

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



**TESIS**

**“ESTUDIO RETROSPECTIVO MICROBIOLÓGICO DE LAS  
AGUAS SUPERFICIALES DE LA MICROCUENCA DEL RÍO  
RAGRA DEL DISTRITO SIMÓN BOLÍVAR RANCAS PERIODOS  
AGOSTO 2012 – NOVIEMBRE 2016”**

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

**PRESENTADO POR:**

**Bach. ALVINO TRUJILLO Karen Stefany**

**ASESOR:**

**Mg. Lucio ROJAS VITOR**

**PASCO – PERÚ**

**2019**

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



**TESIS**

**“ESTUDIO RETROSPECTIVO MICROBIOLÓGICO DE LAS AGUAS  
SUPERFICIALES DE LA MICROCUENCA DEL RÍO RAGRA DEL DISTRITO  
SIMÓN BOLÍVAR RANCAS PERIODOS AGOSTO 2012 – NOVIEMBRE  
2016”**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. ALVINO TRUJILLO Karen Stefany**

**SUSTENTADO Y APROBADO ANTE LA COMISIÓN DE JURADOS**

---

**Mg. Rosario Marcela VÁSQUEZ GARCÍA**

**PRESIDENTE**

---

**Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA**

**MIEMBRO**

---

**Mg. Miguel Ángel BASUALDO BERNUY**

**MIEMBRO**

**PASCO – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

Gracias a Dios por concederme la vida y la profesión el cual anhele.

Dedico de manera especial a mis padres quienes fueron el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentó en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación, en ellos tengo el espejo en el cual me quiero reflejar sus virtudes infinitas y su gran corazón me llevan a admirarla cada día más.

A mis hermanos que me ofrecieron el amor y la calidez de hermandad a la cual amo.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme la fuerza y el entendimiento para culminar esta etapa académica.

A mis docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, por la orientación en la formación académica y personal brindada durante los años de estudio pregrado.

## RESUMEN

El presente estudio de la investigación titulada “**Estudio Retrospectivo Microbiológico de las Aguas Superficiales de la Microcuenca del río Ragra del Distrito Simón Bolívar Rancas Periodos Agosto 2012 - Noviembre 2016**”, tiene por objetivo determinar el comportamiento microbiológico de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra del distrito Simón Bolívar Rancas.

Según la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) en el 2008, se desprende que el 70% de las aguas residuales en el Perú no son tratadas; asimismo, las 143 plantas de tratamiento de aguas residuales que existen en el Perú, solo el 14% cumplen con la normatividad vigente en el proceso de funcionamiento.

La presente investigación realizada en la microcuenca Ragra permitió conocer la calidad del recurso hídrico. Por lo tanto, la Autoridad Nacional del Agua ente competente realizó el monitoreo y análisis de la calidad de las aguas superficial durante los periodos agosto 2012 a noviembre 2016.

Los resultados recopilados han determinado que el parámetro microbiológico en las tres estaciones de monitoreo denominados RRagra 1, RRagra 2 y RRagra 3; en la microcuenca del río Ragra superan los estándares de calidad ambiental de la categoría 3, en el caso de los

Coliformes Termotolerantes, tiene un valor más alto en el periodo 2012 con 17, 000,000.00 NMP/100 ml; en función a la normativa vigente se menciona que el estándar permitido es de 1000 NMP/100 lt.

En el caso del *Escherichia coli* supero los estándares permitidos para las tres estaciones de monitoreo de RRagra 1, RRagra 2 y RRagra 3; en la microcuenca del rio Ragra, durante el periodo 2016, dando un valor más alto de 2, 300,000.00 NMP/100 ml; en función a la normativa vigente se menciona que el estándar permitido es de 1000 NMP/100 lt.

Concluida la investigación se observó que estas aguas son generadas de la población de Paragsha y Mariátegui perteneciente al distrito de Simón Bolívar de Rancas y parte de la población de San Juan Pampa del distrito Yanacancha donde vierten sus aguas sin ningún tratamiento al río Ragra, afluente importante de la Sub Cuenca San Juan, por lo que su aporte de contaminantes microbiológicos es alto, siendo consecuente en el déficit de la calidad de las aguas del río San Juan.

**Palabras claves:** Calidad de Agua, Estándares Permitidos, Monitoreo, Parámetro Microbiológico.

## **SUMMARY**

The present study of the research entitled "Microbiological Retrospective Study of the Surface Waters of the Ragra River Microbasin of the Simón Bolívar Ranches Periods District August 2012 - November 2016", aims to determine the microbiological behavior of the surface waters of the river microbasin Ragra of Simón Bolívar Rancas district.

According to the National Superintendence of Sanitation Services (SUNASS) in 2008, it is clear that 70% of wastewater in Peru is not treated; Likewise, the 143 wastewater treatment plants that exist in Peru, only 14% comply with the regulations in force in the process of operation.

The present investigation realized in the Ragra microbasin allowed to know the quality of the water resource. Therefore, the National Water Authority competent authority carried out the monitoring and analysis of surface water quality during the periods August 2012 to November 2016.

The collected results have determined that the microbiological parameter in the three monitoring points named RRagra 1, RRagra 2 and RRagra 3; in the microbasin of the river Ragra they exceed the environmental quality standards of category 3, in the case of the Coliform thermotolerant, it has a higher value in the 2012 period with 17,000,000.00 NMP / 100 ml;

according to current regulations, it is mentioned that the permitted standard is 1000 NMP / 100 lt.

In the case of Escherichia coli, it exceeded the allowed standards for the three monitoring points of RRagra 1, RRagra 2 and RRagra 3; in the microbasin of the river Ragra, during the 2016 period, giving a higher value of 2, 300,000.00 NMP / 100 ml; according to current regulations, it is mentioned that the permitted standard is 1000 NMP / 100 lt.

After the investigation, it was observed that these waters are generated from the population of Paragsha and Mariátegui belonging to the district of Simón Bolívar de Rancas and part of the population of San Juan Pampa of the Yanacancha district where they discharge their waters without any treatment to the river Ragra, a significant tributary of the Sub-basin San Juan, for which its contribution of microbiological contaminants is high, being consequent in the deficit of the quality of the waters of the San Juan River.

**Keywords:** Water Quality, Permitted Standards, Monitoring, Microbiological Parameter.



## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
RESUMEN.....	iv
SUMMARY .....	vi
ÍNDICE .....	viii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
1.2.1. Problema General .....	4
1.2.2. Problemas Específico:.....	4
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
1.3.1. Objetivo General .....	4
1.3.2. Objetivos Específicos .....	5
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
1.4.1. Justificación teórica.....	5
1.4.2. Justificación Práctica.....	5
1.4.3. Justificación Metodológica .....	6
1.4.4. Justificación Social.....	6
1.5. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	6
CAPÍTULO II.....	8
MARCO TEÓRICO .....	8
2.1. ANTECEDENTES .....	8
2.2. BASES TEÓRICAS Y CIENTÍFICAS.....	21
2.2.1. Microbiología de Aguas y Aguas Servidas .....	21
2.2.2. Indicadores de contaminación fecal .....	25
2.2.3. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.....	27
2.2.4. Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales .....	28
2.2.5. Estándares de Calidad Ambiental para Agua - ECA.....	28

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS: .....	29
2.3.1. Aguas residuales.....	29
2.3.2. Coliformes totales .....	31
2.3.3. Coliformes termotolerantes .....	31
2.3.4. Coliformes fecales.....	32
2.3.5. Contaminación .....	32
2.3.6. <i>Escherichia Coli</i> .....	33
2.3.7. Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.....	33
2.3.8. Parámetros Físicos .....	35
2.4. HIPÓTESIS .....	36
2.4.1. Hipótesis General.....	36
2.4.2. Hipótesis Específicos .....	36
2.5. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES .....	37
2.5.1. Variable Independiente .....	37
2.5.2. Variable Dependiente.....	37
CAPÍTULO III.....	38
MATERIALES Y MÉTODOS.....	38
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	38
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	38
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	39
3.3.1. Población y Muestra.....	39
3.4. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN .....	39
3.5. UBICACIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO.....	39
3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	42
3.6.1. Técnicas.....	42
3.6.2. Instrumentos .....	43
3.7. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS PROCESAMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	43
3.8. PARÁMETROS MONITOREADOS Y ANALIZADOS .....	44
3.9. METODOLOGÍA DEL MONITOREO .....	44
3.9.1. Planificación de Monitoreo de Recursos Hídricos Superficial .....	45
3.9.2. Materiales y equipos para Monitoreo de los Recursos Hídricos Superficial .....	47

CAPÍTULO IV .....	50
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	50
4.1. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE CUADROS, PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, TABLAS Y GRÁFICOS ESTADÍSTICOS .....	50
4.1.1. Parámetros Físicos .....	50
4.1.2. Parámetros Microbiológicos .....	63
4.2. PRUEBA DE HIPOTESIS.....	72
4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	72
CONCLUSIONES .....	76
RECOMENDACIONES.....	78
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....	79
ANEXOS .....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.....	29
Tabla N° 2: Información General del Río Ragra .....	40
Tabla N° 3: Resultados de pH- RRagra1.....	51
Tabla N° 4: Resultados de pH- RRagra 2.....	52
Tabla N° 5: Resultados de pH- RRagra 3.....	53
Tabla N° 6: Resultados de Oxígeno Disuelto (OD)- RRagra1.....	55
Tabla N° 7: Resultados de Oxígeno Disuelto (OD)- RRagra 2.....	56
Tabla N° 8: Resultados de Oxígeno Disuelto (OD)- RRagra 3.....	57
Tabla N° 9: Resultados de Conductividad Eléctrica (CE) RRagra1.....	59
Tabla N° 10: Resultados de Conductividad Eléctrica (CE) RRagra2.....	60
Tabla N° 11: Resultados de Conductividad Eléctrica (CE) RRagra3.....	61
Tabla N° 12: Resultados de Coliformes Termotolerantes RRagra1.....	63
Tabla N° 13: Coliformes Termotolerantes - RRagra 2.....	64
Tabla N° 14: Coliformes Termotolerantes - RRagra 3.....	65
Tabla N° 15: Resultados de Escherichia coli RRagra1.....	68
Tabla N° 16: Resultados de Escherichia coli - RRagra 2.....	69
Tabla N° 17: Resultados de Escherichia coli - RRagra 3.....	70

## ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico N° 1: Resultados de pH- RRagra 1 .....	51
Gráfico N° 2: Resultados de pH- RRagra 2.....	52
Gráfico N° 3: Resultados de pH- RRagra 3.....	53
Gráfico N° 4: Resultados de Oxígeno Disuelto (OD)- RRagra 1.....	55
Gráfico N° 5: Resultados de Oxígeno Disuelto (OD)- RRagra 2.....	56
Gráfico N° 6: Resultados de Oxígeno Disuelto (OD)- RRagra 3.....	57
Gráfico N° 7: Resultados de Conductividad Eléctrica (CE)- RRagra 1.....	59
Gráfico N° 8: Resultados de Conductividad Eléctrica (CE) RRagra2.....	60
Gráfico N° 9: Resultados de Conductividad Eléctrica (CE)RRagra 3.....	61
Gráfico N° 10: Resultados de Coliformes Termotolerantes RRagra1.. .....	64
Gráfico N° 11: Resultados de Coliformes Termotolerantes RRagra 2.....	65
Gráfico N° 12: Resultados de Coliformes Termotolerantes - RRagra 3.....	66
Gráfico N° 13: Resultados de Escherichia coli RRagra1.....	68
Gráfico N° 14: Resultados de Escherichia coli - RRagra 2.....	69
Gráfico N° 15: Resultados de Escherichia coli - RRagra 3.....	70

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 01: Monitoreo en la estación RRagra 2.....85

Imagen N° 02: Monitoreo en la estación RRagra 3.....85

## ÍNDICE DE MAPAS

MAPA N° 01: Ubicación de la Zona de Investigación.....40

PLANO N° 01: Plano de Ubicación de la Zona de Investigación.....42

## **INTRODUCCIÓN**

La microcuenca del río Ragra afluente importante de la Sub Cuenca río San Juan, actualmente es un recurso hídrico que se encuentra bajo presiones crecientes de contaminación por vertimiento de las aguas residuales domésticas a consecuencia del crecimiento de la población.

Por lo tanto, es de vital importancia en el presente estudio evaluar y analizar técnicamente los monitoreos de los recursos hídricos superficiales con el objetivo de determinar el comportamiento microbiológico de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra del distrito Simón Bolívar Rancas.

En consecuencia, el presente estudio permitirá que las instituciones responsables se involucren en la vigilancia de la calidad y cantidad de los recursos hídricos mediante controles, planes de contingencia y monitoreo que evite la contaminación que dificulta en el uso sostenible del recurso hídrico.

Asimismo, el método de investigación utilizado es el método estadístico, contribuyendo a determinar la muestra de sujetos a estudiar, tabular los datos y analizar el estudio retrospectivo microbiológico de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra.

**La Autora**

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA**

El aumento del uso del agua para diferentes fines y el crecimiento de la población a nivel mundial han contribuido al incremento de los niveles de contaminación de los sistemas acuáticos.

El 80% de la población latinoamericana vive en ciudades y una gran proporción en asentamientos próximos a fuentes contaminadas. En América Latina el 70% de las aguas residuales no es tratado. El agua es captada, usada y vertida completamente contaminada a los ríos. El tratamiento de aguas residuales es importante para reutilizar el agua,



evitar su contaminación y la del ambiente (especialmente por sus efectos en la producción agropecuaria) y por salud pública.

Según la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento - SUNASS (2008) <sup>1</sup>, se desprende que el 70% de las aguas residuales en el Perú no tienen tratamiento de aguas alguno; asimismo, que de las 143 plantas de tratamiento residual que existen en el Perú, solo el 14% cumplen con la normatividad vigente.

De acuerdo con un estudio sobre la situación actual y perspectivas en el sector agua y saneamiento en el Perú, presentado por la Autoridad Nacional de Agua – ANA, en el 2013; más de 10 millones de habitantes no tiene servicios de saneamiento; la cobertura de saneamiento mayor al 80% es solo en Lambayeque, Lima y Tacna, la cobertura de saneamiento del 20% al 40% es en Loreto, Ucayali y Madre de Dios. Este Estudio precisa además que: según datos del 2009, de 786 millones de metros cúbicos (MMC) de Aguas Residuales Domesticas (ARD), 511 MMC se encontraban sin Tratamiento, de las cuales corresponden a Lima y Callao 325 MMC., de un total de 143 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (PTAR), solo el 4.9% (7 plantas) estaba operando en niveles óptimos. En este mismo informe se refiere que de acuerdo con la Dirección General de

---

<sup>1</sup> Estudio realizado por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) con la Cooperación Alemana de Desarrollo (GTZ/PROAGUA).

Gestión de la Calidad de los Recursos Hídricos, los ríos de Loreto, Piura, **Pasco**, Arequipa, Moquegua Puno, Ucayali, Madre de Dios, se encuentran contaminados por aguas residuales municipales sin tratamiento.

Según el Diario El Comercio, el estudio efectuado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) <sup>2</sup> en 129 de las 159 cuencas hídricas del país permitió conocer que todos los ríos analizados están contaminados, en diversos sectores, con Coliformes Termotolerantes (fecales) y metales pesados. La alteración de la calidad del agua destinada para el consumo humano y para actividades agrícolas e industriales se debe principalmente al vertimiento de aguas residuales y residuos sólidos de las poblaciones asentadas cerca de los cauces. De acuerdo con el documento, los principales ríos contaminados son el Chumbao, Chincheros y Santos Tomás (Apurímac), **Ragra (Pasco)**, Lurín, Mala y Cañete (Lima), Santa (Áncash), Chira (Piura), Virú (La Libertad), Nanay e Itaya (Loreto), Huallaga (San Martín) y Tumbes, todos presentan altos niveles de coliformes.

Ante la problemática, se planteó la investigación porque no se conoce a detalle el grado de impacto que tiene el río Ragra por lo que es vial

---

<sup>2</sup> Talledo Vilela, J, (15 de enero de 2016). Diario El Comercio, p. 2

conocer la calidad de este río a fin de tomar las precauciones de calidad de este recurso hídrico.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. Problema General:**

¿Cuál es el comportamiento retrospectivo del parámetro microbiológico de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra del distrito Simón Bolívar Rancas durante los periodos agosto 2012 - noviembre 2016?

### **1.2.2. Problemas Específicos:**

1. ¿Cuál es el comportamiento retrospectivo del parámetro de *Escherichia Coli* de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra?
2. ¿Cuál es el comportamiento retrospectivo de Coliformes Termotolerantes de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra?

## **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. Objetivo General:**

Determinar el comportamiento retrospectivo del parámetro microbiológico de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra del distrito Simón Bolívar Rancas.

### **1.3.2. Objetivos Específicos:**

1. Determinar el comportamiento retrospectivo del parámetro de *Escherichia Coli* de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra.
2. Determinar el comportamiento retrospectivo de Coliformes Termotolerantes de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. Justificación teórica**

La presente investigación aporoto información microbiológico retrospectivo de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra del distrito Simón Bolívar Rancas periodos agosto 2012 - noviembre 2016, lo cual será base para posteriores investigaciones para empezar el inicio de su recuperación de este recurso hídrico.

