río San Juan, entre el tramo Yurajhuanca y Delta

Upamayo, para determinar su calidad y clasificación dentro de los valores dados por los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs).

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar concentraciones de metales pesados que están presentes en el agua del Río San Juan entre el tramo Yurajhuanca y Delta Upamayo.
- Determinar la presencia de coliformes fecales y totales en las aguas del Río San Juan entre el tramo Yurajhuanca y Delta Upamayo.

1.5. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

1.5.1. Justificación Teórica.

En el presente trabajo se realizará un estudio de caracterización de los parámetros fisicoquímicos y biológicos de agua de consumo humano de la ciudad de Cerro de Pasco, a fin de determinar la calidad del agua del Río San Juan, entre el tramo Yurajhuanca y Delta Upamayo, y su clasificación dentro de los valores dados por los Estándares de Calidad Ambiental Agua (ECAs).

El proyecto pretende generar una base de conocimientos que permita tomar conciencia en la población en el cuidado del agua, para mantener una mejor calidad de vida.

1.5.2. Justificación Práctica.

Con esta investigación se evaluará la calidad de agua de consumo humano de dicha población, tomando como indicador el índice de calidad de agua (ICA), y comparando con la normativa nacional que son los ECAS-agua el DS N° 004 – 2017 – MINAM y el reglamento de calidad de agua el DS N°

031 – 2010 – SA.

1.4.3. Justificación Metodológica.

En el presente proyecto de investigación pretende encaminar a la obtención de una metodología para medir la calidad de agua utilizando los ECAs del agua

1.4.4. Justificación Social.

Con este proyecto se dará a conocer la importancia de tomar medidas para conservar los recursos hídricos, para mantener una agricultura y ganadería responsable, para cuidar el agua y hacerlo sostenible en el tiempo.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

Las limitaciones que se tendrán en el presente trabajo son:

- Falta de conciencia en el cuidado de agua.
- Falta de monitoreo periódico a fin de tener datos históricos.
- Falta de equipos apropiados, el cual eleva el costo para la elaboración del presente trabajo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

2.1.1 Comportamiento de los Parámetros Físico – Químico de las Descargas de Efluentes Líquidos de la Sociedad Minera el Brocal y su Trascendencia en el Río San Juan – 2007. Judith, Celis Pomachagua

Resumen

- La descarga de agua que se realiza a través de la estación E – UNISH hacia las pampas de Unís, se viene utilizando como aguas de riego de una zona revegetada por la empresa, denominada “Tomachisga” que pertenece a la comunidad campesina de Vicco, obteniéndose buenos resultados. La calidad de esta agua mejoró notablemente debido a la clausura definitiva del socavón Lumbrerapampa mediante un tapón de concreto.
- La planta de tratamiento de aguas ácidas viene operando eficientemente y ha contribuido significativamente en la recuperación progresiva de la calidad de las aguas del Río San Juan. Esto se puede inferir de la buena calidad de su efluente final (E – OF/LS) y su pH alcalino permanente (\pm pH = 10,5), lo que viene

permitiendo un efecto paulatino de neutralización en la quebrada de Huachuacaja.

- La recirculación total de las aguas decantadas provenientes de la cancha de relaves N° 4, hacia la planta concentradora, también ha contribuido a una recuperación progresiva de la calidad de las aguas del río San Juan. Ello se demuestra por la ausencia de concentraciones metálicas en las aguas de afloramientos subterráneas adyacentes al depósito de relaves N° 5.
- La descarga de 3000 L/s provenientes de la CHE de Jupayragra contribuyen notablemente a la dilución de contaminantes permanentes que se encuentran presentes en el río San Juan y que provienen de operaciones ubicadas aguas arriba. También esta descarga contribuye con el aporte de abundante oxígeno disuelto y vida sub acuática sobre este río, esta descarga tiene un papel altamente benéfico en la recuperación del Río San Juan.

2.1.2. Centro de Medios Independientes Ecuador (CMI), Informe de la Calidad del Agua del Río NAPO, Agosto – Noviembre (2006). Mery Molina, Hernán Illori, Et. Al. Consejo Provincial de Orellana.

Resumen

La Cuenca Principal del bajo Napo, en un tramo de 300 km, inicia su recorrido al Oeste, en la Provincia de Napo, y termina en la República del Perú. En este tramo, nueve cuencas descargan sus aguas, tres de ellas provienen de las cordilleras del Sumaco y Cayambe - Coca, el resto se originan en la parte baja al interior de esta provincia.

De las nueve cuencas, en 43 tramos de río de 100 metros

georeferenciados, se realizó el estudio, analizando parámetros físico-químico y biológico.

Los caudales de los ríos se han calculado en periodo de estiaje, obteniéndose valores que van desde los 200 litros/s hasta 80 m³/s. La sección transversal de los ríos, de mayor caudal, pueden superar los 200 metros y profundidades de más de 1,5 metros. La temperatura media del agua natural es de 24,81 °C. El oxígeno del agua varía de 4,3 (ríos de bajo caudal > 0,28 m³/s) a 7,2 mg/l. El pH varía desde 5,6 a 9 (se detectó pH altos en tres puntos de control intervenidos por plantaciones de palma africana). De los 46 tramos de ríos analizados, se analizó en 19 de ellos TPH¹. El 100% de los resultados evidenciaron presencia de TPH, con valores que van desde los 0,3 ppm hasta los 1016 ppm. Estos valores se detectaron en campos petroleros Estatales y Privados.

La calidad del agua medida a través de los parámetros químicos, evidencia niveles altos de contaminación por petróleo. Valores de 1016 ppm corresponden a los análisis realizados en sedimentos de los ríos, cercanos pasos de oleoductos y estaciones de bombeo. Los resultados de los análisis de TPH, superan a la normativa Provincial - Nacional e internacional. Se ha identificado cincuenta y nueve taxones de macro invertebrados en las 9 cuencas estudiadas. La mayor presencia corresponde a los tricópteros con un 20%, efemerópteros y dípteros le siguen con un 15%, coleópteros y odonatos y moluscos con un 10%. Otros como los hemípteros están en un 5%. Con relación a la abundancia, los efemerópteros tienen el 38%, los dípteros y tricópteros

un 16%., coleópteros y odonatos siguen con un 10% y 5% respectivamente. El análisis se realizó en una estación de referencia y estaciones de no referencia: Se ubicó una estación de referencia en la cuenca del río Payamino, específicamente en el río Juan Pío. En la estación de referencia se constató que en su entorno no existe influencia de la actividad petrolera-urbana-agrícola. Se encontraron 30 familias. El 33% de animales presentes corresponden a ETP (efemerópteros, plecópteros y tricópteros), 33% a OCH (odonatos, coleópteros y heterópteros) y el 17% a Dípteros. El 80% de animales presentes son insectos. El valor del índice IBMWP fue de 168, para un río de buena calidad, identificado con color azul.

La situación de la calidad del agua va de muy mala a buena. 0 – 42 Aguas Fuertemente Contaminadas Muy Mala 42–84 Aguas Muy Contaminadas Mala 8–126 Aguas Contaminadas Regular 126–167 Aguas Poco Contaminadas Aceptable Aguas Sin Contaminación Buena.

Relación de parámetros físico - químicos y biológicos, Los vertidos de aguas residuales urbanas, en las tres cabeceras cantorales de mayor población, son menores a 50 l/s. Estos vertidos se realizan sin tratamiento a fuentes de agua dulce con caudales mayores a 20 m³/s. Frente a esta situación y a otras donde los vertidos de aguas residuales son básicamente de viviendas individuales y bastante dispersas, no se ha detectado reducción de oxígeno del agua natural por este tipo de vertidos. Se ha detectado bajas concentraciones de oxígeno disuelto, en el agua dulce en diferentes ríos, por aportación de sólidos

en la ejecución de obras civiles y perforación de pozos. En 19 tramos de río estudiados, 18 de ellos tienen TPH en sedimentos. Estos sedimentos contaminados están en diferentes sitios de la sección transversal del río y en diferentes partes del tramo del río estudiado. Sin embargo, en tramos de río donde no existe petróleo en sedimentos, si se ha encontrado familias de macro invertebrados.

2.1.3. Dirección General de Aguas (DGA) Chile, Monitoreo y Calidad del Recurso Hídrico, Santiago 2010.

Resumen

La captura de la información y monitoreo del recurso hídrico es realizada en Chile principalmente por la Dirección General de Aguas (DGA), organismo dependiente del Ministerio de Obras Públicas, y la Dirección Meteorológica de Chile (D.M.C.), dependiente del Ministerio de Defensa, organismos que poseen las redes más importantes del país en términos del tipo de instrumentos y de cobertura geográfica. Esta captura de datos hidrometeorológicos implica registrar información climatológica (precipitación, evaporación, temperatura, etc.), fluiométrica (secciones de aforo, alturas del nivel de agua, caudal, etc.), y de calidad de aguas (oxígeno disuelto, demandas bioquímicas de oxígeno, nitrógeno presente en el agua, etc.). Importante es destacar que existen otras instituciones del Estado que recogen información relacionada con los recursos hídricos, como es el caso del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA); organismos dependientes del Ministerio el Servicio Agrícola

y Ganadero (SAG), la Corporación Nacional Forestal (CONAF); y el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria (INIA).

De esta forma, y a modo de ejemplo, para el período comprendido entre 1990–2002 se han producido significativas mejoras tecnológicas, estando en uso estaciones de transmisión automática, por medio de señales satelitales, así como también, una significativa mejora en la capacidad del personal dedicado a la captura de datos. No obstante, aún persisten algunas deficiencias en el número de estaciones.

Por otra parte, la DGA ha instaurado un sistema de medición de la calidad de aguas para un conjunto de lagos y embalses, a partir de 1985, integrado por un número variable de puntos de monitoreo.

En 1996, la Dirección General de Aguas publica el Mapa Hidroquímico Nacional, en el cual se entregan los valores de calidad de aguas para una serie de cuencas y parámetros químicos medidos en ellas.

Efluentes y Contaminación: Sólo a partir de 1968 se inician monitoreos rutinarios en algunos ríos del país, destinados a conocer la calidad del recurso, principalmente para su uso en riego. Cabe mencionar que en un comienzo la operación de esta red fue irregular, ya sea por el número de estaciones, como por el número de parámetros medidos. (D.G.A., 1998)

En 1982, se desarrolla el estudio “Análisis crítico de la red de calidad de aguas”, cuyo objetivo final fue diseñar una red para la generación de información general. A partir de este estudio, se establecen claramente los puntos de muestreo, frecuencia y parámetros que serán estudiados. (D.G.A., 1998)

Un aspecto importante del proceso de deterioro de la calidad de las aguas, está determinado por la contaminación de cuerpos continentales de agua, principalmente lagos naturales y artificiales. Esta tendencia debería frenarse en los cuerpos de agua más cercanos a áreas urbanas de importancia, por la construcción de las plantas de tratamiento de aguas servidas.

Adicionalmente, se puede señalar que, en 1990, de un total de 395 servicios de agua potable, entre las regiones I y XII, se detectaron problemas con la calidad del agua subterránea en 102 localidades. No obstante, lo anterior, surge como un elemento de alta relevancia el que la calidad del agua potable ha mostrado incrementos significativos entre el año 1997 y 2000.

2.1.4. Estudios Financiados por el Fondo de Investigación Pesquera, FIP, más los aportes de otros fondos estatales, Calidad del Agua en los Lagos; han demostrado científicamente que el nivel trófico de los lagos Araucanos y norpatagónicos, está aumentando a niveles acelerados. Diversos cuerpos de agua presentan ya estados preocupantes de contaminación, entre los que se cuentan los lagos Villarrica, Calafquén, Riñihue y Llanquihue. Aunque estos lagos, en una escala de tiempo geológica, están destinados a sufrir procesos de eutroficación, la tasa de eutroficación ha sido significativamente acelerada. Las actividades económicas que aportan nutrientes a estos lagos presentan graves externalidades negativas, entre las que se puede destacar la devaluación del valor futuro, la degradación del

hábitat con la consecuente pérdida de diversidad biológica, la imposibilidad de seguir siendo usados como fuentes superficiales de agua potable, pérdida de la belleza escénica y disminución del turismo (Brown, A. 1998).

Descargas de Efluentes a Ríos y Mar: Las zonas más afectadas por la contaminación de aguas son las bahías de Valparaíso y Concepción y, entre otros, los Ríos Maipo y Maule. El 65 % de las aguas de origen industrial es vertido al alcantarillado. El resto es vertido a aguas superficiales y al litoral. De este modo, las zonas más afectadas son la bahía de Valparaíso y Concepción, y los Ríos Maipo, Aconcagua, Maule, Andalién y Bío-Bío. A la fecha, ha comenzado a disminuir el impacto de la contaminación, debido en parte, a la entrada en vigencia de algunos de los instrumentos de gestión ambiental establecidos en la Ley de Bases del Medio Ambiente, como son el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (que ha sensibilizado a los titulares de aquellos proyectos que fueron evaluados ambientalmente en la necesidad de tratar las aguas residuales resultantes de sus operaciones); el procedimiento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión; y los procedimientos para Establecer Planes de Prevención y de Descontaminación.

Por otra parte, información actualizada de la SISS al año 2002, demuestra que las principales descargas industriales del país van hacia los cursos superficiales, lo cual pone de manifiesto la importancia de efectuar un adecuado tratamiento de las aguas servidas.

2.2. BASES TEORICAS - CIENTIFICAS

2.2.1 El Agua

El agua es un recurso finito porque el agua útil con el tiempo no podrá satisfacer la demanda de la humanidad y además, es muy sensible a la contaminación. La cantidad de agua total del planeta, al ser una constante, nunca se acabará. Lo que pasa es que debido al calentamiento global del planeta gran parte se está yendo a la atmósfera en forma de nubes permanentes y todo se agrava aún más con la superpoblación del planeta que requiere cada vez más agua.

El agua como recurso natural, se encuentra en mayor cantidad en el planeta Tierra. Es responsable del desarrollo de las distintas formas de vida: vegetales, animales y el ser humano. Los organismos de todos los seres vivos están compuestos de agua en una alta proporción, siendo que ésta es la que compone los músculos, órganos y los diferentes tejidos. Por esto, sin agua no es posible la vida.

El agua fisiológicamente necesaria para la supervivencia humana y de cualquier ente vivo. El agua ingresa al organismo a través de los alimentos y bebidas y deja al cuerpo por medio de la orina, transpiración y en una proporción menor, en las heces y el vapor de agua exhalado por los pulmones y debe existir un equilibrio entre la ingestión y la pérdida de agua.

La ingestión del agua de cada individuo varia ampliamente en relación al peso y a la superficie del cuerpo, temperatura y a la humedad del ambiente, la dieta, las actividades realizadas (por ejemplo, el trabajo), la cultura y el estado de la salud. Sin embargo, el producto común del agua que un adulto ingiere es de

2 a 2,5 litros diarios.

Aproximadamente el 90% del agua de la tierra se encuentra combinada en la litosfera, por lo que no es utilizada por los seres vivos. La parte de agua disponible representa 1,383.106 km³, de los que el 97,6 % se encuentra en los océanos, el 0,01 % en los lagos de agua salada y el 1,9 % en los casquetes polares y glaciares, por lo tanto, el agua dulce disponible para la vida y la actividad del hombre representa el 0,02 % a las aguas.

2.2.2 Propiedades Físico – Químicos del Agua

El agua es una sustancia que químicamente se formula como H₂O; es decir que una molécula de agua se compone de dos átomos de hidrógeno enlazados covalentemente a un átomo de oxígeno.

Fue Henry Cavendish quien descubrió en 1781 que el agua es una sustancia compuesta y no un elemento, como se pensaba desde la Antigüedad. Los resultados de dicho descubrimiento fueron desarrollados por Antoine Laurent de Lavoisier dando a conocer que el agua estaba formada por oxígeno e hidrógeno. En 1804, el químico francés Joseph Louis Gay-Lussac y el naturalista y geógrafo alemán Alexander von Humboldt demostraron que el agua estaba formada por dos volúmenes de hidrógeno por cada volumen de oxígeno (H₂O).

Las Propiedades Fisicoquímicas más Notables del Agua son:

- El agua es insípida e inodora en condiciones normales de presión y temperatura. El color del agua varía según su estado: como líquido, puede parecer incolora en pequeñas cantidades, aunque en el espectrógrafo se prueba que tiene un ligero tono azul verdoso. El hielo también tiende al azul y en estado gaseoso (vapor de agua) es incolora.

- El agua bloquea sólo ligeramente la radiación solar UV fuerte, permitiendo que las plantas acuáticas absorban su energía.
- Ya que el oxígeno tiene una electronegatividad superior a la del hidrógeno, el agua es una molécula polar. El oxígeno tiene una ligera carga negativa, mientras que los átomos de hidrógenos tienen una carga ligeramente positiva del que resulta un fuerte momento dipolar eléctrico. La interacción entre los diferentes dipolos eléctricos de una molécula causa una atracción en red que explica el elevado índice de tensión superficial del agua.
- La fuerza de interacción de la tensión superficial del agua es la fuerza de Van Der Waals entre moléculas de agua. La aparente elasticidad causada por la tensión superficial explica la formación de ondas capilares. A presión constante, el índice de tensión superficial del agua disminuye al aumentar su temperatura. También tiene un alto valor adhesivo gracias a su naturaleza polar.
- La capilaridad se refiere a la tendencia del agua de moverse por un tubo estrecho en contra de la fuerza de la gravedad. Esta propiedad es aprovechada por todas las plantas vasculares, como los árboles.
- Otra fuerza muy importante que refuerza la unión entre moléculas de agua es el enlace por puente de hidrógeno.
- El punto de ebullición del agua y de cualquier otro líquido está directamente relacionado con la presión atmosférica. Por ejemplo, en la cima del Everest, el agua hierve a unos 68° C, mientras que al nivel del mar este valor sube hasta 100° . Del mismo modo, el agua cercana a fuentes geotérmicas puede alcanzar temperaturas de cientos de grados centígrados y seguir siendo líquida. Su temperatura crítica es de $373,85$

°C (647,14° K), su valor específico de fusión es de 0,334 kJ/g y su índice específico de vaporización es de 2,23 kJ/g.

- El agua es un disolvente muy potente, al que se ha catalogado como el disolvente universal, y afecta a muchos tipos de sustancias distintas. Las sustancias que se mezclan y se disuelven bien en agua como las sales, azúcares, ácidos, álcalis, y algunos gases (como el oxígeno o el dióxido de carbono, mediante carbonación) son llamadas hidrófilas, mientras que las que no combinan bien con el agua -como lípidos y grasas se denominan sustancias hidrofóbicas. Todos los componentes principales de las células de proteínas, ADN y polisacáridos se disuelven en agua. Puede formar un azeótropo con muchos otros disolventes.
- El agua es miscible con muchos líquidos, como el etanol, y en cualquier proporción, formando un líquido homogéneo. Por otra parte, los aceites son inmiscibles con el agua, y forman capas de variable densidad sobre la superficie del agua. Como cualquier gas, el vapor de agua es miscible completamente con el aire.
- El agua pura tiene una conductividad eléctrica relativamente baja, pero ese valor se incrementa significativamente con la disolución de una pequeña cantidad de material iónico, como el cloruro de sodio.
- El agua tiene el segundo índice más alto de capacidad calorífica específica sólo por detrás del amoníaco así como una elevada entalpía de vaporización (40,65 kJ/mol); ambos factores se deben al enlace de hidrógeno entre moléculas. Estas dos inusuales propiedades son las que hacen que el agua "modere" las temperaturas terrestres, reconduciendo grandes variaciones de energía.

- La densidad del agua líquida es muy estable y varía poco con los cambios de temperatura y presión. A la presión normal (1 atmósfera), el agua líquida tiene una mínima densidad (0,958 kg/l) a los 100 °C. Al bajar la temperatura, aumenta la densidad (por ejemplo, a 90 °C tiene 0,965 kg/l) y ese aumento es constante hasta llegar a los 3,8 °C donde alcanza una densidad de 1 kg/litro. Esa temperatura (3,8 °C) representa un punto de inflexión y es cuando alcanza su máxima densidad (a la presión mencionada). A partir de ese punto, al bajar la temperatura, la densidad comienza a disminuir, aunque muy lentamente (casi nada en la práctica), hasta que a los 0° disminuye hasta 0,9999 kg/litro. Cuando pasa al estado sólido (a 0 °C), ocurre una brusca disminución de la densidad pasando de 0,9999 kg/l a 0,917 kg/l.
- El agua puede descomponerse en partículas de hidrógeno y oxígeno mediante electrólisis.
- Como un óxido de hidrógeno, el agua se forma cuando el hidrógeno o un compuesto conteniendo hidrógeno se quema o reacciona con oxígeno o un compuesto de oxígeno-. El agua no es combustible, puesto que es un producto residual de la combustión del hidrógeno. La energía requerida para separar el agua en sus dos componentes mediante electrólisis es superior a la energía desprendida por la recombinación de hidrógeno y oxígeno. Esto hace que el agua, en contra de lo que sostienen algunos rumores, no sea una fuente de energía eficaz.
- Los elementos que tienen mayor electropositividad que el hidrógeno como el litio, sodio, calcio, potasio y el cesio desplazan el hidrógeno del agua, formando hidróxidos. Dada su naturaleza de gas inflamable, el hidrógeno liberado es peligroso y la reacción del agua combinada con los más

electropositivos de estos elementos es una violenta explosión.

Actualmente se sigue investigando sobre la naturaleza de este compuesto y sus propiedades, a veces traspasando los límites de la ciencia convencional. En este sentido el investigador John Emsley, divulgador científico dijo en cierta ocasión del agua que "Es una de las sustancias químicas más investigadas, pero sigue siendo la menos entendida".

2.2.3 Uso de los recursos Hídricos naturales

La creciente demanda del recurso agua, así como la merma constante a través del tiempo de los caudales en ríos y lagunas, con sus graves consecuencias para los ecosistemas, el uso desmedido de acuíferos a tasas superiores a la reposición natural, los problemas de contaminación de las aguas, las dificultades para conseguir agua limpia para satisfacer necesidades básicas de gran parte de la población, hace que en forma urgente las autoridades correspondientes tomen cartas en el asunto a fin de resolver este álgido problema.

Las autoridades del Perú, en la década pasada iniciaron la implementación de procesos normativos ambientales. Este trabajo inicial, ha permitido que hoy exista un avance importante en el control de la contaminación, dando sus frutos especialmente con la implementación de las normas de emisión para regular las descargas de residuos a los sistemas de alcantarillado, ríos, lagos y mar.

2.2.4 La contaminación del Agua

La contaminación hídrica o la contaminación del agua es una modificación de esta, generalmente provocada por el ser humano, que la vuelve impropia o

peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales.

Fuentes contaminantes

- De origen agrícola ganadero

La contaminación agrícola genera problemas en los recursos hídricos como es el exceso de nutrientes proveniente del empleo de abonos por parte de los agricultores. Estos nutrientes llegan a los espejos de agua y producen el llamado fenómeno natural eutrofización o impedimento que se produzca la fotosíntesis o generadora de oxígeno en el agua.

Otro problema de contaminación es la limpieza ganadera, que pueden aportar al agua grandes cantidades de estiércol y orines (materia orgánica, nutrientes y microorganismos).

- De origen doméstico

Contaminantes o sustancias procedentes de la actividad humana (residuos sólidos y líquidos).

- Origen Pluvial

El agua de lluvia al precipitarse encuentra gases y material orgánico e inorgánico en forma particulada que se encuentran en la atmosfera y son arrastrados como componentes del agua.

- Origen Industrial

La actividad humana industrial genera grandes cantidades de aguas residuales con una variedad de componentes orgánicos e inorgánicos como contaminantes

2.2.5 Tipos de Agua

Existen tipos de agua, de acuerdo a su procedencia y uso: de manantial, potable y residual.

El agua de manantial. - El agua que fluye del interior de la tierra. Su localización está en relación con la presencia de rocas, la disposición de estratos permeables e impermeables y el perfil del relieve.

Los manantiales pueden ser permanentes o intermitentes, y tener origen atmosférico (agua de lluvia que se filtra en la tierra y surge en otro lugar a menor altitud) o ígneo, dando lugar a manantiales de agua caliente o aguas termales, calentadas por contacto con rocas ígneas.

El agua potable. - Es el agua captada de los ríos, es llevada a una planta de tratamiento para purificarla y hacerla potable y apta para el consumo humano. Ya potable el agua es conducida a tanques de distribución que a través de redes de distribución se provee a los diferentes sectores de la ciudad.

Agua residual. – Es el agua que ya dio utilidad y contiene una serie de contaminantes. Las aguas residuales pueden tener origen doméstico, industrial, subterráneo o meteorológico.

2.2.6. Normativa Legal

- **Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031- 2010-SA.**

El agua es uno de los bienes más importantes y escasos que tienen las personas alrededor del mundo, nuestro país no es una excepción; muchas de nuestras poblaciones se ven obligados a beber de fuentes cuya calidad deja mucho que desear y produce un sin fin de enfermedades a niños y adultos.

El acceso al agua potable es una necesidad primaria y por lo tanto un derecho humano fundamental, en este contexto era necesario actualizar el Reglamento de los Requisitos Oficiales Físicos, Químicos y Bacteriológicos que deben Reunir las Aguas de Bebida Para ser Consideradas Potables, que por su antigüedad (1946), se hacía inaplicable; es entonces que en el año 2000, la Dirección General de Salud Ambiental, asume la tarea de elaborar el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”, tarea que el 26/09/2010, a través del D.S. N° 031-2010-SA, se vio felizmente culminada.

Este nuevo Reglamento, a través de sus 10 Títulos, 81 Artículos, 12 Disposiciones Complementarias, Transitorias y Finales y 5 Anexos; no solo establece límites máximos permisibles, en lo que a parámetros microbiológicos, parasitológicos, organolépticos, químicos orgánicos e inorgánicos y parámetros radiactivos, se refiere; sino también le asigna nuevas y mayores responsabilidades a los Gobiernos Regionales, respecto a la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo humano, además de fortalecer a la DIGESA, en el posicionamiento como Autoridad Sanitaria frente a estos temas.

Queda pues ahora el compromiso y la responsabilidad de cada uno de los trabajadores del sector Salud, para desarrollar acciones en forma conjunta y multisectorialmente, a efectos de poder implementar en los plazos previstos, este nuevo reglamento.