### **1.4.2. Justificación Práctica**

Con la ayuda de información que se obtuvo a base del monitoreo y análisis de aguas se determinó el comportamiento microbiológico de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra del distrito Simón Bolívar Rancas.

### **1.4.3. Justificación Metodológica**

La metodología se comprendió dos etapas, primero la recopilación de información de la calidad microbiológica de instituciones que estos involucrados en temas de calidad de agua, para luego evaluar e interpretar la calidad microbiológica del agua.

### **1.4.4. Justificación Social**

Con la información se previene el impacto de fuentes aguas abajo y se evita afectar las diferentes actividades.

## **1.5. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

La microcuenca del río Ragra efluente importante de la Sub Cuenca río San Juan, actualmente se encuentra bajo presiones crecientes de contaminación por vertimiento de las aguas residuales domésticas a consecuencia del crecimiento de la población. Por lo tanto, es de vital importancia la presente investigación para que, mediante control, planes de contingencia y monitoreo se evite la contaminación que dificulta el uso sostenible del recurso hídrico.

El alcance de la Investigación se enmarca interpretar el comportamiento de los parámetros microbiológicos en la microcuenca

del río Ragra y los resultados beneficiarán a todos los profesionales de Ciencias Ambientales, con énfasis para los docentes y estudiantes de pregrado y post grado de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, así mismo, también la información será del conocimiento de la población aledaña a la microcuenca del río Ragra.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES**

**2.1.1. Título:** Evaluación Física-Química y Microbiológica del agua de la presa El Cacao.

**Autores:** SARDIÑAS PEÑA Olivia, CHIROLES RUBALCABA Sergio, FERNÁNDEZ NOVO Marta, HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ Yusaina, PÉREZ CABRERA Adisbel.

**Institución:** Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología.

**Objetivo:** Evaluar las características física-químicas y microbiológicas del agua de la presa El Cacao del municipio Cotorro en la Ciudad de la Habana (Cuba).

**Fuente:** Revista.

**Periodo:** Cuba, 2006.

**Resumen:** Los parámetros químicos y microbiológicos en las aguas superficiales pueden estar presentes de forma natural o ser introducidos por el hombre alterando las concentraciones naturales debido a las actividades industriales, agrícolas o a los desechos urbanos y domésticos, afectando la biodiversidad acuática. En los análisis de las muestras se encontró que el pH del agua estuvo entre 7,0 – 7,9 y el oxígeno disuelto presentó concentraciones de 0 – 2,2 mg/L, con una demanda bioquímica de oxígeno (DBO) entre 500 – 27000 mg/L. Las elevadas concentraciones de DBO y las bajas concentraciones de oxígeno disuelto sugieren que el agua de la presa está contaminada posiblemente debido a los vertimientos domésticos. Las concentraciones de Coliformes totales y Coliformes termotolerantes encontradas en el agua de la presa son semejantes a las de agua dulce con similares ecosistemas acuáticos con vertimientos de residuales.



**2.1.2. Título:** Análisis de la Calidad Fisicoquímica y microbiológica del agua del río Motagua en diez puntos de muestreo ubicado en su cauce principal.

**Autores:** TORRES FLORES, Jorge Alejandro.

**Institución:** Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

**Objetivo:** Caracterizar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del río Motagua.

**Fuente:** Proyecto de investigación.

**Periodo:** Guatemala, 2008.

**Resumen:** Guatemala geográficamente es un país con muchos caudales de ríos, los cuales son aprovechados por estas personas, ya que, al no poder pagar un servicio de agua, acuden a las fuentes naturales de agua para obtener este vital líquido. Pero además de estar personas necesitando de este líquido para su consumo necesidades diarias, hay muchas empresas que contaminan estas fuentes naturales vertiendo los desechos de sus procesos en los afluentes de los ríos, sin

tratamiento previos, los cuales pueden causar enfermedades a las personas que consumen estas aguas.

El río Motagua, es un río que atraviesa la región Oriente del país, y la cual sirve de fuente de agua potable para muchas poblados de personas de escasos recursos, los cuales toman de este el agua que necesitan para sus necesidades básicas diarias, tales como la cocina, el aseo personal y el consumo. Pero debido a las descargas que se realizan en el efluente del río.

El presente es un estudio realizado a las aguas del río Motagua, en diez puntos de muestreo ubicados en su cauce principal, encontrándose de todos los parámetros analizados, únicamente altos niveles de sólidos totales, ya que estos superan, en casi todos los puntos, el límite máximo permisibles que es de 1000 mg/L, además de detectarse la presencia de coliformes totales y Coliformes totales en niveles muy altos, con aislamiento de *Escherichia Coli*, lo cual puede causar enfermedades gastrointestinales a las personas que se consuman.

**2.1.3. Título:** Calidad Bacteriológica y Fisicoquímica del Agua del Acuífero Tepalcingo - Axochiapan, Morelos, México.

**Autores:** ROBLES Esperanza S., RAMIREZ Elizabeth, DURÁN Ángel, MARTINEZ María E., GONZÁLES María E.

**Institución:** Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

**Objetivo:** Determinar la calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua del acuífero Tepalcingo–Axochiapan, Morelos, México.

**Fuente:** Artículo.

**Periodo:** México, 2013.

**Resumen:** Se determinó la calidad del agua del acuífero Tepalcingo – Axochiapan, México. Se efectuaron seis muestreos y se tomaron muestras en ocho pozos de agua potable antes de añadirle cloro y en un manantial. Se determinaron dos parámetros bacteriológicos y once fisicoquímicos. La mayoría de los pozos y el manantial presentaron aguas muy duras. Los pozos mostraron concentraciones más elevadas de sólidos disueltos en las zonas de menor altitud con excepción del manantial. De

acuerdo al análisis discriminante y a las distancias de Mahalanobis, el manantial presentó mayores diferencias con respecto a los demás pozos. Bacteriológicamente, el manantial y un pozo no son adecuados para actividades recreativas y fisicoquímicamente tres pozos son inadecuados como fuente de suministro de agua potable. La falta de servicios sanitarios y el drenaje en algunas zonas puede estar ocasionando el deterioro de la calidad del agua del acuífero en dichas zonas.

**2.1.4. Título:** Evaluación Espaciotemporal de la Calidad del Agua del río Rímac (Riego), de Enero a Agosto del 2011, en tres puntos de Monitoreo.

**Autores:** CASTILLO TICLLACURI Zulema Ivone, MEDINA VIVANCO Vanessa.

**Institución:** Universidad Nacional Agraria la Molina, Gestión de Calidad y Auditoría Ambiental.

**Objetivo:** Determinar lo que sucede con los parámetros asociados a la calidad de agua y también describir y predecir el comportamiento de los datos para una posterior decisión de

control mediante el uso de herramientas estadísticas de utilidad para este propósito.

**Fuente:** Tesis.

**Periodo:** Lima – Perú, 2014.

**Resumen:** La calidad del agua del río Rímac es una preocupación constante ya que sus aguas, además de sus usos principales como agua potable y para generación de energía, satisfacen la demanda de riego de las tierras de uso agrícola que aún existen en los valles de la parte media y alta de su cuenca. Por tal motivo, se usaron los datos obtenidos por DIGESA Y SEDAPAL del año 2011 en la parte alta de la cuenca para analizar la calidad espacial y temporal del agua para riego a través de dos índices de calidad (NSF WQI-USA y CCME WQI-Canadá) y el uso de dos métodos estadísticos (Correlación de Pearson y Análisis de Componentes Principales), considerando los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, (ECA para Agua). Con el NSF WQI la mejor calidad de agua (buena) se encontró en dos estaciones de la parte alta del área de estudio y en la parte baja se determinaron condiciones entre buenas a medias. Con el

CCME WQI las dos estaciones de la parte alta mostraron niveles de calidad entre aceptables y buenos; y en el punto más bajo, entre aceptable y excelente. Durante todo el año hidrológico (creciente y estiaje) en las tres estaciones, algunos parámetros se encuentran alta y positivamente correlacionados, debido a que probablemente provienen de dos fuentes comunes: la primera de origen antropogénico (actividad minera y descargas municipales de las poblaciones cercanas) y la segunda, de origen natural (características del suelo). Otros parámetros muestran correlaciones más estrechas en los meses de estiaje. Por las características del río con caudal regulado en esta zona, los aportes de los efluentes mineros y municipales representan el mayor impacto a la calidad de las aguas superficiales en la época de estiaje.

**2.1.5. Título:** Determinación de Parámetros Físicos Químicos y Bacteriológicos del Contenido de las Aguas del río Mazán – Loreto, 2016.

**Autores:** SOTIL RIVERA Luz Elena. FLORES VÁSQUEZ Horacio Igor.

**Institución:** Universidad Nacional de la Amazonia Peruana,  
Facultad de Ingeniería Química.

**Objetivo:** Determinar los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del río Mazan en Loreto.

**Fuente:** Tesis.

**Periodo:** Iquitos - Perú 2016.

**Resumen:** El río Mazán de origen amazónico, supeditado a la hidrología e hidrografía, propias de la región; cálida, húmeda y lluviosa, durante todo el año; con esporádicas apariencias de friaje y días largos de sol, llamado veranillo.

El río Mazán principal afluente del Napo, por la margen derecha, en territorio peruano, es navegable, en todas las épocas del año y se observa un concurrido tránsito fluvial, debido a las poblaciones asentadas en sus orillas; quienes se dedican a la explotación de la madera, la caza, pesca, pequeña agricultura y ganadería.

El río Mazán presenta parámetros, como el pH, que debería mantener su límite natural, ligeramente ácido, dando un valor

entre 6,70 a 7,30; así mismo, todos los parámetros se encuentran dentro de LMP, exigido por la norma legal peruana y organismos internacionales. Los resultados obtenidos son: temperatura 26.70 °C, transparencia 93.78 cm, conductividad 16.77  $\mu$ S/cm, sólidos disueltos totales 9.36 mg/L pH 7.05, oxígeno disuelto 6.57 mg/L, dióxido de carbono 4.14 mg/L, alcalinidad total 21.20 mg/L, Coliformes totales 4.66 UFC/100mL, Coliformes fecales 1.66 UFC/100MI, Cloruros 15.13 mg/L, dureza total 22.82 mg/L, dureza de calcio 14.83 mg/L, dureza de magnesio 7.98 mg/L, Aceites y grasas 1.29 mg/L, los metales pesados como cadmio, bario, plomo no fueron detectados por nuestro equipo de medición, Considerando que los cuerpos de agua, del río Mazán, se encuentran libres de contaminación; no obstante aquello, se recomienda realizar tratamiento químico. El presente trabajo indica que las aguas del río Mazán presentan contaminación antrópica, las autoridades deberán estar alertas a las amenazas de contaminación, para mantenerla en el tiempo, su naturaleza viva, su biomasa y su ecosistema.



**2.1.6. Título:** Evaluación de la Calidad Microbiológica y Contenido Metálico del Agua en la Microcuenca del Rio San Juan.

**Autores:** LOPEZ POVIS Karina Judith.

**Institución:** Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ingeniería, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Ambiental.

**Objetivo:** Evaluar la calidad microbiológico y presencia de contenido metálico del agua de la microcuenca del rio San Juan.

**Fuente:** Tesis.

**Periodo:** Cerro de Pasco – Perú, 2006.

**Resumen:** Los recursos hídricos de la Región Pasco corresponden a cinco cuencas hidrográficas. Estas cuencas a su vez están conformadas por subcuencas y microcuencas. El sistema hidrográfico de la Región pertenece a la vertiente del Atlántico, los ríos nacen en su mayoría en el nudo de Pasco, alimentando principalmente su caudal con las precipitaciones pluvial es lo que origina un escurrimiento de comportamiento irregular.

Los materiales para la recolección de datos empleados fueron, recopilación de información, un equipo analizador de agua para la lectura de parámetros de campo, un equipo portátil para la ubicación geográfica y entre otros.

El método de investigación tiene un enfoque cualitativo, el diseño es no experimental del tipo Longitudinal de Tendencia. La población de la investigación lo constituyen la microcuenca del río San Juan y sus dos principales afluentes (Quebrada Quiulacocha y Quebrada Huachucaja) y la recolección de datos se establece en trabajos de campo (toma de lectura de parámetros de campo), muestreo de agua, análisis de muestras. Una vez obtenida y analizada las muestras, se obtuvo los resultados que identificaron los principales contaminantes en el río San Juan de la zona de estudio y su relación con el cumplimiento de la Ley General de Aguas. Las consideraciones

**2.1.7. Título:** Evaluación de la Calidad Microbiológica de las Aguas del Río San Juan- Distrito de Rancas – Pasco – 2013”

**Autores:** RODRIGUEZ MEZA, José Luis

**Institución:** Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ingeniería, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Ambiental.

**Objetivo:** Evaluar la calidad microbiológica específicamente la presencia de coliformes totales y fecales en la cuenca del río San Juan.

**Fuente:** Tesis.

**Periodo:** Pasco – Perú, 2014.

En la presenta investigación se realizó estudio en la confluencia en el río Ragra y río San Juan en tres puntos supero los estándares de calidad ambiental en la Clase 3 para el parámetro de Coliformes Totales, donde nos menciona que lo permitido es de 5000 NMP/100 mL, para riego de vegetales de tallo corto, vegetales de tallo largo y consumo de animales.

En el caso de Coliformes fecales, donde nos menciona que lo permitido es de 1000 NMP/100 mL, para riego de vegetales de tallo largos es de 2000 NMP/100 mL. Por lo tanto, también supero lo permitido.

## **2.2. BASES TEÓRICAS Y CIENTÍFICAS**

### **2.2.1. Microbiología de Aguas y Aguas Servidas <sup>3</sup>**

Toda el agua que se obtiene a partir de precipitación en forma de lluvia o nieve remueve partículas de polvo desde el aire. Sin embargo, luego de los primeros minutos de precipitación todo el polvo es limpiado desde la atmósfera y el resto de la lluvia cae relativamente libre de impurezas.

Luego de alcanzar el suelo, el agua que no es interceptada por la vegetación se percola al suelo, convirtiéndose en agua subterránea, o escurre hacia ríos o lagos. Debido a la acción filtrante del suelo, los bajos niveles de nutrientes, la baja temperatura, y la ausencia de luz, las aguas subterráneas carecen, generalmente, de microorganismos. Sin embargo, en áreas rocosas, especialmente en formaciones limosas, la infiltración de agua superficial a través de grietas puede producir la contaminación microbiana de las aguas subterráneas.

---

<sup>3</sup> Arcos, M., Ávila, S., Estupiñán, S y Gómez, A. (noviembre, 2005). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. Correspondencia: sestupinant59@unicolmayor.edu.com

El agua superficial recoge muchas sustancias durante su paso sobre suelos agrícolas y áreas industriales. Las tierras agrícolas contribuyen con nitratos, fosfatos, y otros nutrientes, más microorganismos desde el suelo. Materiales orgánicos tales como hojas, pasto, desechos animales y de aves, y desechos de plantas procesadoras de alimentos, con su consiguiente fauna microbiana, también tienen acceso a aguas superficiales. A menos que los contaminantes tóxicos sean excesivos, el resultado final es que todas las aguas superficiales tienen algún tipo de población microbiana.

Muchas formas de vida microbiana pueden existir en el agua si los requerimientos físicos y la disponibilidad de nutrientes son los adecuados. Oxígeno disuelto es necesario para el crecimiento de bacterias aeróbicas y protozoos. Nitrógeno y fósforo, así como luz solar, son necesarios para el crecimiento de algas. El número y tipos de microorganismos presentes en el agua nos dan una idea de la calidad del agua. En agua limpia o con muy pocos nutrientes, el número total de microorganismos es muy pequeño, pero una gran variedad de éstos puede existir. A medida que el contenido de nutrientes aumenta, el

número de microorganismos aumenta, pero el número de especies disminuye. En un curso de agua anaeróbico muy contaminado existirá un reducido número de bacterias anaeróbicas o facultativas.

Además del comportamiento independiente de los diversos tipos de microorganismos, lo que ha sido descrito en los párrafos anteriores, existen otras dos modalidades de interacción: cooperativa y competitiva. Tales interacciones ocurren muy frecuentemente en el ambiente y deben ser consideradas en el diseño de sistemas de tratamiento biológicos. Existen tres ejemplos de interacción:

- ***Alga-bacteria.*** Una muy cercana asociación entre algas (las cuales necesitan dióxido de carbono y producen oxígeno) y bacterias aeróbicas (las cuales requieren oxígeno y producen dióxido de carbono) se desarrolla en lagunas de oxidación, pantanos, lagos y otros ambientes similares.
- ***Protozoo-bacteria.*** En el tratamiento de aguas servidas municipales mediante lodos activados, las bacterias son el principal agente de conversión de residuos orgánicos a

productos estables. Al mismo tiempo, protozoos consumen y limitan la población bacteriana en una relación depredador-presa, lo que permite mantener un balance dinámico en la población microbiana.