- **Estándar Nacional de Calidad Ambiental para el agua (ECA)**

Los estándares de calidad ambiental forman parte integral de la evaluación de impacto ambiental, al ser utilizados en el análisis de las

diferentes variables afectadas por una determinada acción. Con ellas, y a través de técnicas de medición respectivas, es posible determinar el impacto causado sobre el medio en cuestión.

Previo a la aplicación de una o varias técnicas de medición resulta necesario conocer los criterios y los estándares de calidad establecidos en la normativa nacional. Los criterios de calidad ambiental se definen como los establecidos en la normativa nacional. Los criterios de calidad ambiental se definen como los niveles esperados de concentraciones específicas de constituyentes que aseguran un medio ambiente libre de contaminación. Por otra parte, los estándares de calidad corresponden a normativas legales que limitan la concentración de diversos constituyentes en el medio ambiente.

Los estándares de calidad ambiental permiten objetivamente a las diferentes actividades, ya que éstas deben ajustarse a ellos para cada factor ambiental, de acuerdo a estudios que efectúe la autoridad competente en cada caso en particular.

En el país se han establecido estándares para consumo humano, bebida de animales, vida acuática, uso recreativo y riego, además de aquellos establecidos para situaciones específicas. Sin embargo, en este tema aún se carece de normativas sobre descargas a sistemas de alcantarillado y residuos industriales líquidos específicos según tipo de industria. Debido a esta carencia ha sido usual la utilización de los criterios y estándares desarrollados en otros países, especialmente en Estados Unidos. Sin embargo, éstos se usan como una mera referencia, ya que no han sido oficialmente aceptados en Chile, salvo acuerdos

específicos.

2.2.7. Río San Juan Origen Del Río Mantaro

La zona de estudio se ubica en los distritos de Simón bolívar, Tinyahuarco y Huaraucaca en el departamento de Pasco, a una altitud de 4380 m.s.n.m. Con la finalidad de evaluar la calidad del agua en la zona de estudio se monitorearon en siete estaciones de monitoreo de calidad de agua a lo largo del río San Juan, las cuales fueron ubicadas por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), antes encargada de los monitoreos del agua. Los valores registrados en campo y laboratorio de los cuerpos de agua naturales fueron comparados con los valores establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental (ECA), categoría 3: Riego para Vegetales y Bebida de Animales.

El río San Juan - Mantaro se ubica en la parte central del país, recorre unos 725 km a través de los departamentos de Pasco, Junín, Huancavelica y Ayacucho; en tanto que en Puerto Bolognesi se une al Apurímac para formar el Ene. La Ley General de Aguas faculta a la Autoridad Sanitaria, DIGESA, la vigilancia de los recursos hídricos. En este sentido, se han establecido estaciones a lo largo del río desde su nacimiento en el nudo de Pasco, donde toma el nombre de río San Juan, hasta su desembocadura.

Cabe indicar que a la salida de Upamayo (lago Chinchaycocha o Junín) adquiere el nombre de Mantaro. Las Direcciones Regionales de Salud de Pasco, Junín, Huancavelica y Ayacucho son las entidades encargadas de la toma de muestras, lectura de parámetros de campo y

análisis microbiológico; en tanto que la DIGESA tiene como tarea los análisis de metales pesados que se efectúan en su laboratorio.

El río San Juan es el origen del río Mantaro y nace de la unión de los ríos Rancas y Alcacochoa en el lugar denominado Patancancha ubicado entre las coordenadas geográficas L.S.: 10°38'59" y L.W.: 76°20'04" a una altitud de 4,200 m.s.n.m. A lo largo de su recorrido cuenta con 17 afluentes principales que desembocan al (INRENA; 2002).

La Microcuenca del Río San Juan es receptor de los efluentes de las actividades Minero - Metalúrgicas de la Empresa Minera Cerro S.A.C. y la Compañía Minera Aurex, los cuales a través de la quebrada Quiulacocha vierten sus aguas residuales generadas en sus operaciones y actividades mineras. También la Compañía Minera el Brocal, a través de la quebrada de Huachuacaja vierte sus aguas de mina, así como a través de escorrentías a esta quebrada llegan las aguas de los pasivos ambientales de Smelter, de la antigua fundición de Tinyahuarco. Así mismo existen otras actividades puntuales que se desarrollan en la zona, afectando el curso del río, como son la extracción de canteras de arenas (no metálicos), y hornos caleros que queman fragmentos de roca calcárea para convertirlos en cal, utilizando el carbón mineral de Smelter como combustible, causando la contaminación severa del río San Juan.

2.2.8. Área De Estudio

A. Ubicación

El sistema hidrográfico de la cuenca del río San Juan tiene su origen en

la Laguna Gorgorín a 4 350 msnm, se desplaza en dirección Sur-Este con el nombre de río Macairumi hasta su confluencia con el río Alcacocho, aquí toma el nombre de San Juan (cuya extensión es de 43,9 Km) hasta llegar a la represa de Upamayo. Luego sigue su curso al Lago Junín (Laguna Chinchaycocha). Sus principales afluentes, al margen derecho son los ríos: Pacarpan, Chumpacancha, Quicay, Huarampampa, Gashan, Racuraqra, Blanco, Racracancha y Colorado (desemboca en el Lago Junín). A la margen izquierda los principales afluentes son los ríos: Alcacocho, Pichacancha, Culcahuain, Andacancha.

B. Acceso

- a. **Al nacimiento del río San Juan.** - Una carretera afirmada une la Provincia de Pasco con la de Daniel Alcides Carrión, específicamente con los Distritos de Yanahuanca, Goyllarisquizga y Santa Ana de Tusi. La vía principal pasa por el lado sur-oeste de la **Laguna Alcacocho**, y otra vía que pasa por el lado este de la mencionada laguna con destino al ex Campamento Minero de Vinchos.
- b. **Carretera Cerro de Pasco-Colquijirca-Huaraucaca-Racracancha.** - Asfaltada hacia el sur de la ciudad hasta la localidad de Colquijirca, de ahí por carretera afirmada hacia Huaraucaca y de allí al río San Juan.

C. Actividades económicas de poblaciones aledañas

Las actividades humanas que se desarrollan en Cerro de Pasco y pueblos aledaños consisten, básicamente, en la minería y en segundo término la agricultura y el comercio ambulatorio. Cultivan productos

propios del lugar como: la papa, maca, olluco y haba. Hay quienes se dedican a la crianza de llamas, alpacas y ganado ovino; algunos a la crianza del ganado vacuno.

Y otros a la captura de ranas en el lago Junín y en los riachuelos cercanos al lago, para consumo propio y para la comercialización en Junín, Cerro de Pasco, La Oroya y otros pueblos. La longitud del río San Juan es de 43,9 Km.

b. Distrito Más Importante: Simón Bolívar

Se encuentra ubicado a 4,200 m.s.n.m. Fué creado por Ley 12292 el 15 de abril de 1955. La población al 2017 es de 23 405 habitantes, cuya superficie es 697,15 km². Uno de los hechos más importantes que se recuerda es la recuperación de tierras por los Campesinos de la Comunidad de Rancas. El 2 de mayo de 1960 los comuneros se enfrentaron con las Fuerzas Armadas, ocurriendo la masacre de Huayllacancha, donde fallecieron 3 comuneros, quienes reclamaban la devolución de sus tierras que por 30 años consecutivos lo había apropiado la compañía de Cerro de Pasco Cooper Corporation. Después de un año de este incidente, los comuneros de Rancas lograron recuperar la totalidad de sus tierras.

La fiesta patronal se celebra cada 13 de junio, cuya imagen del patrono "San Antonio de Padua", se encuentra en la cumbre de Machaycancha impregnada en una roca. En la fiesta patronal resalta los bailes típicos como el baile viejo, la chonguinada, el corta monte, jala pato, torneo de cinta, etc. También en la fiesta regional participan pequeños y grandes productores de: ovinos, vacunos y alpacunos, así como clubes de

madres y comités de vaso de leche con la presentación de sus trabajos artesanales.

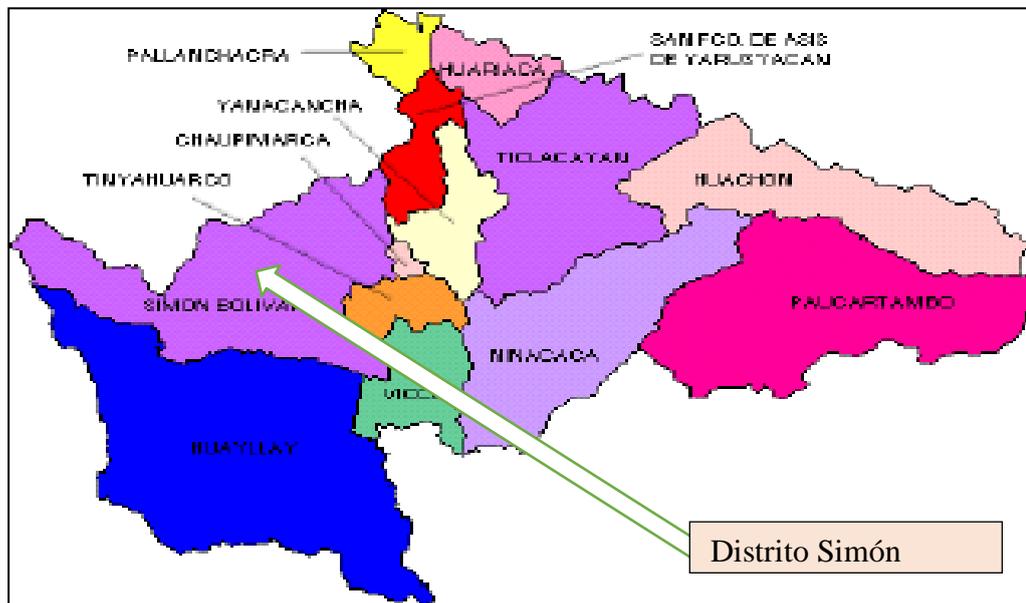


Fig 1 Distrito de Simón Bolívar en la Provincia de Pasco



Fig 2 Ciudad de San Antonio de Rancas capital del Distrito Simón Bolívar

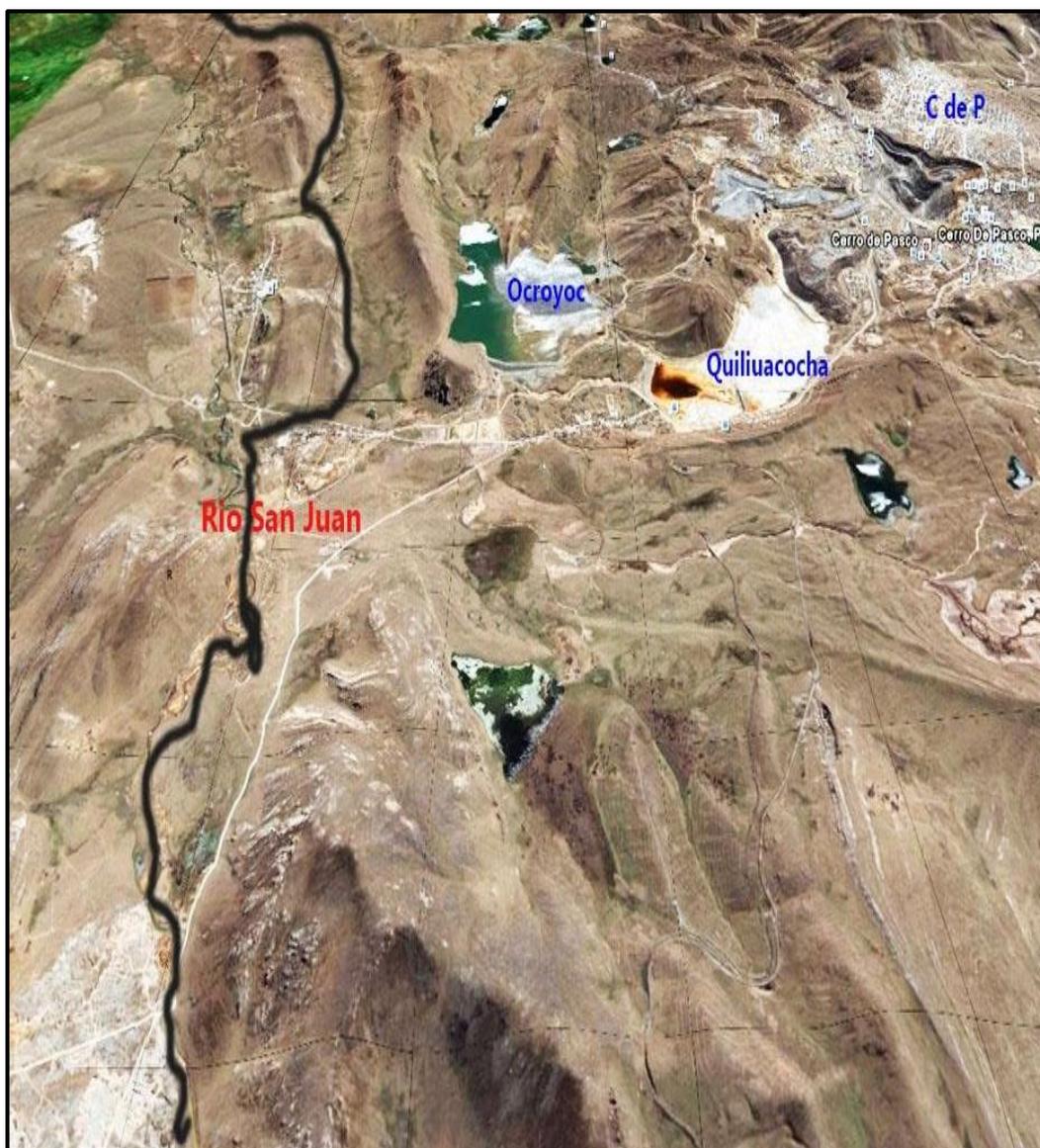


Fig 5 Vista panorámica del río San Juan

2.3 DEFINICION DE TERMINOS

- **El Agua.** - El agua es uno de los recursos naturales fundamentales y es uno de los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo, junto con el aire, la tierra y la energía. El agua pura es un recurso renovable, sin embargo, puede llegar a estar tan contaminada por las actividades humanas, que ya no sea útil, sino nociva, de calidad deficiente

- **Calidad de Vida.** - Atributos o servicios que se combinan para crear un ambiente agradable para vivir en un lugar determinado; entre ellos se pueden incluir un medio ambiente saludable para vivir y oportunidades económicas para los individuos y las empresas comerciales. Grado de satisfacción de las necesidades de las personas o de los grupos sociales.