- **Bacteria-bacteria.** La digestión anaeróbica de materia orgánica demuestra la interdependencia de dos grupos de bacterias: las que forman o producen ácidos (como por ejemplo el ácido acético), y las que producen metano a partir de estos ácidos más complejos.

Las principales características de un indicador ideal son las siguientes:

- 1.- Su ausencia implica la ausencia de patógenos
- 2.- La densidad de organismos indicadores está relacionada con la probabilidad de la presencia de patógenos, y
- 3.- En el ambiente un organismo indicador vivirá un poco más que un organismo patógeno. Por supuesto que un indicador ideal no existe. Sin embargo, la presencia de coliformes totales, coliformes fecales, *Streptococcus fecales* y otros son asociada a la presencia de organismos patógenos y ha sido usada para estudiar la calidad microbiológica del agua durante muchos años.

De los muchos organismos indicadores, el grupo de coliformes totales es el más usado en la práctica. Este grupo incluye, de acuerdo con su definición, “todas aquellas bacterias aeróbicas o facultativas anaeróbicas, Gramnegativas, con forma de bastón y que fermentan lactosa con formación de gas dentro de 48 horas a 35°C”. El grupo de los coliformes está compuesto *por Escherichia coli, Entobacter aerogenes, Citrobacter fruendii* entre otras.

Coliformes totales se usan como una indicación de contaminación fecal. En el caso de cursos de agua muy contaminados, los coliformes fecales se determinan a partir de un ensayo a una temperatura más alta (44°C). La enumeración de indicadores bacterianos es llevada a cabo mediante dos métodos alternativos, la técnica de fermentación de tubos múltiples (Número más Probable, NMP), y el filtro de membrana (FM).

#### **2.2.2. Indicadores de contaminación fecal <sup>4</sup>**

Los indicadores de contaminación fecal más utilizados son los coliformes totales y termo tolerantes, *Escherichia coli* y



*Enterococos*. Existen numerosas limitaciones asociadas con la aplicación de estas bacterias como indicadores, como es de su escasa supervivencia en cuerpos de agua, su habilidad para multiplicarse después de su liberación en una columna de agua y débil frente a los procesos de desinfección entre otras.

Los microorganismos indicadores son aquellos que tienen un comportamiento similar a los patógenos en cuanto a concentración en las aguas y reacción frente a factores ambientales, pero son más fáciles, rápidos y económicos de identificar. Una vez que se ha demostrado la presencia de estos grupos indicadores, se puede inferir qué microorganismos patógenos se encuentran presentes y su comportamiento frente a diferentes factores como pH, temperatura, presencia de nutrientes y tiempo de retención hídrica.

Los microorganismos como indicadores de contaminación fecal debe cumplir algunos requisitos para ser considerado como un buen indicador: debe ser un constituyente normal de la microbiota intestinal de individuos sanos, estar presente de forma exclusiva en las heces de animales homeotermos y cuando los microorganismos patógenos intestinales lo están, presentarse

---

<sup>4</sup> Larrea, J., Rojas, M., Álvarez, B., Rojas, N., y Heydrich, M. (mayo, 2012). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas. Revista CENIC Ciencias Biológicas, Vol. 44, No 3, pp. 24-34.

en número elevado, lo que facilita su aislamiento e identificación, debe ser incapaz de reproducirse fuera del tracto gastrointestinal del ser humano y de los animales homeotermos, su tiempo de supervivencia debe ser igual o superior al de las bacterias patógenas, su resistencia a los factores ambientales debe ser igual o superior al de los patógenos de origen fecal, debe ser fácil de aislar y cuantifica.

### **2.2.3. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales**

Aprobado mediante Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales es de uso obligatorio a nivel nacional para el monitoreo de la calidad ambiental del agua de los cuerpos de agua tanto continentales (ríos, quebradas, lagos, lagunas, entre otras) como marinos-costeros (bahías, playas, estuarios, manglares, entre otros) en cumplimiento de la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338 y su Reglamento.

#### **2.2.4. Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales <sup>5</sup>**

El monitoreo orientado a la evaluación de la calidad de los recursos hídricos conlleva a un diagnóstico de su estado a través de la evaluación de indicadores químico, físicos y microbiológicos de la calidad de agua, obtenidos a través de mediciones y observaciones sistemáticas de las variables de las aguas continentales y marino-costeros. Estas mediciones se desarrollan a través de una metodología y procedimiento estandarizados que involucran la toma de muestras de agua con criterios establecidos en el protocolo de monitoreo. La aplicación de los procedimientos estandarizados en todas las fases del monitoreo de la calidad del agua permite minimizar y eliminar errores y garantizar la generación de datos e información consistente y confiable para determinar la línea de base y las proyecciones de medidas de recuperación y control de la calidad de agua.

#### **2.2.5. Estándares de Calidad Ambiental para Agua - ECA**

Aprobado mediante Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, que en el numeral 31.1, del artículo de la Ley de Recursos

---

<sup>5</sup> Estudio realizado por la Autoridad Nacional del Agua - ANA, Protocolo Nacional para Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. 2016.

Hídricos – Ley N° 29338, define al Estándar de Calidad Ambiental para Agua (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni el ambiente. Para el caso de la microcuenca Ragra utilizaremos la categoría de Agua 3 donde se detalla en la siguiente Tabla N° 01:

**Tabla N° 01:** Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Microbiológicos y parasitológico				
<b>Coliformes Termotolerantes</b>	NMP/100 ml	1000	2000	1000
<b><i>Escherichia coli</i></b>	NMP/100 ml	1000	**	**
<b>Huevos de Helminos</b>	Huevo / L	1	1	**

Fuente: ECA AGUA, 2017

## 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS:

### 2.3.1. Aguas residuales <sup>6</sup>

Aguas cuyas características originales has sido modificada por actividades antropogénicas, que tengan que ser vertidas a un

cuerpo natural de agua o reusadas y que por sus características de calidad requieren de un tratamiento previo.

Se clasifican las aguas residuales:

- **Aguas residuales domésticas**

Aguas residuales de origen residencial, comercial a institucional que contienen desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana (preparación de alimentos, aseo personal).

- **Aguas residuales municipales**

Aguas residuales domésticas que pueden mezclarse con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial recolectadas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado.

- **Aguas residuales industriales**

Originadas como consecuencia del desarrollo de un proceso productivo, que incluye las provenientes de las actividades minera, agrícola, pesquera, agroindustrial, entre otras.

### **2.3.2. Coliformes totales <sup>7</sup>**

Los Coliformes totales se definen como bacilos Gram negativos, aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados que pueden desarrollarse en presencia de sales biliares y otros agentes tensoactivos con propiedades similares de inhibición del crecimiento, no tienen citocromo oxidasa y son capaces de fermentar la lactosa con producción de ácido, gas y aldehído, en un período de 24 a 48 horas. Se pueden encontrar tanto en las heces como en el medio ambiente y en el agua para consumo con concentraciones de nutrientes relativamente elevadas.

### **2.3.3. Coliformes termotolerantes <sup>7</sup>**

Las bacterias coliformes fecales forman parte del total del grupo coliforme. Son definidas como bacilos gram-negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a  $44.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$  dentro de las  $24 \pm 2$  horas.

La presencia de coliformes en el suministro de agua es un indicio de que el suministro de agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor

abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo.

#### **2.3.4. Coliformes fecales <sup>6</sup>**

Las bacterias Coliformes Fecales forman parte del total del grupo Coliformes. Son definidas como bacilos gram-negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a  $44.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$  dentro de las  $24 \pm 2$  horas. La mayor especie en el grupo de coliforme fecal es el *Escherichia coli*. La presencia de coliformes en el suministro de agua es un indicio de que el suministro de agua puede estar contaminado con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo.

#### **2.3.5. Contaminación <sup>8</sup>**

La contaminación de cuerpos de agua altera la química y ecología de ríos, lagos y humedales; las emisiones de gas invernadero producen notables cambios en los patrones de escurrimiento y precipitación.

---

<sup>7</sup> Estudio realizado por Eco fluidos Ingenieros S.A. Estudio de la Calidad de Fuentes utilizadas para consumo humano y Plan de Mitigación por contaminación por uso doméstico y agroquímicos en Apurímac y Cusco. (enero, 2012)

### **2.3.6. *Escherichia Coli* <sup>8</sup>**

*Escherichia coli* es miembro de la familia Enterobacteriaceae. Es una bacteria Gram negativa, anaerobia facultativa que forma parte del microbiota normal del intestino del ser humano y los animales homeotermos, siendo la más abundante de las bacterias anaerobias facultativas intestinales. Se excreta diariamente con las heces (entre 10<sup>8</sup>-10<sup>9</sup> Unidades Formadoras de Colonias (UFC). g<sup>-1</sup> de heces) y por sus características, es uno de los indicadores de contaminación fecal más utilizados últimamente.

### **2.3.7. Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales <sup>9</sup>**

#### **a. Subcategoría D1: Riego de vegetales**

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas:

- **Agua para riego no restringido**

---

<sup>8</sup> Estudio realizado por organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura - UNESCO. Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, Agua para todos y agua para la vida. 2003



Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.

**- Agua para riego restringido**

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej.: habas); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (Ej.: árboles frutales); cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (Ej.: trigo, arroz, avena y quinua); cultivos industriales no comestibles (Ej.: algodón), y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (Ej.: maíz forrajero y alfalfa).

**b. Subcategoría D2: Bebida de animales**

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno, equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

### **2.3.8. Parámetros Físicos <sup>8</sup>**

#### **a. Potencial hidrógeno (pH)**

Es el logaritmo base 10, de la actividad molar de los iones hidrógeno de una solución. Indica la acidez o alcalinidad del agua.

#### **b. Oxígeno Disuelto (OD)**

Es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua y que es esencial para la vida de cualquier organismo acuático. El nivel de oxígeno disuelto puede ser un indicador de contaminación del agua.

Gran parte del oxígeno disuelto en el agua proviene del oxígeno presente en el aire que se ha disuelto en el agua.

Parte del oxígeno disuelto en el agua es el resultado de la fotosíntesis de las plantas acuáticas.

Otros factores también afectan los niveles de OD; por ejemplo, en un día soleado se producen altos niveles de OD en áreas donde hay muchas algas o plantas debido a la fotosíntesis.

La turbulencia de la corriente también puede aumentar los niveles de OD debido a que el aire queda atrapado bajo el agua que se mueve rápidamente, disolviéndose en el agua.

### **c. Conductividad eléctrica y TDS**

El Índice TDS o Sólidos totales disueltos (siglas en inglés de Total Dissolved Solids) es una medida de la concentración total de iones en solución. La conductividad es realmente una medida de la actividad iónica de una solución en términos de su capacidad para transmitir corriente.

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. Hipótesis General**

El comportamiento retrospectivo del parámetro microbiológico de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra del distrito Simón Bolívar Rancas durante los periodos agosto 2012 - noviembre 2016, supera los Estándares de Calidad Ambiental.

### **2.4.2. Hipótesis Específicos**

1. El comportamiento retrospectivo del parámetro de *Escherichia Coli* de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra, supera los Estándares de Calidad Ambiental.

2. El comportamiento retrospectivo de Coliformes Termotolerantes de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra, supera los Estándares de Calidad Ambiental.

## **2.5. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES**

### **2.5.1. Variable Independiente**

Estándares de Calidad Ambiental para Agua

### **2.5.2. Variable Dependiente**

Comportamiento retrospectivo del parámetro microbiológico de las aguas Superficiales de la microcuenca del rio Ragra.

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN <sup>10</sup>**

La presente investigación es de tipo No Experimental según. Hernández Sampieri (2014), los estudios se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos e interpretar el comportamiento microbiológico de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra.

#### **3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN <sup>10</sup>**

El estudio presenta un diseño Descriptivo longitudinal de tendencia, según. Hernández Sampieri (2014), son aquellos que analizan cambios al paso del tiempo en categorías, conceptos, variables a sus relaciones de alguna población en general.

---

<sup>10</sup> Hernández R., Fernández C. y Baptista M. (2014). Metodología de la Investigación. (6.ª ed.). México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA S.A.

### **3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.3.1. Población y Muestra**

##### **Población**

La población de la investigación está representada por la microcuenca del río Ragra ubicado en el distrito Simón Bolívar Rancas periodos agosto 2012 - noviembre 2016.

##### **Muestra**

La muestra de estudio lo constituye los resultados del monitoreo de la calidad de agua de los periodos agosto 2012 - noviembre 2016, para las tres estaciones de monitoreo, identificado como RRagra 1, RRagra 2 y RRagra 3.

### **3.4. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

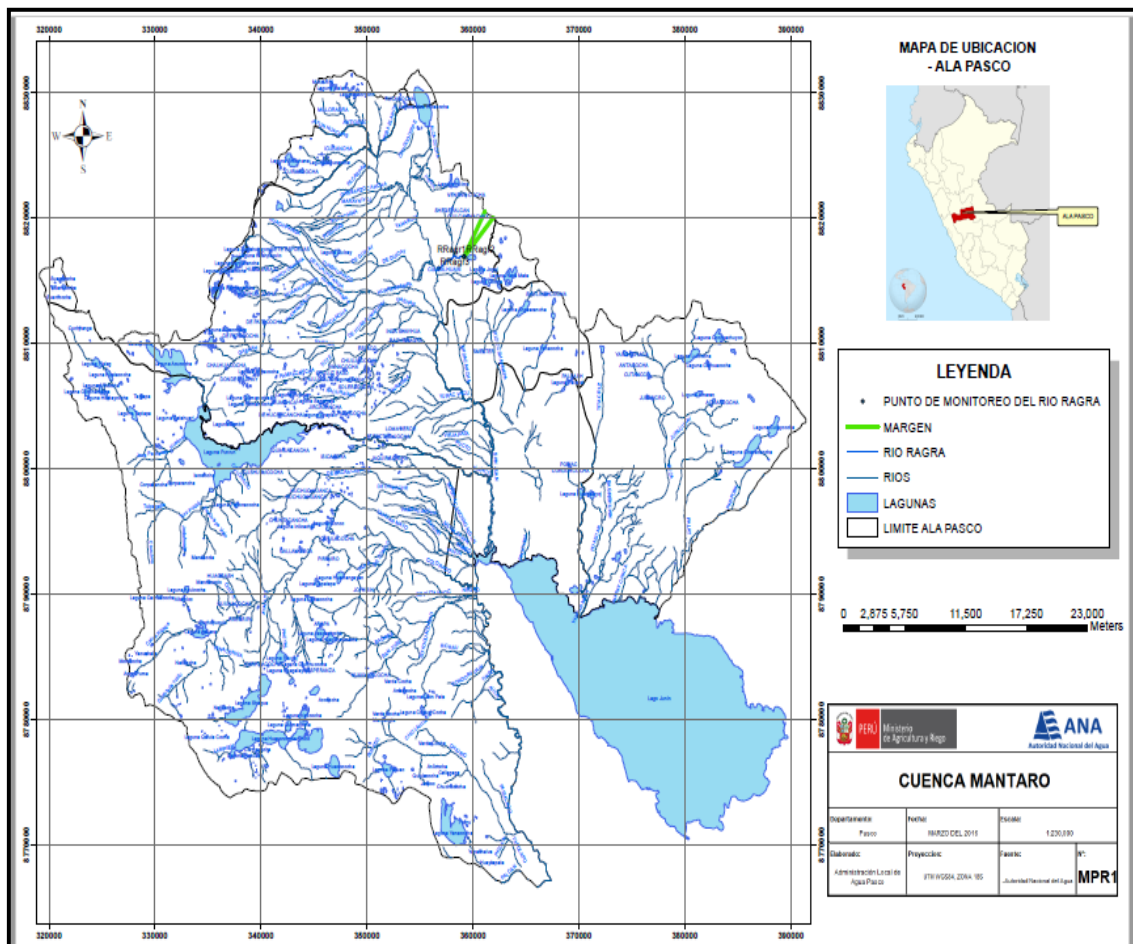
Se utilizó el método estadístico, contribuyendo a determinar la muestra de sujetos a estudiar, tabular los datos y analizar el estudio retrospectivo microbiológico de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra.

### **3.5. UBICACIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO**

La microcuenca del río Ragra queda ubicado en el centro poblado de Paragsha como inicio de la microcuenca, pasando por medio de las desmonteras de propiedad de la Empresa Minera Cerro SAC y Activos

Mineros SAC, hasta llegar a espaldas de la población de Quiulacocha y siendo afluente de la subcuenca del río San Juan ubicado a 200 metros de la población de Yurajhuanca. Estas zonas quedan ubicadas en el distrito de Simón Bolívar de Rancas, Provincia de Pasco. La ubicación se puede visualizar en el Mapa N° 01.

**MAPA N° 01:** Ubicación de la Zona de Investigación



Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Para nuestra investigación se consideró las tres estaciones de monitoreo dentro de la microcuenca Ragra, con la información general que se detalla en la tabla N° 02 y asimismo en el Plano N° 02 donde se detalla la ubicación de las tres estaciones de monitoreo.

**TABLA N° 02:** Información General del Río Ragra

N° de Estación de Monitoreo	Descripción	Ubicación	Coordenadas UTM WGS 84		Altitud (msnm)
			Este	Norte	
<b>RRagra1</b>	Río Ragra, canal derecho, aproximadamente a 60m. antes de la descarga del río Ragra (margen izquierda)	CC. Rancas/Distrito de Simón Bolívar	359197	8816930	4251
<b>RRagra2</b>	Río Ragra, canal izquierdo, aproximadamente a 40m. antes de la descarga del río Ragra (margen derecho)	Quiulacocha /Distrito de Simón Bolívar	359175	8816894	4254
<b>RRagra3</b>	Río Ragra, aproximadamente a 50m. antes de tributar San Juan (margen derecha)	Quiulacocha /Distrito de Simón Bolívar	356709	8815509	4201



## PLANO N° 01: Plano de Ubicación de la Zona de Investigación



Fuente: Google Earth

### 3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

#### 3.6.1. Técnicas

- **Observación:** Esta técnica consiste en observar el campo de estudio en busca de información explorando, describiendo y comprendiendo el contexto del estudio.

- **Análisis de Documentos:** Se realizó la identificación de parámetros microbiológicos de la microcuenca del río Ragra.

### **3.6.2. Instrumentos**

- **Resultados de los monitoreos participativos de la calidad del agua:** Consistió en recopilar los resultados del monitoreo realizado por la Autoridad Nacional del Agua - ANA de la calidad del recurso hídrico correspondiente a los periodos agosto 2012 a noviembre 2016.

## **3.7. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS PROCESAMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

De acuerdo al proceso metodológico se realizó la recopilación de datos de los parámetros microbiológicos monitoreados por el ente técnico normativo de los recursos hídricos según la metodología de monitoreo de los recursos hídricos en referencia al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales aprobado mediante Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, seguidamente se realiza la tabulación de información en el programa Excel y su posterior interpretación.

### **3.8. PARÁMETROS MONITOREADOS Y ANALIZADOS**

Se evaluó los parámetros microbiológicos (Coliformes Termotolerantes y *Escherichia Coli*) de las cuales se analizó en laboratorio acreditado por la Autoridad Nacional del Agua, asimismo permite determinar el comportamiento de la calidad microbiológica y de los parámetros físicos medidos en campo como: pH, oxígeno disuelto, temperatura y conductividad eléctrica, en la microcuenca del río Ragra durante los periodos agosto 2012 a noviembre 2016.

### **3.9. METODOLOGÍA DEL MONITOREO <sup>11</sup>**

El monitoreo de la calidad microbiológica del agua superficial en la microcuenca Ragra, realizado por la Autoridad Nacional del Agua en los periodos agosto 2012 a noviembre 2016, en cumplimiento de las disposiciones establecidas según la Ley N° 29338 “Ley de los Recursos Hídricos”, y su reglamento, teniendo conocimiento de la problemática ambiental relacionada con las actividades económicas, la identificación de fuentes contaminantes y crecimiento poblacional carente de planificación.

Así mismo, según la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, “Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos

---

<sup>11</sup> Estudio realizado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), mediante monitoreo participativo de la calidad del agua En la Subcuenca del río San Juan de los periodos 2012 al 2016.

Hídricos Superficiales”, otorgado por la Autoridad Nacional del Agua, se planifica según el siguiente ítem.

### **3.9.1. Planificación de Monitoreo de Recursos Hídricos Superficial <sup>12</sup>**

La planificación de monitoreo se realiza en gabinete con la finalidad de diseñar el trabajo de monitoreo que influye el establecimiento del ámbito de evaluación, según las siguientes actividades realizadas:

#### **a. Premonitoreo**

- Planificación del monitoreo
- Establecimiento de la red de puntos de monitoreo
- Codificación del punto de muestreo
- Frecuencia de monitoreo
- Parámetros recomendados a evaluar en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos
- Preparación de materiales, equipos e indumentaria de protección
- Seguridad en el trabajo de campo

#### **b. Monitoreo**

- Reconocimiento del entorno

---

<sup>12</sup> Estudio realizado por la Autoridad Nacional del Agua - ANA, Protocolo Nacional para Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales 2016.

- Rotulado y etiquetado
- Medición de las condiciones hidrográficas en aguas continentales y marino costeros
- Georreferenciación del punto de monitoreo, utilizando el GPS en el sistema WGS 84.
- Medición de los parámetros de campo (pH, T°, OD y Conductividad) que se realizó en cada uno de los puntos de monitoreo, con el multiparametro calibrado.
- Toma de muestra
- Preservación
- Llenado de la cadena de custodia
- Transporte de las muestras
- Aseguramiento y control de la calidad de los resultados

**c. Postmonitoreo**

- Análisis de las muestras por el laboratorio acreditado por el INACAL.
- Procesamiento y revisión de datos
- Análisis e interpretación de resultados, en función a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para aguas de la categoría 3 establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

- Elaboración del Informe técnico del monitoreo.

### **3.9.2. Materiales y equipos para Monitoreo de los Recursos Hídricos Superficial**

Materiales y equipos utilizados en el monitoreo de la microcuenca río Ragra en los periodos agosto 2012 a noviembre 2016

#### **a. Materiales**

- Mapa cartográfico
- Tablero
- Libreta de campo
- Etiquetas de campo
- Cadena de custodia
- Soga
- Balde de plástico transparente
- Brazo telescópico muestreador
- Papel secante
- Cinta adhesiva
- Plumón indeleble
- Goteros de plásticos
- Agua destilada

- Solución estándar de PH y conductividad eléctrica
- Bolsas Ziploc
- Frascos de polietileno
- Frascos de vidrio ámbar
- Frascos estériles microbiológicos
- Guantes descartables
- Pizeta
- Refrigerantes
- Reactivos para preservación de muestras
- Coolers grandes y pequeños

**b. Equipos e instrumentos**

- Medidor multiparámetro: Se utiliza para el tratamiento de agua potable, aguas residuales y aguas superficiales
- Cámara fotográfica
- GPS
- Correntómetro: Determina con precisión la velocidad de la corriente en cursos de agua, canales, ríos y el mar
- Cronómetro

**c. Indumentaria de protección**

- Botas de seguridad
- Casco

- Lentes
- Botas de jebe con punta de acero (musleras)
- chaleco salvavidas
- Impermeable
- Arnés
- Guantes de seguridad



## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

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

##### **4.1.1. Parámetros Físicos**

Producto de nuestra investigación realizada se recolectaron los resultados de los parámetros físicos en las tres estaciones de monitoreo identificado como RRagra 1, RRagra 2 y RRagra 3; en la microcuenca rio Ragra en los periodos agosto 2012 a noviembre 2016, teniendo los resultados siguientes en las Tablas N° 03 al 11 y Gráficos del N° 01 al 09.

#### 4.1.1.1. Resultados del Parámetro Potencial hidrogeno (pH)

**TABLA N° 03: Resultados de pH- RRagra1**

Estación de Monitoreo	Descripción	Fecha de Monitoreo y Muestra tratada	pH	ECA
RRagra1	Río Ragra, canal derecho, aproximadamente a 60m. antes de la descarga del río Ragra (margen izquierda)	15/08/2012	7.38	6.5-8.5
		19/10/2013	8.1	6.5-8.5
		11/03/2014	7.66	6.5-8.5
		14/10/2015	8.46	6.5-8.5
		13/04/2016	7.97	6.5-8.5

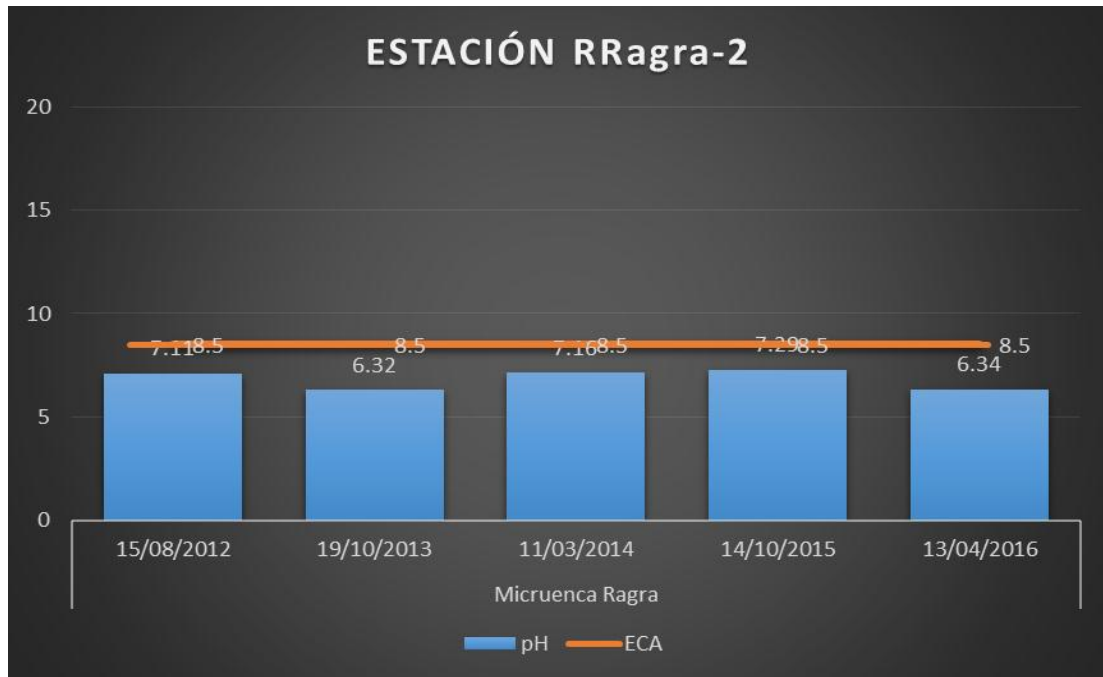
**GRÁFICO N° 1: Resultados de pH- RRagra 1**



**TABLA N° 04: Resultados de pH- RRagra 2**

Estación de Monitoreo	Descripción	Fecha de Monitoreo y Muestra tratada	pH	ECA
RRagra 2	Río Ragra, canal izquierdo, aproximadamente a 40m. antes de la descarga del río Ragra (margen derecho)	15/08/2012	7.11	6.5-8.5
		19/10/2013	6.32	6.5-8.5
		11/03/2014	7.16	6.5-8.5
		14/10/2015	7.29	6.5-8.5
		13/04/2016	6.34	6.5-8.5

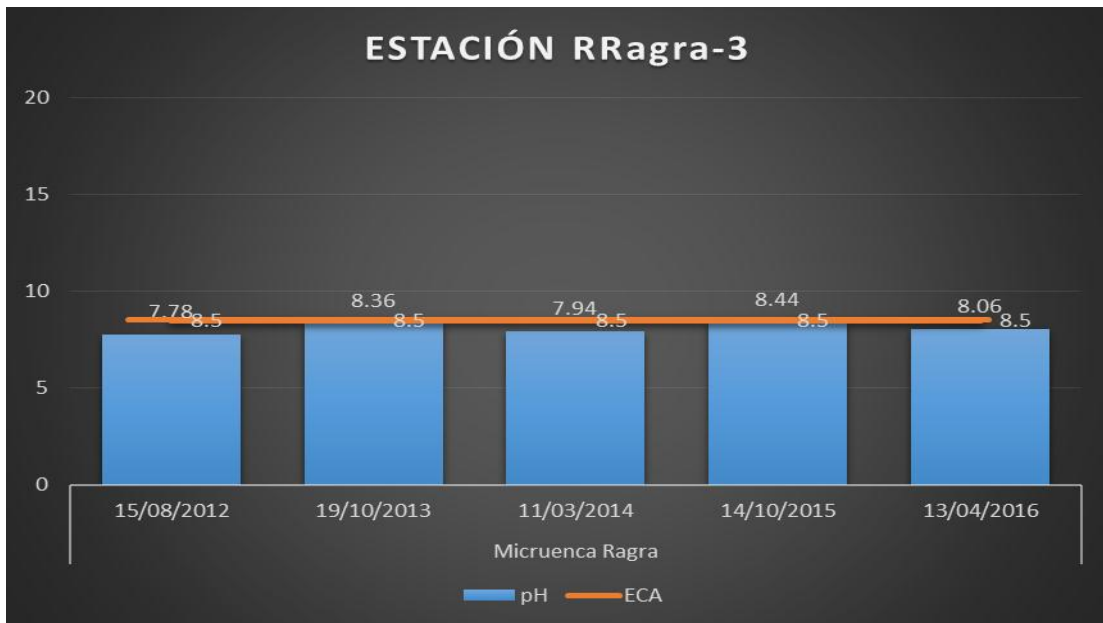
**GRÁFICO N° 2: Resultados de pH- RRagra 2**



**TABLA N° 05: Resultados de pH- RRagra 3**

Estación de Monitoreo	Descripción	Fecha de Monitoreo y Muestra tratada	pH	ECA
RRagra 3	Río Ragra, aproximadamente a 50m. antes de tributar San Juan (margen derecha)	15/08/2012	7.78	6.5-8.5
		19/10/2013	8.36	6.5-8.5
		11/03/2014	7.94	6.5-8.5
		14/10/2015	8.44	6.5-8.5
		13/04/2016	8.06	6.5-8.5

**GRÁFICO N° 3: Resultados de pH- RRagra 3**



### **Interpretación del parámetro Potencial hidrogeno - pH en comparación al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales).**

Es una medida que indica la acidez o basicidad del agua. Su rango de 0 a 14, siendo el valor 7 el rango neutral. De esta manera, un valor de pH menor que 7 indica acidez, mientras que un valor mayor a 7, indica rango básico. Así mismo, es una medición de la cantidad relativa de iones de hidrogeno e hidróxido en el agua, por lo tanto, agua que contenga más iones de hidrogeno tiene una acidez mayor, mientras que agua que contenga más iones de hidróxidos tiene un rango básico. Esta medida puede afectarse por componentes químicos en el agua, razón por la que es considerado como un indicador importante de que el agua este cambiando químicamente. <sup>13</sup>

De la evaluación de los resultados del potencial de hidrogeno (pH) en las tres estaciones de monitoreo RRagra 1, RRagra 2 y RRagra 3, en la microcuenca rio Ragra en los periodos agosto 2012 a noviembre 2016 se encuentran dentro de los estándares permitidos según la normativa; (Tablas N° 3 al 5 y Gráficos N° 1 al 3).

---

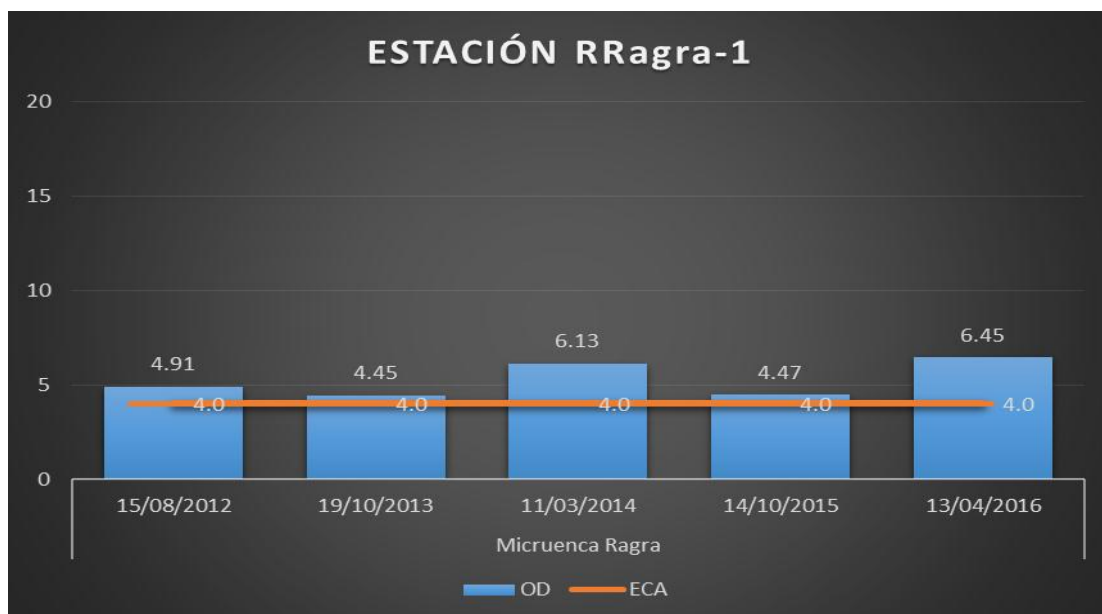
<sup>13</sup> Estudio realizado por la Autoridad Nacional del Agua - ANA, Sexto Monitoreo Participativo de la Calidad del Agua en la Subcuenca del San Juan, Pasco (2016).