- **Contaminación del Agua.** - Liberación de sustancias que de manera directa o indirecta, causan efectos adversos sobre el medio ambiente y los seres vivos.

La contaminación del agua es el grado de impurificación, que puede originar efectos adversos a la salud de un número representativo de personas durante períodos previsible de tiempo. En líneas generales, el agua está contaminada cuando pierde su potabilidad para consumo diario o para su utilización en actividades domésticas, industriales o agrícolas.

- **Contaminación de la muestra.** - Es la alteración involuntaria de la muestra, causada por agentes físicos, químicos o biológicos y climatológicos, que la invalidan para los fines analíticos a que se destina.

- **Contaminación de Aguas Superficiales.** - Es la incorporación de elementos extraños (de naturaleza física, química o biológica), los cuales hacen inútil o riesgoso su uso (para beber, vida acuática, recreación, riego, industria, energía, transporte).

- **Calidad del Agua.** - Se refiere a la composición del agua en la

medida en que ésta es afectada por la concentración de sustancias producidas por procesos naturales y actividades humanas. Como tal es un término neutral que no pueda ser clasificado como bueno o malo, sin hacer referencia al uso para el cual el agua es destinada. De acuerdo a lo anterior, tanto los criterios como los estándares y objetivos de calidad de agua variarán dependiendo si se trata de agua para consumo humano (agua potable), para uso agrícola o industrial, para recreación, para mantener la calidad ambiental, etc.

- **Cuerpo de agua.** - Curso de agua natural o artificial tales como ríos, lagos, manantiales, reservorios, lechos subterráneos ú océanos; en los cuales son vertidas las aguas residuales con o sin tratamiento
- **Medio Ambiente.** - Se entiende como el entorno o suma total de aquello que nos rodea y que afecta y condiciona especialmente las circunstancias de vida de las personas o la sociedad en su conjunto. Es todo lo que rodea al ser humano y que comprende elementos naturales tanto físicos como biológicos, elementos artificiales, elementos sociales y las interrelaciones de estos entre sí.
- **Monitoreo Ambiental.** - Proceso de observación repetitiva, con objetivos bien definidos relacionado con uno o más elementos del ambiente, de acuerdo con un plan temporal.
- **Muestra.** - Es una o más porciones de un volumen o masa representativa definida, colectadas en cuerpos receptores de efluentes industriales, efluentes domésticos, redes de abastecimiento público, estaciones de tratamiento de aguas, etc.,

con el fin de determinar sus características físicas, químicas y/o biológicas.

- **Muestra simple o puntual.** - Es aquella muestra que representa la composición del cuerpo de agua original para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en las que se realizó su colección. En tales circunstancias, un cuerpo de agua puede estar adecuadamente representado por muestras simples, como en el caso de algunas aguas de suministro, aguas superficiales y, más raramente, algunas corrientes de aguas residuales.
- **Muestra integrada.** - La muestra integrada es la mezcla de muestras puntuales, colectadas en distintos puntos al mismo tiempo o con la menor separación temporal que sea posible. Un ejemplo de la necesidad de las mismas es el de los ríos o corrientes cuya composición varía según el ancho y profundidad. La preparación de muestras integradas requiere de un equipo especial para hacer la toma a una profundidad conocida sin que ésta se mezcle con capas de aguas superficiales.
- **Muestreo.** - Es la actividad que consiste en coleccionar una muestra representativa, para fines de análisis y/o medición.
- **Plan de muestreo:** Es el procedimiento que se requiere para obtener una muestra representativa, cuyas características conserven las condiciones del cuerpo de agua original.
- **Punto o estación de muestreo.** - Es el lugar predeterminado en un cuerpo receptor donde se colecciona una muestra.
- **Sedimento.** - Es el material depositado en el fondo de un medio

líquido por la acción de la gravedad.

2.4. FORMULACION DE LA HIPOTESIS

2.4.1. Hipótesis principal

La calidad y clasificación de las aguas del río San Juan, entre el tramo Yurajhuanca y Delta Upamayo, se puede determinar la categorización del agua según los Estándares de Calidad (ECAs conociendo los contenidos de metales pesados, contenido microbiológico y otros.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- La presencia de metales pesados, entre ellos Fe, As, Cd, Cr, Pb, Zn, determinan el contenido metálico contaminante de las aguas del río San Juan, entre el tramo Yurajhuanca y Delta Upamayo.
- La presencia de coliformes fecales y totales en los cursos de agua del río San Juan, determinan el contenido bacteriológico contaminante, entre el tramo Yurajhuanca y Delta Upamayo.

2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

2.5.1. Variables Independientes.

- Parámetros ECAs de Agua

Variables Dependientes.

- Resultados del Monitoreo Ambiental de las muestras de agua como: fisicoquímicos, químicos y Microbiológicos.

2.5.2. Variables Intervinientes.

- Contaminantes bacteriológica del agua residuales que ingresan al río San Juan.
- Actividades Mineras.
- Mantenimiento de sistemas de agua en mal estado.

2.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Unidad de medida	Escala
Concentración de metales	Son un grupo de elementos químicos que presentan una densidad alta. Son en general tóxicos para los seres humanos	Los metales pesados se encuentran libres y de forma natural en algunos ecosistemas y pueden variar en su concentración.	Fe, As, Cd, Cr, Pb, Zn	mg/l	continuo
ECAS agua	Son valores máximos permitidos de contaminantes en el ambiente. El propósito es garantizar la conservación de la calidad ambiental.	Parámetros para la formulación de valores límite, valores recomendados u otros valores mensurables relacionados con el medio ambiente.	• Decreto supremo	mg/l	continuo

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación a) Según su finalidad será aplicada, debido a que buscará conocer el problema de calidad del agua b) Según su alcance temporal será sincronica porque se estudiara en un periodo puntual, c) Por su profundidad es descriptiva por que se pretende describir las variables, d) Según su amplitud será micro, debido a que la investigación hará referencia al estudio de las variables en grupos pequeños, e) Según sus fuentes será primaria, debido a que la investigación utilizará datos de primera mano (medición en campo),f) Según su carácter es cuantitativo g) Según su naturaleza es empírica porque se trabaja con hechos de experiencia directa no manipulados h) Por su marco será de campo porque se observará el fenómeno en su ambiente natural.

3.2. METODOS DE LA INVESTIGACIÓN

El método de investigación utilizado fue descriptivo, se explicó la calidad de agua a través del comportamiento de las variables en estudio que son los parámetros fisicoquímico y bacteriológico.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

La presente investigación tiene un diseño no experimental. Que corresponde al

diseño descriptivo simple, debido a que se midió los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos con la finalidad de obtener datos de la calidad de agua.

M → O

Dónde: M= Muestra.

O= Observación.

En esta investigación nos limitamos a recoger la información que nos proporcionó la situación del momento y nos limitamos a suponer la influencia de variables extrañas.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de la investigación lo constituyen las aguas del Río San Juan entre el tramo Yurajhuanca y el Delta Upamayo.

La muestra lo constituye cada porción de agua monitoreada en cada punto seleccionado para los análisis físico-químico y microbiológico

Estación	DESCRIPCIÓN DE PUNTOS	COORDENADAS UTM	
E - 1	Río San Juan Estación de Bombeo N° 1- Yurajhuanca	18 L 0356415	UTM 8816622
E - 2	Río Quiulacocha 50 m antes confluencia con el Río San Juan	18L 0356857	UTM 8815888
E - 3	Río San Juan Puente los Ángeles Sacra Familia 01 Km aguas Abajo del Vertimiento del Río Quiulacocha	18 L 0357187	UTM 8813428
E - 4	Río San Juan 400m. antes de la Planta Concentradora de la Cia. Minera El Brocal-Huaraucaca	18 L 0357891	UTM 8806627
E - 5	Río San Juan 200 m. Antes del Vertimiento de la Quebrada Huachuacaja Huaraucaca	18 L 0360051	UTM 8805853
E - 6	Quebrada Huachuacaja (Descargas Cia. Minera El Brocal) Colquijirca	18 L 0360278	UTM 8805884
E - 7	Río San Juan Upamayo (01 Km. Antes de la Represa de Upamayo)	18 L 0361859	UTM 8797791

Tabla 1 Ubicación de las estaciones de monitoreo del río San Juan



Fig 6 Puntos de monitoreo en el tramo Yurajhuanca – Delta Upamayo
Referencia: propia

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La técnica de recolección de datos se realizó de fuentes primarias a través de un monitoreo en campo con ayuda de un equipo multiparametrico para agua Medidor PCD 650, el cual se cumplió con el cronograma establecido, el cual fue recolectado y se usó una ficha de monitoreo.

Además se realizó los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de las muestras de agua recolectadas llevadas al laboratorio Universidad Nacional de la Selva, para su análisis y posterior reporte.

3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Para el procesamiento de datos se utilizó la estadística descriptiva, tablas de frecuencias, gráficos y otros, con la finalidad de hacer un adecuado análisis e inferencia estadística.

3.7. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos en el monitoreo de parámetros de campo y resultados del laboratorio de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológico se trataran utilizando Excel.

3.8. SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

a. Datos Informativos

Nombre del Experto	Cargo e Institución donde labora	Autor del Instrumento
Mg. Lucio ROJAS VITOR	Docente de la Facultad de Ingeniería Ambiental	Milagros Sarita MORALES RUBIN

b. Aspectos de la Evaluación

Indicadores	CRITERIOS	Nunca 10 - 20	Regular 21 - 40	Bueno 41 - 60	Muy Bueno 61 - 80	Excelente 81 - 100
Claridad	Esta formulado con un lenguaje Apropiado				75	
Objetividad	Esta expresado en capacidad observable			59		
Actualidad	Adecuado a la				75	

Organización	Autoevaluación Existe una organización lógica		73
Suficiente	Los ítems son suficientes y necesarios para evaluar los indicadores precisados	60	
Consistencia. Coherencia	Emplea Teorías Científicas Existe correlación entre indicadores y variables	60	76
Metodología	La estrategia corresponde al propósito descriptivo		75

c. Puntaje Total:69.13 puntos

Lugar y Fecha	DNI	Teléfono
Pasco , junio del 2019	71054171	967292857

De acuerdo a los puntajes obtenidos en cada uno de los indicadores de evaluación son muy significativos, alcanzando un puntaje promedio de validez por el experto de 69.13 puntos. Lo que significa que el instrumento es válido, puesto que para el investigador le ha permitido medir.

3.9. ORIENTACIÓN ÉTICA

El trabajo de investigación estuvo orientado específicamente en la del río San Juan se debe porque es el principal tributario de sus aguas al Lago Chinchaycocha y da inicio del río Mantaro. Esto hace que la contaminación del río San Juan se extienda a estos otros recursos hídricos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DESCRIPCION DEL TRABAJO DE CAMPO

4.1.1. Establecimientos de Puntos de Monitoreo

Para llevar a cabo este trabajo se han seleccionado los puntos de monitoreo, según la Directiva para el establecimiento de puntos de muestreo de la DIGESA cumpliendo los siguientes criterios:

- **Identificación.** - La estación debe ser identificada y reconocida claramente de manera que permita su ubicación exacta en muestreos futuros. De preferencia en la determinación de la ubicación se utilizará el sistema de posicionamiento satelital, tipo GPS.
- **Accesibilidad.** - Que permita un rápido y seguro acceso al lugar establecido para tomar la muestra.
- **Representatividad.** - Evitar zonas de embalse o rápidos no característicos del cuerpo de agua a menos que sea el objeto de la evaluación.

A. Muestreo del Agua

a. Protocolo DIGESA

Es importante considerar etapas que se tiene que dar en un proceso de muestreo, con la finalidad que la muestra sea lo más representativa posible y así asegurar la integridad desde su recolección hasta el reporte de los

resultados; por ello se debe de tener en cuenta lo siguiente:

Dada la presencia de los metales pesados en el medio ambiente y para evitar contaminaciones en el muestreo; el proceso de toma de muestra, se realiza mediante el Protocolo de Monitoreo elaborado por DIGESA, en el cual se requiere unas precauciones especiales para que las muestras mantengan las mismas características que tenían en su lugar de procedencia. Se deben emplear recipientes de polietileno, procedimientos adecuados, evitando toda contaminación accidental con un transporte correcto al laboratorio una conservación en condiciones satisfactorias.

Se procura realizar el muestreo en la zona de máxima corriente del agua y se evita remover el fondo o provocar agitación. La toma del agua se realiza en recipientes de polietileno de alta densidad, lavados en el laboratorio con ácido nítrico diluido y tres veces con el agua del Río objeto a muestrear.

Sin embargo, las muestras recogidas serán enviadas dentro del plazo de tiempo del protocolo al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS Tingo María) y a la DIRESA PASCO.

a. Consideraciones del Protocolo de monitoreo

- 1° La localización de los puntos de monitoreo, verificando la ubicación en las cartas nacionales y con la ayuda del GPS se obtiene las coordenadas exactas.
- 2° Para toma de muestra en ríos evitar áreas de turbulencia excesiva, considerando la profundidad, la velocidad de la corriente y la distancia de separación entre ambas orillas.
- 3° El personal a muestrear se colocará en dirección opuesta al flujo e independientemente del tipo de muestreo que utilice, deberá enjuagar

dos o tres veces el encase con el agua que se va a coger (a menos que el envase contenga un preservante), el llenado de los envases es completo

4° Es conveniente revisar el tipo de recipiente a utilizar por parámetro a evaluar, así como el volumen mínimo de muestra, procedimientos de preservación y tiempo de mantenerse la muestra preservada.

5° Para prevenir confusiones en la identificación de las muestras, se deberá colocar a cada envase la etiqueta correspondiente después de la toma de muestra.

6° Registrar toda la información referente a las observaciones de campo en un cuaderno apropiado.

b. Trabajo en Campo

Identificación del punto de muestreo

La localización de los puntos de muestreo es muy importante y es establecida previamente en el plan de muestreo, claramente identificados de acuerdo al procedimiento establecido. En campo deberá verificarse la existencia de todos los vertimientos, se verificará el posicionamiento geográfico.

Toma de muestra

Recoger las muestras del río en aguas en movimiento, nunca en reposo. Luego se procederá a colocar el envase contra el sentido contra la corriente. Los envases para análisis físico-químico se deben enjuagar según las veces que sea necesario, y mas no para microbiológicos.

Medición de caudal

Los principales métodos utilizados en el campo para medir los caudales de

descarga de aguas residuales de tipo industrial; las cuales comprenden básicamente técnicas de fácil aplicación, con resultados altamente confiables. Se recomienda en empleo de una boya midiendo el tiempo y la distancia recorrida para una sección de río-

Identificación del punto de muestreo

La localización de los puntos de muestreo es establecida con la ayuda del Sistema de Posicionamiento Geográfico (GPS) se obtienen las coordenadas exactas.

La toma de muestra

Es conveniente revisar el tipo de recipiente a utilizar por parámetro a evaluar, así como el volumen mínimo de muestra necesario, los procedimientos de preservación y el tiempo que puede mantenerse la muestra preservada.

Manipulación y preservación de la muestra

Los procedimientos para la manipulación de muestras, así como la cantidad y tipo de preservante se encuentran detallados en los anexos

La muestra debe de llegar al laboratorio con una identificación o etiquetado numerada. Los frascos y contenedores deberán ser rotulados correctamente; la rotulación se realizará en el frasco y no en la tapa. Cada caja de muestras debe portar su cadena de custodia correspondiente. Antes de la toma de muestra deberá codificarse el número de muestra que se está tomando, con la finalidad de poner la etiqueta después de haber tomado la muestra.

Transporte y seguridad

Se tendrá cuidado especial en el transporte de los envases con muestra,

equipos y reactivos, por lo que se sujetará en el interior del vehículo a fin de evitar los efectos de las vibraciones durante el transporte, impidiendo así que se deslicen o vibren

Las muestras se deben entregar al laboratorio en el menor tiempo posible, preferentemente dentro de las 24 horas de realizado el muestreo.

El procedimiento de muestreo

Se utilizó el Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos dados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

4.1.2. Determinaciones de Parámetros de Campo

A. Determinaciones “in situ” con equipo Multiparámetro de la UNDAC

Los parámetros fisicoquímicos que se han determinado in situ son:

- Acidez (pH)
- Temperatura (°C)
- Sólidos Disueltos Totales (SDT)
- Oxígeno Disuelto, (OD)

a. Determinación de la Temperatura, OD, SDT y pH

Los sólidos totales disueltos del agua, SDT, nos da una estimación acerca de la concentración aproximada de las sales minerales presentes, lo que es de importancia, especialmente si las aguas están destinadas a la producción de agua potable.

La temperatura en las aguas es un parámetro importante por su efecto en otras propiedades; por ejemplo, aceleración de reacciones químicas, reducción de la solubilidad de gases, intensificación de olores y sabores.

La temperatura viene afectada por la época de la determinación, el caudal, la hora del día y la calidad del agua.

Estos parámetros se han medido en trabajos de campo, mediante un equipo multiparámetro portátil marca Hanna graduado en ms/cm (conductividad) y graduado en décimas de grado centígrado (temperatura).

El mismo, antes de su utilización se realiza el procedimiento de calibración automática utilizando una solución de referencia para hacer una calibración simultánea de los parámetros: pH y conductividad. El equipo constituye con una botella de solución estándar y un vaso plástico de calibración para este propósito. La calibración se realiza antes de la toma de muestra en cada punto de monitoreo, con la finalidad de obtener resultados confiables.

b. Conservación y Traslado de las muestras

Este trabajo se realiza considerando que las muestras colectadas sean conservadas en cajas cooler's con una temperatura de refrigeración (4°C), disponiendo para ello con preservantes de temperatura (Ice pack, hielo seco, otros); con el objeto de evitar posibles alteraciones químicas de las mismas durante el tiempo que transcurre en la toma de muestra y su análisis en el Laboratorio fisicoquímico de la DIGESA. Además, los envases son colocados en forma ordenada a fin de evitar los daños, quebraduras o derrames.

Para el análisis de metales, es necesario realizar la preservación de las muestras con ácido nítrico al 5%, con la finalidad de bajar a un pH ácido (pH=4) que es requerido para su análisis.

Las muestras se trasladan al laboratorio en el menor tiempo posible, preferentemente dentro de las 24 horas de realizado el muestreo,

adjuntando el oficio correspondiente y las fichas de ingreso al laboratorio.

B. Determinación de Metales pesados (Laboratorio de suelos UNAS)

En este trabajo se estudia 07 metales pesados: cadmio, cromo, cobre, plomo zinc, hierro y manganeso. La determinación del contenido metálico se ha realizado por procedimientos normalizados de operación y los métodos normalizados para el análisis de agua potable y residual. Sin embargo, se debe cumplir con el protocolo respectivo para conservar y transportar las muestras hasta su destino el laboratorio de análisis refrigerando 1,0 L de muestra para cada metal a 4°C y a un pH < 2,0.

- Utilizar frascos de plástico con tapa y limpios
- Enjuagar el frasco por lo menos tres veces con la muestra.
- Al tomar la muestra llenar el frasco hasta aproximadamente un litro, adicionar 1,0 ml de ácido nítrico concentrado e inmediatamente tapar.
- Mantener la muestra en contenedores a 4°C aprox. (no se debe congelar la muestra).
- El tiempo desde la recolección de la muestra hasta el inicio del análisis no debe exceder de 30 días.
- Identificar el lugar, fecha y hora de muestreo, tipo de muestra, persona encargada de tomar la muestra y otras observaciones adicionales.

C. Determinación microbiológica (Laboratorio DIRESA-PASCO)

Las muestras para los análisis microbiológicos de los puntos de monitoreo establecidos en el Río San Juan, fueron representativas y se examinaron en el menor tiempo posible, el proceso de toma de muestras se realizó mediante el Protocolo de Monitoreo elaborado por DIGESA, considerando todos los criterios.

Para este trabajo de investigación se han considerado el análisis de coliformes fecales y coliformes totales, por considerar el número de organismos coliformes en los excrementos humanos muy grande. Su presencia en el agua es considerada como índice evidente de la ocurrencia de contaminación fecal y por lo tanto de contaminación con organismos patógenos.

Los coliformes fecales son microorganismos con una estructura parecida a la de una bacteria común que se llama *Escherichia coli* y se transmiten por medio de los excrementos. La *Escherichia* es una bacteria que se encuentra normalmente en el intestino del hombre y en el de otros animales. Hay diversos tipos de *Escherichia*; algunos no causan daño en condiciones normales y otros pueden incluso ocasionar la muerte.

Formas patógenas de *Escherichia* y de otras bacterias (que por tener forma similar se denominan genéricamente coliformes fecales) se transmiten, entre otras vías, a través de las excretas y comúnmente por la ingestión o el contacto con agua contaminada.

Los coliformes no solamente provienen de los excrementos humanos sino también pueden originarse de animales de sangre caliente, animales de sangre fría y en el suelo. Por lo tanto, la presencia de coliformes de aguas superficiales indica contaminación proveniente de residuos humanos, animales o erosión del suelo separadamente, o de una combinación de las tres fuentes. Aunque no es posible distinguir entre coliforme de origen humano o animal existe un ensayo especial para diferenciar entre coliforme fecal y coliforme del suelo, utilizando el medio de cultivo EC para incubación a $44,5_{\pm 0,2}$ °C durante $24_{\pm 2}$ h, aplicable

en estudios de contaminación de Ríos. En nuestro caso el ensayo para el grupo coliforme se realizó mediante la técnica de filtro membrana.

4.2 PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El contraste se hace teniendo en cuenta los Estándares de Calidad Ambiental según el Decreto supremo N° 004-2017-MINAM que aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua en la Categoría 1 Subcategoría A3 aprobación el 7 de junio del 2017.

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Subcategoría A3: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.

Se tomó esta determinación debido a que el río San Juan recibe descargas de material inorgánico de empresas mineras localizadas cercanas como Cerro SAC, Aurex, el Brocal, etc. y, si se desea contar con un agua de consumo humano será necesario el empleo de tecnología que emplee tratamiento avanzado. Al tener un agua con este tipo de tratamiento se podrá asegurar el empleo para bebida de animales, teniendo en cuenta que es zona no apropiada para la agricultura.

4.2.1. Análisis de Elementos Metalicos

A. Para el Cadmio

TABLA 2 ANALISIS DE CADMIO, (ppm)

Fecha	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	ECA
18/06/2018	0.03	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
18/07/2018	0.05	0.08	0.07	0.05	0.04	0.02	0.01	
18/08/2018	0.04	0.08	0.05	0.08	0.05	0.07	0.02	
18/09/2018	0.02	0.07	0.06	0.05	0.08	0.09	0.05	
18/10/2018	0.06	0.09	0.08	0.07	0.08	0.09	0.07	
18/11/2018	0.06	0.09	0.08	0.07	0.08	0.09	0.07	
18/12/2018	0.09	0.09	0.07	0.08	0.09	0.07	0.08	

Fuente: Propia de la Investigación.

Discusión del Cadmio

El cadmio no es un elemento esencial para la vida del hombre. La contaminación con este metal pesado proviene de la erosión de depósitos naturales o de escorrentía y filtraciones contaminadas como las que se encuentran en el río San Juan. La Estación

Los ECAs recomiendan como margen de seguridad un límite máximo permisible de 0,01 ppm para aguas tratables en la **Categoría 1** y **Subcategoría A3** para consumo humano. Sin embargo, dado el poder bioacumulativo del cadmio, se recomienda que la concentración en el agua tratada sea la menor posible.

Los análisis de la UNAS determinan que, en lo que respecta a este elemento las aguas están muy por encima del límite tolerante.

B. Para el Cobre

TABLA 3 ANALISIS DE COBRE, ppm

Fecha	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	OMS
18/06/2018	1.54	0.18	0.32	1.05	0.56	1.05	1.43	2.00
18/07/2018	1.87	0.25	0.39	1.99	0.58	1.09	1.75	
18/08/2018	1.99	0.34	0.54	1.85	1.99	1.43	1.87	
18/09/2018	2.86	1.34	1.54	2.89	2.99	2.43	2.87	
18/10/2018	2.99	1.65	1.87	1.99	2.89	2.87	2.99	
18/11/2018	2.99	1.65	1.87	1.99	2.89	2.89	2.99	
18/12/2018	2.88	1.76	1.99	1.88	2.76	2.99	2.76	

Fuente: Propia de la Investigación.

Discusión del cobre

En lo que respecta a los análisis llevados a cabo por UNAS, la estaciones E- 1, E-5, E-6 y E-7 presentan problemas de sobrepasar los límites máximos dados por los estándares nacionales para un

agua de **Categoría 1 y Subcategoría A3 (2,0 ppm).**

C. Para el Hierro

TABLA 4 ANALISIS DE HIERRO, ppm

Fecha	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	ECA
18/06/2018	45.56	7.60	10.9	43.32	42.19	41.86	13.86	5.00
18/07/2018	41.76	11.00	16.11	37.55	42.23	57.44	12.67	
18/08/2018	41.87	17.66	16.18	37.99	42.66	57.98	12.87	
18/09/2018	23.87	20.66	16.19	38.90	42.78	59.98	12.55	
18/10/2018	23.65	20.77	16.32	38.98	32.78	76.98	12.98	
18/11/2018	23.65	20.77	16.32	38.98	32.78	76.98	12.98	
18/12/2018	23.77	20.79	16.82	38.98	32.77	76.98	12.99	

Fuente: Propia de la Investigación.