#### 4.1.1.2. Resultados del Parámetro Oxígeno Disuelto - OD

**TABLA N° 06:** Resultados de Oxígeno Disuelto (OD)- RRagra1

Estación de Monitoreo	Descripción	Fecha de Monitoreo y Muestra tratada	OD	ECA mg/litros
RRagra1	Río Ragra, canal derecho, aproximadamente a 60m. antes de la descarga del río Ragra (margen izquierda)	15/08/2012	4.91	≥ 4
		19/10/2013	4.45	≥ 4
		11/03/2014	6.13	≥ 4
		14/10/2015	4.47	≥ 4
		13/04/2016	6.45	≥ 4

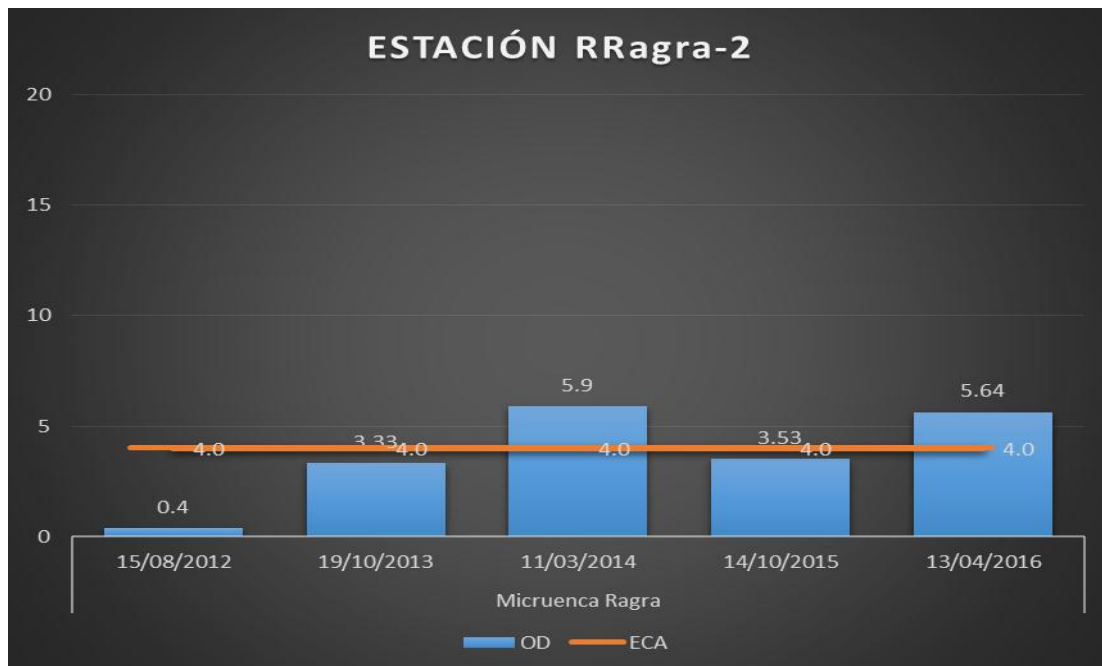
**GRÁFICO N° 4:** Resultados de Oxígeno Disuelto (OD)- RRagra 1



**TABLA N° 07: Resultados de Oxígeno Disuelto (OD)- RRagra 2**

Estación de Monitoreo	Descripción	Fecha de Monitoreo y Muestra tratada	OD	ECA mg/litros
RRagra 2	Río Ragra, canal izquierdo, aproximadamente a 40m. antes de la descarga del río Ragra (margen derecho)	15/08/2012	0.4	≥ 4
		19/10/2013	3.33	≥ 4
		11/03/2014	5.9	≥ 4
		14/10/2015	3.53	≥ 4
		13/04/2016	5.64	≥ 4

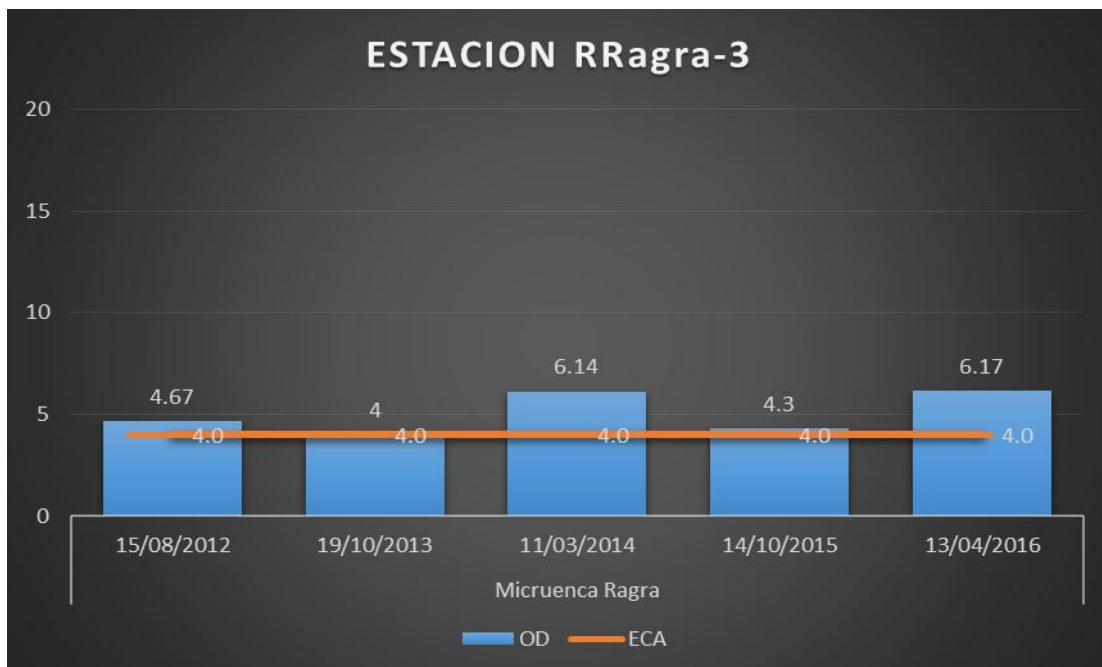
**GRÁFICO N° 5: Resultados de Oxígeno Disuelto (OD)- RRagra 2**



**TABLA N° 08: Resultados de Oxígeno Disuelto (OD)- RRagra 3**

Estación de Monitoreo	Descripción	Fecha de Monitoreo y Muestra tratada	OD	ECA mg/litros
RRagra 3	Río Ragra, aproximadamente a 50m. antes de tributar San Juan (margen derecha)	15/08/2012	4.67	≥ 4
		19/10/2013	4.0	≥ 4
		11/03/2014	6.14	≥ 4
		14/10/2015	4.3	≥ 4
		13/04/2016	6.17	≥ 4

**GRÁFICO N° 6: Resultados de Oxígeno Disuelto (OD)- RRagra 3**





### **Interpretación del parámetro Oxígeno Disuelto (OD) en Comparación al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Categoría 3. (Riego de vegetales y bebida de animales).**

Se le considera como un indicador indirecto de la contaminación del agua, por lo general, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad, las aguas por lo que, al descender su concentración, las aguas pierden gran parte de su capacidad de autodepuración y pueden dificultar o imposibilitar la vida vegetal y animal. <sup>13</sup>

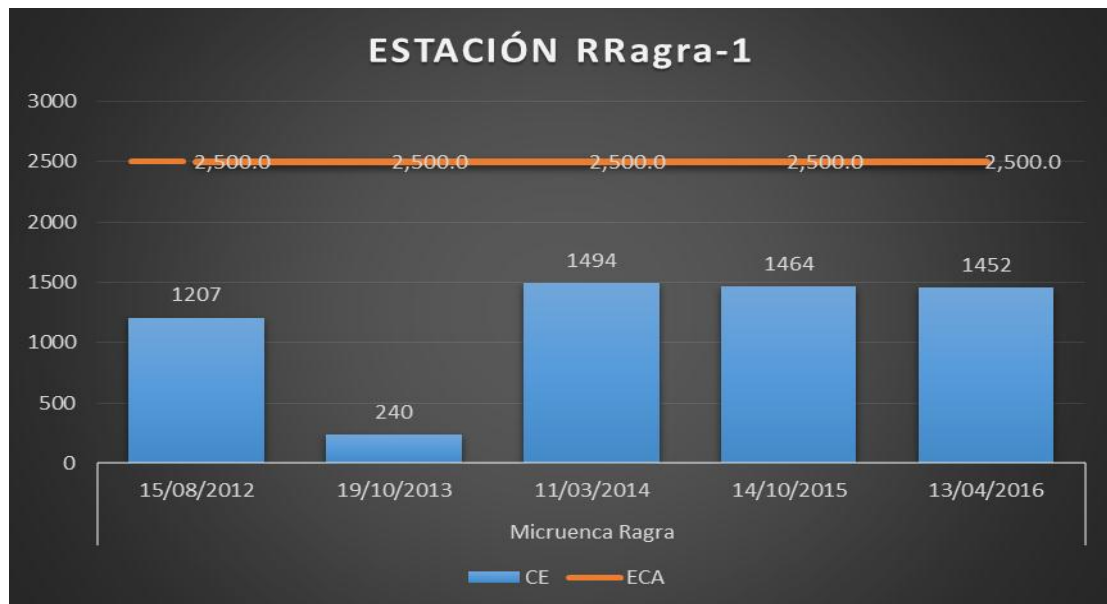
De la evaluación del oxígeno disuelto (OD) en las tres estaciones de monitoreo RRagra 1, RRagra 2 y RRagra 3, en la microcuenca del río Ragra en los periodos agosto 2012 a noviembre 2016 se encuentran los resultados superior a 4 mg/lit a excepción del punto de monitoreo RRagra 2, ubicado en (canal izquierdo, aproximadamente a 40m. antes de la descarga del río Ragra (margen derecho)), donde el Oxígeno Disuelto en el periodo 2012 y 2015 se obtuvo una concentración de oxígeno disuelto de 0.4 mg/lit y 3.53 mg/lit, valores inferiores a lo establecido en la ECA-Agua, el resultado de este parámetro se deduce que las bacterias termotolerantes al descomponerse o degradar la materia orgánica necesitan oxígeno presente en el agua y por lo tanto disminuyen su concentración. (Tablas N° 6 al 8 y Gráficos N° 4 al 6)

### 4.1.1.3. Resultados del Parámetro Conductividad Eléctrica (CE)

**TABLA N° 09: Resultados de Conductividad Eléctrica (CE)- RRagra1**

Estación de Monitoreo	Descripción	Fecha de Monitoreo y Muestra tratada	CE	ECA $\mu\text{s/cm}$
RRagra1	Río Ragra, canal derecho, aproximadamente a 60m. antes de la descarga del río Ragra (margen izquierda)	15/08/2012	1207	2500
		19/10/2013	240	2500
		11/03/2014	1494	2500
		14/10/2015	1464	2500
		13/04/2016	1452	2500

**GRÁFICO N° 7: Resultados de Conductividad Eléctrica (CE)- RRagra 1**



**TABLA N° 10: Resultados de Conductividad Eléctrica (CE)- RRagra 2**

Estación de Monitoreo	Descripción	Fecha de Monitoreo y Muestra tratada	CE	ECA $\mu\text{s}/\text{cm}$
RRagra 2	Río Ragra, canal izquierdo, aproximadamente a 40m. antes de la descarga del río Ragra (margen derecho)	15/08/2012	1034	2500
		19/10/2013	720	2500
		11/03/2014	698.5	2500
		14/10/2015	730.5	2500
		13/04/2016	994.9	2500

**GRÁFICO N° 8: Resultados de Conductividad Eléctrica (CE)- RRagra 2**



**TABLA N° 11: Resultados de Conductividad Eléctrica (CE)- RRagra 3**

Estación de Monitoreo	Descripción	Fecha de Monitoreo y Muestra tratada	CE	ECA $\mu\text{s/cm}$
RRagra 3	Río Ragra, aproximadamente a 50m. antes de tributar San Juan (margen derecha)	15/08/2012	1220	2500
		19/10/2013	899	2500
		11/03/2014	695.7	2500
		14/10/2015	219.8	2500
		13/04/2016	1691	2500

**GRÁFICO N° 9: Resultados de Conductividad Eléctrica (CE)- RRagra 3**



### **Interpretación del parámetro Conductividad Eléctrica (CE) en Comparación al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM- Categoría 3. (Riego de vegetales y bebida de animales).**

Es la capacidad que el agua tiene de conducir la corriente eléctrica. Este parámetro está relacionado con la presencia de iones disueltos en el agua, que son partículas con carga eléctricas. Por lo tanto, cuanto mayor sea la concentración de iones disueltos, mayor será la conductividad eléctrica del agua.

El agua pura tiene una conductividad eléctrica muy baja; mientras que el agua natural tiene iones en disolución y su conductividad es mayor y proporcional a la cantidad y características de estos electrolitos. <sup>14</sup>

Según la evaluación, la conductividad eléctrica en las tres estaciones de monitoreo RRagra 1, RRagra 2 y RRagra 3 en la microcuenca del río Ragra en los periodos agosto 2012 a noviembre 2016; se encuentra dentro de los estándares permitidos, sin embargo, se deduce que estos valores al no superar el ECA para Agua se relacionan con las descargas provenientes de actividades industriales, mineras y vertimientos de origen doméstico. (Tablas N° 9 al 12 y Gráficos N° 7 al 9).

---

<sup>14</sup> Estudio realizado por la Autoridad Nacional del Agua - ANA, Quinto Monitoreo Participativo de la Calidad del Agua en la Subcuenca del San Juan, Pasco (2016).

#### 4.1.2. Parámetros Microbiológicos

Producto de nuestra investigación realizada se recolectaron los resultados de los parámetros microbiológicos (Coliformes Termotolerantes y *Escherichia coli*) en las tres estaciones de monitoreo RRagra 1, RRagra 2 y RRagra 3, en la microcuenca del río Ragra en los periodos agosto 2012 a noviembre 2016 teniendo los resultados siguientes en las Tablas N° 12 al 17 y los gráficos N° 10 al 15.

##### 4.1.2.1. Resultados del Parámetro Coliformes Termotolerantes

**TABLA N° 12: Resultados de Coliformes Termotolerantes - RRagra1**

Estación de Monitoreo	Descripción	Fecha de Monitoreo y Muestra tratada	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	ECA NMP/100 ml
RRagra1	Río Ragra, canal derecho, aproximadamente a 60m. antes de la descarga del río Ragra (margen izquierda)	15/08/2012	333000	1000
		19/10/2013	490	1000
		11/03/2014	3300	1000
		14/10/2015	33000	1000
		13/04/2016	7000	1000

**GRÁFICO N° 10: Resultados de Coliformes Termotolerantes - RRagra1**



**TABLA N° 13: Coliformes Termotolerantes - RRagra 2**

Estación de Monitoreo	Descripción	Fecha de Monitoreo y Muestra tratada	COLIFORMES TERMOTOLERANTES ANTES	ECA NMP/100ml
RRagra 2	Río Ragra, canal izquierdo, aproximadamente a 40m. antes de la descarga del río Ragra (margen derecho)	15/08/2012	17000000	1000
		19/10/2013	790000	1000
		11/03/2014	33000	1000
		14/10/2015	33000	1000
		13/04/2016	2300000	1000

**GRÁFICO N° 11: Resultados de Coliformes Termotolerantes - RRagra 2**



**TABLA N° 14: Coliformes Termotolerantes - RRagra 3**

Estación de Monitoreo	Descripción	Fecha de Monitoreo y Muestra tratada	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	ECA NMP/100 ml
RRagra 3	Río Ragra, aproximadamente a 50m. antes de tributar San Juan (margen derecha)	15/08/2012	79000	1000
		19/10/2013	33000	1000
		11/03/2014	23000	1000
		14/10/2015	490000	1000
		13/04/2016	330000	1000



**GRÁFICO N° 12: Coliformes Termotolerantes - RRagra 3**



**Interpretación del parámetro Coliformes Termotolerantes en Comparación al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM- Categoría 3. (Riego de vegetales y bebida de animales).**

Se les denomina Coliformes termotolerantes a ciertos miembros del grupo de Coliformes totales que están estrechamente relacionados con la contaminación fecal. Habitan en el intestino de los animales de sangre caliente, aunque también se presentan como saprofitos en el ambiente (excepto *E. coli*, que tiene origen intestinal). Presentan todas las características requeridas para ser un buen indicador de contaminación. Es

conocido que la contaminación fecal del agua está relacionada con la transmisión de agentes patógenos por el medio acuático. <sup>13</sup>

De la evaluación en las tres estaciones de monitoreo RRagra 1, RRagra 2 y RRagra 3 en la microcuenca del río Ragra en los periodos agosto 2012 a noviembre 2016, se registra los valores que superan el ECA para agua Categoría 3. En la estación de monitoreo RRagra 2 (Río Ragra, canal izquierdo, aproximadamente a 40m. antes de la descarga del río Ragra (margen derecho)) en el periodo 2012 se registró un valor de 17,000,000.00 NMP/100 ml, siendo el punto más crítico; a excepción solo en una oportunidad se cumplió con el estándar permitido en el periodo 2013 con 490 NMP/100 ml en la estación de monitoreo RRagra1 (Río Ragra, canal derecho, aproximadamente a 60m. antes de la descarga del río Ragra (margen izquierda)).