Discusión del hierro

En lo que respecta a los análisis llevados a cabo por UNAS, todas las estaciones reportan niveles que sobrepasan los niveles dados por los ECAS. Esto conduce a entender que las aguas del San Juan están altamente concentradas en hierro de allí la coloración rojiza de estas aguas, incluso estos valores son tan altos (76,98 ppm) en los meses de octubre, noviembre y diciembre comparando con el ECA correspondiente (5,0 ppm) para un agua de **Categoría 1 y Subcategoría A3.**

D. Para el Zinc

TABLA 5 ANALISIS DE ZINC, ppm

Fecha	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	OMS
18/06/2018	6.80	0.25	0.48	0.76	0.32	4.31	8.10	3.00
18/07/2018	7.33	0.65	0.65	0.87	0.65	4.87	8.82	
18/08/2018	7.65	0.77	0.65	0.56	0.89	4.54	8.92	
18/09/2018	7.35	0.57	0.75	0.86	0.86	4.59	8.90	
18/10/2018	7.87	0.65	0.65	0.98	0.89	4.98	8.87	
18/11/2018	7.87	0.65	0.65	0.98	0.89	4.98	8.87	
18/12/2018	7.87	0.77	0.54	0.78	0.99	4.99	8.86	

Fuente: Propia de la Investigación.

Discusión del Zinc

En lo que respecta a los análisis llevados a cabo por la UNAS la estación E1 la E-7 presentan graves problemas de contaminación por este elemento metálico reportando mayores niveles de zinc mientras que la estación E-6 están prácticamente en el límite dado por los estándares de calidad para aguas de **Categoría 1 y Subcategoría A3**.

E. Para el Manganeso

TABLA 6 ANALISIS DE MANGANESO, ppm

Fecha	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	OMS
18/06/2018	8.67	0.29	0.66	4.33	3.66	1.99	4.25	0.4
18/07/2018	8.43	0.21	0.56	4.21	3.44	1.44	4.93	
18/08/2018	8.43	0.75	0.67	4.44	3.76	1.76	4.87	
18/09/2018	8.55	0.98	0.67	4.87	3.76	1.82	4.65	
18/10/2018	9.55	1.98	6.67	9.87	3.88	1.54	4.76	
18/11/2018	9.55	1.98	6.67	9.87	3.88	1.54	4.76	
18/12/2018	9.58	1.99	6.87	98.87	3.76	1.98	4.88	

Fuente: Propia de la Investigación.

Discusión del Manganeso

De forma similar al manganeso no es problema para la salud en pequeñas concentraciones.

Los ECAs recomiendan como margen de seguridad un límite máximo permisible de 0,5 ppm para aguas de consumo humano de **Categoría 1 y Subcategoría A3**. Sin embargo, los valores obtenidos sobrepasan los estándares en todas las estaciones monitoreadas durante el transcurso de todas las fechas muestreadas.

F. Para el Plomo

TABLA 7 ANALISIS DE PLOMO, ppm

Fecha	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	OMS
18/06/2018	0.70	0.40	0.52	0.42	0.36	0.57	0.66	0.01
18/07/2018	0.88	0.88	0.53	0.34	0.88	0.88	0.65	
18/08/2018	0.78	0.88	0.67	0.76	0.38	0.78	0.95	
18/09/2018	0.67	0.90	0.65	0.70	0.48	0.70	0.93	
18/10/2018	0.87	0.88	0.76	0.75	0.68	0.98	0.96	
18/11/2018	0.87	0.88	0.76	0.87	0.68	0.98	0.96	
18/12/2018	0.88	0.99	0.76	0.98	0.76	0.76	0.82	

Fuente: Propia de la Investigación.

Discusión del Plomo

Los ECAs recomiendan como margen de seguridad un límite máximo permisible de 0,05 ppm para aguas a potabilizar. Los análisis de la UNAS determinan que, en lo que respecta a este elemento las aguas del río San Juan están pasando este límite tolerante. Esto significa el alto grado de toxicidad que presentan las aguas contaminada por plomo

4.2.2. Resultados “In Situ” y Laboratorio con Equipos de La Undac

Con el fin de complementar a los análisis FQ realizados por la UNAS, se llevaron a cabo análisis “in situ” de otros parámetros importantes en las estaciones E-1 Yurajhuanca, E-4 Huaroucaca y E-7 Upamayo en dos fechas como se muestra en la tabla. Estos son los siguientes: Oxígeno Disuelto (OD), y Sólidos Disueltos Totales SDT.

Tabla 8 Análisis “in situ”UNDAC

FECHA	PARÁMETRO	Unidades	ECA Cat . 1 , Sub cat . A3	ESTACIONES			Equipo empleado
				E-1	E-4	E-7	
18/07/2018	T	°C	.....	8	10	10	Multiparámetro
	pH	Unid pH	5,5 - 9,0	8,02	8,01	8,00	Multiparámetro
	OD	Ppm	5,0 min	5,6	5,1	5,6	Multiparámetro
	SDT	Ppm	1 000	10	12	11	Laboratorio
18/11/2018	T	°C	.....	9	9	8	Multiparámetro
	pH	Unid pH	5,5 - 9,0	8,06	8,04	8,05	Multiparámetro
	OD	Ppm	5,0	5,05	5,03	5,06	Multiparámetro
	SDT	Ppm	1 000	7,21	7,31	7,22	Laboratorio

Fuente: Tabla elaborada por el tesista

Discusión de los análisis con los equipos de la UNDAC

A. El parámetro pH, el agua posee la propiedad natural de mantener constante su acidez bajo la presencia de pequeñas cantidades de ácidos o bases, entonces en el resultado de los análisis, se confirma una vez más de este fenómeno natural denominado “efecto buffer del agua”. Vemos que los valores obtenidos en los análisis, están dentro del rango de las aguas de **Categoría 1** y **Subcategoría A3**.

Prácticamente los valores encontrados en las estaciones A-1, A-4 y A-7 se mantienen constante a un valor de pH = 8,00 valor de la mayoría de las aguas superficiales. Esto nos indica que la hidrólisis iónica de las diferentes especies química se ven amortiguadas por el efecto buffer del agua.

B. El Oxígeno Disuelto (OD), permite la presencia de vida acuática aeróbica por ejemplo peces, y microorganismos. Este contenido de oxígeno, en su mayor cantidad proviene de la disolución de oxígeno atmosférico y, en segundo lugar, de fotosíntesis de plantas acuáticas

como algas, microalgas y otros. En el recorrido del río San Juan se observa la presencia de muchas algas las que proporcionan el oxígeno disuelto que reportan los análisis correspondientes. Por otro lado, al ser el río San Juan un sistema lótico, la aireación natural debido a la turbulencia de las aguas aseguran la oxigenación requerida.

Es recomendable que los valores de OD sean mayores a los valores clasificatorios de los ECAs puesto que aseguraría la inhibición de reacciones químicas de reducción o anaeróbicas productoras de gases malolientes, además de minimizar el costo de aireación en las plantas de tratamiento de aguas. Los resultados de análisis nos indican que se supera ligeramente esos valores y que la no presencia de fauna acuática en el río San Juan se debe a la cantidad de material inorgánico presente y no a la falta de oxígeno.

C. Los Sólidos Disueltos Totales (SDT) son mayormente debido a la materia inorgánica soluble en agua como óxidos, sulfuros, carbonatos, etc. Los cuales producen coloración al agua. Sin embargo, los análisis nos indican que el contenido de estos sólidos, están muy por debajo del valor clasificatorio del agua (7,21 a 12 ppm de 1000 ppm).

Este valor permitirá un ahorro en la sedimentación de una planta de tratamiento y causará pocos problemas de formar incrustaciones por lodos en las tuberías.

4.2.3. Resultados de Análisis Microbiológico

Los estándares de calidad nos dan valores en NMP/100 mL, la Diresa Pasco tiene que emplear la técnica de análisis empleando tubos múltiples que reportan en esas unidades.

Tabla N° 9 Parámetros Microbiológicos ECAs

PARÁMETRO	UNIDADES	Aguas superficiales destinadas a la producción de Agua Potable		
		A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	0	2 000	20 000
Coliformes Totales	NMP/100 mL	50	3 000	50 000

Fuente ECAs: Decreto supremo N° 02-2008- MINAM

Tabla N° 10 Análisis de coliformes totales, NMP/100 mL							
Fecha	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7
15-06-18	5	6	7	6	6	5	8
15-07-18	6	7	6	4	4	6	6
15-08-18	7	4	7	5	3	7	8
15-09-18	8	7	4	3	5	5	8
15-10-18	10	7	5	4	6	5	9

Fuente: DIRESA PASCO

Tabla N° 11 Análisis de coliformes fecales, NMP/100 mL							
Fecha	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7
15-06-18	2	1	1	3	4	3	1
15-07-18	2	4	2	1	2	1	1
15-08-18	2	4	3	3	2	1	1
15-09-18	3	2	1	3	2	3	2
15-10-18	2	1	1	1	2	3	1

Fuente: DIRESA PASCO

Discusión de los coliformes totales y fecales

Los coliformes totales son bacilos Gram negativos, aerobios y anaerobios facultativos, oxidasa negativos y no producen esporas. La

procedencia de estos coliformes puede ser el suelo, las plantas, etc.

El Análisis Microbiológico reporta que, si bien en coliformes totales no se supera los límites, también en los fecales no se superan estos límites.

Esta última contaminación se debe a la presencia de ganado en la zona preferentemente, aunque en algunos lugares provienen de algunas descargas de aguas residuales cuando el río pasa cerca de las ciudades como es el caso de Yurajhuanca y la zona de pastoreo.

4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS

La calidad y clasificación de las aguas del río San Juan, entre el tramo Yurajhuanca y Delta Upamayo, se puede mencionar que el agua presenta una elevada presencia de metales disueltos en el agua según los Estándares de Calidad (ECAs) conocido los resultados emitidos por la Universidad Nacional Agraria de la Selva, y con respecto a los análisis microbiológico y otros no presenta problemas en este parámetro.

Sobre la Hipótesis Específicas podemos mencionar que:

La presencia de metales pesados, en los siguientes elementos como: Fe, As, Cd, Cr, Pb y Zn, se determinaron el contenido de sus concentraciones de las aguas del río San Juan, entre el tramo Yurajhuanca y Delta Upamayo, el cual muestra valores que superan los límites establecidos.

En cuanto a la presencia de coliformes fecales y totales en los cursos de agua del río San Juan, determinan el contenido bacteriológico contaminante en donde se determinó que no superan los límites ECA de agua establecido.

4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Estudios realizados en la Universidad Nacional Agraria de la Selva

La concentración de cadmio los análisis de la UNAS determinan que, en lo que respecta a este elemento las aguas están muy por encima del límite tolerante.

En los análisis llevados a cabo por UNAS, las estaciones E- 1, E-5, E-6 y E-7 presentan problemas de concentraciones de cobre al sobrepasar los límites máximos dados por los estándares nacionales para un agua de **Categoría 1 y Subcategoría A3 (2,0 ppm)**.

Las aguas del río San Juan muestran altas concentraciones en hierro por lo que muestra una coloración rojiza de estas aguas, incluso estos valores son tan altos (76,98 ppm).

Las estaciones de E1 y E-7 presentan graves problemas de contaminación de zinc, de la misma forma con el elemento manganeso.

Respecto a este elemento plomo las aguas del río San Juan están pasando este límite tolerable. Esto significa el alto grado de toxicidad que presentan las aguas.

Estudios realizados en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Los valores encontrados en las estaciones A-1, A-4 y A-7 se mantienen constante a un valor de pH = 8,00 valor de la mayoría de las aguas superficiales

En el recorrido al río San Juan, se puede observar la presencia de algas, lo que indica que en cuanto al oxígeno disuelto están dentro de los

límites del ECA del agua.

Los análisis nos indican que el contenido de estos sólidos totales disueltos, están muy por debajo del valor clasificatorio del agua (7,21 a 12 ppm de 1000 ppm).

Estudios realizados en DIGESA

El Análisis Microbiológico reporta en coliformes totales no se supera los límites como también en los fecales no se superan estos límites.

CONCLUSIONES

- Para determinar la calidad de agua del río San Juan se tuvo que seleccionar en la clasificación de los Estándares de Calidad Ambiental, ECAs de acuerdo al Decreto supremo N° 004-2017-MINAM, en Categoría 1 Subcategoría A3 que presenta mayor dificultad de tratamiento para obtener un agua libre de contaminantes. De esta manera podríamos contrastar con los resultados.
- En lo referente al contenido metálico: el cadmio, el hierro, el Manganeso y el plomo sobrepasan todos los límites de los Estándares de Calidad Ambiental en todas las estaciones y en todas las fechas, lo que indica la alta contaminación de este tipo de material en las aguas. Lo que no sucede con el cobre y el zinc que tienen momentos de poca contaminación en algunas fechas de análisis.
- En la determinación con los equipos de la UNDAC determinamos que el pH siempre se encontraba dentro de los valores permisible debido al efecto buffer, fenómeno natural del agua de mantener constante la acidez mientras las concentraciones de OH^- e H^+ no sean grandes. Hay pocos sólidos disueltos totales, SDT, lo que se puede observarse en la coloración rojiza (principalmente iones Fe^{+++}). Hay presencia de oxígeno disuelto, OD, propia de los sistemas lóticos como es el río San Juan, esto permitiría la vida acuática pero por el contenido alto de metales, sólo la flora acuática subsiste ya que es más tolerante a la contaminación metálica que la fauna.
- Se comprobó la existencia de coliformes totales y fecales en todas las estaciones monitoreadas, aunque con valores bajos que oscilan entre 1 y 10 NMP/100 mL de muestra.

En conclusión, el río San Juan está altamente contaminado y su recuperación demandaría altos costos de tratamiento.

RECOMENDACIONES

La primera recomendación es que el Ministerio del Ambiente tome cartas en el asunto y considere que un recurso natural hídrico como es el río San Juan deje de ser contaminado por las empresas minero-metalúrgicas ubicadas en la zona de influencia. Con mayor razón si se trata que el río San Juan es el nacimiento de otro río mucho más grande como es el río Mantaro.

La segunda recomendación es que se realicen periódicamente análisis de las aguas del río San Juan considerando más metales que los considerados en esta investigación como As, Sb, Ni, V, etc.

BIBLIOGRAFIA

- CARVAJAL, Lizardo. (1998) Metodología de la Investigación Científica. Curso general y Aplicado. 12^o- Ed. Cali: F.A.I.D. 139 p.
- COBO Bejarano, Héctor. (1998) Glosario de Metodología. 8^a. Ed. Cali: Impretec, 50 p.
- MARIANO SEOÁNEZ CALVO (1999) “Ingeniería del medio ambiente aplicado al medio natural contaminado” Ediciones Mundi Prensa – Madrid – España pág. 273- 498
- ALBERT LILIA, (1998). “toxicología Ambiental Publicación del Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. OPS, OMS
- AGÜERO P. ROGGER. (1997). “Agua potable para poblaciones Rurales” Asociación Servicios Educativos Rurales.
- Centro de Cultura Popular Labor, (2018) “Estudios en Poblaciones afectadas por metales pesados en Pasco”, Cerro de Pasco.
- PEINADO L.M (1988). “Grado de conocimiento del poblador sobre las condiciones del agua de consumo en la ciudad de Tarma”.
- QUILLATUPA I. Y Col (1993) “Contaminación de ecosistemas Acuáticos en la Región Andrés A. Cáceres Teoría y Praxis. Revista del Inst. de Inves. de la UNDAC
- RODRÍGUEZ MAYOR, L. (2001). *Tratamiento de aguas: procesos biológicos*. Documentación Curso de Verano UCLM “Procesos tecnológicos en el tratamiento de aguas”.
- ANDREWS, J.E.; BRIMBLECOMBE, P.; JICKELLS, T.D.; LISS, P.S.: *An Introduction to environmental chemistry* (Blackwell Science).
- ANGUITA: *Procesos Geológicos externos y Geología Ambiental* (Madrid, Ed. Rueda).

CONSULTAS WEB

- http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/rios/2008/SAN_JUAN_MANTA_RO_2008_ii.pdf
- <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/1570>
- GALDAMES ORTIZ, D. (2000). Ingeniería Ambiental & Medio Ambiente.
<http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/medioambiente.html>
- <http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/medioambiente.html>
- http://www.inrena.gob.pe/irh/blegal/ds/ds_929-73-ag.pdf
- <http://www.minag.gob.pe/cuencas-e-hidrograf-a/problem-tica.html>
- <http://www.conam.gob.pe/geo/ii31b.htm>
- http://www.peruecologico.com.pe/lib_c23_t01.htm
- bp0.blogger.com/.../uE63gmgGfhs/s400/mantaro.jpg
- <http://water.usgs.gov/gotita/phdiagram.html>
- <http://www.regionpasco.gob.pe/wps/notas-mas-leidas/remediacion-del-rio-san-juan-y-delta-del-upamayo-es-una-realidad>
- <https://andina.pe/agencia/noticia-inician-remediacion-rio-san-juan-y-delta-upamayo-sierra-central-597467.aspx>
- <http://www.biologia.edu.ar/index.html>
- <http://www.w2oenvironment.net>
- <http://gestion.pe/noticia/235774/proinversion-concederia-abril-buena-pro-planta-chira>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_aguas_residuales
- <http://www.agualatinoamerica.com/docs/pdf/DeLaLaveSepOct02.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1

Decreto supremo N° 004-2017- MINAM

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

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

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ ⁻) (d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

Continuación

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₈ - C ₄₀)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos	(e)	1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodichlorometano	mg/L	0,06	**	**
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organofosforados				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrín + Dieldrín	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difeníl Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrín	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
II. CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	Nº Organismo/L	0	**	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0	**	**
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Anexo 2 Análisis Físico – Químico de las muestras del río San Juan


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Tingo María
 Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos
 Av. Universitaria s/n Telef. 562342 – Fax 561156 Apdo. 156
 an@unagselva.edu.pe / unagselva1.com



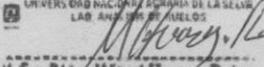
ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: MORALES RUBIN, Milagros Sarita			Procedencia: Río San Juan, Pasco						
Datos de la muestra			RESULTADOS DE ANÁLISIS VÍA A.A, ppm						
Código	Tipo	Puntos Monit.	.....	Cd	Cu	Fe	Zn	Mn	Pb
M0970	Agua	E-1		0.03	1.54	45.56	6.80	8.67	0.70
M0971	Agua	E-2		0.01	0.18	7.60	0.25	0.29	0.40
M0972	Agua	E-3		0.01	0.32	10.90	0.48	0.66	0.52
M0973	Agua	E-4		0.01	1.05	43.32	0.76	4.33	0.42
M0974	Agua	E-5		0.01	0.56	42.19	0.32	3.66	0.36
M0975	Agua	E-6		0.01	1.05	41.86	4.31	1.99	0.57
M0976	Agua	E-7		0.01	1.43	13.86	8-10	4.25	0.66

Fecha de análisis: 18 junio 2018

Muestreado: Por interesado.




M.Sc. Bgo. Miguel Huayta Rojas
 JEFE


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Tingo María
 Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos
 Av. Universitaria s/n Telef. 562342 – Fax 561156 Apdo. 156
 an@unagselva.edu.pe / unagselva1.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: MORALES RUBIN, Milagros Sarita			Procedencia: Río San Juan, Pasco						
Datos de la muestra			RESULTADOS DE ANÁLISIS VÍA A.A, ppm						
Código	Tipo	Puntos Monit.	.....	Cd	Cu	Fe	Zn	Mn	Pb
M0980	Agua	E-1		0.05	1.87	41.76	7.33	8.43	0.88
M0981	Agua	E-2		0.08	0.25	11.00	0.65	0.21	0.88
M0982	Agua	E-3		0.07	0.39	16.11	0.65	0.56	0.53
M0983	Agua	E-4		0.05	1.99	37.55	0.87	4.21	0.34
M0984	Agua	E-5		0.04	0.58	42.23	0.65	3.44	0.30
M0985	Agua	E-6		0.02	1.09	57.44	4.87	1.44	0.88
M0986	Agua	E-7		0.01	1.75	12.67	8.82	4.93	0.65

Fecha de análisis: 18 julio 2018

Muestreado: Por interesado.




M.Sc. Bgo. Miguel Huayta Rojas
 JEFE



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo Maria

Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Telef: 562342 – Fax 561156 Aptdo. 156
Analizados@unasa.edu.pe



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: MORALES RUBIN, Milagros Sarita			Procedencia: Río San Juan, Pasco						
Datos de la muestra			RESULTADOS DE ANALISIS VIA A.A. ppm						
Código	Tipo	Puntos Monit.	.....	Cd	Cu	Fe	Zn	Mn	Pb
M0990	Agua	E-1		0.04	1.99	41.87	7.65	8.43	0.78
M0991	Agua	E-2		0.08	0.34	17.66	0.77	0.75	0.88
M0992	Agua	E-3		0.05	0.54	16.18	0.65	0.67	0.67
M0993	Agua	E-4		0.08	2.85	37.99	0.56	4.44	0.76
M0994	Agua	E-5		0.05	1.99	42.66	0.89	3.76	0.38
M0995	Agua	E-6		0.07	1.43	57.98	4.54	1.76	0.78
M0996	Agua	E-7		0.02	1.87	12.87	8.92	4.87	0.95

Fecha de análisis: 18 agosto 2018

Muestreado: Por interesado.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
M. Sc. Bigo. Miguel Huaya Rojas
JEFE



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo Maria

Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Telef: 562342 – Fax 561156 Aptdo. 156
Analizados@unasa.edu.pe

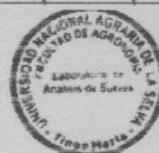


ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: MORALES RUBIN, Milagros Sarita			Procedencia: Río San Juan, Pasco						
Datos de la muestra			RESULTADOS DE ANALISIS VIA A.A. ppm						
Código	Tipo	Puntos Monit.	.....	Cd	Cu	Fe	Zn	Mn	Pb
M1990	Agua	E-1		0.02	2.86	23.87	7.35	8.55	0.67
M1991	Agua	E-2		0.07	1.34	20.66	0.57	0.98	0.90
M1992	Agua	E-3		0.06	1.54	16.19	0.75	0.67	0.65
M1993	Agua	E-4		0.05	1.85	38.90	0.86	4.87	0.70
M1994	Agua	E-5		0.08	2.99	42.78	0.86	3.76	0.48
M1995	Agua	E-6		0.09	2.43	59.98	4.59	1.82	0.70
M1996	Agua	E-7		0.05	2.87	12.55	8.90	4.65	0.93

Fecha de análisis: 18 setiembre 2018

Muestreado: Por interesado.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
M. Sc. Bigo. Miguel Huaya Rojas
JEFE



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo Maria

Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universidad s/n Teléf. 0527507 – Fax 0527154 Aptdo. 156
Analisisdesuelosunaj@hotmail.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: MORALES RUBIN, Milagros Sarita			Procedencia: Rio San Juan, Pasco						
Datos de la muestra			RESULTADOS DE ANÁLISIS VÍA A.A, ppm						
Código	Tipo	Puntos Monit.	Cd	Cu	Fe	Zn	Mn	Pb	
M2000	Agua	E-1	0.06	2.99	23.65	7.87	9.55	0.87	
M2001	Agua	E-2	0.09	1.65	20.77	0.65	1.98	0.88	
M2002	Agua	E-3	0.08	1.87	16.32	0.65	6.67	0.76	
M2003	Agua	E-4	0.07	1.99	38.98	0.98	98.87	0.75	
M2004	Agua	E-5	0.08	2.89	32.78	0.89	3.88	0.68	
M2005	Agua	E-6	0.09	2.87	76.98	4.98	1.54	0.98	
M2006	Agua	E-7	0.07	2.99	12.98	8.87	4.76	0.96	

Fecha de análisis: 18 octubre 2018

Muestreado: Por interesado.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS
M. Huaya
H.Sc. Bgo. Miguel Huaya Rojas
J E F E

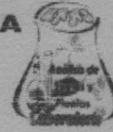


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n. Telef. 367342 – Fax 503156 Apdo. 156
analisissuelos@unasa.edu.pe



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: MORALES RUBIN, Milagros Sarita			Procedencia: Rio San Juan, Pasco						
Datos de la muestra			RESULTADOS DE ANÁLISIS VÍA A.A. ppm						
Código	Tipo	Puntos Monit.	.....	Cd	Cu	Fe	Zn	Mn	Pb
M2050	Agua	E-1		0.06	2.99	23.65	7.87	9.55	0.87
M2051	Agua	E-2		0.09	1.65	20.77	0.65	1.98	0.88
M2052	Agua	E-3		0.08	1.87	16.32	0.65	6.67	0.76
M2053	Agua	E-4		0.07	1.99	38.98	0.98	98-87	0.75
M2054	Agua	E-5		0.06	2.89	32.78	0.89	3.88	0.68
M2055	Agua	E-6		0.09	2.87	76.98	4.98	1.54	0.98
M2056	Agua	E-7		0.07	2.99	12.98	8.87	4.76	0.96

Fecha de análisis: 18 noviembre 2018

Muestreado: Por interesado.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS
Miguel Huaya Rojas
M.S. Digo. Miguel Huaya Rojas
J E F E



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/o Teléf. 562362 – Fax 561156 Aptdo. 156
analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: MORALES RUBIN, Milagros Sarita			Procedencia: Rio San Juan, Pasco						
Datos de la muestra			RESULTADOS DE ANÁLISIS VÍA A.A, ppm						
Código	Tipo	Puntos Monit.	.....	Cd	Cu	Fe	Zn	Mn	Pb
M2070	Agua	E-1		0.09	2.88	23.77	7.87	9.58	0.88
M2071	Agua	E-2		0.09	1.76	20.79	0.77	1.99	0.99
M2072	Agua	E-3		0.07	1.99	16.82	0.54	6.87	0.99
M2073	Agua	E-4		0.08	1.88	39.98	0.78	98.87	0.98
M2074	Agua	E-5		0.09	2.76	32.77	0.99	3.76	0.76
M2075	Agua	E-6		0.07	2.99	76.98	4.99	1.98	0.76
M2076	Agua	E-7		0.08	2.76	12.99	8.86	4.88	0.82

Fecha de análisis: 18 diciembre 2018

Muestreado: Por interesado.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS
M. Morales
H. Sc. Bgo. Miguel Huaya Rojas
JEFE

Anexo 3 Análisis Microbiológico de las muestras del río San Juan



GOBIERNO REGIONAL PASCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD PASCO
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"



ÁREA LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 001 – AR - 2018

Solicitante :	Milagros Sarita Morales Rubín
Dirección :	Pasco

DATOS DEL MUESTREO

Proced. de la muestra: **RÍO SAN JUAN**
Localidad : **PASCO**

CONTROL LABORATORIO

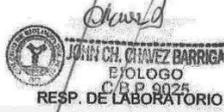
Fecha de recepción : **14/06/2018**
Fecha de inicio del ensayo: **15/06/2018**

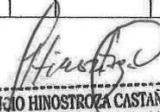
Distritos

Muestreado por: **interesada**

RESULTADOS

CODIGO LABORATORIO	FECHA MUESTREO	MUESTRA		ENSAYOS				
		Tipo	Punto de muestreo	Coliformes Totales 35°C (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales 44.5 °C (NMP/100 ml)	pH	Turbidez (UNT)	Cloro residual
9000	Agua	E-1	5	2	....	.....
9001	Agua	E-2	6	1	....	.....
9002	Agua	E-3	7	1	....	.....
9003	Agua	E-4	6	3	....	.....
9004	Agua	E-5	6	4	....	.....
9005	Agua	E-6	5	3	....	.....
9006	Agua	E-7	8	1	....	.....