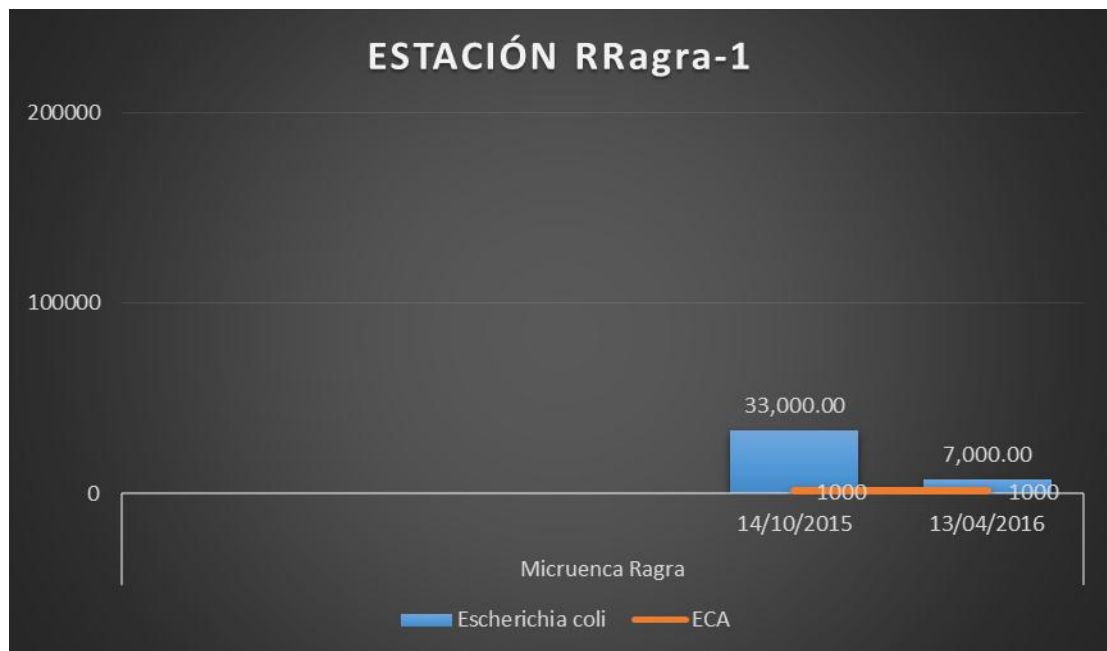
Esta concentración elevada de los Coliformes Termotolerantes se debe a que la población de Paragsha y Mariátegui perteneciente al distrito de Simón Bolívar de Rancas y parte de la población de San Juan Pampa del distrito Yanacancha vierten sus aguas sin ningún tratamiento alguno al río Ragra (Tablas N° 12 al 14 y Gráficos N° 10 al 12).

#### 4.1.2.2. Resultados del Parámetro *Escherichia coli*

**TABLA N° 15:** Resultados de *Escherichia coli* - RRagra1

Estación de Monitoreo	Descripción	Fecha de Monitoreo y Muestra tratada	ESCHERICHIA A COLI	ECA NMP/100 ml
RRagra1	Río Ragra, canal derecho, aproximadamente a 60m. antes de la descarga del río Ragra (margen izquierda)	14/10/2015	33000	1000
		13/04/2016	7000	1000

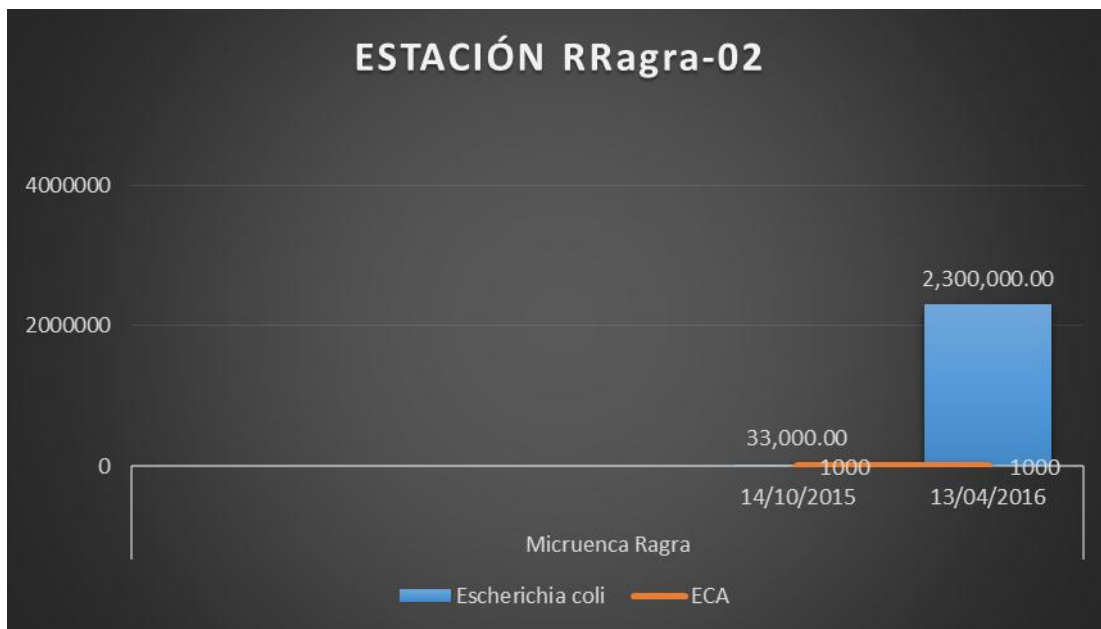
**GRÁFICO N° 13:** Resultados de *Escherichia coli* - RRagra1



**TABLA N° 16: Resultados de Escherichia coli - RRagra 2**

Estación de Monitoreo	Descripción	Fecha de Monitoreo y Muestra tratada	ESCHERICHIA COLI	ECA NMP/100ml
RRagra 2	Río Ragra, canal izquierdo, aproximadamente a 40m. antes de la descarga del río Ragra (margen derecho)	14/10/2015	33000	1000
		13/04/2016	2300000	1000

**GRÁFICO N° 14: Resultados de Escherichia coli - RRagra 2**



**TABLA N° 17: Resultados de *Escherichia coli* - RRagra 3**

Estación de Monitoreo	Descripción	Fecha de Monitoreo y Muestra tratada	<i>ESCHERICHIA COLI</i>	ECA NMP/100ml
RRagra 3	Río Ragra, aproximadamente a 50m. antes de tributar San Juan (margen derecha)	14/10/2015	33000	1000
		13/04/2016	330000	1000

**GRÁFICO N° 15: Resultados de *Escherichia coli* - RRagra 3**



**Interpretación del parámetro *Escherichia coli* en Comparación al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM- Categoría N° 3. (Riego de vegetales y bebida de animales).**

De todos los organismos Coliformes Totales, *Escherichia coli* es el organismo indicador de mayor precisión para detectar contaminación fecal, se encuentra exclusivamente en heces de humanos y animales de sangre caliente comprendido casi 95% del grupo de Coliformes totales en las heces. Además, se ha demostrado que estos organismos no se multiplican en forma apreciable en el ambiente. <sup>13</sup>

De la evaluación en las tres estaciones de monitoreo RRagra 1, RRagra 2 y RRagra 3 en la microcuenca del río Ragra en los periodos agosto 2012 a noviembre 2016, se registra los valores que superan el ECA para agua Categoría 3, llegando a su punto más alto en el año 2016 dando un valor de 2, 300,000.00 NMP/100 ml en la estación de monitoreo RRagra 2 (Río Ragra, canal izquierdo, aproximadamente a 40m. antes de la descarga del río Ragra (margen derecho). (Tablas N° 15 al 17 y Gráficos del 13 al 15).

Esta concentración elevada del *Escherichia coli* se debe a que la población de Paragsha y Mariátegui perteneciente al distrito de Simón Bolívar de

Rancas y parte de la población de San Juan Pampa del distrito Yanacancha vierten sus aguas sin ningún tratamiento al río Ragra sin ningún tratamiento.

#### **4.2. PRUEBA DE HIPOTESIS**

Para nuestra investigación se validó la hipótesis: El comportamiento del parámetro microbiológico de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra del distrito Simón Bolívar Rancas durante los periodos agosto 2012 – noviembre 2016, supera los Estándares de Calidad Ambiental.

Donde se constató la generación de los parámetros microbiológicos como (Coliformes Termotolerantes y *Escherichia Coli*) superan los Estándares de Calidad Ambiental en comparación al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, categoría N° 3, la cual muestra déficit en la calidad de agua ubicado en la microcuenca del río Ragra, producto a los vertimientos de aguas residuales sin tratamiento de los distritos de Simón Bolívar y parte de la población del distrito de Yanacancha.

#### **4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

En la presente investigación los parámetros microbiológicos de las aguas en la microcuenca del río Ragra superan los Estándares de

Calidad de Agua en categoría N° 3, realizados en el periodo agosto 2012 a noviembre 2016.

1. El parámetro de Coliformes Termotolerantes de las aguas superan las ECA para agua en categoría N° 3, en las tres estaciones de monitoreo RRagra 1, RRagra 2 y RRagra 3.

En la estación de monitoreo RRagra 1, en el periodo 2012 se obtiene el alto contenido de Coliformes Termotolerantes en la microcuenca del rio Ragra dando un valor de 333 000 NMP/100ml, sin embargo, en el periodo 2013 no supera la ECA para agua dando un valor de 490 NMP/100 ml, en el caso de los periodos 2014 al 2016 superan ligeramente los ECA para agua dando valores respectivamente 3300, 33000 y 7000 NMP/100 ml.

En la estación de monitoreo RRagra 2, en el periodo 2012 se obtiene el alto contenido de Coliformes Termotolerantes en la microcuenca del rio Ragra dando un valor de 17000000 NMP/100ml, sin embargo, en el periodo 2013 y 2016 supera la ECA para agua dando un valor de 790000 y 2300000 NMP/100 ml respectivamente, en el caso de los periodos 2014 y 2015 superan



ligeramente los ECA para agua dando valores respectivamente 33000 y 33000 NMP/100 ml.

En la estación de monitoreo RRagra 3, en el periodo 2015 se obtiene el alto contenido de Coliformes Termotolerantes en la microcuenca del río Ragra dando un valor de 490000 NMP/100ml, sin embargo, en el periodo 2016 supera la ECA para agua dando un valor de 330000 NMP/100 ml, en el caso de los periodos 2012 al 2014 superan ligeramente los ECA para agua dando valores respectivamente 79000, 33000 y 23000 NMP/100 ml.

2. El parámetro de *Escherichia coli* de las aguas superan las ECA para agua en categoría N° 3, en las tres estaciones de monitoreo RRagra 1, RRagra 2 y RRagra 3.

En la estación de monitoreo RRagra 1, en el periodo 2015 se obtiene el alto contenido de *Escherichia coli* en la microcuenca del río Ragra dando un valor de 33 000 NMP/100ml, sin embargo, en el periodo 2016 superan ligeramente los ECA para agua dando valores 7000 NMP/100 ml.

En la estación de monitoreo RRagra 2, en el periodo 2016 se obtiene el alto contenido de *Escherichia coli* en la microcuenca del río Ragra dando un valor de 2300000 NMP/100ml, sin embargo, en el periodo 2015 superan ligeramente los ECA para agua dando valores 33000 NMP/100 ml.

En la estación de monitoreo RRagra 3 en el periodo 2016 se obtiene el alto contenido de *Escherichia coli* en la microcuenca del río Ragra dando un valor de 330000 NMP/100ml, sin embargo, en el periodo 2015 superan ligeramente los ECA para agua dando valores 33000 NMP/100 ml.

## CONCLUSIONES

Se concluye en la presente de investigación, que:

1. La microcuenca del río Ragra nace en el centro poblado de Paragsha como inicio de la microcuenca, pasando por medio de las desmonteras de propiedad de la Empresa Minera Cerro SAC y Activos Mineros SAC, hasta llegar a espaldas de la población de Quiulacocha y siendo afluente de la sub cuenca del río San Juan ubicado a 200 metros de la población de Yurajhuanca.
2. Según la evaluación del parámetro Coliformes Termotolerantes (1000 NMP/100 lt) en las tres estaciones de monitoreo RRagra 1, RRagra 2 y RRagra 3 en la microcuenca del río Ragra en los periodos agosto 2012 a noviembre 2016, se registra los valores que superan el ECA para agua Categoría 3. En la estación de monitoreo RRagra 2 (Río Ragra, canal izquierdo, aproximadamente a 40m. antes de la descarga del río Ragra (margen derecho)) en el periodo 2012 se registró un valor de 17,000,000.00 NMP/100 ml, siendo el punto más crítico; a excepción solo en una oportunidad se cumplió con el estándar permitido en el periodo 2013 con 490 NMP/100 ml en la estación de monitoreo RRagra1 (Río Ragra, canal derecho, aproximadamente a 60m. antes de la descarga del río Ragra (margen izquierda)). Sin embargo, en los periodos 2014 al

2016 superan el ECA para agua ligeramente en los tres en las tres estaciones de monitoreo RRagra 1, RRagra 2 y RRagra 3.

3. Según la evaluación del parámetro *Escherichia coli* en las tres estaciones de monitoreo RRagra 1, RRagra 2 y RRagra 3 en la microcuenca del río Ragra en los periodos agosto 2012 a noviembre 2016, se registra los valores que superan el ECA para agua Categoría 3, llegando a su punto más alto en el año 2016 dando un valor de 2, 300,000.00 NMP/100 ml en la estación de monitoreo RRagra 2 (Río Ragra, canal izquierdo, aproximadamente a 40m. antes de la descarga del río Ragra (margen derecho). Sin embargo, en el periodo 2015 superan el ECA para agua ligeramente en los tres en las tres estaciones de monitoreo RRagra 1, RRagra 2 y RRagra 3.
4. Concluida la investigación se observó que estas aguas son generadas de la población de Paragsha y Mariátegui perteneciente al distrito de Simón Bolívar de Rancas y parte de la población de San Juan Pampa del distrito Yanacancha donde vierten sus aguas sin ningún tratamiento al río Ragra, afluente importante de la Sub Cuenca San Juan, por lo que su aporte de contaminantes microbiológicos es alto, siendo consecuente en la déficit de la calidad de las aguas del río San Juan.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda que:

1. El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en función al Decreto Legislativo N° 1285, donde se aprueba Adecuación Progresiva a la Autorización de Vertimientos y a los Instrumentos de Gestión Ambiental, debe seguir cumpliendo las funciones de orientar, supervisar y sancionar a las entidades responsables de los distritos Simón Bolívar Rancas y Yanacancha, en los periodos establecidos según la normativa.
2. La Autoridad Nacional del Agua, en función a la Ley de Recursos Hídricos – Ley N° 29338, como ente rector y máximo autoridad técnica debe seguir cumpliendo las funciones de conservar, proteger la calidad y cantidad de los Recursos Hídricos y sancionar a las entidades responsables de los distritos Simón Bolívar Rancas y Yanacancha.
3. Dejo a disposición la presente investigación a las poblaciones e instituciones para su uso y conocimiento con la finalidad de apertura dialogo y exigencia a las entidades responsables que velan por la calidad de los recursos hídricos.

## **REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA**

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA – Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricas. (2012). Resultados del Monitoreo Participativo de la Calidad del Agua Superficial en la Sub Cuenca del río San Juan, Lima.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA – Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricas. (2013). Evaluación del Estado de la Calidad del Agua en la Sub Cuenca del río San Juan tributario de la Cuenca del río Mantaro – Provincia de Pasco - Pasco, Lima.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA – Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricas. (2014). Evaluación del Estado de la Calidad del Agua en la Sub Cuenca del río San Juan tributario de la Cuenca del río Mantaro – Provincia de Pasco - Pasco, Lima.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA – Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricas. (2015). Monitoreo Participativo de la Calidad del Agua en la Sub Cuenca del río San Juan – Pasco, Lima.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA – Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricas. (2016). Quinto Monitoreo Participativo de la Calidad del Agua en la Sub Cuenca del río San Juan Pasco, Lima.

CASTILLO TICLLACURI Zulema Ivone, MEDINA VIVANCO Vanessa (2014). Evaluación Espacio-Temporal de la Calidad del Agua del río Rímac (Riego), de enero a agosto del 2011, en tres puntos de Monitoreo, Lima, Perú.

GUILLÉN VALLE OSCAR RAFAEL y VALDERRAMA MENDOZA SANTIAGO Rufo, (2016). Guía para elaborar la tesis universitaria escuela de posgrado. Lima.

LARIOS MEOÑO Fernando J., TARANCO GONZALEZ Carlos y MORALES OLIVARES Yennyfer. (2015). Facultad de Ingeniería de la Universidad San Ignacio de Loyola. Las Aguas Residuales y sus consecuencias en el Perú. Vol. 2 N° 2. Segundo semestre 2015, pp.09-25.

LOPEZ POVIS Karina Judith. (2006). Evaluación de la Calidad Microbiológica y Contenido Metálico del Agua en la Microcuenca del Rio San Juan, Cerro de Pasco – Perú.

MURRELL LARREA Jeny Adina, ROJAS BADIA Marcia María, ALVAREZ ROMEU Beatriz, HERNANDEZ ROJAS Mercedes Nidia y PEREZ HEYDRICH Mayra. (2013). Departamento de Microbiología y Virología, Facultad de Biología, Universidad de La Habana. Bacterias Indicadores de Contaminación Fecal en la Evaluación de la Calidad de las Aguas. Vol. 44, No 3, pp.24-34.