JOHN CH. CHAVEZ BARRIGA
E/OLOGO
C/B.P. 9025
RESP. DE LABORATORIO


Mg. LUCIO HINOSTROZA CASTAÑEDA
Director Ejecutivo de Salud Ambiental
DIRESA - PASCO
V°B° DIRECCION



GOBIERNO REGIONAL PASCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD PASCO
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"



ÁREA LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 002 – AR - 2018

Solicitante	Milagros Sarita Morales Rubín
Dirección	: Pasco

DATOS DEL MUESTREO

Proced. de la muestra: **RÍO SAN JUAN**
Localidad : **PASCO**

CONTROL LABORATORIO

Fecha de recepción : **14 /07/2018**
Fecha de inicio del ensayo: **15/07/2018**

Distritos

Muestreado por: **interesada**

RESULTADOS

CODIGO LABORATORIO	FECHA MUESTREO	MUESTRA		ENSAYOS				
		Tipo	Punto de muestreo	Coliformes Totales 35°C (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales 44.5 °C (NMP/100 ml)	pH	Turbidez (UNT)	Cloro residual
9060	Agua	E-1	6	2	.....	.....
9061	Agua	E-2	7	4	.....	.....
9062	Agua	E-3	6	2	.....	.....
9063	Agua	E-4	4	1	.....	.....
9064	Agua	E-5	4	2	.....	.....
9065	Agua	E-6	6	1	.....	.....
9066	Agua	E-7	6	1	.....	.....

JOHN CH. CRUZ BARRIA
BIOLOGO
C.B.P. 9025
RESP. LABORATORIO

Mg. LUCIO HINOSTROZA CASTAÑEDA
Director Ejecutivo de Salud Ambiental
DIRESA - PASCO
V° B° DIRECCIÓN



GOBIERNO REGIONAL PASCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD PASCO
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"



ÁREA LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 003 - AR - 2018

Solicitante :	Milagros Sarita Morales Rubín
Dirección :	Pasco

DATOS DEL MUESTREO

Proced. de la muestra: RÍO SAN JUAN
Localidad : PASCO

CONTROL LABORATORIO

Fecha de recepción : 14/08/2018
Fecha de inicio del ensayo: 15/08/2018

Distritos

Muestreado por: interesada

RESULTADOS

CODIGO LABORATORIO	FECHA MUESTREO	MUESTRA		ENSAYOS				
		Tipo	Punto de muestreo	Coliformes Totales 35°C (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales 44.5 °C (NMP/100 ml)	pH	Turbidez (UNT)	Cloro residual
9080	Agua	E-1	7	2	.....	.....
9081	Agua	E-2	4	4	.....	.....
9082	Agua	E-3	7	3	.....	.....
9083	Agua	E-4	5	3	.....	.....
9084	Agua	E-5	3	2	.....	.....
9085	Agua	E-6	7	1	.....	.....
9086	Agua	E-7	8	1	.....	.....



JOHN CH. CHAVEZ BARRIGA
BIOLOGO
C.B.P. 9025
RESP. DE LABORATORIO

Mg. LUCIO HINOSTROZA CASTAÑEDA
Director Ejecutivo de Salud Ambiental
DIRESA - PASCO
V°B° DIRECCION



GOBIERNO REGIONAL PASCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD PASCO
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"



ÁREA LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 004 – AR - 2018

Solicitante	Milagros Sarita Morales Rubín
Dirección	: Pasco

DATOS DEL MUESTREO

Proced. de la muestra: RÍO SAN JUAN
Localidad : PASCO

CONTROL LABORATORIO

Fecha de recepción : 14 /09/2018
Fecha de inicio del ensayo: 15/09/2018

Distritos

Muestreado por: interesada

RESULTADOS

CODIGO LABORATORIO	FECHA MUESTREO	MUESTRA		ENSAYOS				
		Tipo	Punto de muestreo	Coliformes Totales 35°C (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales 44.5 °C (NMP/100 ml)	pH	Turbidez (UNT)	Cloro residual
9092	Agua	E-1	8	3	.....	.....
9093	Agua	E-2	7	2	.....	.....
9094	Agua	E-3	4	1	.....	.....
9095	Agua	E-4	3	3	.....	.....
9096	Agua	E-5	5	2	.....	.....
9097	Agua	E-6	5	3	.....	.....
9098	Agua	E-7	8	2	.....	.....



JOHN CH. CIVAREZ BARRIGA
BIOLOGO
C.B.P. 9025
RESPONSABLE LAB

Mg. LUCIO HINOSTROZA CASTAÑEDA
Director Ejecutivo de Salud Ambiental
DIRESA - PASCO
V° B° DIRECCIÓN



GOBIERNO REGIONAL PASCO
 DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD PASCO
 DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
 "Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"



ÁREA LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
 ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
 INFORME DE ENSAYO N° 004 – AR - 2018

Solicitante	Milagros Sarita Morales Rubin
Dirección	: Pasco

DATOS DEL MUESTREO

Proced. de la muestra: RÍO SAN JUAN
 Localidad : PASCO

CONTROL LABORATORIO

Fecha de recepción : 14 /10/2018
 Fecha de inicio del ensayo: 15/10/2018

Distritos

Muestreado por: interesada

RESULTADOS

CODIGO LABORATORIO	FECHA MUESTREO	MUESTRA		ENSAYOS				
		Tipo	Punto de muestreo	Coliformes Totales 35°C (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales 44.5 °C (NMP/100 ml)	pH	Turbidez (UNT)	Cloro residual
10091	Agua	E-1	10	2	.....	.....
10092	Agua	E-2	7	1	.....	.....
10093	Agua	E-3	5	1	.....	.....
10094	Agua	E-4	4	1	.....	.....
10095	Agua	E-5	6	2	.....	.....
10096	Agua	E-6	5	3	.....	.....
10097	Agua	E-7	9	1	.....	.....



JUAN CH. CUÑEZ BARRIGA
 BIOLOGO
 CBP 9025
 RESPONSABLE LAB

Mg. LUCIO HINOSTROZA CASTAÑEDA
 Director Ejecutivo de Salud Ambiental
 DIRESA - PASCO

V° B° DIRECCIÓN

Anexo 3: Inician remediación de río San Juan y Delta Upamayo en sierra central

Trabajos son impulsados por Activos Mineros SAC y empresas mineras



Lago Chinchaycocha, ubicado en Junín. Foto: ANDINA/Pedro Tinoco. 17:31|
Lima, feb. 4.

Se colocaron los primeros plantones del Plan de Cierre Integral de Pasivos Ambientales del río San Juan y Delta Upamayo, ubicados en la cabecera del lago Chinchaycocha, en las regiones de Junín y Pasco, se informó hoy.

El acto se desarrolló con la presencia de la presidenta del directorio de la estatal Activos Mineros SAC (Amsac), Rosario Patiño, autoridades locales, regionales y nacionales, así como representantes de las empresas El Brocal, Áurex, Volcan y Amsac.

Se precisó que los trabajos de remediación de los pasivos ambientales mineros demandarán una inversión superior a los 12 millones de soles y se ejecutarán en los citados lugares que se ubican en las comunidades

campesinas Cochamarca y Vicco, en Pasco; y San Pedro de Pari, en Junín.

El objetivo del proyecto es atender el más importante remanente de actividad minera pública y privada en la zona, estabilizando un área de más de 48 hectáreas en el Delta Upamayo, próxima al lago Chinchaycocha -el segundo más grande del país-, recuperando pastizales para la ganadería de las comunidades afectadas.

Esta remediación fue incorporada por primera vez en una agenda ambiental el 1999, año en el que crea la Comisión Ambiental Regional (CAR) Andina Central, cuyo presidente fue el actual gerente general de Amsac, Luis Egocheaga Young.

La actividad es resultado de acciones acordadas y consensuadas dentro del Plan de Manejo Ambiental Sostenible del lago Chinchaycocha 2012-2016, aprobado por RS 002-2012- Minam que, al igual que la Agenda Ambiental de 1999, integra acciones ambientales, económicas, sociales y culturales, para contribuir a superar la contaminación y la afectación de recursos naturales, propiedades de comunidades campesinas, y contribuir con la conservación de la biodiversidad de la Reserva Nacional de Junín, mediante la gestión ambiental pública y privada.

Obras

En el Delta Upamayo se neutralizarán suelos ácidos y se revegetará con especies nativas, adaptadas al embalse y desembalse que practica la empresa hidroeléctrica aledaña al delta, con el propósito de fijar los suelos y evitar impactos al lago Chinchaycocha y la dispersión de polvo en épocas de estiaje.

En el río San Juan, se removerá una capa de 20 centímetros de material

mineral depositado por el río y el perfilado de un tramo del cauce.

Amsac, en representación del Estado Peruano, y las empresas Sociedad Minera El Brocal, Cerro SAC (Volcán Cía. Minera S.A.A.) y Compañía Minera Aurífera Áurex S.A., han asumido la totalidad del proyecto, la remediación de mayor envergadura emprendida por el sector minero público y privado en el país.

Anexo 4 Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales

Parámetro	Tipo de frasco	Volumen de Muestra	Preservación	Tiempo de almacenaje
Acidez	P ó V (B)	100 ml	Refrigerar a 4°C	24h – 14d
Turbiedad	P ó V	100 ml	Refrigerar a 10°C	48 horas
Alcalinidad	P ó V	200 ml	Refrigerar a 4°C	48 horas
Dureza	P ó V	100 ml	Agregar HNO ₃ hasta pH < 2	6 meses
Sólidos	P ó V	1000 ml	Refrigerar a 4°C	2-7 días
Cloro residual	P ó V	500 ml	Analizar inmediatamente	2 horas
Cloruros	P ó V	100 ml	Refrigerar a 4°C	7 días
Fluoruros	P	300 ml	Refrigerar a 4°C	7 días
Sulfatos	P ó V	100 ml	Refrigerar a 4°C	25 días
Cianuros	P ó V	250 ml	Refrigerar, agregar NaOH hasta pH > 12	14 días en condiciones normales // 24 horas en presencia S ²⁻
Oxígeno disuelto	V	300 ml	Analizar inmediatamente	30 min.
DBO	P ó V	1000 ml	Refrigerar a 4°C	6h - 24 horas
DQO	P ó V	200 ml	Refrigerar, agregar H ₂ SO ₄ hasta pH < 2	28 días
Aceites y grasas	V	1000 ml	Refrigerar, agregar H ₂ SO ₄ hasta pH < 2	24 horas- 24 días
Hidrocarburos	V (C)	1000 ml	Refrigerar, agregar HCl hasta pH < 2	7 días
Nitrógeno	P ó V	250 ml	Refrigerar, agregar H ₂ SO ₄ hasta pH < 2	23 días
Nitrógeno Amoniacal		500ml		24 horas
Nitrógeno Orgánico		250ml		28 días
Nitratos	P ó V	100 ml	Refrigerar a 4°C SO ₄ H ₂ pH < 2	28 días
Nitritos	P ó V	100 ml	Refrigerar a 4°C	48 horas
Fósforo total	P ó V	100 ml	Refrigerar a 4°C SO ₄ H ₂ pH < 2	24 horas
Fósforo soluble				
Fósforo hidrolizable				
SAAM	P ó V	100 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
(Cd, Cu, Cr, Mn, Pb, Zn, Fe)	P ó V	500 ml	Agregar HNO ₃ hasta pH < 2	6 meses
Arsénico	P ó V	100 ml	Refrigerar, agregar HNO ₃ hasta pH < 2	6 meses
Mercuri	V	100 ml	Refrigerar, agregar H ₂ SO ₄ hasta pH < 2	28 días
Bacterias heterotróficas	* V/P	200 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas



Foto 01 Equipo multiparámetro HACH de la UNDAC para el análisis de aguas



Foto 02 muestra turbia para el análisis de aguas



Foto 03 Muestra algo clara para el análisis de aguas



Foto 04 río San Juan mostrando aguas turbias en tiempo de lluvias



Foto 05 Tesista muestreando el río San Juan



Foto 06 Muestreo por la tesista en aguas turbulentas del río San Juan



Foto 07 Crianza de ganado al costado del río San Juan



Foto 08 Delta Upamayo Punto final de investigación



Foto 09 Represa Upamayo cuyos desembalses ha produce un desequilibrio ambiental