ROBLES Esperanza S., RAMIREZ Elizabeth, DURÁN Ángel, MARTINEZ María E., GONZÁLES María E. (2013). Calidad Bacteriológica y Físicoquímica del Agua del Acuífero Tepalcingo - Axochiapan, Morelos, México.

RODRIGUEZ MEZA José Luis. (2013). Evaluación de la Calidad Microbiológica de las Aguas del Rio San Juan- Distrito de Rancas, Pasco – Perú.



- SOTIL RIVERA Luz Elena. FLORES VÁSQUEZ Horacio Igor. (2016).  
Determinación de Parámetros Físicos Químicos y Bacteriológicos  
del Contenido de las Aguas del río Mazán – Loreto, Iquitos, Perú.
- SARDIÑAS PEÑA Olivia, CHIROLES RUBALCABA Sergio, FERNÁNDEZ  
NOVO Marta, HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ Yusaina, PÉREZ  
CABRERA Adisbel. (2006). Evaluación Física-Química y  
Microbiológica del agua de la presa El Cacao, Cuba.
- TORRES FLORES, Jorge Alejandro. (2008). Análisis de la Calidad  
Fisicoquímica y microbiológica del agua del río Motagua en diez  
puntos de muestreo ubicado en su cauce principal, Guatemala.

# ANEXOS

## ANEXO N° 01

### Matriz de Consistencia: Estudio Retrospectivo Microbiológico de las Aguas Superficiales de la Microcuenca del río Ragra del distrito Simón Bolívar Rancas Periodos Agosto 2012 - Noviembre 2016

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES
<p><b>Problemas General:</b></p> <p>¿Cuál es el comportamiento retrospectivo del parámetro microbiológico de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra del distrito Simón Bolívar Rancas durante los periodos agosto 2012 - noviembre 2016?</p>	<p><b>Hipótesis Generales:</b></p> <p>El comportamiento retrospectivo del parámetro microbiológico de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra del distrito Simón Bolívar Rancas durante los periodos agosto 2012 - noviembre 2016, supera los Estándares de Calidad Ambiental.</p>	<p><b>Objetivos General:</b></p> <p>Determinar el comportamiento retrospectivo del parámetro microbiológico de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra del distrito Simón Bolívar Rancas.</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Estándares de Calidad Ambiental para Agua</p>
<p><b>Problemas Específicas:</b></p> <p>1. ¿Cuál es el comportamiento retrospectivo del parámetro de Escherichia Coli de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra?</p> <p>2. ¿Cuál es el comportamiento retrospectivo de Coliformes Termotolerantes de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra?</p>	<p><b>Hipótesis Específicas:</b></p> <p>1. El comportamiento retrospectivo del parámetro de Escherichia Coli de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra, no supera los Estándares de Calidad Ambiental.</p> <p>2. El comportamiento retrospectivo de Coliformes Termotolerantes de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra, no supera los Estándares de Calidad Ambiental.</p>	<p><b>Objetivos Específicas:</b></p> <p>1. Determinar el comportamiento retrospectivo del parámetro de Escherichia Coli de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra.</p> <p>2. Determinar el comportamiento retrospectivo de Coliformes Termotolerantes de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra.</p>	<p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Comportamiento o retrospectivo del parámetro microbiológico de las aguas Superficiales de la microcuenca del río Ragra.</p>

## ANEXO N° 02

### IMÁGENES DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA

**Imagen N° 01: Monitoreo en la estación RRagra 2**



**Imagen N° 02: Monitoreo en la estación RRagra 3**



# ANEXO N°3 INFORME DE EN ENSAYOS

## INFORME DE ENSAYO AÑO 2013



SERVICIOS ANALITICOS GENERALES S.A.C.

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACIÓN  
INDECOPI - SNA  
CON REGISTRO N° LE-047



### INFORME DE ENSAYO N° 073325-2013 CON VALOR OFICIAL

**II. RESULTADOS:**

Producto declarado		Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
Matriz analizada		Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de muestreo		2013-11-18	2013-11-18	2013-11-18	2013-11-19
Hora de inicio de muestreo (h)		12:08	13:38	14:20	12:30
Condiciones de la muestra		Preservada y refrigerada	Preservada y refrigerada	Preservada y refrigerada	Preservada y refrigerada
Código del cliente		(1)4996 RAlco1	(2)4996 RSJua1	(3)4996 RSJua2	4(4996 RRag1)
Código del Laboratorio		1311912	1311913	1311914	1311962
Ensayo	Unidades	Resultados			
Aceites y grasas (HEM)	mg/L	////	<1.00	<1.00	<1.00
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	<2.0	<2.0	<2.0	6.02
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/L	////	<10.0	<10.0	14.50
Cromo VI	mg/L	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Cianuro WAD	mg/L	////	<0.006	<0.006	<0.006
Sulfuros	S <sup>2-</sup> mg/L	////	<0.002	<0.002	0.005
Fosfatos ( PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> mg/L	<0.030	0.034	<0.030	<0.030
Nitratos	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N mg/L	0.211	<0.03	<0.03	0.113
Numeración de Coliformes Fecales <sup>(1)</sup>	NMP /100mL	7.8	4.5	4.5	49 x 10 <sup>3</sup>
Producto declarado		Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
Matriz analizada		Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de muestreo		2013-11-19	2013-11-19	2013-11-19	2013-11-20
Hora de inicio de muestreo (h)		13:30	14:00	14:45	11:51
Condiciones de la muestra		Preservada y refrigerada	Preservada y refrigerada	Preservada y refrigerada	Preservada y refrigerada
Código del cliente		5(4996 RRag2)	6(4996 RRag3)	7(4996 RSJua3)	8(4996 RSJua4)
Código del Laboratorio		1311963	1311964	1311965	1311103
Ensayo	Unidades	Resultados			
Aceites y grasas (HEM)	mg/L	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	52.17	4.82	4.61	<2.0
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/L	54.5	17.0	16.5	<10.0
Cromo VI	mg/L	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Cianuro WAD	mg/L	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
Sulfuros	S <sup>2-</sup> mg/L	0.008	0.021	0.004	<0.002
Fosfatos ( PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> mg/L	0.045	0.039	<0.030	0.037
Nitratos	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N mg/L	<0.03	0.106	0.221	0.139
Numeración de Coliformes Fecales <sup>(1)</sup>	NMP /100mL	79 x 10 <sup>6</sup>	33 x 10 <sup>6</sup>	130 x 10 <sup>6</sup>	170 x 10 <sup>6</sup>

(1) Coliformes Fecales es lo mismo que coliformes termotolerantes.

////: Ensayo no realizado.

*[Signature]*  
**Ilga. Paola del Pilar Illasca V**  
 JEFE DE LABORATORIO MICROBIOLOGICO  
 C.B.P. N° 8550  
 SERVICIOS ANALITICOS GENERALES S.A.C.

*[Signature]*  
**Quim. Belbeth Hajarido León**  
 C.Q.P. 648  
 Jefe de Emisión de Informes  
 SERVICIOS ANALITICOS GENERALES S.A.C.

\* El método indicado no ha sido acreditado por INDECOPI/SNA

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SME/WW). APHA/AWWA/WEF. 22nd Edition 2012. - EPA: U.S. Environmental Protection Agency. - ASTM: American Society for Testing and Materials. - NTP: Norma Técnica Peruana  
 OBSERVACIONES: Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S. A. C.. Esto es válido para las muestras referidas en el presente informe.  
 Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio



Autoridad Nacional del Agua  
ANA

REGISTRO DE DATOS DE CAMPO



Ministerio de Agricultura y Riego

CIENCIA	SUB CUENCA DEL RIO SAN SUAN	REALIZADO POR:	CONTENEDORES (LITROS)			ALITI	CAJAL	OBSERVACIONES				
AM(A)	PASEO	ING. EDITH NENZOZA ROMANUEZ	Ed.	Litros	litros	litros	litros					
LActa-1	Trogona Alcaracheo-1 a la altura de la pulida	Paseo	18/11/13	12:48	8,51	15,9	6,42	126,2	3556 57	4344	-	El agua del agua no muestra ningún nada estructura
R5jua-2	Rio San Juan, altura a 40m aguas arriba del puente y anchura de 1m (H.F)	Paseo	18/11/13	13:38	8,41	16,5	6,42	208	3547 35	4208	-	Presencia de algas y musgos en el cauce, la altura debe ser mayor, debido a la altura y a la anchura del cauce, debe ser mayor, debido a la altura y a la anchura del cauce.
R5jua-3	Rio San Juan, altura a 40m aguas arriba del puente y anchura de 1m (H.F)	Paseo	18/11/13	14:20	8,11	16,0	6,42	240	3560 66	4195	-	Al agua y a la altura debe ser mayor, debido a la altura y a la anchura del cauce, debe ser mayor, debido a la altura y a la anchura del cauce.
R6aqui-1	Rio Roqui, canal derecho, a 60 m arriba de la distribución al río Roqui (H.F)	Paseo	19/11/13	12:30	8,10	18,2	4,48	240	3591 95	4248	-	NO muestra nada estructura, a la altura del agua es amplio y profundo.
R6aqui-2	Rio Roqui, canal izquierdo a 40 m arriba de la distribución al río Roqui (H.F)	Paseo	19/11/13	13:10	6,22	20,6	3,23	720	3591 73	4251	-	NO muestra nada estructura, a la altura del agua es amplio y profundo.
R6aqui-3	Rio Roqui, altura a 50m arriba del distribuidor al río San Juan (H.F)	Paseo	19/11/13	14:00	8,36	20,0	4,00	899	3565 69	4200	-	NO muestra nada estructura, a la altura del agua es amplio y profundo.
R5jua-4	Rio San Juan, altura a 400m arriba del puente, a 100m del puente, anchura de 1m (H.F)	Paseo	19/11/13	14:45	8,38	11,8	5,06	308	3567 66	4195	-	El agua muestra estructura, a la altura del agua es amplio y profundo.
R5jua-5	Rio San Juan, altura a 110m arriba del puente, a 100m del puente, anchura de 1m (H.F)	Paseo	20/11/13	11:51	8,59	12,8	5,80	378	3573 40	4160	-	El agua muestra estructura, a la altura del agua es amplio y profundo.
R1anda-1	Rio Andes, altura a 100m arriba del puente, a 100m del puente, anchura de 1m (H.F)	Paseo	20/11/13	12:38	8,94	12,7	5,71	387	3598 65	4146	-	El agua muestra estructura, a la altura del agua es amplio y profundo.
R5jua-6	Rio San Juan, altura a 40m arriba del puente, a 100m del puente, anchura de 1m (H.F)	Paseo	20/11/13	13:10	6,28	19,1	4,57	341	3600 17	4144	-	El agua muestra estructura, a la altura del agua es amplio y profundo.
R5jua-6	Rio San Juan, altura a 40m arriba del puente, a 100m del puente, anchura de 1m (H.F)	Paseo	20/11/13	13:44	8,43	12,8	5,89	381	3603 55	4148	-	El agua muestra estructura, a la altura del agua es amplio y profundo.

13/11/13

Firma del Responsable del Monitoreo

San Francisco de Asís, 21 de Noviembre del 2013

# INFORME DE ENSAYO AÑO 2014



SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.  
**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACIÓN  
INDECOPI - SNA  
CON REGISTRO N° LE-047



Registro N° LE - 047

## INFORME DE ENSAYO N° 08823-2014 CON VALOR OFICIAL

### II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
Matriz analizada	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de muestreo	2014-03-10	2014-03-10	2014-03-10	2014-03-11
Hora de inicio de muestreo (h)	12:30	14:50	15:58	10:25
Condiciones de la muestra	Preservada y refrigerada	Preservada y refrigerada	Preservada y refrigerada	Preservada y refrigerada
Código del cliente	LAICA-1	RSJua-1	RSJua-2	RRagr-1
Código del Laboratorio	1403643	1403644	1403645	1403754
Ensayo	Unidades	Resultados		
Aceites y grasas (HEM)	mg/L	////	<1.00	<1.00
Cianuro WAD	mg/L	////	<0.006	<0.006
Cianuro libre	mg/L	<0.004	////	////
Cromo VI	mg/L	<0.007	<0.007	<0.007
*Clorofila A	mg/L	<0.004	////	////
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	<2.0	<2.0	<2.0
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/L	////	<10.0	<10.0
Fosfatos ( PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> mg/L	<0.030	<0.030	<0.030
Nitratos	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N mg/L	0.062	<0.030	<0.030
Nitrógeno Amoniacal	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/L	0.055	////	////
Sulfuros	S <sup>2-</sup> mg/L	////	<0.002	<0.002
Sólidos suspendidos totales (TSS)	mg/L	<3.0	////	////
Numeración de Coliformes Fecales <sup>(1)</sup>	NMP /100mL	2	13	130
33 x 10 <sup>3</sup>				
Producto declarado	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
Matriz analizada	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de muestreo	2014-03-11	2014-03-11	2014-03-11	2014-03-11
Hora de inicio de muestreo (h)	10:59	11:48	12:25	10:34
Condiciones de la muestra	Preservada y refrigerada	Preservada y refrigerada	Preservada y refrigerada	Preservada y refrigerada
Código del cliente	RRagr-2	RRagr-3	RSJua-3	RSJua-4
Código del Laboratorio	1403755	1403756	1403757	1403892
Ensayo	Unidades	Resultados		
Aceites y grasas (HEM)	mg/L	<1.00	<1.00	<1.00
Cianuro WAD	mg/L	<0.006	0.343	0.019
Cromo VI	mg/L	<0.007	<0.007	<0.007
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	22.88	16.63	<2.00
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/L	71.7	44.7	12.2
Fosfatos ( PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> mg/L	0.127	0.037	0.063
Nitratos	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N mg/L	0.330	0.231	0.125
Sulfuros	S <sup>2-</sup> mg/L	<0.002	<0.002	<0.002
Numeración de Coliformes Fecales <sup>(1)</sup>	NMP /100mL	33 x 10 <sup>3</sup>	23 x 10 <sup>3</sup>	170 x 10 <sup>3</sup>
220				

(1) Coliformes Fecales es lo mismo que coliformes termotolerantes.

\*El método indicado no ha sido acreditado por INDECOPI/SNA.

*Marina Vargas Cornejo*  
Bilga. Marina Vargas Cornejo  
JEFE DE LABORATORIO MICROBIOLÓGICO  
C.B.P. N° 10135  
SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

*Barbet Pajardo León*  
Quim. Barbet Pajardo León  
C.O.P. 648  
JEFE DE EMISIÓN DE INFORMES  
SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Cód: F102 / Versión: 04 / FE: 04/2012

\* El método indicado no ha sido acreditado por INDECOPI/SNA.

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW). - APHA-AWWA-WEF, 22nd Edition 2012. - EPA: U.S. Environmental Protection Agency - ASTM: American Society for Testing and Materials - NTP: Norma Técnica Peruana  
OBSERVACIONES: Está prohibido la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S. A. C. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe.  
Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perechabilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Av. Naciones Unidas N° 1565 Chacra Rios Norte - Lima 01 - Perú Central Telefónica: 511-425-7227 / 425 6885 RPC: 994976442 Nextel: 98-109\*1133  
Website: www.sagperu.com E-mail: sagperu@sagperu.com, laboratorio@sagperu.com

# INFORME DE ENSAYO AÑO 2015

**NSF Inassa S.A.C.**

000037



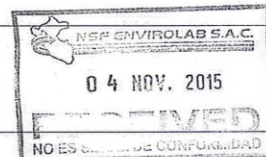
**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 001**



**Informe de Ensayo N° 105178-01**

**DATOS DEL CLIENTE**

Solicitante NSF ENVIROLAB S.A.C.  
Domicilio legal AV. LA MARINA 3059 SAN MIGUEL  
Contacto Ing. Miguel Caso C.  
Dirección de entrega AV. LA MARINA 3059 SAN MIGUEL



**DATOS DEL PRODUCTO**

Producto AGUA SUPERFICIAL  
Ensayos realizados en Av. La Marina 3035 San Miguel - Lima  
Fecha de recepción 2015.10.15 Fecha de inicio de análisis 2015.10.15  
Referencia J-00187364 - ANA Fecha de término de análisis 2015.10.18  
Procedencia Muestra proporcionada por el Cliente  
Validez del documento 7 días Custodia dirimencia Muestra no sujeta a dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única

**DATOS DE LA MUESTRA: M - 155026**

Identificación	Cantidad	Descripción / Presentación	Precinto	FV	FP
RRagr-1 S-0001200733 FM: 2015-10-14 / HM: 13:30	1250ml aprox.	02 frascos de vidrio graduados; cerrados e identificados	--	--	--
RRagr-2 S-0001200734 FM: 2015-10-14 / HM: 14:00	1250ml aprox.	02 frascos de vidrio graduados; cerrados e identificados	--	--	--

**DATOS DEL SERVICIO**

Identificación	Análisis	Unidad	Resultado
RRagr-1 S-0001200733	Colliformes Termotolerantes (Numeración)	NMP/100mL	33 000
	Escherichia coli (Numeración)	NMP/100mL	33 000
RRagr-2 S-0001200734	Colliformes Termotolerantes (Numeración)	NMP/100mL	330 000
	Escherichia coli (Numeración)	NMP/100mL	330 000

**Métodos**

**Colliformes termotolerantes (Numeración):** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, fecal Coliform Procedures, Thermotolerant coliform test (EC medium).  
**Escherichia coli (Numeración):** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 G-2, 22nd Ed. 2012. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures (Proposed).

Sara Gonzales Carrasco  
Jefe del Laboratorio de Microbiología  
C.B.P. N° 2534

NSF INASSA S.A.C

Emilia Aguilera Ballea  
Jefe de División de Laboratorios  
C.I.P. N° 29217

Lima, 22 de octubre de 2015



Forma: L-012/15 va Ed.

Sólo el documento original es válido. NSF Inassa S.A.C. no se responsabiliza por la validez de las Fotocopias. pág. 1 de 1



**Información General**

Matriz: Agua  
 Solicitud de Análisis: Contrato N° 40-2015-ANA-OA (Oct-415)  
 Muestreado por: Cliente  
 Procedencia: Río Ragra (Distrito Simón Bolívar - Provincia Pasco - Departamento Pasco)

Identificación de Laboratorio: S-0001200735  
 Tipo de Muestra: Agua Superficial  
 Identificación de Muestra: RRagr-3  
 Fecha de Recepción/Inicio de Análisis: 2015-10-15  
 Fecha y hora de Muestreo: 2015-10-14 12:30

Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado	Unidad
N.D.: Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis ( ).			
<b>Microbiología</b>			
# Coliformes Termotolerantes (N)- SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed.	2015-10-18		
Num. Coliformes Termotolerantes		490.000	NMP/100 mL
# Escherichia coli (N)- Aguas - SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 G-2, 22nd Ed.	2015-10-18		
Num. Escherichia Coli		330.000	NMP/100 mL
# Parasitos (N)- Aguas - INASSA-LB-008 (Validado)(2013)	2015-10-17		
Tremátoda - Fasciola Hepática		ND(<1)	Org/L
Tremátoda - Paragonimus sp.		ND(<1)	Org/L
Céstoda - Taenia sp.		ND(<1)	Org/L
Céstoda - Hymenolepis sp.		ND(<1)	Org/L
Céstoda - Diphyllobothrium sp.		ND(<1)	Org/L
Nemátoda - Ascaris sp.		ND(<1)	Org/L
Nemátoda - Ancylostoma sp./Necator sp.		ND(<1)	Org/L
Nemátoda - Trichuris sp.		ND(<1)	Org/L
Nemátoda - Strongyloides sp.		ND(<1)	Org/L
Nemátoda - Enterobius sp.		ND(<1)	Org/L
<b>Química</b>			
Acetas y Grasas en Agua, EPA Method 1664 A-1999	2015-10-19		
Acetas y Grasas (2L)		15	mg/L
Alcalinidad Total en Agua, SMEWW Part 2320 B, 22nd Ed 2012	2015-10-17		
Alcalinidad Total		271.0	mg/L
Cianuro WAD en Agua, SMEWW Part 4500-CN-1, 22nd Ed 2012	2015-10-21		
Cianuro Wad		ND(<0.004)	mg/L
Cloruros en Agua, EPA Method 325.3, Revised March 1983	2015-10-20		
Cloruros		19.03	mg/L
DBO5 en Agua, EPA Method 405.1, Revised March 1983	2015-10-20		
DBO5		42	mg/L
DQO en Agua, EPA Method 410.1, Revised March 1983	2015-10-16		
DQO		173	mg/L
Detergentes en Agua, SMEWW Part 5540-C, 22nd Ed 2012	2015-10-15		
Detergentes		ND(<0.06)	mg/L
Fenoles en Agua, SMEWW Part 5530-C, 22nd Ed 2012	2015-10-20		
Fenoles (Rango Bajo)		ND(<0.000 7)	mg/L
Fosfato en Agua, EPA Method 385.3, March 1983	2015-10-15		
P-Fosfato		0.074	mg/L
Mercurio Total en Agua, EPA Method 245.7(Val), Febrero 2005	2015-10-22		
Mercurio Total		ND(<0.000 1)	mg/L

FR20151102114722

J-00187448

pág 2 de 4

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF EnviroLab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF EnviroLab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

# INFORME DE ENSAYO AÑO 2016



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
 POR EL ORGANISMO PERUANO DE  
 ACREDITACIÓN INACAL - DA  
 CON REGISTRO N° LE - 001  
**Informe de Ensayo N° 112573-01**



Registro N° LZ - 001

### DATOS DEL CLIENTE

Solicitante: NSF ENVIROLAB S.A.C.  
 Domicilio legal: AV. LA MARINA 3059 SAN MIGUEL  
 Contacto: Ing. Miguel Caso C.  
 Dirección de entrega: AV. LA MARINA 3059 SAN MIGUEL

### DATOS DEL PRODUCTO

Producto: AGUA SUPERFICIAL  
 Ensayos realizados en: Av. La Marina 3059 San Miguel - Lima  
 Fecha de recepción: 2016.04.14 Fecha de inicio de análisis: 2016.04.14  
 Referencia: J-00213870 - ANA Fecha de término de análisis: 2016.04.17  
 Procedencia: Muestra proporcionada por el Cliente  
 Validez del documento: 7 días Custodia dirimencia: Muestra no sujeta a dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única

### DATOS DE LA MUESTRA : M-164607

Identificación	Cantidad	Descripción / Presentación	Predicto	FV	FP
RRagr1 S-0001250112 FM: 2016-04-13/ HH: 06:00	1500ml aprox.	Frascos de vidrio graduados cerrados	--	--	--
RRagr2 S-0001250114 FM: 2016-04-13/ HH: 08:30	1500ml aprox.	Frascos de vidrio graduados cerrados	--	--	--
RRagr3 S-0001250115 FM: 2016-04-13/ HH: 15:30	1500ml aprox.	Frascos de vidrio graduados cerrados	--	--	--
RSJua3 S-0001250116 FM: 2016-04-13/ HH: 15:45	1500ml aprox.	Frascos de vidrio graduados cerrados	--	--	--
RGash1 S-0001250117 FM: 2016-04-13/ HH: 16:30	1500ml aprox.	Frascos de vidrio graduados cerrados	--	--	--
RSJua4 S-0001250118 FM: 2016-04-13/ HH: 17:00	1500ml aprox.	Frascos de vidrio graduados cerrados	--	--	--

### DATOS DEL SERVICIO

Identificación	Análisis	Unidad	Resultado
RRagr1 S-0001250112	Coliformes Termotolerantes (Numeración)	NMP/100mL	7 000
	Escherichia coli (Numeración)	NMP/100mL	7 000
RRagr2 S-0001250114	Coliformes Termotolerantes (Numeración)	NMP/100mL	2 300 000
	Escherichia coli (Numeración)	NMP/100mL	2 300 000
RRagr3 S-0001250115	Coliformes Termotolerantes (Numeración)	NMP/100mL	330 000
	Escherichia coli (Numeración)	NMP/100mL	330 000
RSJua3 S-0001250116	Coliformes Termotolerantes (Numeración)	NMP/100mL	79 000
	Escherichia coli (Numeración)	NMP/100mL	79 000
RGash1 S-0001250117	Coliformes Termotolerantes (Numeración)	NMP/100mL	33
	Escherichia coli (Numeración)	NMP/100mL	33
SM RSJua4 S-0001250118	Coliformes Termotolerantes (Numeración)	NMP/100mL	3 300
	Escherichia coli (Numeración)	NMP/100mL	3 300

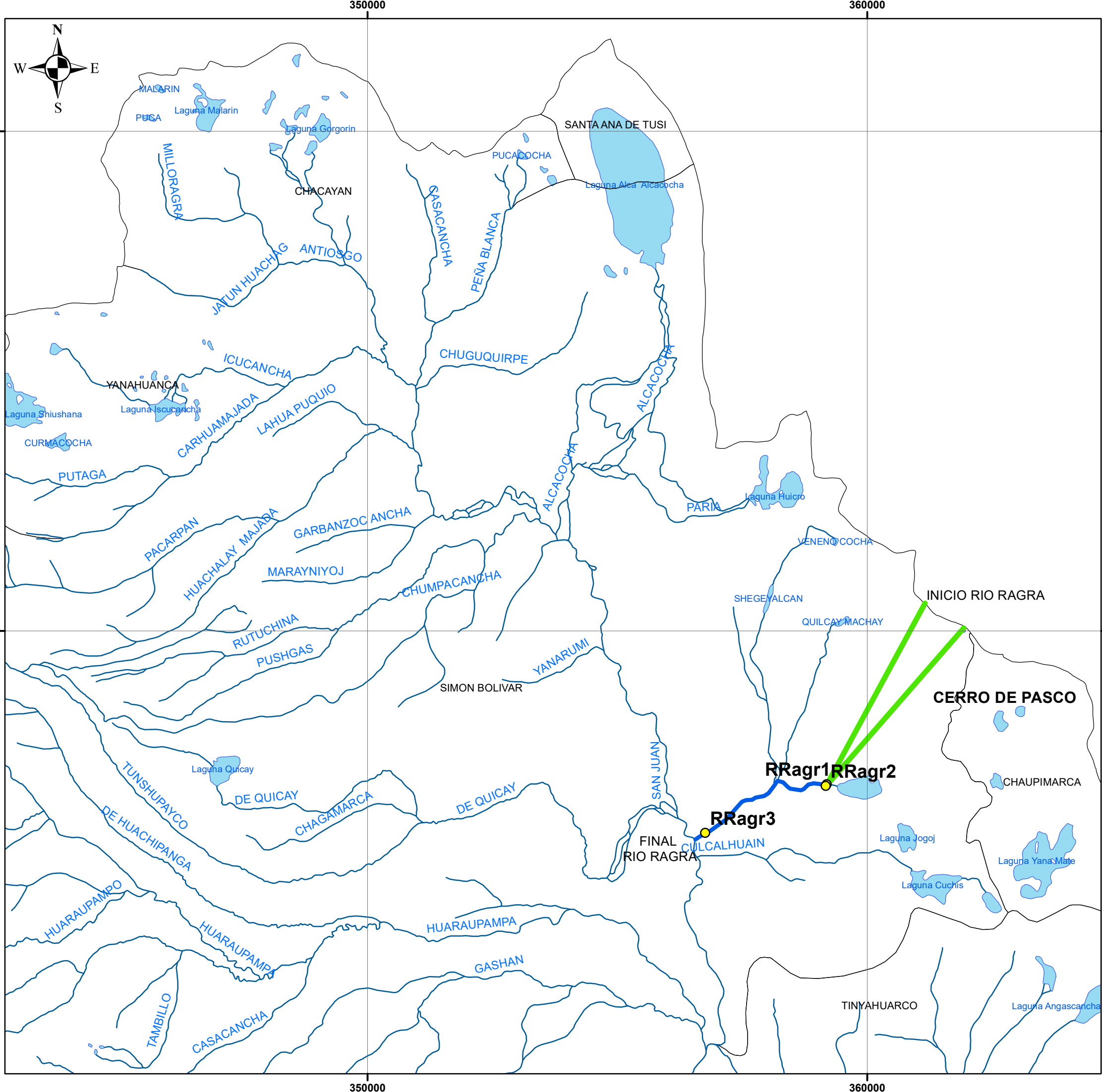


Forma: L-012/16 va Ed.

**"Solamente el documento original es válido. NSF Inassa S.A.C. no se responsabiliza por la validez de las Fotocopias"**

pág. 1 de 2

**ANEXO N°4**  
**Planos**

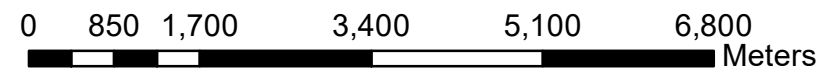


### MAPA DE UBICACION - ALA PASCO



### LEYENDA

- PUNTO DE MONITOREO DEL RIO RAGRA
- ▬ MARGEN
- ▬ RIO RAGRA
- ▬ RIOS
- LAGUNAS
- LIMITE ALA PASCO

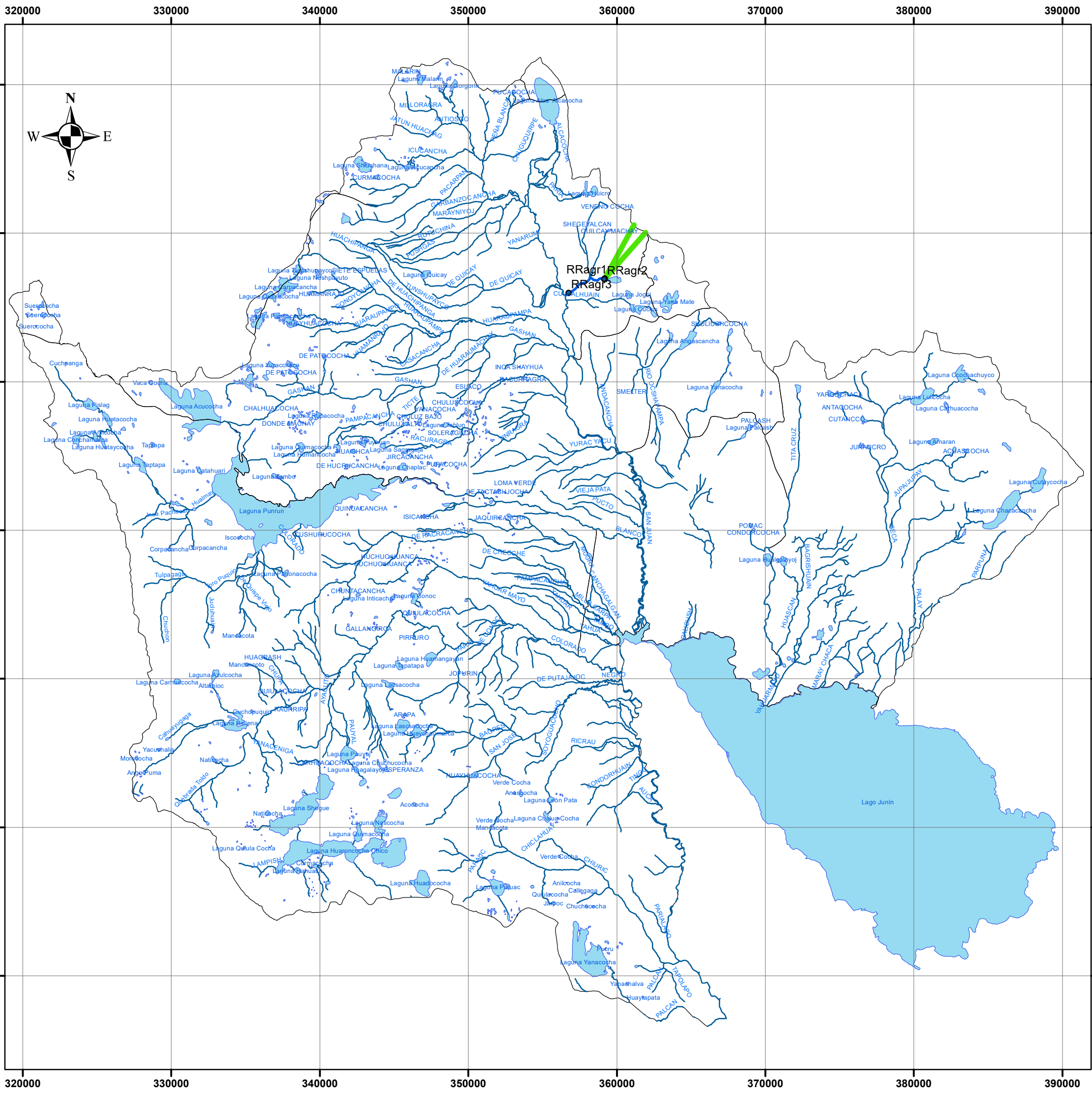


**PERÚ** Ministerio de Agricultura y Riego

**ANA**  
Autoridad Nacional del Agua

## MICRO CUENCA - RIO RAGRA

Departamento: Pasco	Fecha: JUNIO DEL 2016	Escala: 1:75,000	
Elaborado: Administración Local de Agua Pasco	Proyeccion: UTM WGS84, ZONA 18S	Fuente: -Autoridad Nacional del Agua	Nº: <b>MBMCR</b>

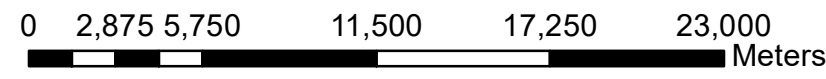



### MAPA DE UBICACION - ALA PASCO




### LEYENDA

- PUNTO DE MONITOREO DEL RIO RAGRA
- █ MARGEN
- RIO RAGRA
- RIOS
- LAGUNAS
- LIMITE ALA PASCO





**PERÚ** Ministerio de Agricultura y Riego



## CUENCA MANTARO

Departamento: Pasco	Fecha: MARZO DEL 2016	Escala: 1:230,000
Elaborado: Administración Local de Agua Pasco	Proyeccion: UTM WGS84, ZONA 18S	Fuente: -Autoridad Nacional del Agua
		N°: <b>MPR1</b>